ACTES

43ème 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

TEXTES DES COMMUNICATIONS

Colloque International

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. 347
C12	La question des ressources pour la formation dans le travail des conseillers pédagogiques.	Leroyer Laurence	P. 368
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. 383
C15	Formation des Professeurs des écoles et développement de compétences mathématiques.	Choquet Christine	P. 395
C16	De la situation-problème à l'analyse didactique : exemple du patron de cône en formation initiale des M1.	Jore Françoise	P. 410
C17	Le Journal des Mathématiques : un outil pour produire des mathématiques.	Kermovant Erik	P. 425
C18	Le rallye maths IREM 95 : des épreuves pour les classes, un outil de formation pour les enseignants.	Batton Agnès	P. 455
C21	Une situation de formation d'enseignants pour apprendre à voir en géométrie.	Coutat Sylvia	P.484
C23	La formation initiale de maîtres au Québec : une autre structure, d'autres enjeux.	Braconne-Michoux Annette	P. 499
C24	L'enseignent des maths par l'enseignant polyvalent : inventaire de différentes types de séances. Illustration au CP.	Blanchouin Aline	P. 509
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. 523
C26	Quelle prise en compte des gestes professionnels du maître dans la production de ressources issues de recherches ?	Douaire Jacques	P. 534
C27	Une analyse d'un dispositif de formation initiale : des Ateliers de Pratique Professionnelle de mathématiques en maternelle.	Tisserand Ludovic	P.542

FORMATION À L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES AU BACCALAURÉAT 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). 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.

Mots clés : formation, enseignement, mathématiques, didactique, pratique

I - INTRODUCTION

Au Québec, la formation initiale à l'enseignement au primaire et au secondaire s'appuie sur une formation théorique (cours disciplinaires et didactique en classe) et une formation pratique (stage). Au terme de cette formation, une autorisation d'enseigner et un diplôme de baccalauréat sont décernés aux étudiants[1]. Dans le cadre de cette formation à l'enseignement au primaire et au secondaire, plus particulièrement, la formation à l'enseignement en adaptation scolaire et sociale (ASS) vise à former des enseignants pouvant intervenir auprès d'élèves HDAA[2]. Cette formation s'étale sur 4 ans et s'articule autour de 12 compétences professionnelles à développer (MEQ, 2001a; MEQ, 2001b) avec l'autorisation du Comité d'Agrément des Programmes de Formation à l'Enseignement (CAPFE). Pour assumer son rôle de formation à l'enseignement, chaque institution universitaire québécoise propose diverses

[1] La forme masculine utilisée dans le texte désigne aussi bien les étudiantes que les étudiants ou plus loin, les enseignantes et enseignants ou encore les superviseures et superviseurs. Elle n'est utilisée que pour alléger le texte.
[2] Élèves handicapés ou en difficultés d'adaptation ou d'apprentissage

modalités de formation. Les cours disciplinaires et didactiques et les stages sont quelquefois déconnectés, ce qui fait que les étudiants en formation ne sont pas toujours en mesure de les réinvestir de manière transversale ou de percevoir leur pertinence au regard de leur future profession.

Par ailleurs, bon nombre d'étudiants se dirigeant vers l'enseignement en adaptation scolaire et sociale (ASS) ont de la difficulté en mathématiques et/ou un rapport aux mathématiques pas toujours positif, voire une peur des mathématiques, alors qu'ils sont appelés à intervenir auprès d'élèves en difficulté. Certains étudiants ne perçoivent pas les différents liens au regard de leurs formations mathématique, didactique et pratique. Comme formateurs, nous sommes fréquemment appelés à revenir sur les contenus mathématiques dans les cours de didactique des mathématiques ou lors des stages.

Dans ces conditions, notre contribution dans cet article permettra de répondre aux questions suivantes :

1. Quel est le profil de l'enseignant de mathématiques en ASS et qu'est-ce qui le distingue ? Que doit maîtriser et enseigner l'enseignant ? Quels sont les enjeux de la formation mathématique des futurs maîtres en ASS?
2. Quelles sont les actions menées en formation initiale pour promouvoir la formation mathématique des futurs maîtres en ASS?
3. Quel est le rôle de la formation didactique, mathématique et pratique dans la formation des futurs enseignants?
4. Quelles sont les perspectives envisagées dans le recours au dispositif de la formation mathématique des futurs enseignants en ASS à l'Université de Sherbrooke (UdeS)?

Pour cela, nous exposerons, d'abord, dans la problématique, les enjeux de la formation initiale des futurs enseignants en ASS en mathématiques. Ensuite, nous présenterons brièvement le cadre de référence sur lequel s'appuient nos actions. Puis, nous décrirons le *dispositif global* structuré en termes d'articulation formations didactique-mathématique-pratique, tout en soulignant les actions menées. Enfin, nous pointerons les perspectives et les limites du recours à un tel dispositif dans la formation.

II - PROBLÉMATIQUE

Les dernières réformes des programmes de formation du primaire et du secondaire au Québec ont contraint les programmes universitaires à former les étudiants à partir des deux grandes orientations proposées par le ministère de l'Éducation du Québec (MEQ, 2001a, 2001b), à savoir, l'approche culturelle de l'enseignement et la professionnalisation de l'enseignement. L'approche culturelle de l'enseignement vise la culture des enseignants et les savoirs de nature disciplinaire liés au domaine d'enseignement, dont les mathématiques. La professionnalisation de l'enseignement, quant à elle, devrait se réaliser à travers le développement des douze compétences professionnelles. Plusieurs chercheurs se sont intéressés aux éléments contributoires à la formation initiale en mathématiques : nature, chronologie, articulation (Adihou, 2010; Adihou et Arsenault, 2012; Arsenault, Adihou, Pelletier et Rossignol, à paraître; Bednarz, 2012; DeBlois, 2010; Koudogbo, 2016; Marchand, 2010; Morin, 2008; Morin, Theis et Francoeur-Rosa, 2012; Proulx et al, 2012). Cet intérêt suscité chez les didacticiens de mathématiques et les contributions qui en découlent ont permis d'engager des actions distinctes en formation initiale dans différentes universités québécoises. C'est le cas, par exemple, du programme de formation à l'enseignement des mathématiques au baccalauréat en adaptation scolaire et sociale (BASS) à l'UdeS.

À l'UdeS, dans le cadre d'une étude menée au BASS (2012-2013 et 2013-2014) auprès des étudiants, des enseignants associés et des superviseurs de stage, sur leurs attentes et leurs satisfactions, au regard de la formation mathématique des étudiants, il ressort de l'analyse des résultats du sondage auprès des étudiants de première année des cohortes 2012 et 2013, qu'une prise en charge urgente de ces étudiants s'impose (Adihou, 2013). Pour répondre à ce besoin manifesté par les étudiants, un dispositif de formation en mathématiques a été conçu et mis en place. Ainsi, les étudiants de première année, majoritairement, comptent sur la formation pour être en mesure d'enseigner les mathématiques, pour vaincre leur peur. Plus précisément, 71 % des étudiants pensent qu'ils seront d'excellents enseignants en mathématiques lorsqu'ils termineront leurs études universitaires alors qu'ils ont des lacunes en

mathématiques. Les étudiants s'attendent à ce que la formation leur donne des trucs pour être de bons enseignants en mathématiques alors que l'enseignement ou l'intervention auprès d'élèves en difficulté ne se limite pas à des trucs. En outre, 82 % pensent qu'ils seront prêts à enseigner les mathématiques à la fin de leur baccalauréat. Ce constat nous renvoie à l'importance de la formation en mathématiques des étudiants et à la mise en place de mesures d'accompagnement. Les étudiants (94,5 %) affirment qu'ils jouent un rôle de premier plan dans leur formation mathématique, soit « qu'ils reconnaissent aussi l'importance de leur formation mathématique» (95,5 %), soit « qu'ils sont les premiers responsables de leur formation » (88,2 %).

Par ailleurs, l'évaluation du programme du BASS fait ressortir une certaine faiblesse des étudiants en mathématiques, ce qui risque d'influencer l'apprentissage chez leurs futurs élèves; par exemple, le maintien des élèves à un niveau moins avancé comparativement à leur potentiel en mathématiques. En termes de réponse, le programme du BASS promeut un niveau suffisant des futurs enseignants dans les domaines de l'enseignement des mathématiques. À cette fin, il a mobilisé des « ressources » afin d'articuler les formations didactique, mathématique et pratique. La philosophie qui sous-tend son approche est l'implication des étudiants dans une démarche personnelle. D'ailleurs, plusieurs enjeux demeurent actuels et confortent les nouvelles orientations du programme de BASS à l'UdeS :

- Malgré une formation articulant mathématique, didactique et pratique, s'étalant sur quatre années, plusieurs étudiants ne semblent pas démontrer une maîtrise suffisante des mathématiques pour intervenir efficacement auprès des élèves en difficulté. Ceci a pu être constaté lors des stages de troisième année en classe ou en contexte d'orthopédagogie et lors d'un cours de fin d'étude où ils sont amenés à réaliser des jeux de rôles dans un contexte orthopédagogique.
- Le manque de confiance en leurs compétences mathématiques a des répercussions sur leur enseignement : ils hésitent devant l'élève, ils retournent très fréquemment à leurs notes personnelles pour intervenir, ils reviennent à une application technique des mathématiques en jeu, ils laissent l'élève exprimer sa solution, mais par la suite réalise une modélisation sans tenir compte de la solution de l'élève, ils ont recours à la calculatrice alors qu'elle n'est pas permise à l'élève ou encore quelques étudiants se laissent influencer par un raisonnement erroné d'un élève et lui donne raison.
- Il y a encore beaucoup de temps de formation en didactique et pratique qui sont détournés vers l'approfondissement des concepts mathématiques et donc, vers la formation mathématique. Cette dérive a un impact direct sur la formation didactique et pratique des étudiants. En effet, dans l'ensemble, les étudiants affirment, à la fin de leur formation en quatrième année, qu'ils ne se sentent pas assez outillés pour intervenir en mathématiques au primaire et, moins encore au secondaire. En revanche, 82 % des étudiants de première année des cohortes 2012 et 2013 pensent être prêts à enseigner les mathématiques à la fin de leur baccalauréat.

Ce qui précède nous indique qu'il y a encore des améliorations à apporter au dispositif de formation à l'enseignement en mathématiques au BASS. Surtout que, dans leur pratique future, les étudiants du BASS seront amenés de manière itérative à analyser le dossier antérieur de leurs élèves en difficulté, à analyser ce qui a été réalisé en classe (choix des activités mathématiques, sens des concepts, raisonnements et difficultés en jeu), à planifier et réaliser des interventions « efficaces » auprès de ces élèves, à interpréter les résultats, à prévoir un suivi, à faire un compte rendu à l'enseignant et à lui apporter son support. Les actions entreprises au BASS indiquent que le programme s'insère dans une voie prometteuse, quoique des défis restent à relever.

III - CADRE DE RÉFÉRENCE

Si les difficultés en mathématiques des futurs enseignants sont, depuis plusieurs années, reconnues et identifiées dans plusieurs universités québécoises, elles ont aussi été étudiées par des chercheurs en didactique des mathématiques (Adihou, Arsenault et Marchand, 2006; Héraud, 2000; Lajoie et Barbeau, 2000; Morin et Theis, 2006; Nantais, 2000; Proulx, Corriveau et Squalli, 2012; Proulx et Gattuso, 2010). Or, ces futurs enseignants sont appelés à intervenir auprès d'élèves en difficulté. En plus, en ce qui concerne

les mathématiques, des études ont montré que ces derniers transmettent leur anxiété à leurs élèves (Adihou, 2011).

Pour assumer son rôle de formation à l'enseignement, chaque institution universitaire québécoise propose divers dispositifs de formation. À ce propos, pour développer les compétences professionnelles à l'enseignement des mathématiques chez les futurs enseignants en ASS à UdeS, un dispositif de formation en mathématique nommé *dispositif global* (Adihou et Arsenault, 2012 ; Marchand, 2010) a été conçu. Dans son rapport de 2013, le CAPFE souligne les forces du programme du BASS ou celles de l'équipe de formateurs, entre autres, la présence d'activités d'intégration qui constituent une stratégie intéressante pour appuyer le développement des compétences et l'intégration de la théorie à la pratique. Afin de permettre une formation à la hauteur des attentes du MEES (ministère de l'Éducation et de l'Enseignement Supérieur) et de la société en matière de développement des compétences professionnelles en enseignement des mathématiques et une prise en charge des étudiants, il s'avère pertinent de leur donner des moyens pour mieux intervenir auprès des élèves en difficulté en mathématiques.

Les fondements de ce dispositif reposent sur trois principes. Le premier principe est celui de l'*alternance* (Malo, 2010, Portelance et al. 2016). Selon ce principe, la formation à l'enseignement se déroule en contexte universitaire et en milieu de pratique (Stage et clinique au BASS à l'UdeS). Le deuxième est celui de l'articulation, *théorie-pratique* en formation professionnelle (Bednarz, 2012), à travers quatre volets où cohabitent la formation mathématique (connaissances mathématiques), didactique et pratique. Le dernier principe renvoie à la nature des connaissances mathématiques à l'enseignement, leurs liens et leurs usages en formation (Ball et al, 2008). Ces principes mettent en évidence le fait que les étudiants possèdent des connaissances communes et élargies des mathématiques, mais surtout qu'ils doivent construire des connaissances mathématiques spécifiques à l'enseignement et développer des compétences qui y sont relatives en différents lieux et faire le lien entre les connaissances théoriques et pratiques. Ces éléments sont complémentaires aux connaissances et aux compétences pédagogiques, didactiques et pratiques visées par la formation initiale.

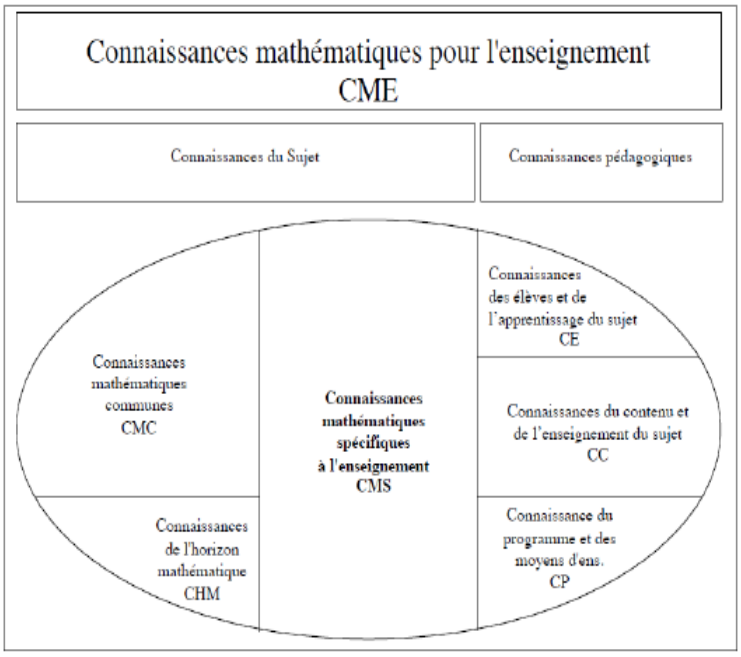


Figure 1: Connaissances mathématiques pour l'enseignement (Clivaz (2011), traduit de Ball et al. (2008))

Le dispositif fournit des outils mathématiques favorisant la maîtrise des contenus en mathématiques et des moyens pouvant susciter la réflexion sur les concepts mathématiques et leur enseignement-apprentissage d'un point de vue d'analyse didactique. Il permet aux étudiants de porter un regard différent sur l'activité mathématique, car la maîtrise des contenus mathématiques permet potentiellement à l'enseignant d'imaginer et de contrôler les situations didactiques (Conne et Lemoyne, 1999).

IV - MÉTHODOLOGIE : DÉMARCHE ET OPÉRATIONNALISATION

1 Description du dispositif

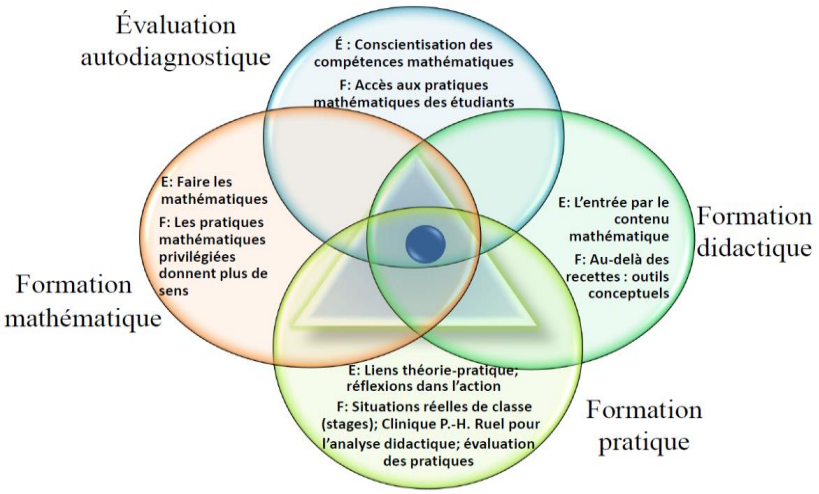


Figure 2 : Dispositif de formation à l'enseignement des mathématiques au BASS[3]

La figure 2 présente une schématisation du dispositif. Il comprend quatre volets :

1. Une évaluation des connaissances et des compétences en mathématiques (évaluation auto diagnostique) visant à informer l'étudiant de son niveau de compréhension des mathématiques et à susciter une démarche de développement dont il est responsable.
2. Une formation mathématique pour pallier les lacunes en fournissant des outils conceptuels.
3. Une formation didactique pour développer des compétences à enseigner les mathématiques et à intervenir auprès d'élèves en difficulté d'apprentissage.
4. Une formation pratique pour permettre d'actualiser les compétences dans l'action, favoriser les liens entre les aspects théoriques et les situations réelles en classe ou en contexte orthopédagogique à la clinique Pierre-H.-Ruel, des réflexions dans l'action et des analyses didactiques qui reposent sur des situations concrètes.

2 Processus de la mise en place du dispositif

La mise en place du dispositif de formation en mathématiques s'est faite par :

- La conception d'une évaluation auto diagnostique[4] en mathématiques en vue d'émettre un diagnostic aux étudiants dès leur entrée dans le programme.
- L'élaboration, la conception et la scénarisation de quatre métacours[5] (théorie, activités pratiques, résolution de problèmes, solutions et démarches) et des ateliers sur un site Internet.
- L'élaboration d'un mécanisme de prise en charge des étudiants, favorisant leur autonomie.
- L'articulation entre évaluation auto diagnostique, métacours, cours de didactique des mathématiques et interventions à la clinique.

[3] Légende : É pour Étudiant et F pour Formateur

[4] L'évaluation auto diagnostique est une évaluation non certificative administrée aux étudiants dès leur entrée dans le programme. Elle vise à provoquer chez ces derniers une prise de conscience du travail qu'ils doivent accomplir et une démarche personnelle pour s'autoformer en approfondissant les compétences mathématiques spécifiques et importantes à leur future profession d'enseignants en adaptation scolaire et sociale. L'évaluation est suivie d'un bilan diagnostique.

[5] Les métacours sont des cours conçus et mis en ligne sur le site moodle. Ils comportent la théorie et des activités pour les étudiants en lien avec les domaines mathématiques du primaire et du secondaire (arithmétique, algèbre, géométrie, mesure, probabilité et statistique).

- L'organisation des ateliers en petits groupes et des rencontres individuelles échelonnées sur des thèmes précis en mathématiques.
- La création et la gestion d'un centre d'aide aux étudiants en mathématiques (par les pairs ou des professionnels de mathématiques), visant le développement des compétences en mathématiques.

3 Opérationnalisation du dispositif

3.1 Évaluation auto diagnostique

L'évaluation auto diagnostique poursuit minimalement quatre visées. La première visée est de s'assurer d'un niveau de compétence suffisant pour des futurs enseignants dans le domaine des mathématiques et de prendre des décisions concernant le cheminement des étudiants dans le programme selon le niveau de compétence démontré. À ce propos, un bilan est envoyé aux étudiants à la suite de l'évaluation. La deuxième visée est d'établir un bilan de compétences mathématiques permettant aux étudiants de tirer profit des cours de didactique des mathématiques. Les questions de l'évaluation sont articulées autour de la question suivante : « Que doit-on maîtriser comme contenus pour tirer profit des cours de didactique des mathématiques et pour intervenir auprès des élèves? » La troisième visée permet d'élaborer, si nécessaire, un projet de formation en mathématiques adapté aux besoins de chaque étudiant et soutenu par des ressources offertes par le programme du BASS de l'UdeS. La quatrième visée permet d'articuler évaluation auto diagnostique, formation mathématique (aide et accompagnement en mathématiques : métacours, ateliers, rencontres individuelles et en petits groupes, contenus mathématiques), formation didactique (contenus des cours de didactique des mathématiques) et formation pratique. Comment rendre le dispositif opérationnel tout en prenant en compte les informations issues de l'évaluation auto diagnostique?

Les contenus mathématiques abordés dans l'évaluation portent sur les concepts, processus et savoirs essentiels à l'enseignement aux ordres du primaire et du premier cycle du secondaire selon le *Programme de formation de l'école québécoise* (voir Annexe A). Les questions de l'évaluation sont construites ainsi : questions à choix multiples, questions vrai-faux, questions de recherche d'expressions équivalentes, questions à réponse courte, questions sur des constructions géométriques et résolutions de problèmes. Ces questions (voir Annexe B) permettent d'évaluer le niveau de maîtrise des connaissances mathématiques et la compréhension des savoirs essentiels des différents domaines de la mathématique propre à l'enseignement et à l'intervention, entre autres, les concepts, les processus, l'application des processus, le vocabulaire et les symboles.

Les réponses aux questions de l'évaluation ont été conçues en ayant recours aux erreurs des étudiants à l'issue des évaluations que nous avons administrées antérieurement (en mathématiques et en didactique), des recherches sur la maîtrise des contenus mathématiques, des fausses conceptions mises en évidence dans les recherches, etc. L'évaluation fournit aussi des outils pour alimenter les cours de didactique des mathématiques. Administrée aux étudiants dès leur entrée dans le programme, l'évaluation est destinée à provoquer chez ces derniers une prise de conscience du travail qu'ils doivent accomplir pour approfondir les compétences mathématiques spécifiques à leur future profession d'enseignants en adaptation scolaire et sociale. Aucune note n'est attribuée à l'évaluation (mais le taux de réussite est très faible : 5%). Après l'évaluation, les étudiants sont invités à participer activement aux activités offertes dans le cadre du dispositif. Les informations relatives à leur participation sont consignées aux fins de suivi.

3.1.1 Description des domaines visés

La définition des domaines couverts par l'évaluation auto diagnostique en mathématiques s'apparente à celle des programmes de formation en mathématiques du primaire et du premier cycle du secondaire en tenant compte du fait que l'évaluation s'adresse à des adultes devant démontrer des capacités métacognitives plus développées que celles qu'on retrouve chez des enfants. Le tableau 1 présente la description des domaines de l'évaluation.

Contenus					
Arithmétique			Algèbre	Géométrie et mesure	Statistique et probabilité
Sens et écriture des nombres	Sens des opérations sur des nombres	Opérations sur des nombres Propriétés	Développement Réduction Équations	Figures géométriques et sens spatial Transformation. Équivalence de mesures. Conversions	Dénombrement Probabilité Mesure de tendance

Tableau 1 : Aperçu des domaines

3.1.2 Référentiel de l'évaluation auto diagnostique

Un référentiel (voir Annexe A) présente en détail les notions (savoirs essentiels, vocabulaire et symboles) dont la maîtrise est essentielle pour la formation à l'enseignement des mathématiques au primaire et au premier cycle du secondaire. Cette liste détaillée (voir Tableau 1 et Annexe A) permet à l'étudiant de se préparer à l'évaluation. De plus, en mettant en relief les notions, le référentiel permet de compléter précisément le bilan auto diagnostique de l'évaluation. L'étudiant peut, ultérieurement, s'en servir pour élaborer, si nécessaire, un projet individualisé de développement des compétences en mathématiques et de maîtrise des contenus mathématiques. Il faut mentionner qu'il ne s'agit pas de se limiter aux connaissances et définitions de ces contenus, mais plutôt faire appel à leur compréhension. Ainsi, lorsque le référentiel mentionne, par exemple, les fractions, il ne s'agit pas simplement d'être en mesure de les reconnaître ou de les utiliser, mais de comprendre le concept même de la fraction et d'être en mesure d'y référer et de l'exploiter, au besoin, de manière pertinente.

3.1.3 Administration : consignes, durée et matériel autorisé

L'évaluation se déroule au premier trimestre de la première année de la formation. La date et les salles de cours pour la passation de l'évaluation sont indiquées à l'horaire des étudiants du BASS. Elle est d'une durée de trois heures. Le matériel requis est le suivant : crayons de plomb ou stylos, gomme à effacer ou correcteur, ensemble de géométrie (règle, équerre, rapporteur d'angle, compas, …). Si d'autres instruments sont nécessaires, les étudiants sont avisés. Aucun échange de matériel n'est permis lors de l'évaluation. Des feuilles de brouillon sont mises à leur disposition pour l'évaluation, mais sont récupérées à la fin de la période par le surveillant. Aucun document de référence n'est autorisé pour l'évaluation[6]. La calculatrice[7] n'est pas permise pour la partie ciblant les algorithmes de calcul. Une pièce d'identité avec photo est obligatoire. Des exemples de questions, sont dans l'Annexe B.

3.1.4 Correction, interprétation et diffusion des résultats

À la suite de la correction, le tableau 2 est joint au bilan afin de permettre à l'étudiant de mettre en place un plan de développement personnel et de planifier en conséquence sa formation.

<table>
<tr><td colspan="3">Arithmétique</td><td colspan="2">Statistique et probabilité</td><td colspan="2">Algèbre</td><td colspan="2">Géométrie et mesure</td></tr>
<tr><td>Sens et écriture des nombres</td><td>Sens des opérations sur des nombres</td><td>Opérations sur des nombres Propriétés</td><td colspan="2">Dénombrement Probabilité Mesure de tendance</td><td colspan="2">Développement et réduction d'expressions Résolution d'équations</td><td colspan="2">Figures géométriques et sens spatial. Transformation Équivalence de mesures Conversions</td></tr>
<tr><td colspan="9">Cours de didactique</td></tr>
<tr><td colspan="2">Arithmétique 1
Arithmétique 2</td><td>Session 2
Session 3</td><td>Probabilité et statistique</td><td>Session 4</td><td>Algèbre</td><td>Session 5</td><td>Géométrie et mesure</td><td>Session 6</td></tr>
<tr><td colspan="9">Synthèse</td></tr>
<tr><td colspan="4">Cours de soutien à l'apprentissage</td><td colspan="5">Session 7</td></tr>
</table>

Tableau 2 : Lien entre contenu mathématique et cours de didactique des mathématiques[8]

[6] Dans le cadre de la passation de 2016, les étudiants sont invités à avoir un aide-mémoire contenant entre autres des formules mathématiques.

[7] Dans le cadre de la passation de 2016, l'évaluation se fait en deux temps et en deux parties. Dans un premier temps (en première année) les contenus de l'examen traiteront de l'arithmétique et de la géométrie. Il se fera en deux parties : avec calculatrice et sans calculatrice. Dans un deuxième temps (en deuxième année) les contenus de l'examen traiteront de l'algèbre, de la probabilité et statistique. Il se fera aussi en deux parties : avec calculatrice et sans calculatrice.

[8] Dans le cadre de la réorganisation du programme, en 2016, l'ordre des cours a été modifié (Voir la nouvelle réorganisation en Annexe C).

Lors de la correction des réponses pour chacune des questions, une base de données est conçue pour retourner un message particulier lorsque la réponse est erronée ou incomplète. Un bilan auto diagnostique est transmis aux étudiants dans les meilleurs délais. Avec ce bilan, l'étudiant peut faire le point sur ses forces à la lumière de la grille de description des domaines concernés et compléter à l'aide du référentiel.

3.1.5 Fiche d'évaluation auto diagnostique

La fiche sert à dresser un bilan auto diagnostique partiel des forces et des difficultés des étudiants en mathématiques. Elle positionne les contenus à travailler afin de tirer profit des cours de didactique des mathématiques et surtout d'aider les étudiants dans leurs interventions auprès des élèves en difficulté. Nous rappelons que les questions de l'évaluation sont articulées autour de la question suivante : « Que dois-je maîtriser comme contenu pour tirer profit des cours de didactique des mathématiques et pour intervenir auprès des élèves ? » Les éléments ressortis de l'évaluation auto diagnostique des compétences en mathématiques sont mis en évidence au moyen d'une fiche (Figure 3). Nous invitons ainsi les étudiants à revoir les notions relatives aux thèmes suivants :

Nom de l'étudiant (e) : _____

Évaluation auto diagnostique en mathématiques

Voici les concepts ou processus associés aux différents cours de didactique de votre formation qui seraient important de travailler à la suite de votre évaluation auto diagnostique. Cette préparation est nécessaire pour bien comprendre les cours de didactique.

Arithmétique I

- ☐ Valeurs de position (numération décimale)
- ☐ Opérations sur les nombres (addition, soustraction, multiplication et division)
- ☐ Ordre (croissant, décroissant)
- ☐ Priorités d'opérations
- ☐ Caractéristiques de l'ensemble des naturels

Arithmétique II

- ☐ Propriétés des opérations (associativité, commutativité, distributivité, élément neutre, élément absorbant)
- ☐ Fraction réduite
- ☐ Notation décimale, nombre décimal
- ☐ Pourcentage (définitions, calcul de pourcentage)
- ☐ Critères de divisibilité
- ☐ Changement de notation (fraction, notation décimale, pourcentage, notation scientifique…)
- ☐ Fractions équivalentes
- ☐ Caractéristique des ensembles de nombres (entiers, décimaux, réels, rationnels, irrationnels…)
- ☐ Multiples, diviseurs
- ☐ PPCM, PGCD
- ☐ Proportionnalité

Figure 3 : Fiche évaluation auto diagnostique

3.2 Formation mathématique

Les compétences professionnelles en enseignement nécessitent la mobilisation de ressources de l'ordre de la culture et des compétences disciplinaires. On entend par disciplinaire les différents domaines d'apprentissage définis dans les programmes scolaires, dont les mathématiques. Certaines de ces ressources disciplinaires sont préalables au développement même des ressources psychopédagogiques, didactiques et pratiques. La formation mathématique repose sur la maîtrise des concepts et le suivi à la suite de l'évaluation, et ce, sous la responsabilité de chaque étudiant qui se doit d'être autonome. L'équipe enseignante en didactique des mathématiques ne s'attend pas à ce que les étudiants maîtrisent tous les concepts mathématiques dès leur entrée au BASS. Toutefois, il est important qu'ils se mettent à

jour pour chacun des cours. L'équipe est orientée vers le soutien aux étudiants, à condition bien sûr qu'ils se prennent en main. En somme, en offrant aux étudiants des ressources et en leur proposant des cours, des ateliers, etc., ils ont à leur disposition des outils et des occasions pour se former. La figure 4 présente le cheminement au regard du développement des compétences en mathématiques.

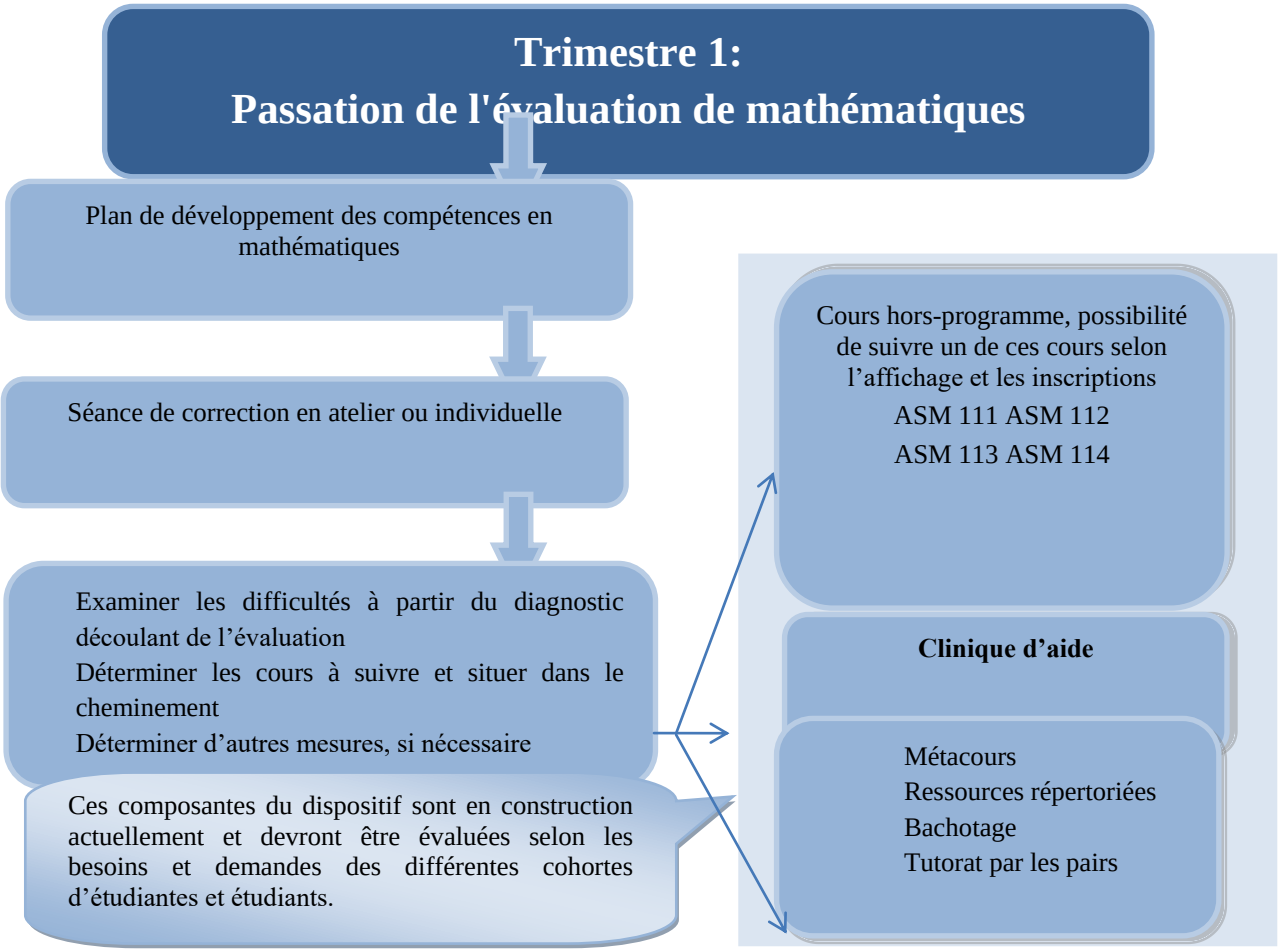


Figure 4 : Cheminement au regard du développement des compétences en mathématiques

3.3 Formation didactique

L'évaluation permet aux formateurs de se référer aux procédures et erreurs effectives relevées dans les copies pour appuyer leurs analyses didactiques. De plus elle permet d'amener les étudiants à réfléchir sur ces erreurs, à avoir une meilleure compréhension des contenus mathématiques, à prévoir des activités pertinentes et à les amener, dans les cours didactiques, à anticiper les activités didactiques qui pourraient aider des élèves qui commettraient ces erreurs, étant donné que les contenus mathématiques de cette évaluation portent sur ceux du primaire et du premier cycle du secondaire. Ainsi, l'évaluation auto diagnostique, les rencontres individuelles et les suivis en mathématiques offrent l'occasion d'analyser les situations et activités[9] proposées, mais aussi les procédures, les raisonnements et les erreurs des étudiants. D'ailleurs, les procédures, les raisonnements et les erreurs des étudiants rejoignent ceux que des élèves du primaire ou du secondaire pourraient produire.

Pour les analyses, nous utilisons la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1986a, 1986b, 1998). Pour cela, nous nous référons aux concepts de variables didactiques pour analyser et questionner d'un

[9] Elles sont de niveau primaire ou secondaire, susceptibles d'être proposées aux élèves de ces ordres d'enseignement.

point de vue didactique les situations et les activités soumises dans le cadre de l'évaluation auto diagnostique, les rencontres individuelles et les suivis en mathématiques. Nous utilisons aussi la modélisation de l'activité mathématique développée par Chevallard (1999) avec la notion de praxéologie constituée de quatre dimensions articulées (types de tâches, techniques, technologies, théorie) pour analyser les démarches possibles (Bronner, 2016). Les situations et les activités soumises positionnent des types de tâches. Les types de tâches appellent des techniques de résolution (des manières de faire pour résoudre les tâches particulières). Le concept de technologie, au sens de Chevallard (1999), est le discours sur la technique qui permet de la justifier, de l'éclairer, de la produire. La théorie des champs conceptuels (Vergnaud, 1991) nous permet, lors de nos analyses conceptuelles, de mieux cerner les enjeux conceptuels des connaissances et savoirs (Conne, 1999) en jeu, par la recherche de sens sur le plan des concepts et des processus en mathématiques.

3.4 Formation pratique

Les étudiants interviennent en classe dans le cadre des stages et en contexte orthopédagogique à la clinique Pierre-H.-Ruel. La formation compte quatre stages. Le premier, *Stage 1*, est un stage d'observation qui dure 10 jours. C'est une initiation à la profession et la validation du choix professionnel. Le deuxième, *Stage 2*, est une immersion socioprofessionnelle qui s'étend sur 25 jours de présence en classe, dont 10 jours de prise en charge. Quant au troisième, *Stage 3*, il concerne l'intégration socioprofessionnelle et dure 35 jours, dont 10 jours de prise en charge. Le dernier, *Stage 4*, vise l'insertion socioprofessionnelle, avec une prise en charge complète de 70 jours.

Les contextes de stage sont variés. Ils peuvent être réalisés au primaire, au secondaire ou à la section des adultes, en classes régulières ou en classes spéciales. Ils peuvent ainsi viser des élèves en difficulté d'apprentissage, de comportements et/ou d'handicap. En plus des stages, une des particularités de la formation au BASS à l'UdeS réside dans l'existence d'une clinique qui offre une véritable opportunité de professionnalisation aux étudiants. En effet, à la clinique Pierre-H.-Ruel, les étudiants s'impliquent, dans des pratiques d'évaluation-intervention en contexte orthopédagogique. Plus précisément, lors de leur deuxième année de formation, ils sont d'abord amenés à développer des compétences d'ordre orthopédagogiques. Cela s'effectue par la conception et l'exploitation de récits et de grilles d'observation pour huit évaluations-interventions d'une cinquantaine de minutes réalisées auprès d'un élève ayant des difficultés d'apprentissage ou de comportement suivi à cette clinique. Puis, lors de la troisième année, ils interviennent, en dyade, auprès d'un élève en difficulté pour treize évaluations-interventions. C'est alors qu'ils planifient et pilotent des situations d'évaluation intervention. L'équipe-clinique qui gravite autour d'un élève est donc composée d'un superviseur, de deux ou trois étudiants de deuxième année et de deux étudiants de troisième année.

En ayant une bonne compréhension et maîtrise des contenus mathématiques et en étant conscients de leur pertinence dans la réflexion didactique, les étudiants peuvent exploiter efficacement leurs connaissances mathématiques, afin de tirer profit des différentes expériences et des observations réalisées auprès des élèves et de mieux comprendre leurs difficultés. En retour, les observations faites en stage et à la clinique Pierre-H.-Ruel viennent nourrir les cours de didactique des mathématiques par un regard critique.

Ce regard, exploitant la méthodologie d'analyse des pratiques enseignantes et des situations d'enseignement lors des retours réflexifs, facilite l'analyse des séquences d'enseignement et d'intervention dans le cadre des expérimentations et des interventions dans les stages et à la clinique Pierre-H.-Ruel par les étudiants. À cette fin, nous tirons profit de la théorie anthropologique du didactique (Chevallard, 1992, 1999) et de la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1986a. 1986b, 1998) pour l'étude générale des situations et de la transposition didactique des objets mathématiques. La méthodologie s'inscrit dans la confrontation entre une analyse *a priori* et une analyse *a posteriori* et est articulée autour de **cinq grandes étapes** non indépendantes (Bronner, 2006) : 1) l'analyse *a priori*, 2) la trame de la séance observée, 3) la description et l'analyse des organisations mathématiques selon l'approche anthropologique, 4) l'analyse de l'organisation didactique selon la méthodologie dite des quatre composantes et 5) le repérage de gestes d'étude d'élèves et de gestes professionnels de

l'enseignant, des évènements et des ajustements (Bronner, 2016). Nous articulons aussi nos analyses autour des concepts de dévolution et de contrat didactique de la théorie des situations didactiques (Brousseau, 1986a, 1986b, 1998).

V - DISCUSSION

Pour réussir à l'école, il faut réussir en mathématiques. Les élèves qui ne parviennent pas à répondre aux attentes formulées dans les programmes de formation en mathématiques sont « étiquetés » et se désinvestissent des tâches de mathématiques qui leur sont dévolues (Adihou, 2011). Ces élèves font partie des élèves en adaptation scolaire et sociale qui rencontrent des difficultés dans l'institution scolaire. L'école se doit de remettre ces élèves, qui ont été écartés des voies « normales », dans une perspective de réussite. Ils constituent actuellement un nombre important d'élèves en échec scolaire et représentent un pourcentage considérable de personnes qui ne s'insèrent pas toujours de façon satisfaisante dans le monde du travail. Pour aider ces élèves en difficulté en mathématiques, les enseignants en adaptation scolaire et sociale doivent maîtriser les contenus mathématiques. Ces derniers sont appelés à évaluer et à intervenir auprès d'élèves ayant des besoins particuliers en mathématiques. Il est donc pertinent d'exiger un niveau de maîtrise « élevé » des contenus mathématiques du primaire et du secondaire, car « faire faire des mathématiques à ces élèves » (Conne, 1999) est une activité qui exige une bonne connaissance de la discipline en plus de la formation pratique, didactique, psychologique et transversale déjà présente dans la formation actuelle. La maîtrise des contenus mathématiques peut permettre à l'enseignant d'imaginer et de contrôler aisément les situations didactiques (Conne et Lemoyne, 1999).

Le but ultime du dispositif est d'articuler évaluation auto diagnostique, formation mathématique (aide et accompagnement en mathématique : métacours, ateliers, rencontres individuelles, contenus mathématiques), formation didactique (contenus des cours de didactique des mathématiques) et formation pratique. L'articulation entre la formation mathématique, les cours de didactique et les différents moyens mis en place contribue au développement des compétences chez les étudiants pour l'enseignement des mathématiques auprès des élèves en difficulté. Cela permet, en outre, d'établir une relation de confiance entre les étudiants et les personnes impliquées dans leur formation. Cette relation est particulièrement importante lorsque l'on travaille avec des étudiants qui ont développé des attitudes négatives par rapport aux mathématiques et/ou qui ont connu des difficultés dans leur parcours scolaire. L'articulation entre la formation mathématique et didactique favorise une meilleure compréhension des phénomènes d'enseignement et d'apprentissage, tant du point de vue des contenus mathématiques que du point de vue didactique. La prise en compte constante et permanente de la formation pratique articulée à la formation mathématique, didactique et à l'évaluation auto diagnostique est une avenue à considérer pour que le dispositif soit opérationnel. Cette articulation favorise une meilleure compréhension de la pertinence des activités conduites dans les cours de didactique des mathématiques, pertinence qui n'est pas toujours reconnue ni comprise par les étudiants. De plus, ce processus d'articulation favorise l'arrimage théorie-pratique qui reste encore un défi à relever dans la formation à l'enseignement.

Pour relever ce défi, il faudra probablement avoir de nouvelles perspectives pour ce qui est des ressources humaines et technologiques et mettre sur pied d'autres moyens, comme le centre d'aide, des ateliers ou des cours hors programme arrimés aux cours de didactique. Nous sommes aussi conscients des limites du dispositif en qui concerne son opérationnalisation. Toutefois, les étudiants qui bénéficient de ce dispositif peuvent approfondir les compétences mathématiques nécessaires aux pratiques d'intervention en mathématiques. Ils peuvent accorder, par conséquent, une plus grande importance à la maîtrise des contenus mathématiques, à leur compréhension et à leur dimension didactique. Ces étudiants, nous l'espérons, seront plus à l'aise et développeront une attitude plus positive à l'égard des mathématiques et de leur enseignement puisqu'actuellement, ils identifient clairement ce malaise à la fin de leur parcours universitaire. D'ailleurs, la modification du rapport aux savoirs mathématiques est une réussite importante pour tous les acteurs contribuant à cette démarche. Des effets pourront, nous l'espérons, être également ressentis lors des stages, étant donné que la carence sur le plan des

compétences mathématiques a été clairement identifiée par les personnes superviseures œuvrant dans le programme.

Dans les cours de didactique des mathématiques, le glissement ou le passage actuellement obligé vers des activités mathématiques de contenus serait réduit et laisserait place presque entièrement aux activités axées sur l'analyse didactique (analyse des situations, des solutions, des difficultés des élèves, de la mise en place et de l'expérimentation de scénarios efficaces d'apprentissage-évaluation-intervention pour les élèves en difficulté, etc.). Ceci permettra davantage une centration sur l'objectif premier des cours, soit la formation didactique des étudiants. De plus, il y aura, grâce à l'implication des didacticiens comme superviseurs à la clinique Pierre-H.-Ruel, plus de possibilités d'effectuer l'arrimage entre la formation didactique et pratique que les étudiants reçoivent.

Dans ce qui précède, quelles sont les limites en lien avec le dispositif ? Quelles sont les perspectives de la mise en place d'un tel dispositif pour ce qui est de la pertinence de la formation en ASS et en matière de recherche?

VI - LIMITES ET PERSPECTIVES

Pour ce qui est des limites, le dispositif misant sur une démarche personnelle de formation, il se pose alors la question du contrôle des apprentissages. Le manque de contrôle est une limite : comment s'assurer de la formation mathématique des étudiants ? La pérennité du dispositif implique un travail de concertation, de collaboration et de partenariat, en d'autres termes une adhésion des enseignants et intervenants des différents lieux de formation, mais également une implication des étudiants. Cette adhésion n'est pas garantie, car même dans une approche-programme, l'adhésion est tributaire à la posture épistémologique des acteurs et à leur rapport aux savoirs mathématiques.

En ce qui concerne les perspectives relativement à la pertinence de la formation en ASS, le dispositif tel que conçu permettrait plus d'intégration et d'articulation des différents volets de la formation. Dans le cadre de la formation mathématique, il favorise la mise à l'épreuve des concepts dans différents contextes et assure l'arrimage des contenus des cours transversaux avec les cours de didactique des disciplines et les cours intégrateurs. Ces derniers sont des cours ayant des visées multidisciplinaires, interdisciplinaires et arrimage théorie-pratique, et dont les champs d'actualisation sont les stages et la Clinique P-H.-Ruel. Dans le programme, les cours intégrateurs décloisonnent déjà les cours des champs de la didactique, de l'orthodidactie du français et des mathématiques et les activités d'intervention en stage ou à la clinique. Le dispositif permettra encore de décloisonner les différents lieux de formation où les mathématiques se font, mais, décloisonnerait aussi les différents domaines et contenus des mathématiques enseignés.

En ce qui concerne les perspectives de recherche, le dispositif offre des avenues pour la recherche. Il s'agit de comprendre le dispositif, c'est-à-dire de le questionner. Ainsi, il est possible de l'étudier, d'un point de vue du triplet des genèses (Chevallard, 1999) : méso – topo et chrono – génétiques[10], les organisations mathématiques et didactiques en lien avec le dispositif, les rapports institutionnels aux savoirs mathématiques, didactiques et en lien avec la formation pratique (stage et clinique), les rapports personnels des formateurs aux savoirs mathématiques, didactiques et en lien avec la formation pratique (stage et clinique).

[10] Mésogenèse (Entre autres : Processus par lequel on crée le milieu pour la formation)
Topogenèse (Entre autres : Comment l'étudiant s'engage dans la formation en lieu et place)
Chronogenèse (Entre autres : Processus par lequel les formateurs organisent le temps).

VII - CONCLUSION

Bon nombre de futurs enseignants éprouvent des difficultés quant aux contenus disciplinaires. Le dispositif de formation au baccalauréat en adaptation scolaire et social de l'Université de Sherbrooke vise une perception plus positive des mathématiques par les intervenants et par les élèves, un élargissement de la vision de ce que sont les mathématiques et leur enseignement et une meilleure compréhension de ce qu'impliquent l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques avec des élèves en difficulté. Ces éléments sont d'une importance capitale et devront guider les futurs enseignants tout au long de leur carrière et permettront potentiellement une amélioration du rapport au savoir mathématique, une implication constante dans l'institution et une meilleure compréhension de ce qu'implique la formation universitaire pour les étudiants.

Un développement du dispositif à court terme est la mise en ligne des outils de formation qui ont été construits sous forme de capsules mettant en évidence des contenus et leur lien avec les contenus en didactique des mathématiques, l'élaboration de moyens d'enseignement ou encore de vidéos offrant aux étudiants des moyens et des ressources leur permettant de s'autoformer dans une démarche personnelle afin de les aider dans leur apprentissage des contenus mathématiques (ensembles de nombres, proportionnalité, pourcentages, grandeurs, mesure, algèbre, géométrie, probabilité et statistique). En tant que formateurs, notre réflexion sur la formation mathématique des futurs enseignants en adaptation scolaire et sociale se poursuit et l'élaboration de ce *dispositif global* nous fournit un cadre sur lequel il est possible de s'appuyer tout en étant conscient que plusieurs défis restent à relever et que notre rôle se limite à la formation initiale. Toute une autre réflexion pourrait être entamée pour la formation continue des enseignants.

VIII - BIBLIOGRAPHIE

ADIHOU, A. (2013) *Que faire quand l'affect gouverne cognition en mathématiques?* Communication présentée au colloque international en éducation, Montréal, 2-3 mai 2013.

ADIHOU, A. (2011) Enseignement/apprentissage des mathématiques et souffrance à l'école. *Actes* du Premier colloque international « La souffrance à l'école » du *Cercle interdisciplinaire de recherches phénoménologiques*, Université du Québec à Montréal, Canada, 3, 4, 5 mars 2010. *Les Collectifs du Cirp*, **2**, 90- 102.

ADIHOU, A. (2010) Quelle formation à l'enseignement des mathématiques au primaire en milieu francophone minoritaire*? In* J. Proulx et L. Gattuso (Éds), *Formation des enseignants en mathématiques : tendances et perspectives actuelles*, (p. 215-224). Sherbrooke : Éditions du CRP.

ADIHOU, A. & ARSENAULT, C. (2012). Dispositif de formation mathématique pour les enseignants du primaire : choix, caractéristiques, résultats et impacts *In* J. Proulx, C. Corriveau, et H. Squalli (Éds), *Formation mathématique pour l'enseignement des mathématiques : Pratiques, orientations et recherches,* **(p. 225-253).** Québec : Les Presses universitaires du Québec.

ADIHOU, A. ARSENAULT, C. & MARCHAND, P. (2006) Réflexion sur un dispositif de formation pour le développement de compétences en mathématiques chez les futurs maîtres. *In* N. Bednarz et C. Mary (dir.) *Acte du 3e colloque international Espace mathématique francophone, « L'enseignement des mathématiques face aux défis de l'école et des communautés »*. [Cédérom]. Sherbrooke : Éditions du CRP.

ARSENAULT, C., ADIHOU, A., PELLETIER, M.-A. & ROSSIGNOL, É. (A paraître) Le développement et l'évaluation des compétences professionnelles à l'enseignement : de la création à l'évaluation d'un dispositif à l'enseignement des mathématiques. *In* G. Thésée et al. (dir.) *« La formation à l'enseignement au Québec : bilan des 25 dernières années et perspectives pour l'avenir »* COLLECTIF CAPFE - 83e congrès de l'Association francophone pour le savoir (ACFAS), Québec : Presses de l'Université du Québec.

BEDNARZ, N. (2012) Formation mathématique des enseignants – état des lieux, questions et perspectives. *In* J. Proulx, C. Corriveau et H. Squalli (dir.), *La formation mathématique pour l'enseignement des mathématiques*, Québec : Presses de l'Université du Québec.

BRONNER, A. (2016) Développement de la pensée algébrique. *In Actes du colloque de l'Espace Mathématique Francophone (EMF 2015)*, Alger.

BRONNER, A. (2006) Installation et régulation par l'enseignant de l'espace parole-pensée-actions-relations. Gestes d'étude, Gestes professionnels, évènements et ajustements. *Actes des journées d'études Interaction Verbales Didactiques et Apprentissage du 19 au 20 mai* 2005 à Lyon. Presses universitaires de Franche-Comté.

BROUSSEAU, G. (1998) Théorie des situations didactiques. *Recherche en Didactique des mathématiques 1970-1990.* Éditions : La Pensée Sauvage, Grenoble.

BROUSSEAU, G. (1986a) Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, **7(2)**, 33-115, Éditions : La Pensée Sauvage, Grenoble.

BROUSSEAU, G. (1986b) La relation didactique : le milieu. *In Actes de la 4e école d'été de didactique des mathématiques*. (54-68). Éditions : IREM de Paris 7.

CHEVALLARD, Y. (1999) L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, **19.2**. La Pensée Sauvage.

CHEVALLARD, Y. (1992) Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique, *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, **12/1**, 73-112.

CLIVAZ, S. (2011) *Des mathématiques pour enseigner, analyse de l'influence des connaissances mathématiques d'enseignants vaudois sur leur enseignement des mathématiques à l'école primaire* (Thèse de doctorat), Université de Genève, Genève, <http://archive-ouverte.unige.ch/unige:17047>.

COMITÉ D'AGRÉMENT DES PROGRAMMES DE FORMATION À L'ENSEIGNEMENT (2013) *Rapport annuel de gestion 2011-2012*. Québec : ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport.

CONNE, F. (1999) Faire des maths, faire faire des maths, regarder ce que ça donne. *In* G. Lemoyne et F. Conne (dir.). *Le cognitif en didactique des mathématiques.* (p. 30-69). Montréal : Presses de l'Université de Montréal.

CONNE, F. et LEMOYNE, G. (1999) Introduction. *In* G. Lemoyne et F. Conne (Éds.). *Le cognitif en didactique des mathématiques* (p. 7-28). Montréal : Presses Université de Montréal.

DeBLOIS, L. (2010) Développer une formation à l'enseignement : trois entrées possibles. *In* J. Proulx et L. Gattuso (2010). *Formation des enseignants en mathématiques : tendances et perspectives actuelles.* (p. 31-36). Sherbrooke : Éditions du CRP, Faculté d'éducation.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU QUÉBEC (2001). *La formation à l'enseignement. Les orientations. Les compétences professionnelles.* Québec : ministère de l'Éducation.

HÉRAUD, B. (2000) Quelles approches doit-on privilégier dans la formation initiale des enseignants au primaire pour l'enseignement des mathématiques? *In* P. Blouin et L. Gattuso (dir.), *Didactique des mathématiques et formation des enseignants* (p. 41-52). Montréal : Modulo.

KOUDOGBO, J. (2016) *Quels usages possibles d'outils conceptuels de la Théorie des situations didactiques ou de la Théorie anthropologique du didactique en formation initiale en adaptation scolaire et sociale, en recherche et quels apports* ? Conférence scientifique, Séminaire ADEF, Université d'Aix-Marseille, 5 février 2016.

LAJOIE, C. & BARBEAU, E. (2000) Des cours de mathématiques pour les futurs enseignants et enseignantes du primaire. *In* E. Simmt, B. Davis et J.G. McLoughlin (dir.), *Actes de la 24e rencontre annuelle du Groupe canadien d'étude en didactique des mathématiques (GCEDM*). (p. 35-41). Edmonton : Groupe canadien d'étude en didactique des mathématiques (CMESG).

MALO, A. (2010) Appréciation des stagiaires au sujet des apprentissages effectués en contexte de stage en enseignement. Éducation et francophonie, **38**, 78-95, <http://www.acelf.ca/c/revue/pdf/EF-38-2-078_MALO.pdf>.

MARCHAND, P. (2010) Quelle formation mathématique en formation des maîtres au primaire et en adaptation scolaire et sociale? *In* J. Proulx et L. Gattuso (dir), *Formation des enseignants en mathématiques : tendances et perspectives actuelles* (p. 31-36). Sherbrooke : Éditions du CRP.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU QUÉBEC (2001a) *Programme de formation de l'école québécoise. Éducation préscolaire. Enseignement primaire*. Québec : Gouvernement du Québec, ministère de l'Éducation.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU QUÉBEC (2001b). *Programmes d'études. Mathématiques. Présecondaire.* Québec : Gouvernement du Québec, ministère de l'Éducation, Direction de la formation générale des adultes.

MORIN, M.-P. (2008) Les connaissances mathématiques et didactiques chez les futurs maîtres du primaire : quatre études de cas. *Canadian Journal of Education, **31*(3)**, 537-566.

MORIN, M-P. & THEIS, L. (2006) Mesures d'aide en mathématiques pour soutenir les étudiantes et étudiants de la formation initiale qui présentent des difficultés. *In* N. Bednarz et C. Mary (dir.) *Acte du 3e colloque international Espace mathématique francophone, « L'enseignement des mathématiques face aux défis de l'école et des communautés »*. [Cédérom]. Sherbrooke : Éditions du CRP.

MORIN, M.-P., THEIS, L. & FRANCOEUR-ROSA, J. (2012) Intégrer les connaissances mathématiques et didactiques : le cas de la formation en enseignement au préscolaire et au primaire de l'Université de Sherbrooke. *In* J.-L. Dorier et S. Coutat (dir.), *Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21e siècle. Actes du colloque EMF 2012*. (p. 195-205). Genève, Suisse.

NANTAIS, N. (2000) Vers une formation des enseignants mieux intégrée en didactique des mathématiques. *In* P. Blouin & L. Gattuso (dir), *Didactique des mathématiques et formation des enseignants* (p. 82-86). Montréal: Modulo.

PORTELANCE, L. & P. CHANDONNET (2016) « Acquis de formation de futurs enseignants », Revue Éducation et formation, e-305, avril 2016, p. 39-52, <file:///Users/cathyarsenault/Downloads/e305_00.pdf>.

PROULX, J., CORRIVEAU, C. & SQUALLI, H. (2012) *La formation mathématique des enseignants,* Québec, Les Presses universitaires du Québec.

PROULX, J. & GATTUSO, L. (2010) *Formation des enseignants en mathématiques : tendances et perspectives actuelles,* Sherbrooke : Éditions du CRP.

VERGNAUD, G. (1991) La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, **10.2-3**, 133-170.

IX - ANNEXE A

Référentiel des composantes incluses dans la définition du domaine de l'évaluation auto diagnostique en mathématiques.

MAÎTRISE DES CONTENUS MATHÉMATIQUES

Arithmétique

Sens et écriture des nombres

Nombres naturels

Nombres naturels inférieurs à 1 000 000 (centaine de mille) : lecture, écriture, représentation, comparaison, classification, ordonner des nombres naturels, trouver des expressions équivalentes d'un même nombre, décomposition, trouver une régularité dans une suite de nombres, trouver le résultat d'une exponentiation.

Fractions

Lecture, écriture, numérateur, dénominateur, représentations variées, placer en ordre des fractions, comparaison, trouver des expressions équivalentes et des fractions équivalentes, pourcentage.

Nombres décimaux

Nombres décimaux : lecture, écriture, représentations variées, ordonner des nombres décimaux, trouver des expressions équivalentes, décomposition.

Utilisation des nombres

- Choisir une forme d'écriture selon le contexte d'un problème.
- Passage d'une forme d'écriture à une autre : notation décimale, notation fractionnaire, pourcentage, notation exponentielle.
- Passage d'une base à une autre.
- Repérage de nombres sur la droite numérique, abscisse d'un point.
- Caractères de divisibilité (par 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 25).
- Règles des signes pour les nombres écrits en notation décimale.
- Racine carrée.
- Relation d'égalité, règles de transformation des égalités numériques ou principe de la balance.

Sens des opérations sur des nombres

Nombres naturels

- Sens des opérations : multiplication (addition répétée, produit cartésien, etc.), produit, facteur, multiples d'un nombre naturel, division (soustraction répétée, partage, contenance), quotient, reste, dividende, diviseur, ensemble des diviseurs d'un nombre naturel, caractères de divisibilité.
- Choix de l'opération, relations entre les opérations.
- Opérations inverses : addition et soustraction, multiplication et division, carré et racine carrée.
- Priorité et propriétés des opérations : commutativité et associativité, distributivité de la multiplication sur l'addition ou la soustraction.

Opérations sur les nombres

Nombres naturels

- Approximation du résultat d'une opération : addition, soustraction, multiplication, division.
- Calcul mental, processus personnels : addition, soustraction, multiplication, division.

- Calcul écrit, processus conventionnels : multiplication d'un nombre à plusieurs chiffres par un autre nombre à plusieurs chiffres.
- Calcul écrit, processus conventionnels diviser un nombre à plusieurs chiffres par un autre nombre à plusieurs chiffres, exprimer le reste sous la forme d'un nombre en écriture décimale sans dépasser la position des millièmes.
- Suite d'opérations en respectant leur priorité.
- Régularités : suite de nombres, familles d'opérations.
- Décomposition en facteurs premiers.

Nombres décimaux

- Calcul mental : multiplication et division des nombres décimaux par 10, 100, 1 000.
- Calcul écrit : addition, soustraction, multiplication et division.

Fractions

- Établissement de fractions équivalentes.
- Réduction de fractions, fraction irréductible.
- Calcul écrit : addition, soustraction, multiplication et division de fractions.

Algèbre

- Sens des expressions algébriques : variable, coefficient, degré, terme, termes semblables, égalité, équation et inconnue.
- Équation du premier degré à une inconnue se ramenant à la forme $ax + b = cx + d;$
- Construction d'une expression algébrique.
- Reconnaissance et recherche d'expressions algébriques équivalentes.
- Valeur numérique d'une expression algébrique.
- Addition et soustraction d'expressions algébriques.
- Multiplication et division d'expressions algébriques par une constante.
- Multiplication de monômes de degré 1.
- Manipulation de formules.
- Résolution d'équations du premier degré à une inconnue : essais et erreurs, équation algébrique (principe de la balance, méthode de recouvrement), dessin, opérations inverses ou équivalentes.
- Validation de la solution obtenue par substitution.
- Repérage de couples de nombres dans le plan cartésien (abscisse et ordonnée d'un point).
- Représentation globale d'une situation par un graphique.

Géométrie

Figures géométriques et sens spatial

Espace

- Repérage sur un axe, repérage dans un plan cartésien.

Solides

- Faces, sommets, arêtes, bases.
- Reconnaissance du développement de polyèdres convexes.
- Expérimentation de la relation d'Euler (relation entre les faces, les sommets et les arêtes d'un polyèdre convexe).
- Prismes droits, pyramides droites, boules, cônes et cylindres droits.
- Solides décomposables.
- Développements possibles d'un solide.
- Constructions géométriques.

Figures planes

- Description de triangles : triangle rectangle, triangle isocèle, triangle scalène, triangle équilatéral.
- Triangles, quadrilatères, polygones réguliers convexes, côté, base..

- Segments et droites remarquables : parallèle, perpendiculaire, bissectrice, médiatrice, médiane, hauteur.
- Cercle, disque et secteur.
- Rayon, diamètre, corde, arc, circonférence.

Frises et dallages

- Transformations géométriques : translation, rotation, réflexion.
- Homothétie de rapport positif.
- Observation et production (grilles, papier calque) de frises par translation : translation, flèche de translation (longueur, direction, sens).
- Observation et production de dallages à l'aide de la translation.
- Segments provenant d'une isométrie ou d'une similitude.

Figures isométriques et semblables

Mesure

Aire

- Aire de polygones décomposables en triangles et en quadrilatères. Aire de disques et de secteurs.
- Aire de figures décomposables en disques, en triangles ou en quadrilatères.
- Aire latérale ou totale de prismes droits, de cylindres droits et de pyramides droites.
- Choix approprié de l'unité de mesure pour les longueurs ou les aires.
- Relations entre les unités de longueur du SI[11].
- Relations entre les unités d'aire du SI.
- Mesure manquante d'un segment d'une figure plane.

Angles

- Classification des angles.
- Mesure d'angles en degrés à l'aide d'un rapporteur d'angles.
- Angles complémentaires, supplémentaires.
- Angles créés par deux droites sécantes : opposés par le sommet, adjacents.
- Angles créés par une droite sécante à deux autres droites : alternes-internes, alternes-externes, correspondants.

Longueurs : estimation et mesurage

- Unités et sous-unités conventionnelles.

Surfaces : estimation et mesurage

- Unités et sous-unités conventionnelles, relations entre les unités de mesure.

Volumes : estimation et mesurage

- Unités et sous-unités conventionnelles, relations entre les unités de mesure.
- Unités non conventionnelles.

Capacités : estimation et mesurage

- Unités et sous-unités conventionnelles, relations entre les unités de mesure.

Masses : estimation et mesurage

- Unités et sous-unités conventionnelles.

Temps : estimation et mesurage

- Unités conventionnelles, durée (jour, heure, minute, seconde, cycle quotidien, cycle hebdomadaire, cycle annuel).
- Relations entre les unités de mesure.

Températures : estimation et mesurage

- Unités conventionnelles (°C).

11 Système international d'unités.

Statistique

- Formulation de questions d'enquête.
- Collecte, description et organisation de données à l'aide de tableaux.
- Interprétation des données à l'aide d'un diagramme circulaire.
- Sens et calcul de la moyenne arithmétique.
- Population, échantillon; sondage, recensement.
- Représentation d'un échantillon; méthodes d'échantillonnage : aléatoire simple, systématique.
- Lecture d'un tableau : caractères, effectifs, fréquences.
- Lecture de représentations graphiques : diagramme à bandes, diagramme à ligne brisée, diagramme circulaire.
- Traitement de données tirées de relevés statistiques.
- Réalisation d'un sondage, collecte de données sur une population ou un échantillon.
- Organisation et choix de certains outils permettant de rendre compte des données : construction de tableaux.
- Construction de représentations graphiques : diagramme à bandes, diagramme à ligne brisée, diagramme circulaire.

Probabilité

- Expérimentation d'activités liées au hasard.
- Prédiction d'un résultat (certain, possible ou impossible).
- Probabilité qu'un événement simple se produise (plus probable, également probable, moins probable).
- Comparaison des résultats d'une expérience aléatoire aux résultats théoriques connus.
- Simulation avec ou sans l'aide de l'ordinateur.
- Expériences aléatoires à une ou plusieurs étapes (avec ou sans remise, avec ou sans ordre).
- Types d'événements : élémentaires, complémentaires, compatibles, incompatibles, dépendants, indépendants.
- Probabilité théorique et probabilité fréquentielle.
- Traitement de données tirées d'expériences aléatoires.
- Dénombrement : arbre, réseau, grille, etc.

XI - ANNEXE B

Exemples de questions

Les questions sont de différents types : choix multiples, vrai-faux ou réponse courte. Certaines questions comportent des sous-questions. Pour la résolution de problèmes, une démarche est exigée. Voici neuf exemples de questions de l'évaluation ainsi que le domaine auquel ces questions correspondent dans la grille de description de domaine ainsi qu'au référentiel en annexe du présent document.

Arithmétique

Quelle est le résultat de cette chaine d'opérations ?

$$3^2 \times \left[4 + \frac{1}{3} \times \left(\frac{17-5}{2} \right) \div 2 + 7 \right] - 2 \times (1+3)^2 =$$

a) 63
b) 58
c) 90
d) 76
e) 35

Arithmétique, mesure et algèbre

Dans un rectangle où *2 dm* représente la mesure de la longueur et *7 cm* la mesure de la largeur, quelle est la phrase mathématique qui peut être associée à :

a) son périmètre?
b) son aire?

Arithmétique et algèbre

Trois amis jouent aux billes. Ils ont ensemble 198 billes. Pierre a 6 fois plus de billes que Denis. Georges a 2 fois plus de billes que Denis. Combien de billes possèdent chacun des amis?

Géométrie

Indiquer si les propositions suivantes sont vraies ou fausses :

9.1 Un carré est un rectangle particulier
9.2 Un parallélogramme est un losange particulier
9.3 Un rectangle est un parallélogramme particulier
9.4 Un losange est un trapèze particulier

XII - ANNEXE C : NOUVELLE RÉORGANISATION

<table>
<tr><td colspan="3">Arithmétique</td><td colspan="2">Géométrie et Mesure</td><td colspan="2">Statistique et probabilité</td><td colspan="2">Algèbre</td></tr>
<tr><td>Sens et écriture des nombres</td><td>Sens des opérations sur des nombres</td><td>Opérations sur des nombres Propriétés</td><td colspan="2">Figures géométriques et sens spatial
Transformation
Équivalence de mesures
Conversions</td><td colspan="2">Dénombrement
Probabilité
Mesure de tendance</td><td colspan="2">Développement et réduction d’expressions
Résolution d’équations</td></tr>
<tr><td colspan="9">Cours de didactique</td></tr>
<tr><td colspan="2">Arithmétique 1</td><td>Session 2</td><td rowspan="2">Géométrie et Mesure</td><td rowspan="2">Session 4</td><td rowspan="2">Probabilité et statistique</td><td rowspan="2">Session 5</td><td rowspan="2">Algèbre</td><td rowspan="2">Session 6</td></tr>
<tr><td colspan="2">Arithmétique 2</td><td>Session 3</td></tr>
<tr><td colspan="9">Synthèse</td></tr>
<tr><td colspan="5">Cours de soutien à l’apprentissage</td><td colspan="4">Session 7</td></tr>
</table>

Lien entre contenu mathématique et cours de didactique des mathématiques

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

Laurence LEROYER
MCF, ESPE Académie de Caen
CERSE (EA965), Unicaen
laurence.leroyer01@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.

Dans le premier degré, les conseillers pédagogiques ont, entre autres, pour mission d'assurer la formation continue des enseignants. La circulaire relative à leurs missions précise qu'ils sont amenés à concevoir et à mettre en œuvre des « animations pédagogiques » et des « actions de formation continue », dans le cadre des « plans académiques et départementaux de formation des enseignants » (MEN, 2015a).

Former requiert des compétences professionnelles spécifiques définies dans le référentiel de compétences professionnelles du formateur de personnels enseignants et éducatifs (MEN, 2015b). Quatre domaines de compétences sont identifiés : « penser – concevoir – élaborer », « mettre en œuvre – animer », « accompagner l'individu et le collectif » et « observer – analyser – évaluer ». « Penser – concevoir – élaborer » pose la question des ressources. Le terme « ressource » apparaît d'ailleurs dans le référentiel. Ainsi le formateur doit « concevoir le scénario et les ressources spécifiques pour une formation hybride ou à distance » et également « élaborer des écrits professionnels en lien avec les différents volets de l'activité de formation et construire des ressources pédagogiques ». Cette question des ressources dans le travail de conception des formateurs d'enseignants est au cœur de la recherche que nous menons actuellement.

I - CADRES THÉORIQUES ET MÉTHODOLOGIQUES

Dans le champ de la didactique des mathématiques, la question des ressources dans le travail des enseignants a fait et fait l'objet de recherches. En témoignent les contributions constitutives de l'ouvrage de Gueudet et Trouche (2010), le projet ANR[1] 2013 ReVEA « ressources vivantes pour l'enseignement et l'apprentissage » ou bien encore les thématiques des colloques COPIRELEM de 2014 et 2015 « Quelles ressources pour enrichir les pratiques et améliorer les apprentissages mathématiques à l'école primaire ? » et « Former et se former … quelles ressources pour enseigner les mathématiques à l'école ? ». Centrée sur le travail des formateurs, notre recherche s'appuie sur ces travaux et sur le travail que nous avons mené sur la question des ressources dans le travail de préparation des enseignants du premier degré en mathématiques (Leroyer, 2013).

1 ANR Agence nationale de la recherche

1 De la question des ressources dans le travail de préparation de l'enseignant à la question des ressources dans le travail de conception du formateur

S'appuyant sur le travail des professeurs de mathématiques, Gueudet et Trouche (2010) considèrent que les interactions des professeurs avec des ressources sont des éléments majeurs de leur activité professionnelle, activité qui dépasse la cadre de la classe. L'approche documentaire du didactique qu'ils développent prolonge l'approche instrumentale élaborée dans le champ de l'ergonomie cognitive et prend également appui sur l'ingénierie documentaire. Ils considèrent ainsi que dans une classe de situation donnée, un enseignant interagit avec un ensemble de ressources qu'il va sélectionner, modifier, recombiner et donne naissance à un document d'où l'équation « document = ressources recombinées + schème d'utilisation ». Au cours de cette genèse documentaire, ils interrogent les processus de transformation des ressources au cours de leur appropriation par les enseignants, ce qui réfère à l'instrumentation ainsi que les évolutions professionnelles induites par un travail sur ces ressources en lien avec l'instrumentation. Le projet de recherche ANR ReVEA étudie quant à lui la question des ressources chez les enseignants du second degré dans quatre disciplines (mathématiques, physique-chimie, anglais et Science et technologie industrielle). En lien avec ce projet, une revue de littérature sur les recherches centrées sur la notion des ressources pour enseigner a été réalisée dans le cadre d'un dossier de veille de l'IFÉ[2] (Reverdy, 2014). Dans ce dossier, une typologie des ressources prenant appui sur les travaux de Adler (Adler, 2000 cité par Reverdy, 2014, p. 2) est proposée. Sont distingués trois types de ressources : matérielles, humaines et culturelles. Les ressources imprimées, et numériques selon certains chercheurs, les objets didactiques et les objets de la vie quotidienne composent les ressources matérielles. En se référant à ces travaux, interrogeant les interactions entre les ressources et les enseignants et les processus générés, mais également à notre travail centré sur la question des supports d'enseignement tels que les manuels scolaires dans le travail de préparation en mathématiques des enseignants du premier degré (Leroyer, 2013), nous pouvons penser la question des ressources matérielles dans le travail de conception du formateur et plus spécifiquement du conseiller pédagogique. Ce travail de conception du formateur fait d'ailleurs l'objet de recherches dans le champ de la didactique professionnelle comme en témoigne le numéro 204 de la revue Education permanente intitulé « conception et activité du formateur » où dès l'éditorial, les notions de conception et de ressource sont présentes (Petit & Parage, 2015).

Dans la conférence d'ouverture du 41ème colloque COPIRELEM, Bueno-Ravel et Gueudet (2014) mettent en exergue les divers types de questionnements sur les ressources. Dans notre travail, nous ciblons quatre questions :

- quelles sont les différentes ressources matérielles mobilisées par les formateurs ? (Cette question pose la question d'une typologie de ressources) ;

- comment les formateurs accèdent-ils à ces ressources ?

- quels documents les formateurs créent-ils à partir de ces ressources ? (Il s'agit ici d'observer ce que le formateur produit à partir des ressources dont il dispose et non d'apprécier la qualité de ces documents ou leur adéquation/pertinence avec les objectifs de formation) ;

- quels usages les formateurs envisagent-ils des documents créés ?

2 Cadres théoriques

Nous appréhendons cette question des ressources dans le travail de conception des formateur en nous référant à la double approche de Robert et Rogalski (2002), approche utilisée dans notre travail de thèse, où nous mobilisons deux cadres théoriques, celui de la didactique des mathématiques et celui de la psychologie ergonomique.

Dans le champ de la didactique des mathématiques, le modèle des niveaux d'activité du professeur développé par Margolinas (1995) à partir des travaux sur la structuration du milieu de Brousseau peut nous permettre de situer le travail de conception du formateur lorsqu'il doit concevoir un dispositif de

[2] IFÉ Institut français de l'éducation

formation, modèle présent dans le travail mené par Margolinas et Wozniak (2010) sur le rôle de la documentation dans la situation du professeur. Dans un modèle similaire qui porterait sur les niveaux d'activité du formateur, ce travail de conception pourrait se rapporter aux niveaux 1 et 2 du modèle des niveaux d'activité du professeur, niveaux qui réfèrent respectivement au projet de séance et à la construction du thème. Dans ce travail de conception, ce que Gueudet et Trouche (2010) nomment « le travail documentaire » est présent. Le formateur va interagir avec des ressources et produire des « documents ». La dimension matérielle de ces documents constitue ce que nous nommerons « support de formation », c'est-à-dire l'artefact (Rabardel, 1995) qui sera sous les yeux ou entre les mains des formés lors de la formation tels que un corpus de textes ou de manuels ou bien encore une feuille distribuée avec un tableau à compléter, un diaporama projeté, etc. A l'identique des supports d'apprentissage en classe, ces supports, lors de la formation, « supportent » le travail des formés.

La psychologie ergonomique (Clot, 1999) nous permet d'appréhender le travail de conception dans la complexité de l'activité, c'est-à-dire en nous centrant sur ce qui est à faire (la tâche), ce qui est fait, (l'activité) mais aussi sur le réel de l'activité.

> « Le réel de l'activité c'est aussi ce qui ne se fait pas, ce qu'on ne peut pas faire, ce qu'on cherche à faire sans y parvenir – les échecs – ce qu'on aurait voulu faire, ce qu'on pense ou qu'on rêve de pouvoir faire ailleurs. Il faut y ajouter – paradoxe fréquent – ce qu'on fait pour ne pas faire ce qui est à faire ou encore ce qu'on fait sans vouloir le faire. » (Clot, 1999, p. 119)

En nous référant au modèle d'analyse de l'activité de préparation de l'enseignant que nous avons élaboré dans notre travail de thèse, nous pouvons considérer l'activité de conception du formateur comme la résultante d'un système de ressources et de contraintes composé de trois sous-systèmes en interaction : le sujet, le contexte et le genre professionnel ; la tâche prescrite étant ici « concevoir un dispositif de formation en mathématiques ». Le conseiller pédagogique exerçant est considéré comme un sujet caractérisé par des valeurs et des croyances, des connaissances, des émotions dont les savoirs professionnels. Le contexte se compose d'un environnement organisationnel, matériel et relationnel (Chatigny & Vézina, 2008). Le genre professionnel est constitué des formes communes de la vie professionnelle.

En nous appuyant sur cette modélisation, nous considérons le support de formation non seulement comme un produit de l'activité de conception mais aussi comme l'expression visible d'une configuration et d'une relation particulière entre les différents éléments constitutifs du système du travail documentaire du formateur. Toutefois, dans ces configurations, nous pensons que le sous-système de ressources et de contraintes lié au formateur considéré en tant que sujet est prépondérant. Nous pensons que les savoirs professionnels du formateur mais aussi ses conceptions sur la formation fondent le choix des ressources mobilisées et la manière d'y accéder ainsi que les supports de formation produits à l'intention des formés et l'usage qui en est prévu.

3 Méthodologie de recherche

Notre recherche repose sur l'analyse du discours des formateurs fondés sur la présentation et l'explicitation du travail qu'ils ont réalisé lors de la conception d'un dispositif de formation en mathématiques (animation pédagogique ou stage). Pour ce faire, ils s'appuient sur le scénario de formation, sur les supports de formation qu'ils ont conçus et sur la liste des ressources utilisées pour concevoir ces supports, ce qui facilite l'explicitation du travail documentaire.

Ce discours est recueilli au cours d'entretiens semi-directifs où plusieurs autres points sont abordés : parcours professionnel et universitaire, place des mathématiques dans ce parcours, sentiment de compétences en mathématiques du point de vue des savoirs disciplinaires et didactiques, formation personnelle et institutionnelle en mathématiques, caractéristiques de la formation conçue (durée, objectifs, …). Enfin un regard réflexif du formateur est recherché en lui demandant de dire « en quoi la formation conçue lui correspond ». Nous disposons également des scénarios et des supports de formation conçus.

Ces entretiens ont été menés auprès de six conseillers pédagogiques. Les dispositifs de formation, choisis par chaque formateur, relèvent de stage ou d'animation pédagogique et réfèrent à des interventions de 3 à 6 heures auprès du public de primaire. Deux thématiques sont présentes : la géométrie et la résolution de problème. Le traitement des données recueillies repose sur une analyse et une synthèse relative aux caractéristiques de la formation et du formateur à partir de la retranscription de chaque entretien. S'ajoute une synthèse qui met en lien les supports de formation et les ressources matérielles mobilisées pour chaque formateur analysée à partir d'une typologie conçue *a priori* et enrichie par le contenu des entretiens, typologie présentée en annexe 1. Dans cette typologie nous distinguons cinq types de ressources matérielles : les textes, les vidéos – catégorie qui devra être encore précisée-, les productions des enseignants « pour et de la classe », les supports d'enseignements édités et les objets du quotidien. Une fois ce travail réalisé, nous avons procédé à une analyse thématique horizontale des entretiens.

II - ÉTUDE DU TRAVAIL DOCUMENTAIRE DE DEUX CONSEILLERS PÉDAGOGIQUES

Nous faisons le choix de présenter de premiers résultats centrés sur l'étude du travail de conception et plus spécifiquement du travail documentaire de deux conseillers pédagogiques celui d'Agnès et celui de Pierre qui ont chacun mené une action de formation relevant d'un stage. Le stage conçu par Agnès porte sur les apprentissages géométriques. D'une durée de six heures, il s'adresse à une équipe d'école. Celui de Pierre d'une durée équivalente est destiné à des enseignants de cycle 2 et 3 et porte sur la résolution de problème.

1 Un contexte de formation qui présente des similarités

Il nous a semblé intéressant d'analyser et de confronter leur travail car les caractéristiques du système de ressources et de contraintes lié au contexte dans lequel ces deux conseillers pédagogiques évoluent présentent de nombreuses similarités. Ainsi, ils répondent tous deux à une commande institutionnelle : il s'agit de concevoir une action de formation de 6 heures liée à un stage inscrit au plan de formation avec des objectifs de formation prédéfinis. Les formés sont des enseignants volontaires que les formateurs ne connaissent pas. Ainsi, lorsque nous interrogeons Agnès pour savoir si le matériel qu'elle va utiliser est connu des enseignants et est présent dans leur classe, elle répond : « *Non mais bon on peut imaginer qu'il y a des cubes dans les écoles, des géo plans aussi, on en voit parfois dans les ateliers d'accueil en maternelle le matin et puis les blocs géométriques, on sait qu'il y en a aussi* ». Du point de vue de l'environnement relationnel, le dispositif de formation est conçu en quasi-totalité voire en totalité par le formateur. En ce qui concerne l'environnement matériel, ces deux conseillers pédagogiques font intervenir un même partenaire : Canopé. Voici ce que dit Pierre : « *Canopé c'est un partenaire que je sollicite souvent pour qu'il me prépare une biblio sur le sujet et c'est les seuls qui ont des versions numériques des manuels […] et ils ont aussi des TBI* ». Quant à Agnès, elle indique : « *Quand j'ai monté cette formation, j'ai demandé à ce que le cddp* [ancienne dénomination relative au réseau canopé*] puisse acheter ce matériel là (tétra cubes, géo plans, polydrons, pentaminos, blocs géométriques). Il y avait déjà du matériel empruntable, je l'ai fait compléter par le cddp* ».

Malgré ce système de ressources et de contraintes lié au contexte similaire, on peut observer des différences, ce qui interroge.

2 Une mobilisation des ressources qui diffère selon les formateurs

La confrontation des ressources mobilisées par les six conseillers pédagogiques avec lesquels nous nous sommes entretenus met en évidence la récurrence de certaines ressources : les textes institutionnels, des supports de formation créés par d'autres formateurs tels que des diaporamas en ligne sur des sites de circonscription ou des sites académiques, des textes issus de la recherche en didactique. Notons que ces ressources sont essentiellement des ressources en ligne. S'il apparaît que les savoirs issus de la recherche en didactique sont des incontournables dans l'ensemble des formations conçues par les six conseillers pédagogiques avec lesquels nous nous sommes entretenus, la manière dont les formateurs y accèdent diffère.

2.1 Les ressources mobilisées par Agnès

En nous appuyant sur la synthèse des ressources mobilisées par Agnès et des supports de formation produits, présentée en annexe 2, nous constatons qu'elle mobilise essentiellement une ressource : les supports de formation conçus par un formateur et présentés par ce formateur dans le cadre d'un groupe académique de formateurs premier et second degrés auquel Agnès a participé. Toutefois, elle juge nécessaire de les compléter par des *« apports théoriques »* qu'elle considère absents. Pour ce faire, elle mobilise des savoirs didactiques présents sur des supports de formation également conçus par d'autres formateurs et plus précisément un diaporama en ligne issu d'un site de circonscription, et d'une présentation/compte rendu d'une conférence de Boule en ligne sur un site académique. S'ajoute un article sur la géométrie provenant d'une encyclopédie collaborative. Nous pouvons donc noter que les références didactiques qu'elle utilise sont systématiquement médiées, ce qui interroge. Son propos fournit des éléments de réponse. Pour accéder à ces ressources et les exploiter, voici ce qu'elle indique : *« J'ai tendance plutôt à aller dans Google, taper des choses et j'ouvre, je pense que c'est pas forcément la bonne entrée. L'IREM [3], des sites comme çà, j'y vais pas plus que çà [...] j'ai du mal à m'y retrouver des fois, c'est parce que je sais pas trop ce que je cherche non plus. Quand je fais une formation, j'ai toujours envie d'aller chercher […] ce que la recherche peut nous apporter […], alors je vais parfois fouiller mais [...] je n'arrive pas à trouver. Ça m'arrive d'être pendant trente minutes à lire un article et puis de me dire bon finalement, qu'est-ce que ça va m'apporter ? […] j'ai peut être pas les codes... cette articulation recherche/formation, je sens bien que c'est quelque chose qui pêche un peu ».* Ces propos donnent à voir une formatrice qui interroge l'efficience de sa pratique relative à « Comment chercher ? », « Où chercher ? » et « Comment exploiter et mobiliser les savoirs issus de la recherche ?».

2.2 Quelques caractéristiques d'Agnès

Qu'observe-t-on lorsque nous croisons ces propos avec les caractéristiques d'Agnès ? Agnès, titulaire d'un CAFIPEMF [4] généraliste est âgée de 52 ans. Après un bac médico-social, elle est entrée à l'école normale et a aujourd'hui une ancienneté professionnelle de 33 ans dont 15 ans d'enseignement en cycle 2 et 3. Nous intéressant à sa relation aux mathématiques (Nimier, 1988) nous constatons que cette formatrice n'aime pas trop les mathématiques et qu'elle estime ne pas maîtriser suffisamment les savoirs disciplinaires. Elle indique ainsi en parlant des mathématiques : *« Ce n'est pas ma discipline préférée, mais je ne suis pas anti-mathématiques », « J'ai quand même souffert pour corriger les écrits du concours en mathématiques ».* Par contre, c'est une formatrice qui a beaucoup expérimenté lorsqu'elle était enseignante sans pour autant avoir lu beaucoup d'ouvrages didactiques. Elle dit ceci : *« J'ai bien aimé tout ce que je faisais avec mes élèves en cycle 2 » « j'ai expérimenté* [en lien avec les formations continues en mathématiques menées dans le département où elle enseignait] *et j'en ai vu des effets ». « J'ai pas lu énormément de livres sur les mathématiques en dehors de Brissiaud* [« Premier pas vers les maths »] *et puis des apprentissages numériques de Corbenois* [« Jeux de société et apprentissages numériques »], *j'ai lu aussi un autre ouvrage* [ne se remémore pas le titre, et indique :], *comme quoi c'est pas intégré ».*

2.3 Les ressources mobilisées par Pierre

Les ressources mobilisées par Pierre et la manière dont il y accède diffèrent (cf. annexe 3). Pierre sait quoi et où chercher. Il mobilise deux vidéos dont une de Baruk. A l'identique d'Agnès, il mobilise des savoirs issus de la recherche en didactique des mathématiques (la classification des problèmes additifs et soustractifs de Vergnaud) par l'intermédiaire de supports de formation conçus par d'autres formateurs et mis en ligne. Mais on voit aussi qu'il exploite « directement » un article issu de la revue de l'APMEP [5] et des extraits d'ouvrages didactiques de Descaves et Brissiaud.

---

3 IREM Instituts de recherche sur l'enseignement des mathématiques

4 CAFIPEMF Certificat d'aptitude aux fonctions d'instituteur ou de professeur des écoles maître formateur

5 APMEP Association des professeurs de mathématiques de l'enseignement public

2.4 Quelques caractéristiques de Pierre

Pierre, également titulaire d'un CAFIPEMF généraliste, a 36 ans et une ancienneté professionnelle de 13 ans dont 5 années d'enseignement en CE1, CE2 et CM1. Après un bac S et une licence de psychologie, il a intégré l'IUFM [6]. A l'inverse d'Agnès, Pierre est un formateur qui a réalisé un cursus universitaire, qui aime les mathématiques et estime maîtriser les savoirs disciplinaires et leurs enseignements. Voici ce qu'il indique : « *à l'université, j'avais pris études statistiques car ça me plaisait de pouvoir aller manipuler les nombres* », « *sur les connaissances mêmes, oui j'ai des connaissances, pour corriger le CRPE*[7]*, aucun souci* ». Il a d'ailleurs lors de son CAFIPEMF pour l'épreuve pratique en classe mené une séance de mathématiques en souhaitant « *montrer des éléments de différenciation et une approche différente dans l'enseignement des mathématiques avec un groupe* [d'élèves] *fragile* ». C'est un formateur qui a réalisé beaucoup de lectures personnelles et donc possède des savoirs didactiques, lors de l'entretien il dit qu'il a « *lu les incontournables : Brissiaud, Vergnaud, Baruk, Petit, Charnay […]* » mais aussi « *tout ce qui tourne autour des rapports de l'IGEN* [8] *et IGAENR* [9] *sur les résultats des élèves et l'enseignement des maths* » car il essaie « *d'avoir toujours ces deux côtés : l'enseignement et les résultats* ». Notons que Pierre indique qu'étant lui-même au sein de l'institution Éducation nationale, il fait le choix de mobiliser des ressources issues de sites institutionnels ou partenaires de l'institution. Le rapport à l'institution de ce formateur apparaît ici important.

L'étude comparée des ressources mobilisées par Pierre et Agnès dans le cadre de la conception d'un dispositif de formation montre qu'ici les savoirs professionnels du formateur, notamment les savoirs disciplinaires et didactiques mais également le cursus universitaire influent sur l'accès aux ressources et sur le type de ressources mobilisées.

3 Des supports et des usages qui diffèrent selon les formateurs

La poursuite de notre analyse nous conduit à identifier des supports de formation ainsi que des usages envisagés qui diffèrent selon les formateurs. Pour étayer notre propos nous présentons successivement les grandes étapes des scénarios de formation ainsi que les supports de formation d'Agnès et de Pierre, supports qui sont référés dans les annexes 2 et 3.

3.1 Scénario et supports de formation d'Agnès

Le stage d'Agnès est intitulé « Enseigner la géométrie à l'école primaire ». Les objectifs de formation prédéfinis sont les suivants : assurer la continuité des apprentissages en géométrie de la maternelle au cycle 3 ; se repérer dans l'espace et passer d'une représentation des objets à une étude fondée sur le recours aux instruments de tracé et de mesure. Après avoir présenté les objectifs de formation, Agnès met en activité les formés. Ces derniers doivent résoudre une des cinq situations problèmes qui leur est soumise (ces situations problèmes sont des situations problèmes données à des élèves). Ils disposent de matériel géométrique de manipulation (tétracubes, géoplans associés avec des feuilles comportant des grilles pointées, polydrons, pentaminos associés avec des feuilles quadrillées et enfin des blocs géométriques). Ils ont aussi une feuille A4 où sont écrites les situations problèmes à résoudre. Suite à ce travail, Agnès opère une mise en commun : les formés indiquent les réussites et difficultés rencontrées. Ensuite, à partir de l'analyse des items d'évaluations en géométrie présents dans les grilles de références pour l'évaluation et la validation des compétences du socle commun, elle demande aux formés de repérer les verbes. Ils procèdent à cette analyse sur une fiche, réalisée et distribuée par la formatrice, qui comporte les items ciblés par cette dernière dans les grilles de références. On trouve ainsi les verbes suivants : reproduire, décrire, représenter, trier, classer. A partir de ce relevé, elle distribue un support qui définit ces verbes. Elle complète son propos par un diaporama composé de dix diapositives faisant le point sur ce qu'est la géométrie, son origine, les différentes géométries et les trois types d'espace selon

6 IUFM Institut universitaire de formation des maîtres

7 CRPE Concours régional de professeurs des écoles

8 IGEN Inspection générale de l'éducation nationale

9 IGAENR Inspection générale de l'administration de l'éducation nationale et de la recherche

Brousseau. A partir des grilles de références, des programmes et des verbes relevés et définis, les formés doivent ensuite élaborer pour chaque matériel une progression pour les trois cycles. Elle donne pour cela une fiche comportant un tableau vierge à deux entrées à compléter (verbes relevés/cycles concernés). Une mise en commun est réalisée. Puis des fiches contenant des propositions de progression pour chaque matériel sont distribuées pour compléter et enrichir le travail. Ces fiches et les supports qui vont suivre, comme nous l'avons vu, émanent du groupe académique auquel a participé Agnès. Elle propose ensuite une autre situation problème à résoudre. Les formés ont une feuille comportant deux figures géométriques avec la consigne suivante « construis la figure géométrique suivante » et disposent du matériel suivant : compas, équerre, règle graduée, ciseaux, gomme et crayon à papier. Suite à ce travail une mise en commun est réalisée. Puis Agnès projette une autre situation problème qu'il est possible de mener avec des élèves de cours moyen. Les formés ont à disposition une photocopie de l'article de Petit issu du bulletin n°466 de l'APMEP, ressource qu'ils conserveront à l'identique, des fiches contenant des progressions avec le matériel utilisé en début de formation.

3.2 Scénario et supports de formation de Pierre

Qu'en est-il du scénario de formation de Pierre et des supports de formation qu'il a créés et utilise ? La formation conçue comporte quatre temps centrés successivement sur des apports théoriques sur la résolution de problèmes, la typologie des problèmes, l'étude des énoncés de problèmes dans les manuels et la rédaction de problèmes. Un diaporama de 32 diapositives comportant des textes, des liens vers d'autres documents, etc… sous-tend intégralement le stage. Dans un premier temps, le formateur fait un rappel des textes officiels à l'aide d'extraits des programmes présentés sur trois vignettes du diaporama, puis il demande aux formés de définir ce qu'est un problème et les questionne pour s'approcher au plus près des définitions qu'il leur soumet ensuite. Ces définitions font l'objet d'une vignette du diaporama. Dans un second temps, à partir de vidéos proposant des situations de classe analysées par Baruk, il demande aux formés de compléter une carte mentale sur la résolution de problème. Cette carte est composée de cinq branches qui correspondent aux cinq grands problèmes identifiés par le chercheur, les formés doivent réaliser les branches secondaires. Pierre a préalablement réalisé cette carte mentale. Puis, à partir du contenu d'une vignette du diaporama contenant un exemple, le formateur montre qu'un même problème peut prendre une signification différente (problème ouvert, situation problème, problème d'application) selon le niveau de classe. Après un intermède ludique ayant pour objectif de découvrir une application numérique (Plickers), et après avoir rappelé les principes sur lesquels se fonde la typologie des problèmes, il demande à chaque stagiaire de schématiser trois énoncés qui lui sont attribués et de remettre ceux-ci à un collègue qui devra identifier le problème schématisé. Les énoncés de problèmes sont distribués sous format papier. Après ce travail et la mise en commun, les formés doivent compléter un tableau sur une feuille qui leur est distribué. Ce tableau, également présenté sur une vignette du diaporama comporte une colonne complétée avec chaque type de problème schématisé et deux colonnes vierges « numéro des problèmes » et « type de problème », à compléter. Ceci se fait en référence à la typologie des problèmes additifs et soustractifs de Vergnaud. A la fin de l'activité les formés ont a disposition une feuille comportant un tableau synthétique sur la classification des problèmes. A partir de ce travail, et de l'analyse de quelques pages de manuels réalisée par les enseignants mais aussi par le formateur, il montre que certains types de problème sont sous-représentés et qu'il convient d'en tenir compte dans sa pratique. Il propose ensuite deux exemples de programmation, programmations en ligne sur des sites institutionnels (site de circonscription et site académique). La journée se termine sur la question de la rédaction de problèmes pour mieux les comprendre, question qui fait l'objet de dix diapositives du diaporama où on trouve une synthèse de l'article et des ouvrages lus par le formateur.

3.3 Supports de formation et postures des formés

Si nous nous référons aux travaux en cours de Guille-Biel Winder, Petitfour, Masselot et Girmens (2015) nous constatons que les situations de formations conçues par Agnès et les supports qui les sous-tendent amènent les formés à adopter plusieurs postures dont celle d'élève lors de l'activité amorce. Ainsi, les formés doivent résoudre un problème destiné à des élèves. Ceci les amène à adopter une posture

d'élève, posture dans laquelle les formés ne se retrouvent pas dans les situations de formation conçues par Pierre. Les postures qu'il privilégie référent systématiquement à l'enseignant. Il conduit les formés à comprendre et à reproduire des situations de résolution de problème en s'appuyant sur une progression proposée. Les propos se rapportant à la conception qu'ils ont de la formation témoignent de deux approches différentes. Agnès qui a beaucoup expérimenté en classe, qui a peu de connaissances en didactique des mathématiques accorde une place importante à la pratique. Elle dit ainsi qu'*« il faut mettre en situation pour se poser le problème »*, que *« c'est en faisant qu'on apprend »* et qu'*« il faut se poser des questions par des situations concrètes »* mais qu'il faut aussi *« apporter »* aux formés. Pierre, lui, accorde une place importante à la théorie et à son articulation avec la pratique. Dans les formations qu'il conçoit, il indique qu'il a « un ancrage théorique systématique », pour lui, il faut *« Montrer que dans la pratique de classe il y a des fondements scientifiques : pas de théorie sans pratique et pas de pratique sans théorie »*, et qu'*« il est important de prendre en compte les dernières recherches et de montrer comment les prendre en compte dans la pratique »*. A l'identique d'Agnès, il indique *« apporter des outils »* en ajoutant *« après que les besoins aient été constatés »*, il indique qu'il travaille *« à partir des représentations, des réponses des enseignants »*.

III - SUPPORTS DE FORMATION ET POSTURES DE FORMATEUR

Deux conceptions de la formation transparaissent à travers ces deux propos mais également à travers les scénarios et les supports de formation conçus. En se référant à la modélisation élaborée par Bailleul et Thémines (2013), nous pouvons caractériser les postures adoptées ici par ces deux formateurs. Bailleul et Thémines distinguent quatre postures de formateur : une posture d'accompagnateur, une posture d'ingénieur, une posture de didacticien et une posture d'épistémologue, postures qui « à des degrés divers et dans des jeux de tensions contribuent à forger l'identité professionnelle du formateur ». Voici ce qu'ils écrivent :

> « Quand l'accompagnateur privilégiera la continuité, l'épistémologue préférera la rupture épistémologique, quand l'ingénieur cherchera la maîtrise des situations qu'il met en place, l'accompagnateur laissera l'initiative au formé. Quand l'ingénieur veut être certain du déroulement d'une action, le didacticien fait tout pour que puisse surgir l'imprévu ou que les formés soient mis en position de création alors que l'épistémologue voudra, lui , chercher à reproduire les situations qu'il sait favorables à l'émergence de tel ou tel savoir académique ou professionnel ». « Les quatre postures renvoient respectivement le formateur à la science, à ses rapports à l'autre (aux autres), au temps et à l'organisation, et aux outils ». (Bailleul & Thémines, 2013, pp. 110-111)

A partir de cette modélisation, nous pouvons questionner la pratique professionnelle du formateur de deux points de vue : celui des fondements (rapport à l'autre (aux autres) et rapport à la science) et celui du fonctionnement de cette pratique (rapport au temps et à l'organisation, rapport aux outils). En nous référant aux propos des formateurs et aux supports de formation qu'ils ont conçus et de l'usage envisagé dans le cadre de leur dispositif de formation, nous pouvons dire que du côté des fondements de la pratique professionnelle, Agnès développe plutôt une posture d'accompagnateur et Pierre, une posture d'épistémologue, et que du point de vue du fonctionnement de la pratique professionnelle, la posture de didacticien caractérise le mieux Agnès et celle d'ingénieur, la pratique de Pierre.

Nous pouvons donc à partir de l'étude de ces deux cas et en nous appuyant sur cette modélisation, penser un lien entre postures de formateurs et supports de formation, les supports apparaissant comme un élément central, à l'articulation entre le formateur et le formé, le formé composant le contexte. Détournant une citation célèbre nous pourrions alors dire : « Dis-moi quel support de formation tu crées et l'usage que tu en fais et je te dirai quel formateur tu es ».

IV - CONCLUSION : DE PREMIERS RÉSULTATS DE RECHERCHE QUI INTERROGENT LA FORMATION DE FORMATEURS

Ces premiers résultats génèrent des interrogations. Pierre et Agnès sont des formateurs qui n'ont pas bénéficié de formation de formateurs « institutionnelle » lors de leur prise de fonction. La mobilisation

de savoirs didactiques issus de la recherche de manière « directe » par Pierre et de manière « indirecte » par Agnès que nous avons observée est-elle à mettre en lien avec la formation qu'ils ont reçue en tant qu'enseignants ? Nous pouvons ainsi interroger le rôle de la formation initiale (non universitaire pour Agnès – école normale – et universitaire pour Pierre – IUFM) dans le travail de conception du formateur du point de vue de l'accès aux ressources relatives aux savoirs issus de la recherche en didactique. Nous avons également pu constater qu'accéder à ces ressources ne suffit pas. Ainsi, Agnès exprime le fait que même si elle se saisit de textes issus de la recherche, elle ne sait pas les intégrer dans son travail de formateur. Ceci pose donc également la question de la transposition didactique de ces savoirs par le formateur. Cette question renvoie alors à la formation de formateurs comme l'écrivent Bailleul et Thémines (2013) : « On n'est pas spontanément et intuitivement formateur, relativement à un domaine donné de savoirs et de pratiques, quelle que soit l'expertise qui peut par ailleurs, nous avoir été reconnue dans ledit domaine. On le devient, c'est le rôle de la formation de formateurs ». La formation de formateurs, initiale et continue, apparaît donc essentielle de la professionnalisation des formateurs, notamment dans un contexte institutionnel où leurs missions et les compétences professionnelles requises pour exercer cette fonction ont été précisées. De plus, comme le rappelle Tardif et Zourhal (2005), la formation de formateurs constitue un vecteur de diffusion de la recherche sur l'enseignement en milieu scolaire. Selon eux, les conseillers pédagogiques ont un rôle à jouer, ils pourraient être considérés comme des « passeurs » c'est-à-dire « des personnes qui œuvrent sur les frontières entre les universités et les écoles et qui les connaissent tous deux », ce qui contribuerait à la diffusion des recherches universitaires sur l'enseignement dans le milieu scolaire.

V - BIBLIOGRAPHIE

BAILLEUL, M. & THÉMINES, J-F. (2013). L'ingénierie de formation : formalisation d'expériences en formation d'enseignants, in A. Vergnioux (dir). *Traité d'ingénierie de la formation*. Paris : L'Harmattan, 85-112.

BUENO-RAVEL, L. & GUEUDET, G. (2014). Quelles ressources pour les professeurs des écoles et leurs formateurs ? Apports de la recherche en didactique, in *Actes du XXXXI*ème *colloque COPIRELEM des formateurs de mathématiques chargés de la formation des maîtres*, 15-36, IREM de Bordeaux.

CHATIGNY, C. & VEZINA, N. (2008). L'analyse ergonomique de l'activité de travail : un outil pour développer les dispositifs de formation et d'enseignement, in Y. Lenoir & P. Pastré (dir.), *Didactique professionnelle et didactiques disciplinaires en débats, un enjeu pour la professionnalisation des enseignants*. Toulouse : Octarès, 269-284.

CLOT, Y. (1999). *La fonction psychologique du travail*. Paris : PUF.

GUEUDET, G. & TROUCHE, L. (2010). R*essources vives, le travail documentaire des professeurs en mathématiques.* Rennes : PUR.

GUILLE-BIEL WINDER, C., PETITFOUR, E., MASSELOT, P. & GIRMENS, Y. (2015). Proposition d'un cadre d'analyse de situations de formation des professeurs des écoles, in L. Theis (Ed.), *Pluralités culturelles et universalité des mathématiques : enjeux et perspectives pour leur enseignement et leur apprentissage* – Actes du colloque EMF2015 – GT2, 159-172.

LEROYER, L. (2013). Le rapport au support dans le travail de préparation en mathématiques des enseignants du premier degré. *Education & Didactique*, vol.7**, 1**, 147-164.

MARGOLINAS, C. (1995). La structuration du milieu et ses apports dans l'analyse a posteriori des situations, in C. Margolinas (ed*). Les débats de didactique des mathématiques*. Grenoble : La pensée sauvage, 89-102.

MARGOLINAS, C. & WOZNIAK, F. (2010). Rôle de la documentation dans la situation du professeur, in G. Gueudet & L. Trouche (dir.). *Ressources vives, le travail documentaire des professeurs en mathématiques*. Rennes : PUR, 233-249.

NIMIER, J. (1988). *Les modes de relations aux mathématiques.* Paris : Méridiens klincksieck.

PETIT, L. & PARAGE, P. (2015). L'activité de conception : un point de vue didactique (Editorial), *Education permanente*, **204**, 3, 5-18.

RABARDEL, P. (1995). *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains.* Paris : Armand Colin.

REVERDY, C. (2014). Du programme vers la classe : des ressources pour enseigner [en ligne], *dossier de veille de l'IFÉ*, **96.** En ligne : http://ife.ens-lyon.fr/vst/DA-Veille/96-novembre-2014.pdf

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*, vol. 2, **4**, 505-528.

TARDIF, M. & ZOURHLAL, A. (2005). Enjeux et difficultés de la diffusion de la recherche sur l'enseignement entre les milieux scolaires et universitaires, *Les sciences de l'éducation – Pour l'Ère nouvelle*, vol. 38, **4**, 87-107.

Textes institutionnels

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (2015a). Circulaire n° 2015-114 du 21-7-2015 - Missions des conseillers pédagogiques du premier degré, *Le Bulletin officiel*, n°30, 23 juillet 2015. En ligne : http://www.education.gouv.fr/pid285/bulletin_officiel.html?cid_bo=91512

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION NATIONALE (2015b). Annexe 1, circulaire n° 2015-109 du 21-7-2015 – Référentiel de compétences professionnelles du formateur de personnels enseignants et éducatifs, *Le Bulletin officiel*, n°30, 23 juillet 2015. En ligne : http://cache.media.education.gouv.fr/file/30/30/3/perso4093_annexe1_452303.pdf

VI - ANNEXES

Annexe 1 : Typologie des ressources matérielles possibles lors de l'activité de conception d'une formation

A. Textes	A1. Textes institutionnels	Programmes Socle commun Documents d'accompagnement des programmes Rapports (IGEN, IGAER...) …
	A2. Textes issus de la recherche en didactique / en pédagogie	Articles scientifiques Thèses, mémoires Ouvrages …
	A3. Supports de formation conçus par d'autres formateurs	Diaporamas Comptes rendus de formation Scénarios de formation …
	A4. Autres	Articles d'encyclopédies collaboratives Articles de presse Articles syndicaux …
B. Vidéos		
C. Productions d'enseignants « pour la classe » / « de la classe »		Fiches de préparation enseignant Supports d'apprentissage élève Cahiers d'élève Affiches Photographies de tableau …
D. Supports d'enseignement édités		Manuels et guides du maître Matériel de manipulation …

E. Objets du quotidien	Balances Plaquette des horaires d'une ligne de train …

Annexe 2 : Synthèse des ressources et supports de formation d'Agnès

La source de chaque ressource est indiquée en italique, l'adresse des ressources en ligne est précisée par un renvoi.

Ressources mobilisées	Support de formation
Support de formation conçu par un autre formateur *(groupe académique mathématiques 1er/2nd degré)* Matériel de manipulation *(Canopé)*	- Feuille A4 recto/verso avec énoncés des situations problèmes - Matériel de manipulation – Tétracubes - Géoplans + grilles pointées – Polydrons - Pentaminos + feuille quadrillée - Blocs géométriques
Texte institutionnel sur la mise en œuvre du socle commun *(site Eduscol)*	- Feuille A3 composée des items de géométrie extraits des grilles de références palier 1 et 2
	- Feuille A4 avec tableau vierge à compléter avec les verbes repérés dans les paliers
Support de formation conçu par un autre formateur : « lexique mathématiques » de C. Gastard, IEN *(site académique de Rennes [1])*	- Fiche A4 – « lexique mathématiques » comportant les définitions de chaque verbe
- Autre : Article sur la géométrie extrait d'une encyclopédie collaborative – *(Site Wikipédia [2])* - Support de formation conçu par un autre formateur : Synthèse « La structuration de l'espace en maternelle » comprenant les 3 types d'espace de G. Brousseau de P. Sirieix, CPC *(Site de circonscription – Etampes [3])* */académie Versailles)* - Texte de présentation d'une conférence par F. Boule «Construction de l'espace, activités logiques et remédiation » *(site académique de Versailles 4)* et notes prises par des participants à cette conférence.	- Diaporama « la géométrie » composé de dix vignettes.
	- Feuille A4 avec tableau vierge à double entrée à compléter - Programmes de géométrie de l'école primaire
Support de formation conçu par un autre formateur *(groupe académique mathématiques 1er/2nd degré)*	- 5 feuilles A4 comportant chacune un tableau avec des propositions de progression pour chaque matériel géométrique de manipulation utilisé
Support de formation conçu par un autre formateur *(groupe académique mathématiques 1er/2nd degré)*	- Feuille comportant trois figures géométriques et une consigne - Matériel de géométrie (compas, équerre, règle

	graduée, ciseaux, gomme, crayon papier)
Support de formation conçu par un autre formateur : article de S. Petit extrait du bulletin de l'APMEP *(groupe académique mathématiques 1er/2nd degré)*)	- Article « Le tilleul et le marronnier » photocopié
	Bibliographie / sitographie

Adresses des ressources disponibles en ligne et mobilisées par le formateur :

1. http://www.ia22.ac-rennes.fr/jahia/webdav/site/ia22/shared/maternelle/Fiches%20pedagogiques/decouverte%20du%20monde/Lexique%20maths%20C%20Gastard%20dernier%20jet.pdf
2. https://fr.wikipedia.org/wiki/G%C3%A9om%C3%A9trie
3. http://www.ien-etampes.ac-versailles.fr/IMG/pdf/Structuration_de_l_espace_en_maternelle.pdf1.
4. http://www.ac-versailles.fr/public/upload/docs/application/pdf/2014-01/04-francois_boule.pdf

Annexe 3 : Synthèse des Ressources et supports de formation de Pierre

La source de chaque ressource est indiquée en italique, l'adresse des ressources en ligne est précisée par un renvoi.

Ressources mobilisées	Support de formation
	- Un diaporama de 32 vignettes sous-tend l'ensemble de la formation. Les principaux éléments présents sur les vignettes sont spécifiés ci-dessous.
Textes institutionnels : Programmes	- Textes officiels (3 vignettes)
Définition de J. Brun – Université de Genève 1996 *(?)*	- Définitions du terme problème (1 vignette)
Vidéos de S. Baruk *(Site Canopé [1])*	- Vidéos (liens sur une vignette) - Carte mentale à compléter
Support conçu par un autre formateur : Extrait du diaporama de E. Touchard, CPC. *(Site académique de Grenoble [2])*	- Rôle du problème (1 vignette)
Site lié à l'application « Plickers »	- Photo d'une classe utilisant l'application « Plickers » (lien vers l'application sur une vignette) - Cartes liées à l'application - Feuille avec deux énigmes « enseignants » à résoudre
Support conçu par un autre formateur : « la classification des problèmes selon G. Vergnaud » de S. Guffond, CPC Bonneville 74 *(Site académique de Grenoble [3])*	- Principes qui sous-tendent la typologie des problèmes (structure mathématique d'un problème, classe et catégories de problèmes (1 vignette) - Tâche à réaliser par les formés (1 vignette)

	« Représenter un problème par un schéma» - Feuille avec les énoncés de problèmes proposés - Feuilles vierges où chaque stagiaire devra schématiser trois énoncés qui lui sont attribués, remettre ceux-ci à un collègue qui devra identifier le problème schématisé. - Tableau où sont indiqués les problèmes à schématiser par chacun (idem pour l'identification) - Tableau (sur une vignette) comportant une colonne complétée avec chaque type de problème schématisé et deux colonnes vierges « numéro des problèmes » et « type de problème », à compléter. - Feuille de synthèse comportant les types de problèmes schématisés, le numéro des problèmes à trier et la définition de chaque type de problème.
Support conçu par d'autres formateurs : « 8 séquences pour résoudre des problèmes au cycle 3 », de S. Moissan, CPC et de M-C. Jollivet, prof de maths. *(Site académique de Poitiers [4])*	- Exemples de problèmes classés (lien sur une vignette)
?	- Les obstacles à la résolution de problème (1 vignette) Les aides à la résolution (3 vignettes)
Vidéo « séance de résolution de problèmes en mathématiques » (Site CNDP – Ecole numérique [5])	- Exemples de mises en œuvre (lien avec une vidéo sur une vignette)
Supports conçus par un autre formateur : Exemples de problèmes classés par type en cycle 2 et cycle 3 *(Site de circonscription de Saverne et site académique de Grenoble [6]).*	- Aides à la programmation Cycle 2 / Cycle 3 (lien sur une vignette)
Textes issus de la recherche en didactique Article de la revue de l'APMEP [7] n° 456 – Lire et écrire des énoncés de problèmes – A. Camensisch et S. Petit. *(Site de l'APMEP)* Extraits de deux ouvrages (A. Descaves et R. Brisssiaud) *(Ouvrages personnels)*	- 10 vignettes comportant une synthèse d'un article et de deux ouvrages.
	Bibliographie / sitographie

Adresses des ressources disponibles en ligne et mobilisées par le formateur :

[1] *https://www.reseau-canope.fr/mathematiques-stella-baruk/)*

[2] *http://www.ac-grenoble.fr/ien.g4/IMG/pdf/RESOL_PB_Pour_le_site_G4_SEPT_2011.pdf*

[3] http://www.ac-grenoble.fr/ien.st-gervais/IMG/pdf/vergnaud_champ_additif-1.pdf

[4] http://ww2.ac-poitiers.fr/ia16-pedagogie/spip.php?article881

[5] http://www.cndp.fr/ecolenumerique/tous-les-numeros/collecticites/toutes-les-videos-dapplications-novatrices/article/sceance-de-resolution-de-problemes-en-mathematiques.html)

[6] http://www.iensaverne.site.ac-strasbourg.fr/IMG/pdf/exemples_de_problemes_cycle_3_classes-2.pdf
http://www.ac-grenoble.fr/ien.hautgresivaudan/IMG/pdf/exemples_de_problemes_cycle_2_classes.pdf

[7] http://www.apmep.fr/IMG/pdf/Petit_Camenich_bulletin_456-2.pdf

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

Ma communication est un témoignage de ma 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 ma 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, j'ai interagi et gardé des traces de nos échanges et réalisé plusieurs lectures des documents qu'elles me soumettaient. Cela m'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 m'appuyant sur ces deux expériences d'accompagnement, j'ai opté pour un changement de posture passant ainsi de directrice à accompagnante de mémoires professionnels. D'autres expériences sont venues enrichir mes convictions que la Recherche-Action-Formation a un sens pour tous les acteurs dans la formation en alternance.

I - PARCOURS ET CONTEXTE PROFESSIONNELS

Depuis 2001, je suis formatrice à la Haute Ecole Pédagogique et interviens auprès des étudiants qui se destinent à devenir enseignants généralistes à l'école primaire. Mes enseignements se situent dans deux contextes, l'un est la didactique des mathématiques et l'autre le développement des compétences et la construction de l'identité professionnelle.

1 Mon parcours

C'est en 1976 que je suis devenue enseignante du primaire et pendant une quinzaine d'années, j'ai enseigné dans des classes ordinaires d'élèves de 9-10 ans. Les difficultés mathématiques que rencontraient mes élèves étaient pour moi une source de questionnement et de motivation à rechercher des ressources pour l'apprentissage de cette discipline à la fois dans la littérature et dans la formation continue. C'est assez naturellement que je suis devenue une enseignante itinérante de soutien, intervenant auprès d'enfants qui le nécessitaient et ainsi à même de partager des pratiques avec les collègues qui le souhaitaient. Ces expériences professionnelles m'ont permis dans les années 90 d'être engagée en tant que co-auteure de manuels pédagogiques en mathématiques, encore en vigueur dans les classes aujourd'hui (Ging, Sauthier et Stierli, 1996-1997). Ce travail de rédactrice de situations et activités mathématiques a contribué au développement de mes intérêts et connaissances en didactique des mathématiques et en formation continue et initiale des enseignants généralistes. Pour approfondir et comprendre ce que je découvre dans la littérature scientifique et les concepts de sciences de l'éducation, je m'engage dans un parcours à l'université de Genève où j'obtiens une licence en 2004, avec une orientation formatrice d'adultes et une spécialisation en recherche et intervention.

A la fin du mois de janvier 2017, je quitterai mon poste de formatrice pour vivre une nouvelle période de ma vie, la retraite, après 40 années au service de l'éducation de canton de Vaud. C'est donc naturellement que me sont venues l'envie et l'idée de cette communication, témoignage d'une pratique

d'accompagnement de mémoires professionnels, activités faisant partie de mon cahier des charges que je conduis depuis environ dix ans.

2 Le contexte

La Haute Ecole Pédagogique du canton de Vaud se situe à Lausanne en Suisse. Notre école a pour but de former tous les enseignants intervenant dans la scolarité obligatoire et post obligatoire en Suisse Romande et de développer des recherches s'y rapportant.

La formation des enseignants du primaire se déroule pendant 6 semestres, alternant cours et séminaires à caractère théorique et stages sous la responsabilité d'enseignants de terrain. L'alternance consiste à faire interagir, dans une perspective dialectique, différents espaces-temps de formation (Maubant, 2007, p. 78). Le diplôme obtenu comporte 180 crédits ECTS dont 9 sont attribués au mémoire professionnel. Il permet de travailler à l'école primaire auprès d'enfants âgés de 4 à 8 ans pour le cycle 1 et de 8 à 12 ans pour le cycle 2.

Les étudiants entrent en formation après l'obtention de leur bac (ou maturité fédérale) et sont âgés de 18-19 ans pour la majorité d'entre eux. Depuis plusieurs années, nous accueillons aussi des personnes ayant accompli d'autres parcours professionnels ou académiques qui choisissent de se réorienter pour devenir enseignants du primaire.

2.1 Le mémoire professionnel

Le mémoire professionnel est décrit selon des principes et une base juridique assurant un cadre institutionnel commun pour toute la communauté des étudiants et les directeurs. Le choix d'un thème est initié dans un séminaire de préparation au mémoire professionnel au 4e semestre et aboutit à la rédaction d'un projet qui se concrétise tout au long de la 3e année de formation. Les buts et une définition de ce travail sont exprimés ainsi dans les documents officiels : (https://candidat.hepl.ch/cms/accueil/formations-a-lenseignement/bachelor-ens-prescolaire-primair/memoire-professionnel.html).

Les buts :

> « Le mémoire professionnel doit permettre à l'étudiant en fin de formation de base, d'appréhender certains aspects de sa future profession en s'appuyant sur une démarche méthodique. Il contribue à enrichir ses connaissances et ses pratiques en matière d'enseignement. Il permet de vérifier ses capacités à identifier une question ou un problème lié à l'enseignement, à l'analyser et à proposer des pistes de réflexion ou d'action en se référant aux travaux scientifiques existant dans le domaine. Il s'inscrit dans son projet de formation. »

La définition :

> « Le mémoire professionnel fournit une occasion de réflexion personnelle ou collective de longue haleine. Il nécessite un travail d'écriture, de lectures croisées et de réécriture. Il est l'occasion, en fin d'études, d'établir des liens entre des aspects théoriques et aspects pratiques de l'enseignement, ce qui aide grandement à une appropriation personnelle des questions pédagogiques ou didactiques. De plus, il impose de se confronter à des exigences méthodologiques strictes, ce qui contribue à développer une attitude réflexive indispensable à tout professionnel de l'enseignement. »

De plus,

> « Le mémoire est dirigé ou co-dirigé par un membre du corps enseignant de la HEP, à l'exception des assistants. En fonction de sa compétence et de ses disponibilités, le directeur de mémoire sollicité donne son accord sur la base du sujet de mémoire et du plan que l'étudiant lui soumet. »

2.2 Formation et recherche

Les étudiants bénéficient, durant leurs cursus de formation, d'enseignements en lien avec la recherche en sciences de l'éducation. Les objectifs de ceux-ci sont de les introduire à divers champs de recherches pédagogiques et didactiques et de leur présenter des résultats et perspectives innovantes à intégrer pendant et après leur formation. Il leur est aussi présenté dans le séminaire de préparation au mémoire professionnel diverses méthodologies de recherche leur permettant ainsi d'envisager l'opérationnalisation de leur travail de mémoire. Au terme du 4e semestre, ils choisissent un formateur

pour diriger leur mémoire selon les principes définis, et présentent les résultats lors d'une soutenance se déroulant out à la fin de leur parcours.

3 La problématique

Les premiers mémoires que j'ai dirigés étaient relativement homogènes sur le plan de leur forme et présentation seul le contenu différait selon le thème choisi par le mémorant. J'ai donc pendant plusieurs années suivi les normes en vigueur sans trop me poser de question mais tout en gardant les objectifs qui pour moi sont essentiels dans une telle démarche : apprendre et comprendre un phénomène d'apprentissage et/ou d'enseignement afin d'enrichir ses ressources et ses compétences et manifester un intérêt de connaissance qui a du sens.

Avec le temps et mon expérience de chercheuse, j'ai apprivoisé la démarche de la recherche – action pour questionner mes pratiques de formatrices, les modifier, les faire évoluer tout en approfondissant mes propres connaissances par des lectures scientifiques. Je précise ici que je ne réalise pas de recherche en didactique des mathématiques proprement dite. Depuis 2005, avec ma collègue Geneviève Tschopp, nous menons des recherches sur l'alternance en formation et le développement de l'identité professionnelle, en lien avec notre dispositif « séminaire d'intégration », un espace tiers entre formation pratique et formation théorique. Nous avons conçu ces séminaires dans un esprit d'ouverture, où nous accompagnons un groupe d'étudiants dans le développement et la construction de leurs compétences durant leur formation (Tschopp et Stierli, 2009). Le travail considérable, voire patient, que nous avons accompli pour étayer nos postures de formatrices m'ont amenée à reconsidérer ma place dans l'interaction formatrice et étudiants. En effet, dans notre dispositif nous adoptons un rôle d'accompagnantes « destiné à susciter une mise en mouvement de l'accompagné, un parcours, où se greffent des apprentissages plus ou moins prévus, clandestins et parfois opaques aux protagonistes eux-mêmes. […] Le processus d'apprentissage devient une dimension du parcours de l'accompagné » (Vial, 2007, p. 141).

J'ai alors choisi de considérer mon rôle de directrice de mémoire professionnel sous un autre angle, en laissant de côté la fonction de « directrice » pour devenir « accompagnante » d'un processus de formation construit avec et pour l'accompagné.

Dans mes premières rencontres avec les étudiants pour leur mémoire, j'ai constaté qu'ils n'entendaient jamais parler de « recherche – action » comme si cette expression ou méthode de recherche n'était pas considérée comme suffisamment sérieuse scientifiquement. Pourtant des auteurs (Barbier 1997, Lavoie et al. 1996, Pelt et Poncelet 2011) lui ont apporté éclairages et définitions théoriques tout en démontrant son intérêt dans le champ éducatif et social. Notamment, elle construit des passerelles entre l'enseignement et la recherche, elle se recentre sur la pratique avec des finalités en matière d'action, de formation et de recherche. Elle permettrait aussi une meilleure adéquation de la recherche empirique à la complexité du monde éducatif (Pelt et Poncelet, 2011).

II - DEUX OPPORTUNITÉS DE RECHERCHE - ACTION - FORMATION

En 2009-2010, une première opportunité d'accompagnement de recherche – action se présente puis une seconde en 2011-2012. Je rencontre Valérie dans les séminaires de mathématique en 1re puis en 2e année. Nous discutons régulièrement de l'enseignement – apprentissage des mathématiques destiné aux jeunes enfants et des activités à disposition des enseignants dans les classes. Très vite, Valérie me fait part de sa volonté de réaliser un mémoire autre que ceux qu'elle a déjà rédigés dans la formation à son 1er métier ainsi que de sa motivation à travailler avec moi un thème relatif à la didactique des mathématiques. Comme elle a obtenu des équivalences pour les enseignements liés à la recherche, elle n'est pas inscrite dans un séminaire de préparation au mémoire professionnel. C'est une belle occasion de lui présenter la recherche – action et de lui proposer la lecture de l'ouvrage de Lavoie *et al*. (1996). Nous conviendrons par la suite d'un thème pour son travail se rapportant à l'enseignement de l'espace, domaine qui l'intéresse et qui est peu développé dans les manuels scolaires en vigueur dans les classes. Son mémoire soutenu en juin 2010 porte le titre :« *Construction d'objets avec des multicubes : Approche de la géométrie avec*

des élèves du Cin au CYP1 [du cycle 1]». La seconde rencontre est celle avec Sabine qui tout comme Valérie a choisi de changer de profession après avoir travaillé en tant qu'ingénieure et chercheure dans l'industrie chimique. Elle a aussi obtenu des équivalences et se trouve donc dans la même situation au moment de choisir un thème pour son mémoire de fin d'études. Assez spontanément, elle m'explique sa motivation à entreprendre la réalisation d'une séquence d'enseignement en géométrie avec une démarche de recherche-action et nous convenons de notre mode de travail. Soutenu en juin 2012, le mémoire de Sabine s'intitule : *« Se représenter l'espace à 7 ans : recherche-action dans une classe de CYP1[élèves âgés de 6-7 ans]».*

1 Deux mémoires professionnels

Dans ma communication, j'ai présenté ces deux mémoires et les ai fait circuler auprès des collègues présents afin d'exemplifier mes propos. Ici, je reprends quelques éléments qui me semblent intéressants pour soutenir ma posture d'accompagnante, des bénéfices en termes de formation de ces démarches qui me motiveront à poursuivre l'accompagnement dans cette voie pour d'autres mémoires entre 2010 et 2016. Aujourd'hui, je suis convaincue que la recherche-action est source d'apprentissages à la fois pour l'auteur du mémoire et l'accompagnant. Les questions et interactions avec les collègues présents à la communication ont renforcé mon point de vue, notamment une intervention de Laurent Theis à propos de la recherche-action très présente au Québec.

1.1 Le mémoire de Valérie : « Construction d'objets avec des multicubes : Approche de la géométrie avec des élèves du Cin au CYP1 »

Valérie expérimente dans son mémoire une séquence d'enseignement qu'elle a construite a priori pour ses élèves âgés de 4-5 ans. La démarche qu'elle adopte dans ce travail de planification et d'anticipation s'appuie sur une première activité qui permet aux élèves de découvrir le matériel et de l'apprivoiser. La séquence composée de 6 tâches est alors planifiée et prend appui sur un canevas, aide à la conception d'une séquence d'enseignement – apprentissage que nous travaillons dans les séminaires de mathématique de 3e année. On y retrouve les dimensions décrites dans les articles de Houdement et Peltier (1996-1997), petit guide pour fiche de préparation, avec notamment une analyse préalable succincte, la rédaction des consignes, le matériel, le mode d'organisation de la classe, etc.

En lien avec la méthodologie, elle détermine la manière de récolter des données et écrit dans son journal de bord les observations et le vécu en classe tout au long de l'expérimentation. Ces notes et les traces récoltées en classe (dessins, plans, photos, enregistrement audio d'interactions entre élèves) l'amènent à penser quelques aménagements au fur et à mesure qu'elle avance dans sa séquence. La méthodologie qu'elle suit, inspirée de Lavoie, Marquis et Laurin (1996, pp. 135-136) se résume en quelques points présentés ci-dessous :

1. Expérience première effectuée avec une classe de 1re année du cycle.

2. Construction de la séquence « a priori » : en fonction de cette première expérience, j'ai tenté d'élaborer et de construire une séquence de plusieurs séances et adaptée aux élèves de cet âge.

3. Expérimentation de la séquence dans la classe : prise de notes, observations et récoltes de traces.

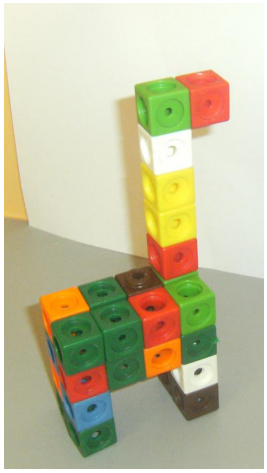
4. Actions et observations : des régulations sont effectuées pendant l'expérimentation en fonction du vécu et des apprentissages des élèves.

5. Evaluation et discussion en fonction des observations, des notes du journal de bord et des expériences.

6. Nouvelle proposition de séquence en tenant compte de l'évaluation et de la discussion.

Pour le point 3, des traces sont récoltées afin de garder un souvenir de ce qui s'est passé en classe, d'en discuter avec les élèves lors de mises en commun et de les analyser pour avancer dans la séquence.

L'illustration qui suit est une photo de l'activité « phare » de la séquence que je lui avais présentée et que j'avais personnellement expérimentée avec des élèves.



Description de l'activité « *Au zoo des multicubes* » : les élèves construisent dans un premier temps un animal de leur choix, puis en font le plan. L'animal est photographié et conservé. Dans un 2e temps, les plans sont transmis à d'autres élèves qui auront à reconstruire un animal selon le dessin reçu. Une mise en commun est ensuite proposée pour comparer les productions de tous les élèves (annexe 1).

Pour le point 4, Valérie rédige des constats en lien avec les apprentissages des élèves après chaque activité. Voici un exemple de constat :

« Les contraintes, progressivement apportées dans les activités de la séquence, ont engagé les élèves à faire des projets de construction puis à les réaliser. Passer de la manipulation de l'objet à sa représentation les a amenés à se détacher et à se décentrer de l'objet pour en faire un plan. Cet apprentissage, peu exploré dans le premier cycle de la scolarité, pourrait être répété régulièrement afin que les enfants se familiarisent avec le dessin du plan. »

En parallèle de la démarche empirique, elle convoque différents auteurs pour cadrer sa recherche et construire des pistes de réflexion sur ce qui se joue dans les tâches proposées aux élèves et leurs apprentissages. Sa formation de psychologue l'amène assez naturellement à explorer les écrits de Piaget notamment. Elle se réfère aussi au plan d'études vaudois pour construire des liens entre les tâches et les compétences visées par le programme. Cette partie du mémoire se divise en chapitres révélant ainsi les intérêts de connaissances de Valérie dont voici un extrait de la table des matières :

« Mathématiques et géométrie (liens entre programme et tâches).

Le développement de la notion de l'espace chez l'enfant : de la naissance à 7-8 ans.

De l'espace multisensoriel à la géométrie. »

Sur le plan didactique, elle se réfère aux dimensions de la préparation d'une séquence que nous avons travaillées en séminaire soit : les objectifs de chaque séance, les choix pédagogiques, les objectifs opérationnels, les consignes, l'analyse a priori, la mise en commun, la dévolution de la tâche.

Dans la conclusion, elle exprime l'intérêt d'avoir mené cette expérimentation en classe et l'analyse qui s'est déroulée tout au long de l'action. Prévue initialement pour des élèves plus âgés (7-8 ans), elle a maintenu son projet qu'elle a opérationnalisé avec des élèves de 4-5 ans et fait le projet de la mener dans une prochaine classe de fin cycle 1.

Cet accompagnement a été pour moi une belle expérience de co-formation. Nos interactions ont porté à la fois sur le contenu du mémoire, les choix didactiques de Valérie, les traces et les régulations apportées tout au long de l'expérimentation. Elle m'a invitée à venir en classe pour observer la tâche « Au zoo de multicubes », ce que j'ai particulièrement apprécié. Nous avons ainsi cheminé ensemble jusqu'au bout de la réalisation de ce projet de mémoire professionnel. La soutenance orale a été un moment de débat intéressant, les questions soulevées nous ont engagées à poursuivre la réflexion et à nous revoir.

1.2 Le mémoire de Sabine : « Se représenter l'espace à 7 ans : recherche-action dans une classe de CYP1 [élèves âgés de 6-7 ans].»

« Très vite, dans mon parcours de formation, j'ai beaucoup apprécié d'enseigner les mathématiques. D'un projet de classe mené au cycle initial, durant mon stage de 1re année, je retiens la manière dont les élèves en ont fait leur projet, leur besoin de manipuler pour se représenter le problème et les multiples démarches entreprises afin d'aboutir à une solution. Le choix des mathématiques, comme branche de mémoire professionnel, m'est donc rapidement paru clair. […]

C'est en discutant des possibilités avec ma directrice de mémoire que la structuration de l'espace s'est rapidement présentée comme choix. Notamment de par l'intérêt que je lui porte, de par l'importance d'une construction solide des compétences spatiales (car elles préparent à l'orientation dans l'espace graphique) et également de par le peu d'activités proposées dans les moyens officiels. »

Ces quelques phrases issues du mémoire de Sabine expriment l'origine du choix et les motivations à entreprendre un mémoire professionnel en didactique des mathématiques.

Sabine souhaite vivre une expérience en classe avec une démarche dynamique impliquant les élèves dans le projet d'enseignement-apprentissage qu'elle construit. La méthodologie s'inspire aussi de l'ouvrage de Lavoie, Marquis & Laurin (p.129-138), dans lequel elle sélectionne des constantes qu'elle définit en cinq principales phases faisant partie de la structure méthodologique de la recherche-action:

- la définition du problème,
- la planification de l'action,
- l'action,
- l'évaluation,
- la redéfinition du problème.

En lien avec la problématique qu'elle souhaite traiter, elle pose deux questions de recherche en ces termes : De quels outils ont besoin les élèves du CYP1 pour se repérer dans l'espace et pour le représenter ? De quoi ont-ils besoin pour développer leurs compétences spatiales ? Elle schématise ainsi ce qu'elle souhaite explorer dans son projet d'enseignement :

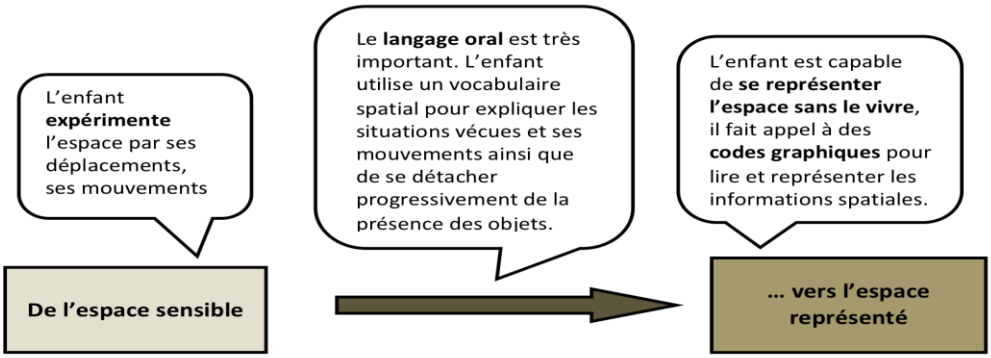


Figure 1 : passage de l'espace sensible à l'espace représenté.

Afin d'enrichir ses connaissances en géométrie, elle sollicite des ressources théoriques variées et diverses se rapportant : aux liens entre savoirs mathématiques et enseignement ; au développement de la notion d'espace chez l'enfant de la naissance à 7-8 ans ; au passage de l'espace multisensoriel à la géométrie ; à des aspects didactiques ainsi qu'au plan d'étude en vigueur dans nos classes. Plusieurs auteurs sont ainsi convoqués pour l'étayage théorique de la problématique du mémoire, lui permettant ainsi l'analyse des données, le choix des tâches et leurs régulations.

A priori et en parallèle, elle planifie une séquence d'enseignement en trois parties :

1. Représenter la classe, se repérer dans la classe
2. Du plan de la classe au plan de l'école
3. Du plan de l'école au plan de la commune.

Chacune d'elles comporte des tâches variées, présentées dans le mémoire selon un modèle (fiche de préparation) qu'elle conçoit personnellement. Certaines activités menées en classe sont enrichies d'observations, de productions d'élèves, de protocoles d'interactions entre élèves ainsi que des commentaires ajoutant ainsi la part du vécu en classe. Elle s'est inspirée d'une séquence décrite dans la main à la pâte (2011)[1] tout en précisant :

> « Déjà, avant de débuter la partie empirique de ce mémoire, il était clair que la séquence n'allait pas se dérouler exactement selon la trame initialement prévue. Je voulais cette séquence dynamique et sensible aux besoins des élèves. C'est pourquoi je qualifiais la trame, donnée par le dossier « *Maquettes et plans* » de la Main à la pâte (2011), de fil rouge auquel viendraient se greffer des situations de réinvestissement ou d'approfondissement nécessaires aux élèves pour construire – étoffer leurs connaissances spatiales. »

1 http://www.fondation-lamap.org/fr

Je considère cette partie du mémoire comme étant le cœur du travail de recherche-action mené par Sabine. La modélisation progressive des fiches de préparation (annexe 2) aboutit à *un livre du maitre complet,* un guide pédagogique pour tout enseignant qui souhaiterait proposer la séquence à ses élèves. D'ailleurs, le mémoire de Sabine est déposé à la bibliothèque de la HEP.

Le travail final restitue ce qui s'est passé durant la première partie de l'année scolaire, mais la séquence d'enseignement sera prolongée au printemps, le projet emportant l'adhésion des élèves. A l'écoute de ses élèves, Sabine profite de cette opportunité de les emmener plus loin dans leurs apprentissages. C'est à la soutenance, au mois de juin 2012, qu'elle relatera la suite et la fin du projet avec notamment une participation active de plusieurs parents à certains moments de celui-ci (parent architecte, responsable communal des bâtiments, etc).

En ce qui concerne son développement professionnel, Sabine exprime les apports nombreux de ce projet dont voici quelques extraits :

> « La confrontation à des situations de référence, celles où l'élève doit d'abord se rendre compte de l'insuffisance de ses connaissances actuelles, permet de construire de nouvelles connaissances. La validation est au cœur du processus d'apprentissage de l'élève. […]. Par de fréquents allers-retours entre le réel et le représenté, le concret et l'abstrait, l'expérience et la réflexion, les différents types d'espace (micro-, méso-, macro-espace) et le faire et le dire, les élèves participent à la construction des concepts. Les interactions langagières et l'utilisation d'un vocabulaire spatial, adapté à la situation vécue, sont importantes. La mise en mots est nécessaire à la mémorisation et à la conceptualisation des situations spatiales vécues. »

De plus de nouvelles perspectives s'annoncent pour elle :

> « Les outils renforçant le développement de l'acquisition des compétences spatiales chez les élèves devront avoir une place prépondérante dans la séquence à venir et ils seront images de références. Les obstacles et difficultés continueront à accompagner les élèves sur le chemin de leurs apprentissages spatiaux, il est donc primordial de ne pas les sous-estimer et de tenter de les limiter. »

Enfin, elle décrit les apports personnels que la démarche lui a procurés :

> « La problématique traitée dans mon mémoire professionnel est délicate pour les élèves de ce cycle primaire. Je peux difficilement évaluer le réel impact du travail réalisé sur les apprentissages des élèves, mais je peux affirmer qu'ils ont progressé et que je peux le détailler grâce aux outils dégagés.
>
> Je suis convaincue que c'est à l'école que revient le rôle de mettre en œuvre des contextes particuliers dans lesquels les activités spatiales deviennent moments d'apprentissages.
>
> Longtemps je n'ai pas su par quel bout empoigner la rédaction de ce mémoire ! Est-ce là une des caractéristiques de la recherche-action nécessitant un long temps de réflexion, afin de construire des ponts entre théorie et pratique ? Ou est-ce le fait d'avoir mis mes idées en action et d'avoir pu lâcher le cadre strict que je m'impose parfois ?
>
> Un des cycles suivants me permettra, peut-être, de lever le voile sur ces interrogations … »

L'accompagnement de ce mémoire a été pour moi un vrai révélateur de ce que la recherche-action produit comme effets formateurs auprès des futurs enseignants qui s'y engagent. Certes ces deux exemples sont particuliers au vu de la situation de Valérie et Sabine, étudiantes bénéficiant déjà d'une expérience professionnelle antérieure et d'une formation à la recherche. Mais, rassurée et convaincue que la recherche-action comporte un réel impact en termes de formation dans l'alternance entre théorie et pratique, je me suis mise à en parler dans les séminaires de mathématiques et aux étudiants qui me sollicitaient comme directrice. Depuis, j'ai accompagné d'autres étudiants motivés à se lancer dans une telle démarche méthodologique.

III - DISCUSSION

Comme je l'écrivais dans l'annonce de ma communication, je confirme qu'un mémoire professionnel réalisé selon la recherche-action est une expérience formatrice pour les acteurs qui s'y engagent formateurs et étudiants. C'est ainsi que j'associe les trois termes : Recherche-Action-Formation. En constante évolution, la recherche-action n'est pas réductible à une définition ou une simple méthodologie (Pelt et Poncelet, 2011). Ses points forts sont les liens qu'elle produit entre la pratique et la

théorie, un projet d'enseignement qui s'ancre dans la réalité de la classe et un passage vers une élaboration conceptuelle de l'expérience. Autrement dit, Bailleul (2005) l'exprime ainsi : « l'écriture du projet didactique et la formalisation de l'expérience engagent les auteures dans une compréhension et un (ré-)aménagement de la séquence. Le mémoire professionnel est ainsi un objet « vivant », une recherche impliquée produisant des effets formateurs autant pour les auteures que l'accompagnante cheminant à leur côté ».

Mon rôle dans le suivi de mémoire professionnel s'est transformé avec le temps et les expériences vécues, passant de directrice à accompagnante notamment en veillant au cadre (contrat), en clarifiant d'où nous parlons (posture), en nous inscrivant dans une relation éducative (de guidage ou d'accompagnement), où la position du formateur devient signifiante (Vial, 2013). D'ailleurs ce même auteur, dit que « L'accompagnement est destiné à susciter une mise en mouvement de l'accompagné, un parcours, où se greffent des apprentissages plus ou moins prévus, clandestins et parfois opaques aux protagonistes eux-mêmes. […] Le processus d'apprentissage devient une dimension du parcours de l'accompagné » (Vial, 2007, p. 141).

Dans un texte écrit avec ma collègue Mme Tschopp, je remplace séminaire par mémoire afin d'expliciter ma posture (Tschopp et Stierli, 2014)

> « **Le mémoire** (séminaire) est une opportunité de co-formation pour confronter ses idées, engager sa réflexivité, auto-évaluer ses compétences, écouter la différence, mieux se connaitre.
>
> L'accompagnement des **mémorants** (étudiants) s'articule à la construction de leur identité professionnelle, au rôle des pratiques réflexives dans le développement personnel et professionnel (Danvers 2010).
>
> L'accompagnant(e) chemine à côté, s'aventure sur un chemin construit ensemble en laissant de côté la posture de celui ou celle qui sait. […]
>
> Notre posture d'accompagnante apporte de l'étayage et des propositions de signification aux étudiant(e)s pour qu'ils ou elles construisent à leur tour le sens de ce qu'ils ou elles font. »

Cette posture n'est pas aisée dans nos institutions où une tendance à l'inflation des directives ou protocoles contribue à réduire l'autonomie du professionnel. La reconnaissance des diplômes au niveau intercantonal et de nos institutions au niveau tertiaire (la tertiarisation) a eu pour effet de favoriser la conception de mémoires plus académiques que professionnels. Mais nous formons avant tout de futurs enseignants qui s'engageront dans nos écoles auprès d'élèves, la part « professionnelle » de la formation comprend autant d'aspects pratiques que théoriques.

J'ai donc tenté de démontrer avec les deux exemples de mémoire décrits brièvement dans cette communication que ceux-ci comportent certes une grande part d'expérimentation pratique, mais aussi des ressources théoriques, amenant les deux auteures à produire un écrit atteignant les buts et respectant la définition, formalisés dans les documents officiels.

Avant de conclure ce texte, j'aimerai remercier les participants qui sont venus m'écouter. C'était pour moi un moment intéressant, voire émouvant, car une unique et belle occasion de témoigner de ma pratique de formatrice dans l'accompagnement de mémoires professionnels s'appuyant sur la Recherche-Action-Formation. J'ai terminé ma communication par une question qui m'habite depuis plusieurs années et à laquelle chacun y répondra à sa manière :

Quels espaces de liberté et d'innovation nous laissent nos institutions sans nous pousser vers une posture contrebandière ?

IV - BIBLIOGRAPHIE

BAILLEUL, M. (2005). L'accompagnement du mémoire professionnel : un « bout de chemin ». *Le mémoire professionnel*, Revue des Hautes Écoles Pédagogiques, pp.11-26, n°2, Berne.

HOUDEMENT, C. & PELTIER M.-L. (1996-1997). Petit guide pour « fiche de prép ». *Grand N*, n°59, pp.77-84 et n° 60, pp. 57-65.

LAVOIE, L., MARQUIS, D. & LAURIN, P. (1996). *La recherche – action : théorie et pratique. Manuel d'autoformation.* Sainte-Fois : PUQ (Québec).

MAUBANT, PH. (2007). Penser l'alternance comme logique de professionnalisation des enseignants. Dans F. Merhan et al. (dir.), *Alternances en formation*, pp. 67-82. De Boeck : Raisons éducatives.

PAUL, M. (2004). *L'accompagnement : une posture professionnelle spécifique*. Paris : L'Harmattan.

PELT, D. & PONCELET, D. (2011). Une recherche-action : connaitre, accompagner et provoquer le changement en sciences de l'éducation. *Varia*, Revue suisse des sciences de l'éducation, pp. 495-510.

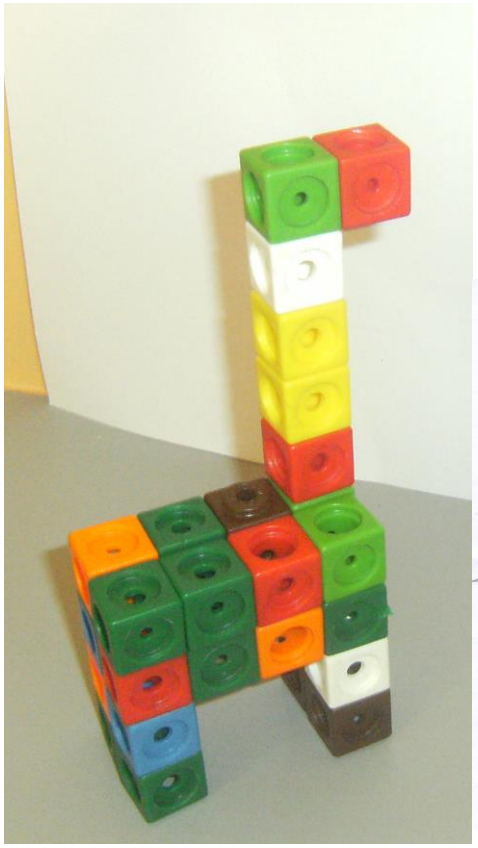
TSCHOPP, G. & STIERLI, E. (mai 2009). L'accompagnement dans la formation initiale des enseignants généralistes. *Prismes*. 10, 23-26.

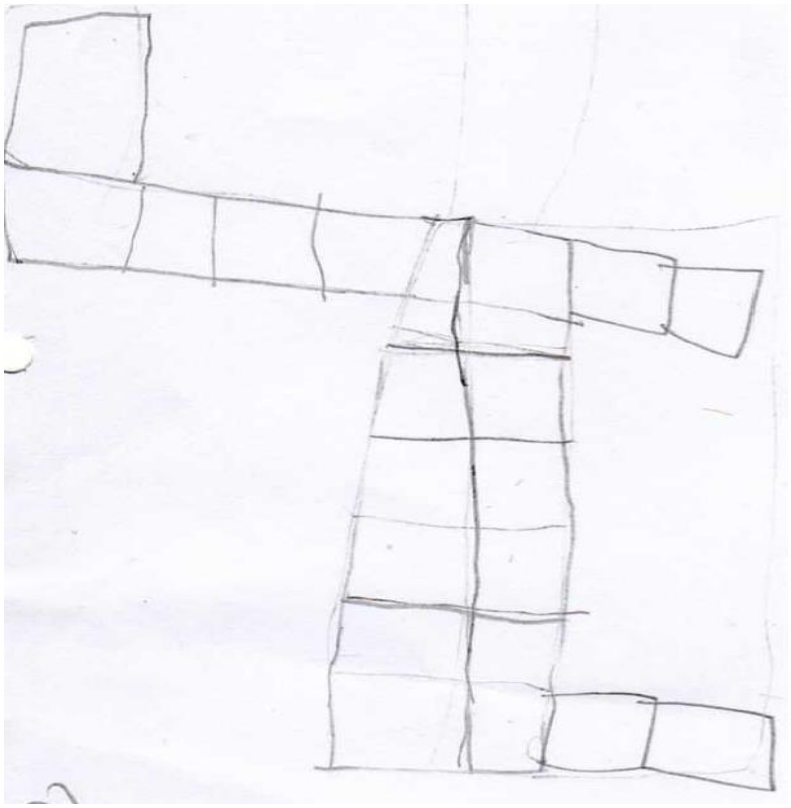
TSCHOPP, G. & STIERLI, E. (2014). Posture clinique et accompagnement dans le champ de la formation. Jaillon (dir) *du coaching à l'accompagnement professionnel personnalisé, le Sujet dans la Cité*. Paris : L'harmattan.

VIAL, M. & CAPARROS-MENCACCI, N. (2007). *L'accompagnement professionnel ? Méthode à l'usage des praticiens exerçant une fonction éducative*. Bruxelles : De Boeck.

I - Annexe

1. Valérie : Au zoo des multicubes – photos des productions d'élèves – construction et dessins du plan.





2. Arnold Sabine : 2 fiches de préparation - 1re production du plan de la classe + traces d'élèves + plans de la classe dessinés après l'intervention d'un parent architecte.

Séance : trouver un objet caché dans la classe

Objectifs spécifiques :

- Communiquer par écrit à un destinataire absent la position d'un objet caché dans la classe
- Représenter sa classe/une partie de sa classe

Faire comprendre la nécessité de recourir à un message écrit clair

Matériel :

- ✓ Feuilles A4 vierges pour le message
- ✓ Objet à cacher (une pincette)

Organisation :

- ⇨ Individuel (chacun à sa place)/
- ⇨ Collectif (tapis)

30 min.

1. Phase individuelle ⌛ 15 min.

- Les élèves notent des indications sur la position de l'objet caché à un destinataire absent (mots, dessins, schémas, flèches, ...).
- La possibilité des mettre des légendes est laissée libre aux élèves.

2. Au retour du destinataire : mise en commun ⌛ 15 min.

- Toutes les productions sont affichées. Observation en silence.
- Le destinataire (l'enseignante titulaire) choisit des messages et tente de retrouver l'objet caché en explicitant à haute voix ses constations.

Ne pas attendre des plans achevés de la classe.
Limiter l'écriture d'indices, comme les prénoms, peut favoriser une représentation de la classe, même partielle.

Exemples de messages écrits :

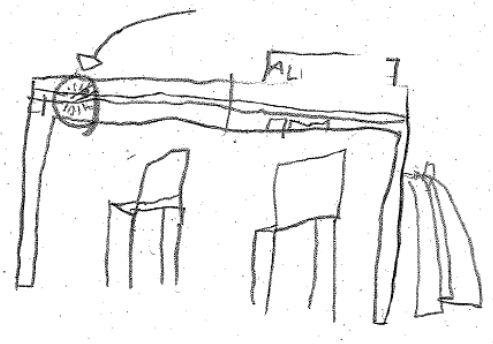


Figure 9 : Message écrit de l'élève Jean.

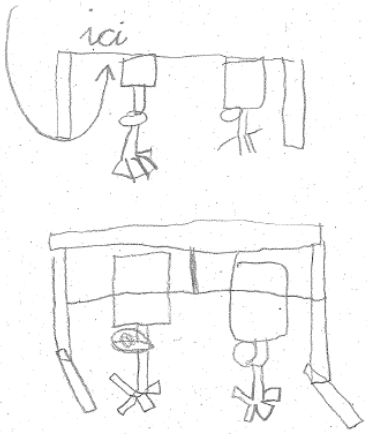


Figure 10 : Message écrit de l'élève Luc.

séance : faire seul le plan de la classe

Objectifs spécifiques :

- Représenter à main levée des volumes simples vue de dessus

Rappeler les expériences passées dans le but de les réinvestir

Matériel :

- ✓ Feuilles A4 avec les contours du plan de la classe
- ✓ Crayons gris et gommes
- ✓ Règles

Organisation :

- ⇨ Individuel

45 min.

- Les élèves dessinent, à main levée, le plan de la classe.
- Ils ont à leur disposition une feuille A4 avec les murs de la classe.
- Si besoin, ils peuvent se déplacer pour prendre des repères.
- Quelques élèves ont été interviewés quant à leur manière de procéder, aux aides utilisées et aux difficultés rencontrées.

Si besoin : détailler les plans par une dictée à l'adulte.

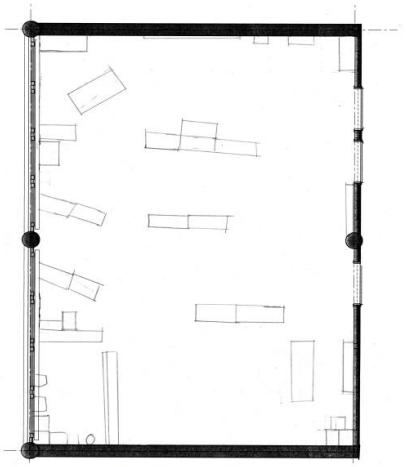


Figure 18 : Plan de l'élève Zoé.

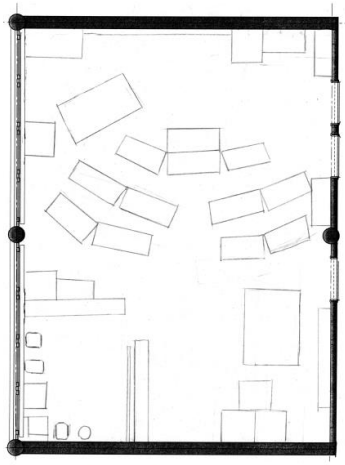


Figure 19 : Plan de l'élève Eloïze

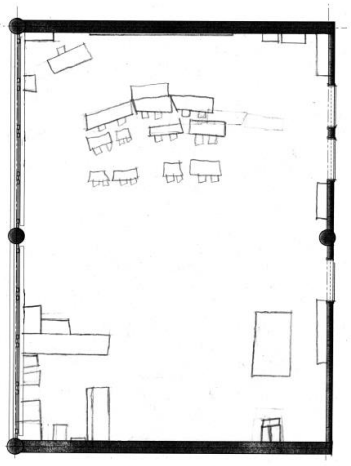


Figure 20 : Plan de l'élève Sara.

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

Résumé
Les programmes de l'année 2015 pour l'école élémentaire et le collège incitent les professeurs à développer chez tous les élèves des « *compétences mathématiques : chercher, modéliser, représenter, raisonner, calculer, communiquer* » (MEN, 2015, p. 79 (cycle 2), p. 203 (cycle 3) et p. 372 (cycle 4)). Nous avons conçu et mis en place, dans le cadre de la formation initiale des professeurs des écoles, un module visant parallèlement à développer ces compétences chez les étudiants de M1 (1ère année de Master MEEF) et à étudier avec eux des moyens de les développer chez les élèves des cycles 2 et 3. D'un point de vue didactique se pose la question de la transposition didactique (Chevallard, 1991 ; Conne et Brun, 1999 ; Conne, 2004) mais également celle de la représentation des mathématiques et de leur enseignement par les étudiants de ce Master. Dans cette communication, après avoir exposé notre module de formation, nous présentons les questions qu'il pose et le travail de recherche engagé pour y répondre dans le cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique (Robert et Rogalski, 2002). Les résultats obtenus permettent d'engager une réflexion sur les bénéfices que peuvent retirer des étudiants de leur formation initiale.

Depuis quelques années, la formation initiale des professeurs des écoles s'effectue, en France, dans le cadre universitaire des Écoles Supérieures du Professorat et de l'Éducation (ESPE). Les conditions de recrutement ont été modifiées : il est nécessaire pour les étudiants d'obtenir un Master MEEF[1] et, parallèlement, de réussir un concours (CRPE[2]). Le 43ème colloque de la COPIRELEM proposait de réfléchir à cette formation en termes d'enjeux pour les élèves, pour les futurs enseignants ainsi que pour les formateurs intervenant dans celle-ci. Notre communication porte sur des contenus de formation proposés aux étudiants lors de la première année du Master quand ils préparent simultanément les volets mathématique et didactique du concours ainsi que leur entrée dans le métier. Il s'agit pour nous, dans le cadre d'une recherche en cours, d'engager une réflexion sur ces contenus afin notamment de repérer les bénéfices que peuvent retirer les futurs professeurs des écoles de cette formation.

Après avoir présenté le cadre théorique de cette recherche et la méthodologie d'étude mise en œuvre, nous détaillons les contenus de la formation proposée puis analysons une séance en particulier. Les résultats de ces analyses permettent ensuite d'engager une discussion sur les éléments utiles pour la préparation au concours et l'entrée dans le métier.

I. PRÉSENTATION DE LA RECHERCHE

L'intérêt que nous portons dans le cadre de nos recherches aux pratiques des professeurs des écoles (Choquet, 2014, 2017) nous a conduit à interroger leur formation initiale. Dans cette partie, nous explicitons les questions posées, présentons le cadre théorique choisi ainsi que la méthodologie mise en œuvre afin d'y répondre.

1 Master MEEF : Métiers de l'Enseignement, de l'éducation et de la Formation

2 Concours de Recrutement au Professorat des Ecoles

1. Origine et questionnement

Les questions posées ici sur la formation initiale des professeurs des écoles sont à la fois liées à nos recherches sur leurs pratiques et à nos réflexions de formateur sur les contenus à proposer lors de la première année du Master.

L'année 2016 a vu la réorganisation des cycles d'enseignement de l'école et du collège, avec l'introduction notamment de deux nouveautés significatives : un nouveau cycle 3 à l'articulation école/collège qui comprend les classes de CM1, CM2 et 6ème (élèves de 8 à 11 ans) et l'injonction de d'articuler l'enseignement des mathématiques autour de six compétences (MEN, 2015). Ces nouvelles orientations nous ont conduit à repenser quelques éléments de la formation initiale des étudiants afin de les préparer notamment à la mise en œuvre de ces nouveaux programmes. La première question, directement issue de ce travail de formateur sur les contenus, est la suivante :

Q1 : Comment engager une réflexion avec des étudiants sur les injonctions officielles et notamment comment interroger en formation initiale les *six compétences mathématiques* à développer chez tous les élèves (MEN, 2015) ?

Il s'agit de déterminer et d'étudier des moyens de transmettre des savoirs, des savoir-faire aux étudiants en formation initiale ; ces savoirs et savoir-faire étant mathématiques ou didactiques.

Ce premier questionnement, directement lié à la lecture et compréhension des programmes en vigueur, interroge les compétences professionnelles en construction chez les futurs professeurs des écoles et leur pratique en devenir. Il rejoint en cela notre étude sur les pratiques des professeurs des écoles (Choquet, 2014) et s'inscrit dans le prolongement de recherches existantes sur les pratiques des enseignants débutants (Charles-Pézard, Butlen et Masselot, 2012). Ces derniers soulignent notamment que « *les difficultés mises en évidence dans les pratiques des débutants nous incitent, en tant que formateurs et chercheurs, à réfléchir davantage aux* ***différents types de savoirs*** *véhiculés en formation* » (Charles-Pézard, Butlen et Masselot, 2012, p. 15). Mais de quels types de savoirs est-il question ? Il convient de déterminer si certains savoirs et savoir-faire permettraient aux étudiants de devenir plus efficaces, plus performants dans leur pratique, dans leur enseignement des mathématiques. Pour cela, dans la recherche présentée lors de cette communication, nous étudions plus particulièrement les bénéfices de la formation proposée et faisons des hypothèses sur les savoirs et savoir-faire qui peuvent (ou pourraient) s'avérer utiles dans la construction de la pratique des futurs enseignants. Ce qui amène à poser une deuxième question :

Q2 : Dans quelle mesure les éléments étudiés en formation initiale permettent-ils un développement de compétences professionnelles chez un étudiant/futur professeur-stagiaire ?

Les deux questions interrogent la transmission et les conditions de transmission à des étudiants de différents types de savoirs mathématiques et didactiques utiles voire nécessaires à leur pratique future. En tenant compte du fait que « *[…] toute transmission de savoir comporte une part de re-création dévolue à son destinataire, qu'il s'agisse d'un individu ou d'une institution. Le problème didactique majeur consiste donc à comprendre les conditions de cette transmission / re-création. La didactique des mathématiques ne voit pas la création de savoirs nouveaux (invention) comme antérieure aux échanges des savoirs, mais au contraire, englobe les phénomènes de production dans ceux de diffusion* » (Conne, 2004, p. 63), nous considérons que ces questions renvoient en cela à un problème de transposition didactique (Chevallard, 1991) pour l'enseignement des mathématiques. La recherche en didactique des mathématiques peut contribuer à la questionner et à y apporter des éléments de réponse.

2. Cadrage théorique

Afin de répondre à ces deux questions, nous plaçons cette recherche dans le cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique (Robert et Rogaski, 2002). Les deux approches permettent d'aborder ce travail du point de vue de la didactique des mathématiques tout en tenant compte des spécificités du métier (d'enseignant). Robert et Rogalski (2002) considèrent les pratiques comme

complexes et cohérentes. Elles proposent de les étudier selon cinq composantes (cognitive, médiative, institutionnelle, sociale et personnelle) afin de les décrire et de les comprendre.

Les composantes cognitive et médiative concernent plus particulièrement l'enseignement proposé dans la classe. Avant la séance, l'enseignant fait des choix quant aux activités à proposer et au déroulement : il organise, prévoit « l'itinéraire cognitif » des élèves lors de la séance à venir qui renseigne la composante cognitive. Pendant la séance, il continue à faire des choix : il aide plus ou moins, il accélère par rapport au déroulement prévu ou, au contraire, laisse plus de temps aux élèves pour s'acquitter de leurs tâches. La composante médiative renvoie à ce qui est réellement proposé et demandé aux élèves. Ces deux composantes permettent de reconstituer quelles mathématiques sont proposées à la classe.

Les trois autres composantes permettent de tenir compte, dans les analyses des pratiques, des contraintes liées au métier. La composante institutionnelle examine les contraintes externes à la classe telles que les injonctions officielles, les horaires imposés et également les ressources disponibles. La composante sociale considère les individus entourant l'enseignant comme des groupes sociaux avec des règles de fonctionnement propres et des exigences envers l'enseignant. Il s'agit du groupe constitué par les élèves de la classe avec leur niveau scolaire, leurs origines sociales, leurs habitudes en termes de travail scolaire. Il s'agit également des groupes constitués par les parents d'élèves, par les collègues qui peuvent influer sur les choix de l'enseignant. La composante personnelle s'attarde sur les représentations personnelles de l'enseignant des mathématiques et de leur enseignement, sur son niveau personnel en mathématiques. Elle prend en compte en particulier le fait que la plupart des professeurs des écoles n'ont pas reçu de formation mathématique à l'université (Artigue, 2011) et se sentent même, pour certains d'entre eux, en difficulté par rapport à cette discipline et son enseignement.

Dans cette communication, en nous intéressant par une étude de cas à la formation initiale de professeurs des écoles, nous renseignons plus spécifiquement les composantes institutionnelle et personnelle de leur pratique. Nous obtenons des éléments sur ce qu'ils peuvent apprendre en formation initiale et également sur les contraintes institutionnelles qui pèsent déjà sur eux dès la première année de formation, du fait du Master et du concours.

3. Méthodologie d'étude

Nous sommes le formateur de ce groupe pour ce qui concerne l'unité d'enseignement intitulée « *Maîtriser les mathématiques et comprendre leur enseignement / apprentissage* ». Afin d'engager cette recherche, nous avons constitué un corpus au regard des données recueillies lors de le formation initiale d'un groupe de trente quatre étudiants en première année de Master MEEF. Le corpus retenu comprend :

- les contenus (prévus et réalisés) des séances de travaux dirigés (TD) ;
- l'enregistrement vidéo d'une séance de deux heures réalisée par une personne externe à la formation ;
- les productions des étudiants réalisées lors de la séance observée et lors d'évaluations (travaux réalisés en TD et concours blancs participant à l'évaluation notée de l'UE) ;
- plusieurs entretiens réalisés avec le groupe d'étudiants tout au long de l'année.

II. DÉROULEMENT DE LA SÉANCE OBSERVÉE

Dans cette partie, nous détaillons les enjeux de l'unité d'enseignement à travers des activités proposées aux étudiants puis nous présentons le déroulement et le contenu de la séance observée.

1. Présentation de l'Unité d'Enseignement

Cette communication s'intéresse à la formation d'un groupe d'étudiants en première année de Master MEEF EPD[3]. L'unité d'enseignement que nous questionnons, « *Maîtriser les mathématiques et comprendre leur enseignement / apprentissage* », fait partie d'un premier bloc interdisciplinaire intitulé « *Maîtriser et enseigner les savoirs des domaines d'apprentissage de* l'école ». Elle a pour double objectif de préparer au volet du concours de recrutement dédié aux mathématiques et à la prise en main de l'enseignement des mathématiques lors de stages.

Les enseignements sont répartis sur deux semestres, de septembre à mars, avant l'épreuve écrite du concours. Chaque étudiant bénéficie de 42 heures d'enseignement lors du premier semestre et de 28 heures d'enseignement lors du second semestre -en Travaux Dirigés (TD) et Travaux Pratiques (TP)-.

Les enjeux de formation sont répartis comme suit :

- Une appropriation et/ou une remobilisation de savoirs mathématiques
- Une approche par la didactique des savoirs mathématiques à maîtriser
- Un entraînement spécifique à des problèmes de « type concours »

Pour les atteindre, plusieurs types d'activités sont proposés aux étudiants. Les exemples détaillés ci-après sont disponibles en annexes (Annexe 1). Nous conseillons au lecteur de s'y référer afin de faciliter la lecture de ce paragraphe.

1.2 Aborder des savoirs et savoir-faire mathématiques

Des fiches (cf. figures 8 et 9 en annexe) rassemblant des exercices et des problèmes, sur des thèmes mathématiques du programme du concours, sont proposés deux semaines avant les Travaux Dirigés sur une plate-forme numérique *Madoc*[4]. Elles sont ensuite étudiées et partiellement corrigées lors des cours puis des éléments de correction sont déposés sur la plate-forme.

2.2 Remobiliser des savoirs mathématiques anciens par la didactique

Des documents favorisant la remobilisation et la compréhension de savoirs mathématiques au regard d'une étude didactique sont proposés (cf. figure 10). Dans ces énoncés, les points de vue mathématique et didactique des notions sont étudiés simultanément. Il s'agit par exemple ici de définir mathématiquement la notion de proportionnalité (par une fonction linéaire) puis d'envisager les procédures mobilisables par des élèves de l'école primaire. Le but est d'étudier des productions d'élèves selon deux enjeux (cf. figure 11) : d'une part, comprendre les différentes démarches et relever d'éventuelles erreurs ; d'autre part, faire le lien entre les procédures utilisées et des « *propriétés mathématiques implicitement mobilisées* ». L'objectif n'est pas seulement d'étudier une notion du point de vue de ce qu'en font les élèves à l'école primaire. Il s'agit d'engager les étudiants dans une réflexion sur le lien existant entre ce qu'en font les élèves à l'école (donc l'aspect didactique) et les propriétés mathématiques à étudier pour le concours.

3.2 S'entraîner à des sujets de type concours

Les sujets du CRPE, en plus d'évaluer une maîtrise des connaissances mathématiques, demandent aux candidats de montrer leurs capacités à analyser des productions d'élèves, des extraits de préparations de séances ou des extraits de manuels. Nous présentons ici un exemple dédié à l'analyse didactique d'un extrait d'un manuel existant (cf. figure 12).

Les questions posées par la grande majorité des sujets des années précédentes s'apparentent à une analyse *a priori* de la situation proposée : il s'agit d'indiquer la (ou les) procédure(s) attendue(s) des élèves, les savoirs mathématiques en jeu, les aides à prévoir. Elles engagent également une réflexion

3 Enseignement du Premier Degré

4 Plate-forme d'enseignement de l'Université de Nantes destinée à un usage pédagogique

didactique sur des thèmes mathématiques (telles qu'ici sur la technique opératoire de la soustraction). Cette réflexion ne peut être improvisée, elle nécessite un travail spécifique lors de la formation initiale des étudiants avant l'écrit du concours.

2. Déroulement de la séance analysée

Afin de contribuer à une réflexion sur la didactique des mathématiques, une séance est proposée lors du premier semestre, en novembre. Les enjeux de cette séance concernent l'approche des mathématiques par la résolution de problèmes et une première appropriation des nouveaux programmes proposés pour l'école primaire (MEN, 2015).

Nous montrons pour cela aux étudiants quels types de problèmes peuvent être proposés dans le premier degré, amorçons avec eux une lecture des programmes en attirant leur attention sur les *six compétences mathématiques* (Cf. Annexe 2) enfin les exerçons à ce que peut être, en didactique des mathématiques, une analyse *a priori*.

1.2 Premier temps : résolution par les étudiants d'un problème atypique

Après avoir présenté aux étudiants les enjeux de la séance, un problème est proposé sous forme d'un vidéogramme (visionné à deux reprises).

Figure 1 Le problème « La course »

Figure 2 Présentation de la séance

Afin de faciliter la compréhension du travail proposé et du problème « *La course* », nous avons transcrit ci-après l'énoncé. Nous rappelons qu'à aucun moment pendant la séance, les étudiants n'ont accès à cette transcription, ils ne disposent que du vidéogramme.

« *Nous sommes vendredi 12 juin. Il est très exactement midi et ce week-end, ont lieu les 24 heures du Mans automobiles. Il suffit de regarder le défilé incessant de voitures passant à proximité du Mans pour se rendre compte de l'impact de cette organisation sur la ville. Et ce flot ne s'arrêtera pas avant le départ de la course samedi. Si les retombées sont avant tout sportives, elles sont aussi économiques. En effet, ce sont huit voitures sur dix circulant sur cette portion d'autoroute qui passeront le week-end sur le circuit. De ce fait, tous les hôtels de l'agglomération mancelle sont complets depuis des mois, les restaurants seront ouverts une bonne partie de la nuit. L'institut de sondage MathSarthe estime qu'en moyenne chaque voiture se rendant à la course rapportera près de 750 euros net à la communauté urbaine du Mans. Quelle somme d'argent les voitures empruntant cette portion d'autoroute d'ici le départ des 24 heures rapporteront à la communauté urbaine du Mans ?* »

Une recherche individuelle (5 minutes) est engagée afin de mettre en avant les difficultés, les questions qui se posent et, éventuellement, des éléments de réponse. Des feuilles vertes sont distribuées à chaque étudiant. Une mise en commun intermédiaire (5 minutes) permet de recenser au tableau les questions et les différentes réactions des étudiants face à ce problème :

La question n'est pas claire.
Il manque des données : le nombre de voitures par minute, par heure.
Quelle est l'heure de départ de la course ?
Est-ce qu'on doit mettre en équation ?
La mise en équation est impossible.
On prend seulement 8/10 des voitures ou compte-t-on également les camions ?

Figure 3 Transcription du tableau après la mise en commun intermédiaire

Elle est suivie d'une recherche en petits groupes (20 minutes) pendant laquelle des ordinateurs sont disponibles afin de visionner à nouveau l'énoncé du problème (des feuilles bleues sont distribuées à chaque groupe) :

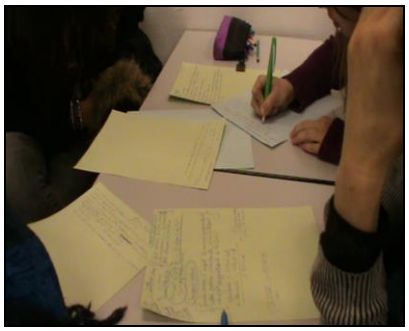


Figure 4 Recherche en groupes

Une mise en commun des procédures et des résultats est ensuite organisée (10 minutes). Elle permet à chaque étudiant de réaliser que diverses approches sont possibles et que le résultat annoncé dépend des choix faits par chaque groupe. Ce constat est ensuite approfondi lors du deuxième temps de travail sur ce problème.

2.2 Deuxième temps : analyse a priori du problème

En menant une analyse *a priori* du problème, nous visons le repérage et la compréhension des enjeux d'une telle activité pour des étudiants mais également les objectifs d'apprentissage pour des élèves de cycle 3. La discussion collective, suite à la mise en commun des résultats, s'oriente autour de ces questions :

- Quels savoirs sont-ils en jeu lors de la recherche/résolution de ce problème ?
- Quelles procédures sont-elles envisageables chez des élèves de cycle 3 (CM1/CM2/6e) ?
- Quelle mise en œuvre peut-on imaginer dans une classe de primaire ?

Un rappel par certains étudiants de l'expérience vécue juste avant permet d'imaginer ce que pourrait être cette séance dans une classe de cycle 3. Les principaux éléments sont notés au tableau :

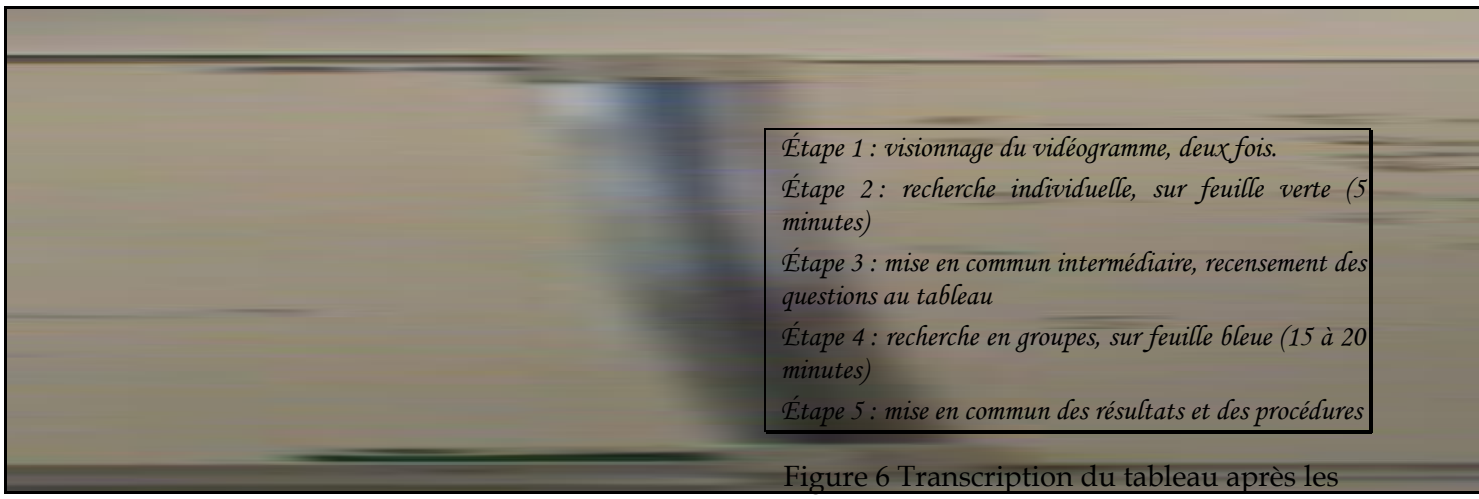


Figure 5 Tableau

Figure 6 Transcription du tableau après les échanges entre étudiants

La présentation par le formateur d'un autre problème du même type traité dans une classe de CE2/CM1/CM2 accompagnée de photos de la séance observée permet à chacun de visualiser ce qu'il est possible d'entreprendre en classe avec des élèves de cet âge.

La question des savoirs et savoir-faire en jeu conduit le groupe à interroger les instructions officielles en termes de résolution de problèmes, de savoirs et de compétences mathématiques. Elle engage alors à une lecture et une analyse des programmes de mathématiques.

3.2 Troisième temps : analyse d'un extrait des programmes

Les étudiants s'engagent dans un repérage de tout ce qui concerne la résolution de problèmes en mathématiques dans les instructions officielles et notamment dans la lecture de la page présentant *six compétences mathématiques* (MEN, 2015, p. 203).

Le travail d'analyse consiste dans un premier temps en la précision des termes utilisés. Il porte ensuite sur l'usage qui peut être fait du problème étudié précédemment afin de permettre un développement des six compétences mathématiques, en particulier des compétences *chercher*, *calculer* et *communiquer*.

Le bilan de cette séance de deux heures consiste, en rappelant les enjeux de la séance, à faire le parallèle entre un travail effectué par les étudiants et une séance envisageable en cycle 3 (en termes de gestion des différentes étapes de travail individuel et en groupes, de savoirs et compétences en jeu dans la recherche/résolution du problème, d'usage du tableau, …).

III. RÉSULTATS D'ANALYSE

1. La résolution du problème par les étudiants

Les étudiants lors de la recherche individuelle ont rencontré pour la plupart des difficultés pour entrer dans la résolution du problème (« *il manque des données* », « *c'est impossible à mettre en équation* », …). La mise en commun intermédiaire a permis de lever la majorité de ces difficultés et ils ont fait preuve ensuite d'une bonne maîtrise des savoirs mathématiques en jeu pour résoudre le problème.

Le fait de proposer un vidéogramme au lieu d'un énoncé « papier » les a déstabilisés, ils ont eu du mal à décider par eux-mêmes de visionner à nouveau le problème. L'encouragement du formateur à utiliser plusieurs fois le vidéogramme a donc été nécessaire pendant la recherche en groupes.

2. L'analyse *a priori* du problème en vue d'une séance en classe de cycle 3

Pour ce qui concerne l'analyse *a priori* du problème, plusieurs étapes de réflexion ont été nécessaires. Les étudiants ont bien cerné les savoirs mathématiques en jeu (conversion en heures/minutes, calcul de

sommes en euros, dénombrement). En revanche, le lien avec un travail sur des compétences mathématiques telles que chercher et communiquer a été difficile à établir : c'est cette difficulté – prévue par le formateur du fait d'étudiants au tout début de leur formation initiale – qui les a poussés ensuite à la lecture et l'étude des programmes de mathématiques en termes de résolution de problèmes et de développement de compétences.

De même, du fait du peu d'expérience de ces étudiants, les difficultés pour envisager des procédures d'élèves de cycle 3 et pour imaginer une mise en œuvre de l'activité en classe étaient prévues par le formateur. Le support d'un autre exemple, traitant du même type de problème sous forme d'un vidéogramme, a été utile pour repérer les interventions des élèves, leurs procédures et pour comprendre comment l'enseignant organise le travail autour du problème à résoudre. Il permet sans doute également à quelques étudiants, surpris par le vidéogramme, de se rendre compte que ce procédé est utilisé en classe par des professeurs des écoles (et que les élèves non seulement adhèrent au procédé mais surtout réussissent, avec ou sans l'aide de l'enseignant, à résoudre le problème).

3. Le travail sur les programmes de mathématiques

L'analyse *a priori* du problème a conduit naturellement l'ensemble des étudiants à entrer dans une lecture des instructions officielles avec une réelle envie de comprendre les termes utilisés. La première partie de la séance autour de la résolution et l'analyse du problème « *La course* » permet donc de dévoluer le travail sur les programmes.

L'étude d'un extrait (court) des programmes (cf. annexe 2) a montré aux étudiants outre l'ampleur du travail à accomplir afin de se préparer à la prise en main d'une classe mais surtout sa nécessité afin de préparer des activités, des séances au plus près des instructions officielles en vigueur.

Le travail a permis également d'engager une réflexion sur les questions à se poser, en tant qu'enseignant, pour préparer une séance : comment choisir un énoncé ? Quelle analyse a priori doit-on réaliser ? Quel support doit-on privilégier ? Quelles tâches peut-on proposer aux élèves ? Quel déroulement va-t-on prévoir ? Etc. Et pourquoi ?

Les enjeux de la séance proposée aux étudiants étaient de les faire entrer dans une lecture et analyse de instructions officielles ainsi que dans une réflexion sur l'enseignement des mathématiques centré sur la résolution de problèmes. Étant donnés les questions soulevées par le groupe et les échanges entre les étudiants tout au long de la séance, ces enjeux peuvent être considérés comme atteints.

IV. CONCLUSION ET DISCUSSION

Nous posions lors de cette communication deux questions Q1 et Q2. Nous avons présenté puis analysé une expérimentation réalisée avec un groupe d'étudiants de première année de Master MEEF. Nous concluons par le repérage, en lien avec le cadre théorique de la double approche, des bénéfices que les étudiants peuvent en retirer en termes mathématiques et didactiques, pour le concours comme pour leur future prise en main des classes. Nous revenons également sur la transposition didactique qui a lieu lors de ce type de séance en formation initiale ainsi que sur la discussion engagée avec les participants lors de notre communication. L'ensemble de ces résultats permet d'apporter des éléments de réponse à nos questions Q1 et Q2 qu'il reste à approfondir et à confronter à d'autres recherches en cours sur la formation initiale (des professeurs des écoles ainsi que des professeurs de mathématiques de collège/lycée).

1. Quels bénéfices pour la construction professionnelle des professeurs débutants ?

Nous avons placé cette étude dans le cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique. Suite à nos analyses, nous pensons que ce type de séances non seulement aident les étudiants à préparer le concours de recrutement mais qu'il peut également avoir des répercussions positives sur leur pratique en devenir. Les bénéfices de la séance renseignent notamment deux des composantes de leur pratique ou future pratique : les composantes institutionnelle et personnelle.

1.4 La composante institutionnelle

La réflexion engagée lors de la séance observée conduit les futurs professeurs des écoles à entrer dans la lecture des programmes en vigueur. Ils cherchent tous à comprendre les injonctions officielles en termes de résolutions de problèmes et de développement de compétences mathématiques. Ils se rendent ainsi compte de l'ampleur du travail à accomplir pour avoir une idée personnelle juste des attentes officielles et de sa nécessité afin d'envisager leur pratique des mathématiques en classe dans de bonnes conditions.

2.4 La composante personnelle

En résolvant le problème « *La course* », les étudiants se préparent au concours tout en développant pour eux-mêmes des compétences mathématiques. De plus, le travail proposé lors de la séance permet d'envisager une autre image de l'enseignement des mathématiques. Les étudiants peuvent ainsi réaliser qu'il ne s'agit pas seulement de proposer en classe des exercices d'entraînement mais que l'enseignement des mathématiques repose sur la résolution de problèmes, les recherches personnelles des élèves ainsi que sur le développement de compétences en particulier ici liées au raisonnement, à la communication de démarches et à la justification de procédures. Ces éléments en cours de construction chez la majorité des étudiants enrichissent la représentation qu'ils ont des mathématiques et de son enseignement, ils alimentent ainsi la composante personnelle de leur future pratique des mathématiques.

2. Quelle transposition didactique ?

Charles-Pézard, Butlen et Masselot (2012) engagent les formateurs à réfléchir eux différents types de savoirs véhiculés en formation. Nous pensons, après ce travail, que certains savoirs ou savoir-faire (liés à la didactique) sont à transmettre aux professeurs débutants afin de les engager dans un enseignement des mathématiques efficace, favorisant les apprentissages chez tous les élèves. Il s'agirait de les amener notamment à

- une lecture, une analyse et une compréhension des instructions officielles
- une représentation différente de l'enseignement des mathématiques
- une représentation de l'enseignement des mathématiques basée sur la résolution de problèmes et par suite sur le développement de compétences mathématiques.

Une tentative de transmission est présentée dans cette communication. Néanmoins, il nous reste à étudier plus précisément le phénomène de transposition didactique de ce type de savoirs et savoir-faire didactiques et à évaluer leurs conditions de transmission, par exemple en suivant et observant des étudiants tout au long de leur formation initiale jusqu'à leurs premières années de pratiques.

3. Discussion lors de la communication

Le problème proposé est apparu à la majorité des participants à l'atelier comme un moyen de développer des compétences mathématiques chez les étudiants et chez des élèves de cycle 3. Les étudiants construisent ces compétences pour eux-mêmes et la confrontation à ce type de problème engage dans la lecture et l'analyse des instructions officielles. Il permet le lien avec les programmes en vigueur en insistant notamment sur un moyen de répondre à l'injonction de centrer l'enseignement des mathématiques sur la résolution de problèmes.

Le lien voulu avec la vie courante dans le problème « *La course* » a été interrogé en termes de modélisation et de validation. Ce problème pose la question de la validation des solutions proposées. En effet, lorsque des réponses sont exposées par les groupes d'étudiants (ou d'élèves), qui doit les valider ou les invalider ? L'enseignant ? Est-il possible de prélever des réponses ailleurs (dans la réalité, sur Internet) et de les confronter à ce qui est exposé par les groupes ? Un lien a notamment été établi avec un travail effectué à partir de l'étude du problème *le géant* sur la compétence *modéliser* à l'école primaire (Wozniak, 2012). Il permet de prolonger la réflexion sur l'enseignement/apprentissage des mathématiques adossé au développement de *compétences mathématiques* préconisé dans les injonctions officielles de l'année 2015.

Nous concluons en soulignant que les échanges avec les participants lors de cette communication et les nombreuses questions soulevées montrent que la formation initiale des futurs professeurs des écoles est un sujet riche et passionnant. En effet, de nombreuses tentatives de formation sont mises en place dans les différentes ESPE en France, malgré toutes les contraintes existantes. La recherche en didactique des mathématiques se doit de continuer à faire de cette formation initiale un de ses terrains d'étude afin d'analyser, de comprendre les différentes actions menées et de valoriser celles qui permettent de développer chez les futurs professeurs des écoles des compétences professionnelles solides.

V. BIBLIOGRAPHIE

ARTIGUE, M. (2011). *Les défis de l'enseignement des mathématiques dans l'éducation de base*. Unesco. http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001917/191776f.pdf

CHARLES-PÉZARD, M., BUTLEN, D. & MASSELOT, P. (2012). *Professeurs des écoles débutants en ZEP : quelles pratiques ? Quelle formation ?* Grenoble, La pensée sauvage.

CHEVALLARD, Y. (1991). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. (2ème éd.) Grenoble. La pensée sauvage.

CHOQUET, C. (2014). Une caractérisation des pratiques de professeurs des écoles lors de séances de mathématiques dédiées à l'étude de problèmes ouverts au cycle 3, Thèse de Doctorat, Université de Nantes. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01185671/

CHOQUET, C. (2017). Profils de professeurs des écoles proposant des problèmes ouverts en mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 36, 11-47.

CONNE, F. & BRUN, J. (1999). La notion de compétence, révélateur de phénomènes transpositifs dans l'enseignement des mathématiques. In *L'énigme de la compétence en éducation*. J. Dolz J. et E. Ollagnier (Eds). *Raisons éducatives,* n°2, 1-2. Louvain-La-Neuve : De Boek université, 95-114. Disponible en ligne : http://www.unige.ch/fapse/publications-ssed/files/2314/1572/5507/Pages_de_95_ENCOED.pdf

CONNE, F. (2004). Problèmes de transposition didactique, *Petit x*, 64, 62-81.

MEN (2015). Programmes d'enseignement de l'école élémentaire et du collège. *Bulletin Officiel Spécial* n°11.

ROBERT, A. & ROGALSKI, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 2 (4), 505-528.

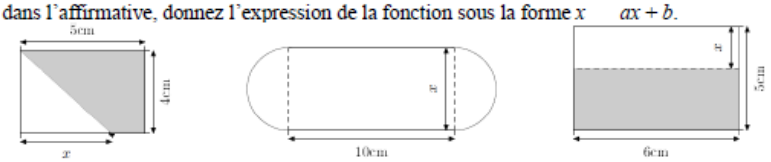
WOZNIAK, F. (2012). Analyse didactique des praxéologies de modélisation mathématique à l'école : une étude de cas. Éducation *et Didactique*. 6 (2), 65-88. Disponible en ligne : https://educationdidactique.revues.org/1471

VI. ANNEXE

ANNEXE 1

Exercice 4

Dites si les situations suivantes sont modélisables par des fonctions affines de la variable x ; dans l'affirmative, donnez l'expression de la fonction sous la forme $x \quad ax + b$.



1. l'aire du polygone grisé dans la figure n°1
2. le périmètre de la figure n°2
3. l'aire de la figure n°2
4. l'aire du rectangle grisé dans la figure n°3
5. le périmètre du rectangle grisé dans la figure n°3

Exercice 5 (d'après DNB)

Teva roule en scooter et tout à coup, il aperçoit un piéton. La distance de réaction est la distance parcourue entre le temps où Teva voit l'obstacle et le moment où il va ralentir ou freiner. Teva est en bonne santé, il lui faut une seconde en moyenne pour réagir.

1) Quelle est (en m) la distance de réaction de Teva s'il roule à 54 km/h ?
2) Reproduire et compléter le tableau suivant :

Vitesse en km/h	45	54	90	108
Distance de réaction en mètres				

3) On appelle x la vitesse, exprimée en km/h, à laquelle roule un conducteur. Exprimer, en fonction de x, la distance de réaction $d(x)$ (il faut une seconde en moyenne pour réagir) et tracer la représentation graphique de la fonction d.

4) Un conducteur roule à la vitesse de 30 km/h.
a. Déterminer graphiquement la distance de réaction de ce conducteur en m. On laissera apparents les traits de construction.
b. Retrouver le résultat de la question précédente par le calcul (en m). Le présenter sous forme de fraction irréductible, puis l'arrondir à l'unité.
c. En utilisant le graphique (on laissera apparents les traits de construction), donner la vitesse à partir de laquelle la distance de réaction est supérieure à 20 m.

Figure 7 Extrait Fiche de TD

1) Ce polygone est un trapèze (rectangle). Son aire est $((5 + (5 - x)) \times 4) / 2$, soit $((10 - x) \times 4) / 2$, ou $20 - 2x$. C'est l'expression de la fonction affine : $x \to -2x + 20$.
2) Le périmètre est la longueur de deux demi-cercles de diamètre x, soit la longueur d'un cercle de diamètre x, augmentée de deux fois 20 cm : $\pi x + 20$, expression de la fonction affine $x \to \pi x + 20$.
3) L'aire de cette figure est celle d'un rectangle de dimensions x et 10, augmentée de celle d'un disque de rayon $x / 2$: $10x + \pi(x / 2)^2 = 10x + \pi x^2 / 4$. Ce n'est pas l'expression d'une fonction affine.
4) Cette aire est $6(5 - x) = -6x + 30$, expression de la fonction affine $x \to -6x + 30$.
5) Ce périmètre est $2 \times 6 + 2 \times (5 - x) = 12 + 10 - 2x = -2x + 22$;
C'est l'expression de la fonction affine $x \to -2x + 22$.

1) 54 *km/h* = 54000 *m/h* = $\frac{54000}{3600}$ *m/s* = 15 *m/s*. La distance de réaction de Teva est 15 *m*.
2) Des calculs analogues à ceux-ci-dessus permettent de remplir le tableau :

Vitesse en *km/h*	45	54	90	108
Distance de réaction en mètres	12,5	15	25	30

3) $d(x)$ est la distance parcourue en une seconde : x *km/h* = $1000x$ *m/h* = $\frac{1000}{3600} x$ *m/s* = $\frac{5}{18} x$ *m/s*. Donc $d(x) = \frac{5}{18} x$.

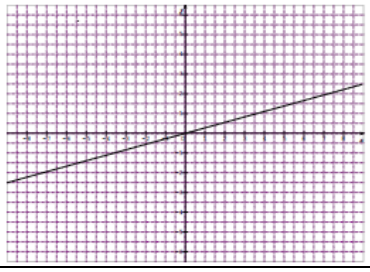


Figure 8 Extrait de Éléments de correction

I. Situation A

Le problème ci-dessous a été donné en évaluation à des élèves de cycle 3.

Énoncé A

À chaque saut, une sauterelle avance de 30 cm. Combien de sauts doit-elle faire pour parcourir 15 mètres ?

1-Dans cet énoncé, qu'est-ce qui indique que la situation est une situation de proportionnalité ?

2-Le problème a été proposé à 4 élèves, E1, E2, E3 et E4 dont les productions sont données en **annexe 2**. Pour chacun des 4 élèves

a. Expliquer, en argumentant à partir des traces écrites de l'élève, si la procédure qui semble avoir été utilisée témoigne d'une mise en œuvre correcte des propriétés mathématiques de la proportionnalité.

b. Émettre une hypothèse sur la cause des erreurs éventuelles.

3-D'un point de vue théorique, cette situation de proportionnalité peut être modélisée par une fonction linéaire du nombre de sauts.

c. Expliciter cette fonction.

d. Donner la réponse attendue en utilisant cette fonction.

II. Situation B

Le problème ci-dessous a été donné à des élèves à l'entrée en sixième.

Énoncé B

6 objets identiques coûtent 150 €. Combien coûtent 9 de ces objets ?

1-Dans cet énoncé, qu'est-ce qui indique que la situation est une situation de proportionnalité ?

2-D'un point de vue mathématique, qu'est-ce qui différencie cet énoncé du précédent ?

3-Proposer trois méthodes possibles pour résoudre cet exercice en cycle 3, et pour chacune expliciter les propriétés mathématiques utilisées.

Figure 9 Exemple d'énoncés remobilisant la notion de proportionnalité

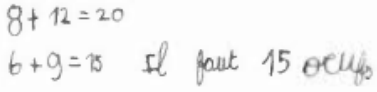
C. L'enseignant propose un autre exercice :

Lorsque je fais une mousse au chocolat pour 8 personnes, j'utilise 6 œufs.
Quand je fais une mousse au chocolat pour 12 personnes, j'utilise 9 œufs.
Combien faudra-t-il d'œufs si je fais une mousse au chocolat pour 20 personnes ?

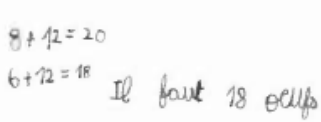
Analyser les quatre productions des élèves ci-dessous, en précisant les propriétés mathématiques implicitement mobilisées.

Auriane

Emeric



Nicolas



Kévin

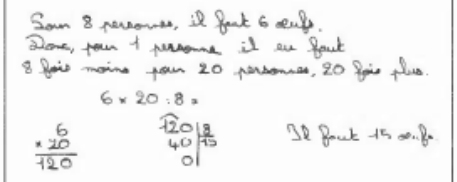
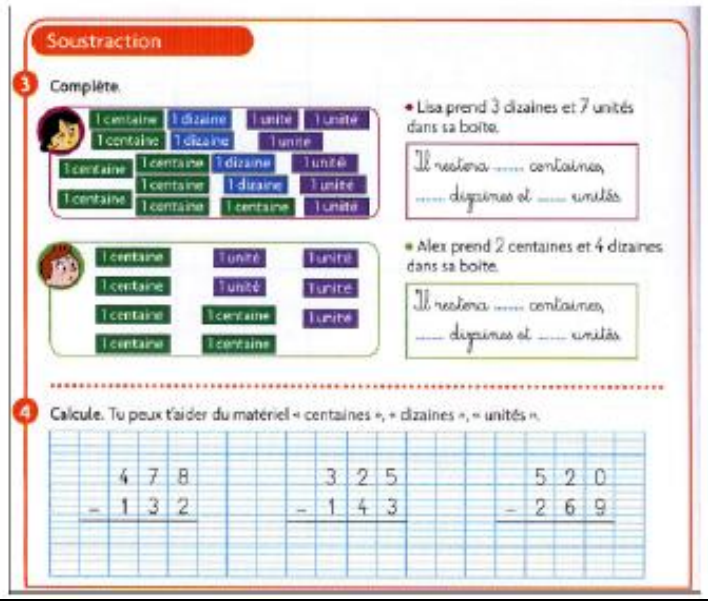


Figure 10 Exemple d'étude de productions d'élèves

Voici un extrait du manuel Cap Maths CE1 (Hatier):



Exercice 1 : (*extrait du Cap maths CE1, Hatier*)

Concernant l'exercice 3 :

Indiquer la procédure qui semble attendue en CE1 pour résoudre cet exercice 3.

Sur quelle propriété de notre système de numération, cette procédure s'appuie-t-elle ?

Quelle aide pourrait-on prévoir afin de palier aux difficultés de certains élèves ?

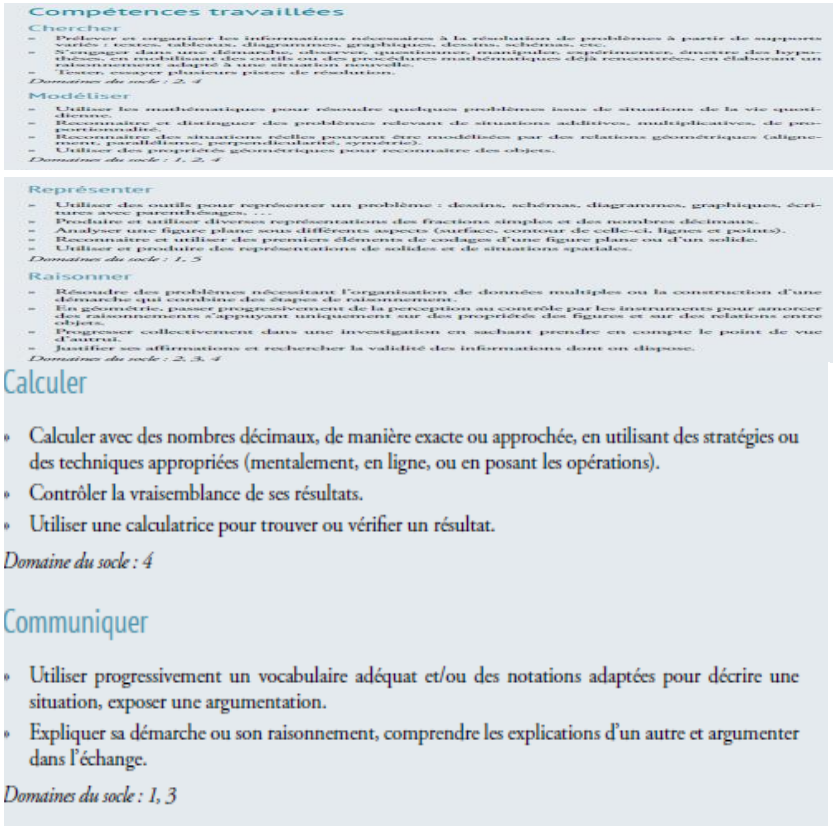
Concernant l'exercice 4 :

L'exercice 3 sert à préparer le travail sur une technique opératoire de la soustraction à utiliser dans l'exercice 4. Est-ce la technique traditionnelle française de la soustraction qui est travaillée ici ? Si ce n'est pas le cas, de quelle technique s'agit-il ?

Dans tous les cas, justifier la réponse en s'appuyant sur l'exemple de la soustraction posée dans l'exercice : 325 – 143.

Figure 11 Sujet s'inspirant du CRPE : analyse d'extrait de manuel scolaire

ANNEXE 2



Compétences travaillées

Chercher

- Prélever et organiser les informations nécessaires à la résolution de problèmes à partir de supports variés : textes, tableaux, diagrammes, graphiques, dessins, schémas, etc.
- S'engager dans une démarche, observer, questionner, manipuler, expérimenter, émettre des hypothèses, en mobilisant des outils ou des procédures mathématiques déjà rencontrées, en élaborant un raisonnement adapté à une situation nouvelle.
- Tester, essayer plusieurs pistes de résolution.

Domaines du socle : 2, 4

Modéliser

- Utiliser les mathématiques pour résoudre quelques problèmes issus de situations de la vie quotidienne.
- Reconnaître et distinguer des problèmes relevant de situations additives, multiplicatives, de proportionnalité.
- Reconnaître des situations réelles pouvant être modélisées par des relations géométriques (alignement, parallélisme, perpendicularité, symétrie).
- Utiliser des propriétés géométriques pour reconnaître des objets.

Domaines du socle : 1, 2, 4

Représenter

- Utiliser des outils pour représenter un problème : dessins, schémas, diagrammes, graphiques, écritures avec parenthèses, ...
- Produire et utiliser diverses représentations des fractions simples et des nombres décimaux.
- Analyser une figure plane sous différents aspects (surface, contour de celle-ci, lignes et points).
- Reconnaître et utiliser des premiers éléments de codages d'une figure plane ou d'un solide.
- Utiliser et produire des représentations de solides et de situations spatiales.

Domaines du socle : 1, 3

Raisonner

- Résoudre des problèmes nécessitant l'organisation de données multiples ou la construction d'une démarche qui combine des étapes de raisonnement.
- En géométrie, passer progressivement de la perception au contrôle par les instruments pour amorcer des raisonnements s'appuyant uniquement sur des propriétés des figures et sur des relations entre objets.
- Progresser collectivement dans une investigation en sachant prendre en compte le point de vue d'autrui.
- Justifier ses affirmations et rechercher la validité des informations dont on dispose.

Domaines du socle : 2, 3, 4

Calculer

- Calculer avec des nombres décimaux, de manière exacte ou approchée, en utilisant des stratégies ou des techniques appropriées (mentalement, en ligne, ou en posant les opérations).
- Contrôler la vraisemblance de ses résultats.
- Utiliser une calculatrice pour trouver ou vérifier un résultat.

Domaine du socle : 4

Communiquer

- Utiliser progressivement un vocabulaire adéquat et/ou des notations adaptées pour décrire une situation, exposer une argumentation.
- Expliquer sa démarche ou son raisonnement, comprendre les explications d'un autre et argumenter dans l'échange.

Domaines du socle : 1, 3

Figure 12 Extrait Bulletin Officiel Spécial n°11, cycle 3, p.203

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.

Si la formation des professeurs des écoles a évolué ces dernières années en France, notamment suite à la nécessité d'obtenir un master, il reste un problème constant pour les formateurs : optimiser le peu de temps dont ils disposent pour former les étudiants, à la fois sur le plan mathématique et didactique, les préparer à obtenir le concours de recrutement de professeur des écoles, mais aussi à être enseignant ; l'expérience nous incitant à penser que les deux ne sont pas nécessairement liés. C'est dans cet esprit que s'insère ce texte, à la suite des communications à la COPIRELEM sur l'utilisation de pliages et de constructions à la règle et au compas (Jore, 2013), ou de la règle à bords parallèles (Celi & Jore, 2014), en formation des M1. Il s'agit cette fois d'exploiter une autre situation : la construction d'un cône.

La consigne donnée aux étudiants est simple : « Vous devez construire un cône dont la base a un rayon de 6 cm et de hauteur 8 cm ». Les lecteurs qui ne sont pas familiers de cette situation pourront lire directement une solution en annexe.

Remarque. Un problème se pose quant à l'utilisation du mot patron. Celui-ci est sans aucune difficulté utilisé pour les polyèdres. Il s'agit d'une figure plane en un seul morceau qui, par pliage, va permettre de construire le solide attendu, sans trou ni recouvrement. Pour le cône, il faudra accepter que le contact entre les deux éléments (disque pour la base du cône et portion de disque pour la surface latérale), ne se fasse qu'en un seul point. Du point de vue théorique, puisqu'il y a un point de contact, on peut considérer qu'il n'y a qu'un seul morceau. Bien sûr, du point de vue pratique, c'est un plus compliqué au moment du découpage… L'expression « représentation plane » étant trop vague parce qu'elle recouvre différents types de représentations, et n'ayant pas trouvé de terme spécifique pour le cône ou le cylindre par exemple, nous avons choisi de garder ce terme de patron pour le cône.

I - POUR QUI ? POUR QUOI ?

1 Le contexte

La population qui nous intéresse est celle des futurs professeurs des écoles, dans leur première année de formation en Master, l'année où ils présentent le concours de professeur des écoles.

1.1 Une population hétérogène, peu scientifique

Ces étudiants ont des parcours très variés, puisqu'ils peuvent avoir passé un diplôme à Bac + 3 dans n'importe quel domaine, voire pas de diplôme du tout pour certains cas particuliers. Certains peuvent avoir fait des suppléances, allant de quelques semaines à quelques années. Certains ont suivi en licence des enseignements de formation préprofessionnelle aux métiers de l'enseignement, avec ou non des stages en établissement scolaire, en école ou ailleurs. Mais la différence la plus significative pour ce qui nous intéresse ici est leur niveau de connaissances et de compétences en mathématiques, et plus particulièrement en géométrie dans l'espace. Si quelques-uns d'entre eux sont titulaires d'un baccalauréat puis d'une licence scientifique, ils sont peu nombreux. La plupart ont fait très peu de mathématiques depuis le lycée, parfois même déjà au lycée, et quasiment jamais de géométrie après leur baccalauréat. Une difficulté se pose donc pour le formateur s'il veut proposer à tous ses étudiants une activité qui permette de travailler ensemble, sans que les uns s'ennuient (parce qu'elle serait trop simple pour les scientifiques), ni que les autres soient perdus (parce qu'elle serait trop complexe pour les moins armés en mathématiques).

1.2 Des objectifs multiples dans un temps limité

L'objectif de cette première année de master est double : permettre aux étudiants de réussir le concours de recrutement de professeur des écoles, c'est leur préoccupation majeure, mais aussi de se former pour être enseignant, ce qui est surtout la préoccupation des formateurs. Ces deux objectifs ne sont pas toujours faciles à faire cohabiter, certaines questions du concours étant parfois loin des problèmes du terrain. Proposer des activités qui permettent de faire les deux simultanément est alors le travail du formateur, d'autant plus que le temps qui lui est imparti est souvent assez limité.

2 Une certaine idée de la formation

La stratégie de formation qui répond à ces objectifs multiples relève de plusieurs modèles. Nous reprenons ici la classification de Kuzniak (Kuzniak, 1994) pour décrire les différents aspects de notre situation de formation.

2.1 Stratégie culturelle

Dans le cadre de la préparation du concours, il s'agit avant tout de rendre l'étudiant capable d'effectuer un patron de cône. Il y a là une connaissance mathématique qu'il faut construire, car elle est inexistante chez la plupart des étudiants, même les scientifiques. La stratégie utilisée peut donc être d'abord de ce point de vue considérée comme culturelle, du fait que : *« Les stratégies culturelles […] privilégient l'accroissement des connaissances dans le domaine mathématique sans préjuger de la mise en œuvre opérée dans les classes par les étudiants […] Ces stratégies intègrent avant tout le savoir qui fait l'objet de tous les efforts des formateurs : les mathématiques » (Kuzniak, 1994, p. 47).*

2.2 Stratégie basée sur l'homologie

Là où nous nous différencions de stratégies seulement culturelles, c'est que nous nous soucions de la mise en œuvre des connaissances mathématiques dans les classes par les étudiants. Il s'agit donc en partie d'une situation d'homologie : *« Stratégie où le professeur utilise (ou tente d'utiliser) un mode de transmission identique à celui qu'il souhaite voir utiliser par ses étudiants lorsque ceux-ci enseignent dans les classes* (*Kuzniak, 1994, p. 51)*. Le modèle que nous retenons est le modèle constructiviste ou socio-constructiviste. Il s'agit donc de faire vivre aux étudiants une situation mathématique qui soit une situation-problème, nous reviendrons un peu plus loin sur cet aspect, dans le cadre d'un travail de

groupe qui doit favoriser des interactions permettant ainsi à l'élève de faire avec les autres ce qu'il n'aurait pas pu faire seul.

2.3 Stratégie basée sur la transposition

« Les stratégies basées sur la transposition se différencient radicalement des précédentes par l'insistance qu'elles accordent à la transmission d'un savoir de référence. Elles se rapprochent ainsi des stratégies culturelles mais prennent en compte la professionnalisation des étudiants à la différence de ces dernières uniquement fixées sur les connaissances mathématiques. » (Kuzniak, 1994, p. 53). Parmi elles, Kuzniak distingue : *« les stratégies basées sur l'homologie enrichies par la didactique » (Kuzniak, 1994, p. 54)*. C'est dans ce type de stratégies de formation que nous nous inscrivons, dans la mesure où nos objectifs sont multiples : développer des connaissances et compétences mathématiques (autour du patron de cône), mais aussi pédagogiques et didactiques, dirigées vers la troisième partie de l'écrit de mathématiques du concours de professeur des écoles mais aussi vers la formation professionnelle de ces futurs enseignants. Nous développerons dans la suite les aspects pédagogiques et didactiques qui vont pouvoir être travaillés à partir de cette situation de formation.

II - ASPECTS MATHÉMATIQUES

Nous allons dans cette partie présenter la première partie de la séance.

1 Construction d'une pyramide

À la séance précédente, un autre patron est travaillé : celui d'une pyramide. La consigne est : construire une pyramide à base carrée de 15 cm de côté et de 10 cm de hauteur. Il n'est pas précisé dans l'énoncé si la pyramide doit être droite. C'est en général cependant ce que les étudiants construisent, au moins dans un premier temps. Les groupes les plus rapides sont ensuite invités à construire un « coin de cube » respectant les mêmes contraintes, c'est-à-dire une pyramide à base carrée dont le sommet se projette perpendiculairement sur un sommet de la base. En dernière intention, quand un groupe résout rapidement ces deux problèmes, un dernier défi est proposé : un point A est marqué de manière aléatoire sur la base carrée de 15 cm de côté sur une des pyramides construites précédemment et il s'agit alors de construire la pyramide à base carrée de 15 cm de côté et de hauteur 10 cm dont le sommet se projette perpendiculairement sur le point A.

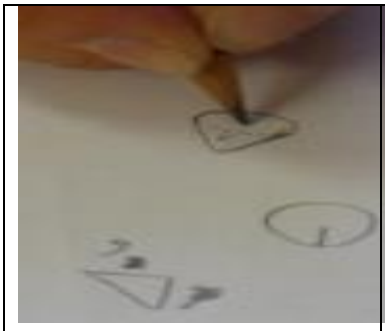
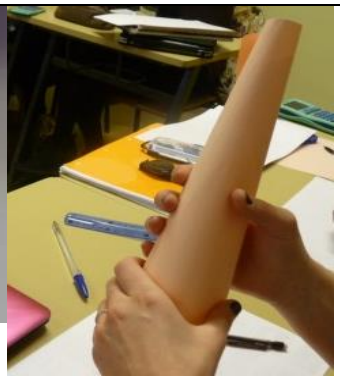
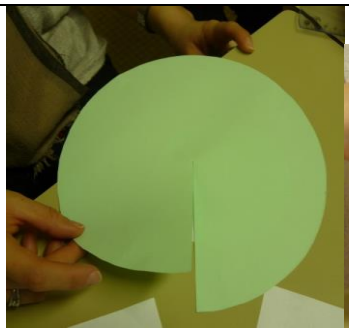
La construction de la première pyramide permet de faire émerger une difficulté : comment obtenir la bonne hauteur ? Elle permet en particulier de faire la distinction entre la hauteur de la pyramide et le côté d'une face triangulaire, ou la hauteur d'une face triangulaire. Nous ne détaillerons pas cette séance mais nous comprenons ainsi que, lorsque les étudiants vont ensuite travailler sur le cône, la différence entre hauteur du cône et longueur des segments de génératrices qui délimitent le cône doit être facilement repérée.

2 Construction d'un cône

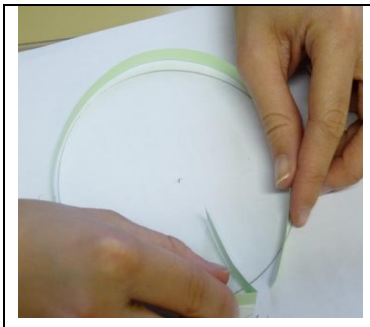
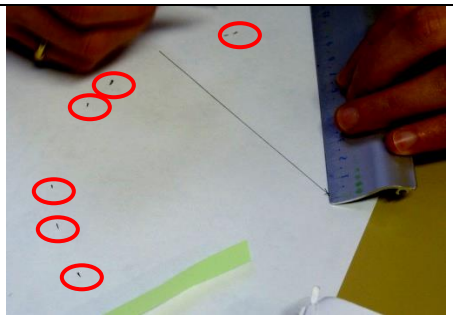
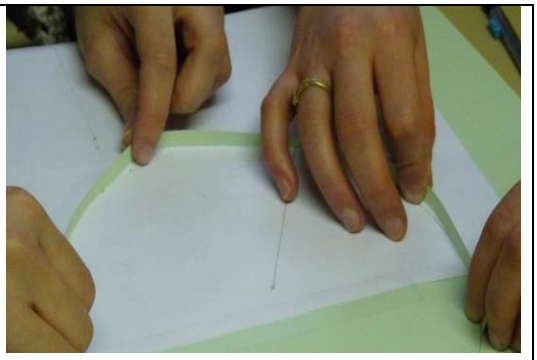
La séance sur le cône commence par la consigne : « Vous devez construire un cône dont la base a un rayon de 6 cm et de hauteur 8 cm ». Les étudiants sont installés par groupes de 3 ou 4. Du matériel est disposé sur une table au centre de la salle : feuilles de papier A3, scotch, ciseaux, pour éviter que le matériel ne soit un souci.

2.1 Un premier patron par tâtonnement

Très vite, les groupes se mettent au travail, avec des productions variées. Pour une partie des groupes, le premier enjeu est de prendre conscience que le patron va être constitué d'un disque et d'une portion de cône, ce qui n'est pas évident pour tous *a priori* !

		
Groupe 1 Dessin d'un cône en perspective.	Groupe 2 Rouler la feuille pour se donner une idée de la forme du patron.	Groupe 3 Inspiration chapeau chinois : tracer un cercle, découper, faire une fente jusqu'au centre et superposer.

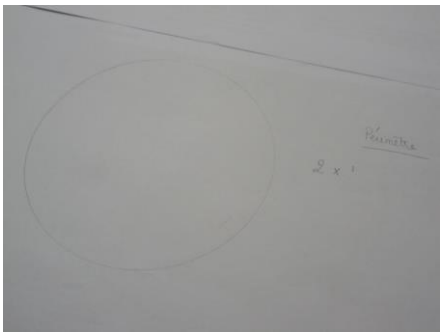
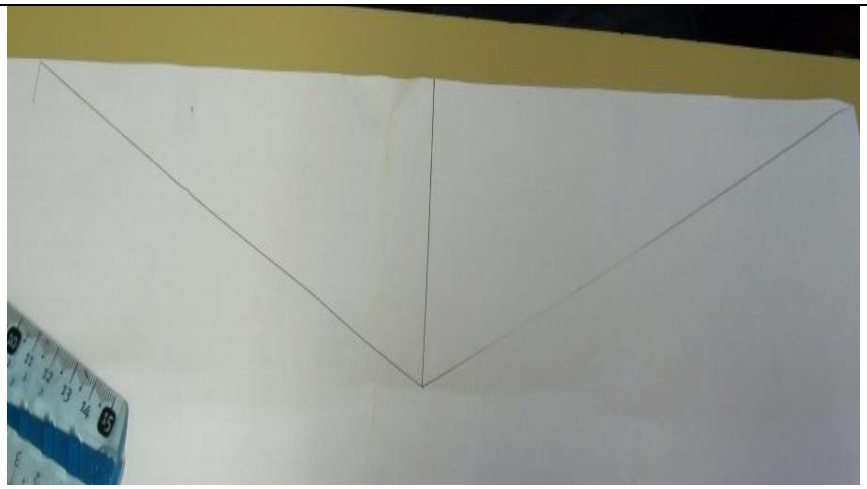
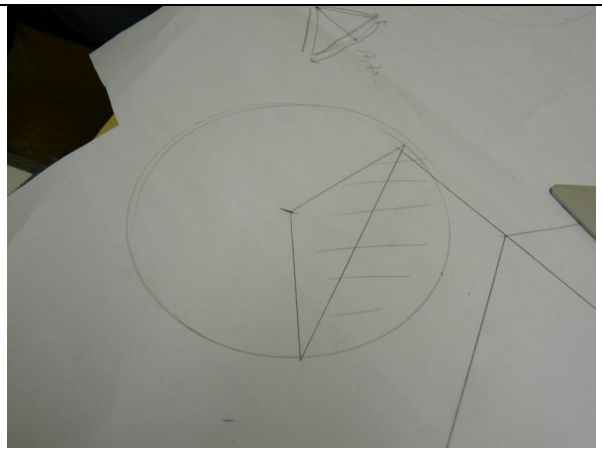
Pour certains, le nombre de connaissances non disponibles[1] est assez important. Prenons l'exemple de ce groupe 4 :

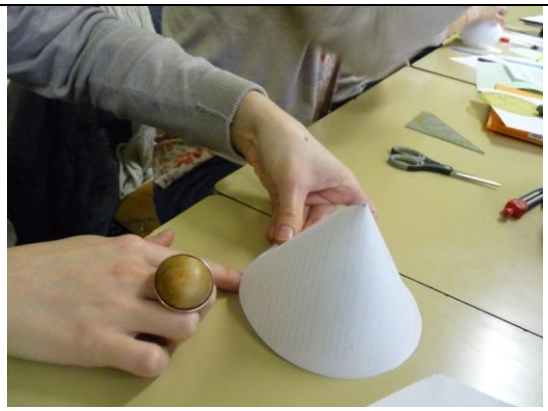
		
Ils ne sont pas à l'aise dans les calculs et il faut leur suggérer des outils pour reporter une mesure.	Bien sûr, ils savent que les points d'un cercle sont tous à la même distance du centre mais quand il s'agit de placer des points à 10 cm du centre, le compas n'est pas l'instrument qui leur vient à l'esprit…[2]	Avec ce groupe, l'objectif de travail sur la proportionnalité entre longueur de l'arc et mesure de l'angle sera momentanément laissé de côté au profit d'une réflexion sur le cercle.

Petit à petit, les groupes construisent le cône attendu, comme le montre cet exemple pour le groupe 5 :

[1] Robert (1995, p. 12) définit ainsi les connaissances mobilisables et les connaissances disponibles : *« Nous distinguons pour les élèves : le fait d'utiliser des connaissances indiquées ; le fait de penser à utiliser des connaissances alors que rien n'est indiqué à leur propos. Dans le premier cas, nous dirons que les élèves savent* mobiliser *leurs connaissances (par exemple employer un théorème ou une technique clairement signalés). Nous parlerons de connaissances mobilisables. Dans le second cas, nous parlerons de connaissances* disponibles*. Cela ne peut être le cas que si les documents fournis aux élèves ne sont pas extraits d'un chapitre du manuel ».*

[2] Les cercles ont été ajoutés pour montrer le travail des étudiants qui placent un à un une dizaine de points à 10 cm du centre avant de se rendre compte qu'ils auraient pu utiliser le compas !

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td><u>Étape 1</u> : « On trace un cercle de rayon 6 cm. »</td><td><u>Étape 2</u> : « On calcule le périmètre du cercle.
Ensuite on trace un triangle de base le périmètre du cercle de 6 cm et de hauteur 8 cm. On découpe mais cela n'aboutit pas. »</td></tr>
<tr><td>
 </td><td>  </td></tr>
<tr><td><u>Étape 3</u> : « On fait une petite maquette de cône, on découpe pour le poser à plat et on se rend compte que dans le patron, il y a un arrondi. »</td><td><u>Étape 4</u> : « On cherche à connecter le périmètre du cercle de 6 cm et l'arrondi qu'il doit y avoir dans le patron.
On utilise le théorème de Pythagore dans le triangle rectangle dont les côtés mesurent 6 cm et 8 cm, on trouve 10 cm et on trace un cercle de rayon 10 cm. On se rend compte qu'il faut « enlever » une partie de ce disque. »</td></tr>
</table>

	
Étape 5 : « *Par tâtonnement, on enlève en découpant une partie du disque pour que le « cône » s'ajuste avec la base du disque de rayon 6 cm.* »	Étape 6 : « *On mesure avec un rapporteur l'angle sur la partie que l'on a découpée et on trouve 146 degrés.* »

2.2 Un second patron par calcul

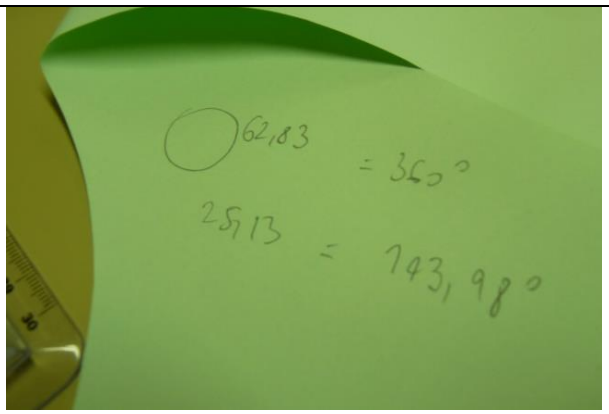
Au fur et à mesure que les groupes ont obtenu un patron par tâtonnement, ils sont invités à en obtenir un directement en déterminant l'angle du secteur de disque *a priori*. Même si la plupart des groupes met en œuvre la méthode décrite en annexe, il est intéressant de repérer quelques démarches qui permettent d'obtenir le résultat, et qui ne sont pas forcément celles attendues *a priori*. Elles sont favorisées par les valeurs numériques choisies, et en particulier le rapport simple $(\frac{6}{10})$ entre le rayon et par conséquent le périmètre des deux cercles qui entrent en jeu.

Le groupe 6, par exemple, construit un tableau de proportionnalité, qui n'est pas celui attendu *a priori* :

Rayon (en cm)	10	6
Périmètre du cercle (en cm)	$2\times\pi\times10$	$2\times\pi\times6$

puis formule ainsi son raisonnement : « *pour passer de* 20π *à* 12π*, il y a une baisse de 40 %. Il faut donc enlever 40 % du disque de rayon 10 cm. 10 %, c'est 36°, donc 40 %, c'est* $4\times36°=144°$ ».

Reprenons le groupe 5 cité précédemment et regardons la suite de leur travail. Ce groupe travaille également sur ce qu'il faut enlever, mais de manière un peu différente du précédent.

	
Étape 7 : « *On cherche à retrouver ces 146° par le calcul.* *Suite à la remarque d'un autre étudiant, on cherche à faire le lien avec 360° ».*	Étape 8 : « *Le périmètre du cercle de rayon 10 cm est d'environ 62,8 cm.* *62,8 cm cela correspond à 360°.* *La longueur de l'arc de cercle que l'on a enlevé est : 62,8 – 37,7 (valeur approchée du périmètre du cercle de rayon 6 cm), c'est-à-dire 25,1 cm.*

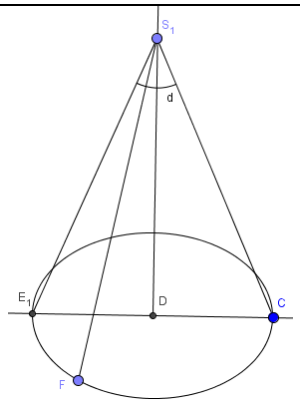
	25,1 cm, cela correspond à environ 144°. *Ça marche on avait mesuré au rapporteur 146° et par le calcul, on trouve 144° »*

2.3 Mise en commun

Quand tous les groupes ont obtenu un patron de cône, avec ou sans calcul de l'angle qui détermine la portion de disque, une phase de mise en commun des procédures et de mise en évidence de la procédure experte va être faite. Elle est l'occasion d'insister sur plusieurs aspects.

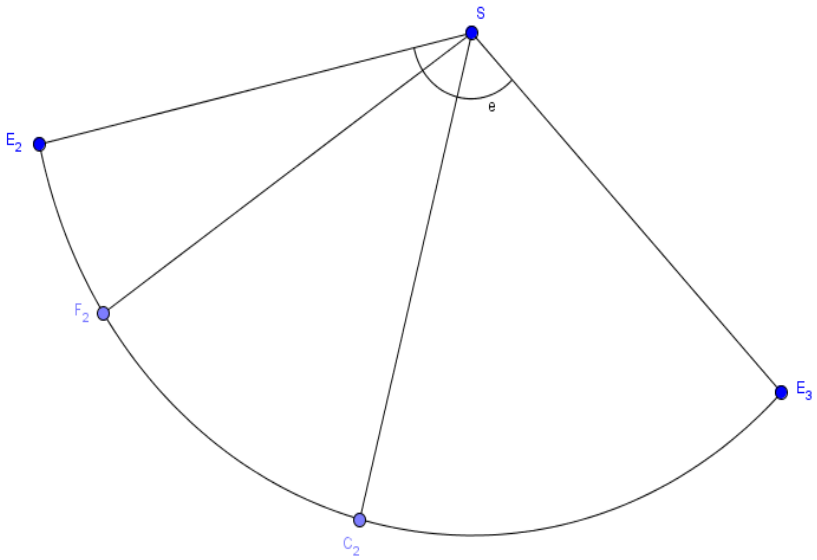
Le premier d'entre eux est bien sûr l'élément qui a posé le plus de difficultés aux étudiants : le repérage de la proportionnalité entre la longueur de l'arc et l'angle qui intercepte cet arc sur un cercle, en faisant observer l'effet sur la longueur de l'arc si on prend le disque entier, ou la moitié, ou le quart. Il s'agit de faire verbaliser que prendre un quart de cercle, c'est aussi prendre un quart de l'angle, mais aussi un quart de la longueur de l'arc. Cette relation est alors certes formalisée dans un tableau de proportionnalité (cf. annexe), mais aussi sous la forme d'une égalité qui met en évidence cette proportionnalité : pour un cercle de rayon fixé R, la longueur L en centimètres de l'arc α intercepté par l'angle est $L = R\alpha$ si α est exprimé en radians et R en centimètres. Cette formule a peu d'intérêt du point de vue pratique dans la suite puisque les angles sont rarement exprimés en radians, mais elle permet de mettre en évidence la linéarité de la relation, pour peu qu'un travail ait été fait sur la proportionnalité et les fonctions linéaires par ailleurs.

Un second aspect est mis en évidence, qui est la nécessité dans cet exercice de travailler sur différents types de représentations planes du cône, et de faire des liens entre ces différentes représentations. On utilise en général un dessin en perspective cavalière pour rassembler les informations dont on dispose. Sur cette représentation en perspective, on va pouvoir mettre en évidence un triangle rectangle qui permettra de déterminer la longueur des segments de génératrices du cône. On a alors implicitement superposé une vue de face ou, si on préfère, une vue en coupe du cône, selon un plan perpendiculaire à la base et qui passe par l'axe de symétrie du cône. Dans un second temps, il faudra obtenir le patron du cône, qui est une autre forme de représentation plane du cône. Une des difficultés est de faire le lien entre ces trois types de représentations, voir sur chacune d'elles les segments de génératrices, ne pas voir sur le morceau de patron l'angle au sommet qui apparaît sur la représentation en perspective cavalière (les étudiants, au moment de déterminer l'angle de la portion de disque qui va constituer la partie non plane du cône, notée e sur la figure ci-dessous à droite, pensent en première intention que cet angle est égal à l'angle, noté d ci-dessous à gauche, qui apparaît au sommet du cône sur la perspective cavalière. Certains se lancent dans des calculs de trigonométrie pour essayer de le déterminer).



Superposion de **deux** représentations :

- Une perspective cavalière du cône
- Une coupe selon un plan vertical passant par l'axe du cône.



Représentation plane d'un morceau du patron de cône.

III - SYNTHÈSE DIDACTIQUE

Dans la première partie de la séance, les étudiants ont construit un patron de cône puis le formateur a explicité ou fait expliciter une procédure experte pour résoudre le problème. La seconde partie va consister en une analyse didactique de cette première partie. Le postulat est que cette analyse peut permettre simultanément de renforcer les connaissances mathématiques travaillées précédemment mais aussi de favoriser la construction de concepts didactiques utiles pour les professeurs des écoles.

1 Les difficultés de la situation

Une première entrée est celle des difficultés de la situation.

1.1 Une connaissance non disponible[3]

La première de ces difficultés est la proportionnalité entre la longueur de l'arc de cercle et l'angle qui l'intercepte sur le cercle. D'une part, il est intéressant de faire repérer comment certains groupes ont exploité de manière implicite cette proportionnalité (groupe 6, par exemple), sans être capables de la verbaliser. Les étudiants peuvent alors prendre conscience que reconnaître une situation de proportionnalité n'est pas nécessairement un préalable à sa résolution. De ce fait, l'institutionnalisation est indispensable : c'est elle qui permet de passer de l'implicite à l'explicite, étape nécessaire à défaut d'être suffisante pour un réinvestissement de la connaissance.

D'autre part, les différentes étapes que le formateur a mises en place peuvent être explicitées :

- faire émerger cette relation au travers d'un raisonnement du type : si l'angle est deux fois plus grand, la longueur de l'arc de cercle est deux fois plus grande, raisonnement caractéristique de la proportionnalité, très souvent utilisé avec les élèves à l'école ;
- formaliser cette relation dans un tableau ;
- formaliser cette relation par une relation algébrique, et faire le lien entre fonction linéaire et proportionnalité.

L'idée est ici de montrer comment on a multiplié les points d'appui, les cadres en jeu, pour favoriser la construction et la mémorisation de la connaissance visée.

1.2 Multiplicité des concepts en jeu

Une deuxième difficulté est la multiplicité des concepts mathématiques qui entrent en jeu dans cette situation. Une liste, probablement non exhaustive, peut être faite dans un tableau comme le suivant :

Domaines mathématiques	Connaissances	Capacités
Organisation et gestion de données	Proportionnalité	Repérer la proportionnalité entre angle et longueur de l'arc Déterminer une quatrième proportionnelle (Utiliser les pourcentages)
Nombres et calculs	Carrés Racines carrées Nombre π	Calculer avec le théorème de Pythagore : utiliser les carrés et les racines carrées Calculer avec des valeurs exactes/approchées
Géométrie plane	Théorème de Pythagore Cercle Secteur angulaire	Appliquer le théorème de Pythagore pour déterminer la longueur de l'hypoténuse d'un triangle rectangle Utiliser le compas pour tracer des (grands) cercles et des arcs de cercles

[3] au sens de Robert (1995, p. 12)

Géométrie dans l'espace	Cône, génératrice Patron Perspective cavalière Coupe	Se représenter l'objet cône dans l'espace Passer de l'espace au plan, du plan à l'espace Passer d'un mode de représentation du cône à un autre
Grandeurs et mesures	Formule de la longueur du cercle Angle Longueur	Appliquer la formule de la longueur du cercle Utiliser le rapporteur pour construire un angle de mesure donnée

Ce tableau met en évidence la complexité, et donc la richesse, de la situation. C'est en outre l'occasion de retravailler avec les étudiants différents domaines mathématiques, et notamment de distinguer celui des grandeurs et mesures et celui de la géométrie : l'angle est plus souvent attaché par les étudiants à la géométrie qu'au domaine des grandeurs. Les concepts de connaissance et de capacité (ou compétence) peuvent également être revus.

1.3 Représentations planes des solides

Une troisième difficulté, déjà signalée, est le fait que plusieurs représentations planes du cône sont nécessaires parce que complémentaires, dans cet exercice, et il faut s'entraîner à passer de l'une à l'autre. Comme toute représentation plane d'un solide, chacune d'elles conserve certaines des propriétés du solide, mais jamais toutes. On peut notamment repérer que :

- La perspective cavalière ne conserve pas toutes les longueurs : les segments [SE] et [SF] par exemple sont représentés par des segments qui ne sont pas de la même longueur.
- Elle ne conserve pas non plus les angles. Si l'angle SDC est facilement reconnu comme un angle droit, l'angle SDF qui en est un aussi est représenté par un angle obtus.
- Sur le patron, certains points apparaissent plusieurs fois (le point E dans l'exemple ci-dessus).

2 Une situation-problème

Une deuxième entrée est celle de la typologie des problèmes. Nous avons annoncé, dans ce texte et aux étudiants, que la situation présentée est une situation-problème, au sens de Arsac & al. (1991). Ce type de situation est souvent conseillé aux étudiants pour leur permettre de faire construire aux élèves des connaissances mathématiques. Il est intéressant d'en étudier les principales caractéristiques, pour que les étudiants puissent en prendre conscience et mieux appréhender leurs effets à partir de l'expérience qu'ils viennent de vivre. Les caractéristiques ci-dessous sont reprises à partir de Arsac & al. (1991, p. 99) et Douady (1986, p. 13) et spécifiées à cet exemple.

2.1 Construire une connaissance nouvelle…

Situation-problème signifie qu'elle a pour fonction :

- de permettre à l'apprenant de construire une (voire plusieurs) connaissance(s) nouvelle(s). Les principales, dans notre exemple, sont :

1. Le patron d'un cône est constitué d'un disque et d'une portion de disque.
2. La longueur d'un arc sur un cercle est proportionnelle à l'angle qui intercepte cet arc,

- et de développer une compétence qui leur est associée, construire un patron de cône.

2.2 … à partir de connaissances anciennes…

Les connaissances sur lesquelles les étudiants peuvent s'appuyer pour construire ces nouvelles connaissances sont :

1. la distinction entre génératrice et hauteur, cette connaissance devant avoir été construite lors de la construction d'une pyramide ;
2. le concept de patron : les étudiants ont déjà eu l'occasion de construire des patrons de polyèdres avant cette séance ;
3. la proportionnalité ;

et nous pourrions citer ici toutes les connaissances apparaissant dans le tableau précédent mettant en évidence la multiplicité des concepts en jeu.

2.3 … en faisant intervenir des jeux de cadres

Deux cadres au moins sont en interaction permanente dans cette situation : le cadre géométrique des solides et celui des grandeurs proportionnelles.

2.4 Engagement dans la tâche

« *L'élève doit pouvoir s'engager dans la résolution du problème. L'élève peut envisager ce qu'est une réponse possible au problème.* » (Arsac & al., 1991, p. 99). Avant la séance de construction du cône, les étudiants ont été invités à construire un patron de pyramide sous certaines contraintes. Ils savent ce qu'est un patron et peuvent faire des essais. C'est d'ailleurs ce qui se passe à chaque fois : les étudiants n'hésitent pas à tracer, découper, plier, etc. La consigne est simple et chacun envisage sans difficulté à quoi doit ressembler le résultat attendu, chacun peut s'engager immédiatement dans la tâche.

2.5 Connaissances insuffisantes

« *Les connaissances de l'élève sont en principe insuffisantes pour qu'il résolve immédiatement le problème.* » (Arsac & al., 1991, p. 99). De fait, même dans le cas le plus favorable où les étudiants envisagent directement le patron comme étant constitué d'un disque et d'une portion de disque, le calcul de l'angle permettant d'obtenir la portion de disque n'est quasiment jamais immédiat.

2.6 Validation autonome

« *La situation-problème doit permettre à l'élève de décider si une solution trouvée est convenable ou pas.* » (Arsac & al., 1991, p. 99). En effet, les étudiants savent ce qu'est un cône. Il leur suffit donc de mettre deux petits morceaux de scotch pour vérifier que la forme obtenue est bien un cône d'une part, et de mesurer sa hauteur pour vérifier qu'elle fait bien environ 8 cm, d'autre part. Les groupes qui commencent par tracer un triangle isocèle, comme le groupe 5 par exemple, n'ont pas besoin de l'intervention du formateur pour se rendre compte que « *ça n'aboutit pas* ». Ces contrôles permettent non seulement d'invalider une conjecture, mais aussi d'enrichir la réflexion en suggérant des pistes nouvelles. En revanche, il faut avouer que c'est parfois le formateur qui doit mesurer devant eux la hauteur du cône pour qu'ils prennent conscience que celle-ci ne mesure pas 8 cm.

2.7 Connaissance adaptée

« *La connaissance que l'on désire voir acquérir par l'élève doit être l'outil le plus adapté pour la résolution du problème au niveau de l'élève.* » (Arsac & al., 1991, p. 99). Dans le cas du patron de cône, les connaissances qui ont été citées précédemment sont bien celles qui sont nécessaires pour construire le cône demandé.

3 La théorie des situations

Il ne suffit pas que la situation ait les bonnes caractéristiques pour qu'elle produise des effets, il faut également que la mise en œuvre respecte quelques conditions. Une entrée pour étudier cette mise en œuvre peut être celle de la *théorie des situations* de Brousseau (Briand & Chevalier, 1995, p. 28 et p. 145 à 147). Cette théorie est riche et complexe et il n'est pas question avec les futurs enseignants de tout développer. Les phases de dévolution, action, formulation, validation, institutionnalisation nous paraissent néanmoins être des outils efficaces pour l'analyse et la construction de séances de mathématiques à l'école et méritent donc d'être travaillées avec les étudiants en formation. On peut faire

repérer les différentes phases qui ont eu lieu dans la situation de construction du cône et faire verbaliser les effets, attendus mais aussi effectifs. C'est aussi l'occasion de travailler sur d'autres concepts riches en didactique : les paradigmes géométriques ou la dialectique outil-objet.

3.1 Dévolution

Dans un premier temps, le problème de la construction du cône doit devenir celui des étudiants. Ils doivent en prendre la responsabilité. Cela passe par une acceptation de la tâche à réaliser. Celle-ci ne doit pas leur apparaitre trop simpliste ; ce n'est pas parce qu'il faut faire du découpage que le formateur les prend pour des enfants. Les étudiants doivent accepter l'idée qu'en effectuant la tâche, ils vont apprendre quelque chose d'important. Elle ne doit pas apparaître non plus trop difficile. Si le formateur leur donne ce problème, c'est parce qu'il sait qu'ils peuvent le résoudre. L'ambiance dans la classe, le matériel disponible, la résolution lors d'une séance préalable d'un patron de pyramide, sont autant d'éléments, dans le cas présent, qui favorisent la dévolution du problème aux étudiants.

3.2 Action

Très vite, les étudiants sont entrés en action. Un élément constitutif de cette situation d'action est le milieu, ici constitué, entre autres, des autres étudiants et du matériel à disposition. Ce sont les interactions avec toutes les facettes de ce milieu qui permettent à chacun de construire petit à petit une solution au problème.

3.3 Formulation

Il n'y a pas eu de situation spécifique de formulation mise en œuvre dans cette activité, dans le sens où il n'a pas été explicitement demandé aux étudiants d'expliquer à la classe ce qu'ils avaient fait, comment ils l'avaient fait, pourquoi, etc. Mais bien entendu, les étudiants travaillant par groupes, ont discuté, au minimum à l'intérieur du groupe, parfois avec les autres groupes, souvent avec le formateur. On peut donc leur faire repérer le rôle des interactions langagières dans la résolution du problème.

3.4 Validation et paradigmes géométriques

Le travail sur la validation est l'occasion d'un pas de côté vers les paradigmes géométriques. Nous nous appuierons ici sur un tableau extrait de Jore (2006, p. 97) qui définit les paradigmes G1 et G2, construit dans le cadre de la géométrie plane.

	G1 : Géométrie spatio-graphique	G2 : Géométrie proto-axiomatique
Statut du dessin	objet géométrique étudié	représentant d'un objet géométrique théorique
Nature de l'objet géométrique étudié	dessin (réalité spatio-graphique)	objet géométrique théorique défini par une formulation discursive
Type de validation	essentiellement perceptif	uniquement hypothético-déductif
Outils de validation	règle (graduée ou non), équerre, compas, papier calque, papier quadrillé, …	règles de la logique et théorèmes de la géométrie euclidienne
Nature des expériences	effectives (le plus souvent)	mentales, virtuelles
Constructions	réalisation effective (physique, matérielle) d'un tracé	algorithme d'obtention d'un objet sous contraintes fixées
Instruments de construction	règle (graduée ou non), équerre, compas, papier calque, papier quadrillé, …	objets et théorèmes de la géométrie euclidienne
Définitions	basées sur la perception et l'exclusion, par opposition	basées sur les propriétés géométriques et l'inclusion, par caractérisation

On a en effet vu apparaître deux types de résolution du problème. Les uns ont fonctionné par tâtonnement (groupe 6, étape 3), ou par découpage d'un rayon, enroulement du disque sur lui-même pour adapter à la base puis découpage pour éviter la superposition (groupe 3). Leur mode de validation est essentiellement perceptif. Ils fonctionnent spontanément dans le paradigme G1. La plupart des groupes ont, dans un second temps, effectué des calculs pour calculer l'angle de la portion de disque. Ils travaillent majoritairement dans G2. L'objet obtenu n'est pas nécessairement plus précis que celui obtenu en travaillant dans G1, mais il n'a plus le même statut. L'objet matériel construit n'est pas l'objet géométrique théorique, il n'en est qu'un représentant. Les validations sont de type déductif. Il est intéressant de faire repérer ces deux paradigmes aux étudiants pour qu'ils en prennent conscience, que ce soit pour se positionner dans le paradigme attendu dans les exercices du concours (en général G2) ou pour qu'ils soient attentifs aux consignes qu'ils proposent aux élèves et aux paradigmes dans lesquels ils leur demandent, trop souvent implicitement, de se situer.

3.5 Institutionnalisation et statut outil-objet

La phase d'institutionnalisation permet d'abord d'expliciter les connaissances construites qui sont restées implicites, ici la proportionnalité entre angle et longueur de l'arc correspondant. Cette explicitation est l'occasion de faire passer la connaissance du statut d'outil (on a utilisé la connaissance pour résoudre le problème) à celui d'objet (quelles sont les caractéristiques de cette relation de proportionnalité ?). Nous utilisons ici ces concepts d'outil et objet au sens de Douady (Douady, 1986, p. 9) : *« Nous disons qu'un concept est outil lorsque nous focalisons notre intérêt sur l'usage qui en est fait… Par objet, nous entendons l'objet culturel ayant sa place dans un édifice plus large qui est le savoir savant à un moment donné, reconnu socialement. »*.

L'institutionnalisation permet également de décontextualiser la connaissance. Ce qui a été construit dans le patron de cône doit pouvoir vivre indépendamment du cône pour pouvoir être réinvesti dans une autre situation.

4 Les variables de la situation

Analyser les marges de manœuvre de l'enseignant et étudier l'effet des choix opérés est indispensable pour améliorer son enseignement et le rendre le plus efficient possible. Le concept de variable, que celle-ci soit didactique ou pédagogique[4], est pour cela utile et mérite donc également d'être travaillé avec les futurs enseignants. Il fait d'ailleurs souvent l'objet de questions dans la troisième partie du concours de professeurs des écoles.

4.1 Variables didactiques

Par exemple, les valeurs numériques et le rapport entre la hauteur et le rayon de la base du cône sont des variables didactiques. Les valeurs 6, 8 et 10 constituent un triplet pythagoricien. Elles permettent ainsi que la longueur de l'hypoténuse du triangle rectangle, de côtés de longueur 6 cm et 8 cm, soit également exprimée avec un nombre entier de centimètres, ce qui simplifie les calculs ultérieurs. Nous avons montré comment le groupe 6, par exemple, utilise le rapport 6/10 pour enlever une partie du disque de rayon 10 cm afin d'obtenir le patron du cône. Cette proportion simple permet quelques procédures variées qui ne pourraient être mises en œuvre avec une valeur donnant lieu à un nombre rationnel non décimal. Les valeurs sont également choisies pour obtenir un solide suffisamment haut pour que, si les étudiants confondent hauteur et longueur des segments de génératrices qui délimitent le cône, la hauteur obtenue soit significativement différente de 8 cm et que l'on puisse mettre en évidence que le résultat ne correspond pas aux contraintes annoncées.

4.2 Variables pédagogiques

Bien sûr, le formateur a également fait des choix dans la mise en œuvre. Nous pourrions par exemple, détailler avec les étudiants le fonctionnement du travail de groupe, la disposition des tables et du

[4] Nous reprenons ici la terminologie de Charnay (Charnay, 2003).

matériel dans la classe, etc. Un élément peut notamment être analysé : la construction au préalable d'une pyramide. Si l'intention didactique était de faire repérer la différence entre hauteur et génératrice, il s'agissait également, du point de vue pédagogique, de faire comprendre aux étudiants que la tâche proposée est accessible et pertinente à leur niveau.

5 Des compléments liés au déroulement particulier de cette séance avec ce groupe

Tous les éléments qui ont été cités précédemment peuvent faire l'objet d'une analyse *a priori* de la situation. Il peut être intéressant de compléter ce travail par une analyse *a posteriori*, par exemple du fonctionnement d'un groupe. Cette partie ne peut se faire qu'en fonction de ce qui se passe dans la classe au moment de la séance. Nous avons détaillé précédemment le travail du groupe 4 et nous allons pouvoir sur cet exemple montrer les compléments qui peuvent être apportés à l'analyse précédente.

5.1 Différenciation pédagogique

La différenciation pédagogique est un thème récurrent dans la formation des maîtres, que notre situation va nous permettre d'illustrer. Intéressons-nous à l'attente portée sur le résultat produit par les étudiants. L'objectif de la séance est certes de mettre en place et d'exploiter la proportionnalité entre l'angle et la longueur de l'arc correspondant. Mais nous avons vu comment les difficultés des étudiants du groupe 4 les mettaient loin de cette préoccupation. Pour eux, le travail sur le patron de cône a permis de comprendre quelle était la forme du patron de cône d'une part, et de retravailler sur le cercle d'autre part. Il s'agit là d'un exemple de différenciation pédagogique. La tâche était la même pour tous mais le degré d'exigence, ici le paradigme géométrique de travail attendu, n'était pas le même. Nous considérons que la séance a été positive pour ce groupe, même si nous avons conscience qu'un travail sur le patron de cône devra être repris dans G2 dans le cadre de la préparation au concours.

5.2 Enseignement spiralaire

Aujourd'hui, l'organisation des mathématiques à l'école est très spiralaire. Il s'agit de commencer à travailler sur un thème, de le laisser de côté quelques temps et d'y revenir, plusieurs fois le plus souvent. Un des arguments avancés est que, pendant ce temps, les concepts travaillés mûrissent, et ce qui n'était pas compris à un moment donné va peut-être se développer au hasard d'une autre rencontre, dans un autre thème, parce que les concepts mathématiques ne sont pas isolés mais en interaction. Ici le travail était clairement sur le cône, pas sur le cercle. Celui-ci n'était pas repéré comme une difficulté de l'exercice. Et pourtant, pour ce groupe, c'est certainement là que l'apprentissage a été le plus important. Le cercle et le cône sont bien évidemment liés et le travail engagé sur le cône a en fait développé des connaissances sur le cercle, connaissances qui seront alors maîtrisées la prochaine fois qu'il s'agira de travailler sur le cercle.

5.3 Connaissances disponibles, connaissances mobilisables

On ne peut imaginer que les étudiants de ce groupe 4 ne connaissent pas la définition d'un cercle. S'il leur est demandé d'en tracer un, de désigner le centre, un rayon, s'il leur est demandé ce qu'on peut dire des points du cercle, ils n'auront aucune difficulté. Le cercle est très certainement une connaissance mobilisable pour eux, mais cette expérience a montré qu'elle n'est pas disponible (Robert, 1995, p. 12). Comme beaucoup d'élèves de cycle 3, et peut-être même de cycle 4, ils n'ont pas pensé à utiliser le compas pour placer les points à 10 cm d'un point donné. Ils comprennent, au travers de cet exemple, comment réciter un texte de connaissances, une définition par exemple, ne dit rien de l'appropriation de cette connaissance. C'est seulement quand les élèves sont amenés à utiliser cette connaissance que l'on peut juger de sa maîtrise.

IV - CONCLUSION

Nous avons présenté comment l'activité de construction d'un patron de cône avec des futurs professeurs des écoles en formation initiale, dans le cadre du Master 1 MEEF, peut permettre de développer des connaissances et des compétences mathématiques et didactiques. Dans le débat qui a suivi la

présentation de la communication lors du colloque, le groupe s'est accordé sur le fait que tous ces concepts didactiques pouvaient être abordés si la situation était traitée en fin de formation et qu'ils avaient déjà été travaillés en cours de formation. Dans le cas contraire, il faudra choisir quelques éléments didactiques seulement pour une bonne appropriation des concepts choisis.

V - BIBLIOGRAPHIE

ARSAC, G. & AL. (1991). *Problèmes ouverts et situations problèmes,* Irem de Lyon.

BRIAND, J. & CHEVALIER, M.-C. (1995). *Les enjeux didactiques dans l'enseignement des mathématiques.* Hatier. Paris 1995.

CELI, V. & JORE, F. (2014). Les constructions à la règle à bords parallèles en formation initiale des professeurs des écoles. Pourquoi ? Comment ? Atelier A3.4. *pp. 248-265,* in *Actes du XXXXIe colloque COPIRELEM*, IREM de Bordeaux.

CHARNAY, R. (2003). L'analyse *a priori*, un outil pour l'enseignant, in *Math École, n° 209, disponible à l'adresse : http://www.ssrdm.ch/mathecole/wa_files/209-5_Analyse_20_C3_A0_20priori.pdf*

DOUADY, R. (1986). Jeux de cadres et dialectique outil-objet, *in Recherches en didactique des mathématiques, n°7.2*, *pp 5-31*, La pensée sauvage.

JORE, F. (2006). *Paradigmes géométriques et formation initiale des professeurs des écoles, en environnements papier-crayon et informatique*, thèse de doctorat, Université Paris 7.

JORE, F. (2013). Analyse d'un dispositif de formation en géométrie plane pour les futurs professeurs des écoles autour de pliages et de constructions à la règle et au compas, Communication C2.8, *pp. 197-209*, in *Actes du XXXXe colloque COPIRELEM*, IREM de Nantes.

KUZNIAK, A. (1994). Les stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré, *pp. 37-62*, in *Actes du XXIe colloque COPIRELEM*, IREM de Picardie

PARZYSZ, B. (2002). Articulation entre perception et déduction dans une démarche géométrique en PE1. *Actes du 28ème colloque Inter-IREM des formateurs et professeurs chargés de la formation des maîtres.* Tours. Mai 2001. pp. 9-110. Ed. Presses Universitaires d'Orléans

ROBERT, A. (1995). *L'épreuve sur dossier à l'oral du CAPES de mathématiques.* Tome I. Géométrie. Ed. Ellipses.

VI - ANNEXE : CONSTRUCTION DU PATRON DE CÔNE

La base du cône est un disque de rayon r = 6 cm. Son périmètre est donc $P = 2\pi r = 12\pi \text{ cm}$.

On peut considérer le cône comme engendré par un triangle rectangle tournant autour d'un axe. La hauteur de ce triangle est celle du cône : 8 cm. La base de ce triangle est le rayon du cône : 6 cm. L'hypoténuse de ce triangle nous est donnée par le théorème de Pythagore. Les valeurs numériques choisies correspondent à un triplet pythagoricien et permettent d'obtenir une hypoténuse dont la mesure est un nombre entier de centimètres : 10 cm.

La seconde partie du patron est une portion de disque. Le rayon de ce disque est la longueur de l'hypoténuse trouvée précédemment : 10 cm.

La longueur de l'arc de cercle délimitant cette portion de disque doit correspondre au périmètre de la base pour qu'il n'y ait ni trou ni recouvrement, elle doit donc être 12π cm. Il s'agit donc de déterminer l'angle qui permettra, sur un cercle de rayon 10 cm, d'obtenir une longueur d'arc de 12π cm. Il y a proportionnalité, pour un rayon donné R (ici R = 10 cm), entre la longueur de l'arc L (ici $L = 12\pi$ cm) et l'angle α qui intercepte cet arc. On peut alors faire un tableau de proportionnalité pour mettre les différents éléments en relation. Pour un cercle de rayon R = 10 cm fixé on a :

Angle en radians	2π	α
Longueur de l'arc en cm	$2\pi R = 20\pi$	$\alpha R = 10\alpha$

On veut : $\alpha R = 10\alpha = 2\pi r = 12\pi$.

On a ainsi $\alpha = \frac{r}{R} \times 2\pi \text{ rad} = \frac{r}{R} \times 2\pi \times \frac{360°}{2\pi} = \frac{r}{R} \times 360° = 216°$.

LE JOURNAL DES MATHÉMATIQUES

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

Résumé
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.
Le journal des mathématiques n'est pas réservé au cycle 2, mais est aussi utilisé en cycle 3 et peut également l'être au cycle 4 et au lycée.
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.

« J'écris des mathématiques pour mieux comprendre les nombres et les signes mathématiques, pour mieux m'en servir, et pour que la classe comprenne mieux les nombres et les signes mathématiques, pour mieux s'en servir » (Le journal du Nombre 2015).

I - INTRODUCTION

Le journal des mathématiques a été développé dans le cadre de la recherche ACE (Arithmétique et compréhension à l'école élémentaire) initiée en 2011 au niveau du CP et qui perdure encore actuellement au niveau du CP et également au niveau du CE1 depuis l'année scolaire 2015-2016.

L'objectif de cette recherche est de créer une progression permettant aux élèves de maitriser la numération et le calcul.

La progression ACE CP est accessible sur le site : python.espe-bretagne.fr/ace/ .

Les documents que vous trouverez sur ce site ont été conçus dans le cadre d'une recherche nationale « ACE » financée par le fond d'expérimentation de la jeunesse.

Ce site regroupe l'ensemble des ressources nécessaires à la mise en œuvre d'une progression en mathématiques au CP (cycle 2 de l'école primaire). Une progression en CE1 est en cours d'expérimentation. Elle sera disponible à la rentrée 2017 sur ce site.

L'équipe de recherche impliquée dans ce travail est la suivante :

– Pour l'académie de Lille : Bruno Vilette, Professeur en psychologie du développement (Université de Lille 3), Samantha Meyer, doctorante en psychologie du développement et Marie Hild ;

– Pour l'académie de Nancy : Jean-Paul Fischer, Professeur émérite en psychologie du développement (Université de Lorraine);

– Pour l'académie de Versailles : Emmanuel Sander, Professeur en psychologie du développement et de l'éducation (Université Paris 8), Jean-François Richard (Professeur Emérite, Université Paris 8), Jérôme Bastong (CP mission Mathématiques, Conflans-Sainte-Honorine), Martine Boucher (IEN mission Mathématiques, Conflans-Sainte-Honorine) et Katarina Gvozdic (doctorante en psychologie du développement);

– Pour l'académie de Rennes : Gérard Sensevy, Professeur en sciences de l'éducation (Université de Bretagne occidentale, ESPE de Bretagne), Sophie Joffredo-Le Brun (doctorante en Sciences de l'Éducation), Patricia Defives (PEMF), Josiane Ruellan (PEMF), Nathalie Vigot (PEMF et docteure en Sciences de l'Éducation), Valérie Ollivier (professeure des écoles), Erik Kermorvant (formateur en mathématiques, ESPE de Bretagne);

– Pour l'académie d'Aix-Marseille (IA 13) et l'académie de Nice (IA 83) : Serge Quilio Maître de conférences à l'Université de Nice Sophia Antipolis, Alain Mercier, Professeur émérite à l'Ifé, ENS Lyon, Yves Matheron, Professeur à l'Ifé, ENS Lyon, Mireille Morellato (PEMPF, doctorante en Sciences de l'Education). Cette équipe travaille en collaboration avec l'équipe de l'Université de Bretagne Occidentale.

Le journal des mathématiques, présenté ci-après, a été développé lors de cette recherche et est issu des travaux de Gérard Sensevy en 1996 dans lesquels il avait créé avec ses élèves de CM un journal des fractions. Le journal des mathématiques a été également analysé dans une thèse réalisée par Nathalie Vigot en 2014.

Cet article décrit le journal des mathématiques tel qu'il a été explicité lors d'animations pédagogiques et mis en œuvre dans les classes par des enseignants de cycle 2 et de cycle 3 ayant suivi ces animations pédagogiques et également tel qu'il est présenté dans le module magistère « Journal du nombre » depuis la rentrée 2016.

Le journal des mathématiques 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. Le journal des mathématiques n'est pas réservé au cycle 2, mais est aussi utilisé en cycle 3 et peut également l'être au cycle 4 et au lycée.

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.

II - LA PROGRESSION ACE AU CP

Cette partie permet de préciser les spécificités de la progression ACE CP afin de mieux s'approprier les exemples de travaux d'élèves présentés par la suite.

1. Les 5 domaines de la progression ACE CP

La progression ACE est constituée de 5 domaines :

- Le domaine « situation » (dont le fil rouge est le jeu des annonces)

  Lors du jeu des annonces, chaque joueur réalise avec les doigts une annonce qu'il oralise ; par exemple, un élève montre 2 doigts sur sa main droite et 3 doigts sur sa main gauche, il annonce à l'oral « 3 et 2, ça fait 5 » (il fait ensuite « statue des doigts », c'est-à-dire qu'il ne bouge plus ses doigts sur la table) ; quand tous les joueurs ont fait une annonce, l'arbitre lance un dé à 6 faces (constellations de 1 à 6) et les annonces sont comparées au lancer du dé. Un joueur gagne un jeton si son annonce est égale au lancer du dé.

  Les élèves jouent pendant plusieurs séances au jeu des annonces avant de passer à l'écrit et d'utilise les symboles mathématiques et différents systèmes de représentation pour retranscrire leurs actions (voir ci-après).

  Le jeu évolue au fur et à mesure de l'année de façon à travailler différentes notions mathématiques.

Deux joueurs choisissent un nombre qu'ils produisent avec leurs deux mains, en produisant ainsi une *annonce*.	Comparaison des *annonces* avec un lancer de dé. Le joueur gagne un pion si l'annonce est égale au lancer. Validation par l'arbitre.

- Le domaine « estimation » (qui permet de travailler la « numérosité »)

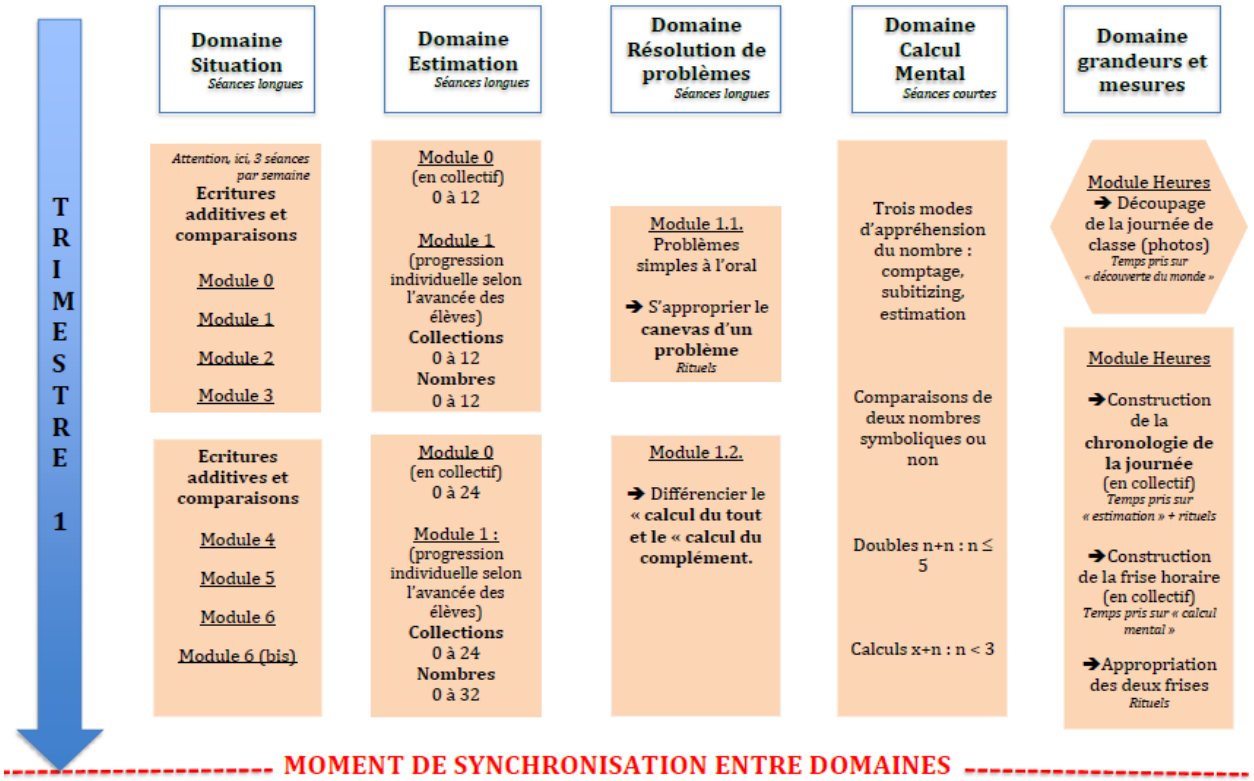
  Avec deux aspects :

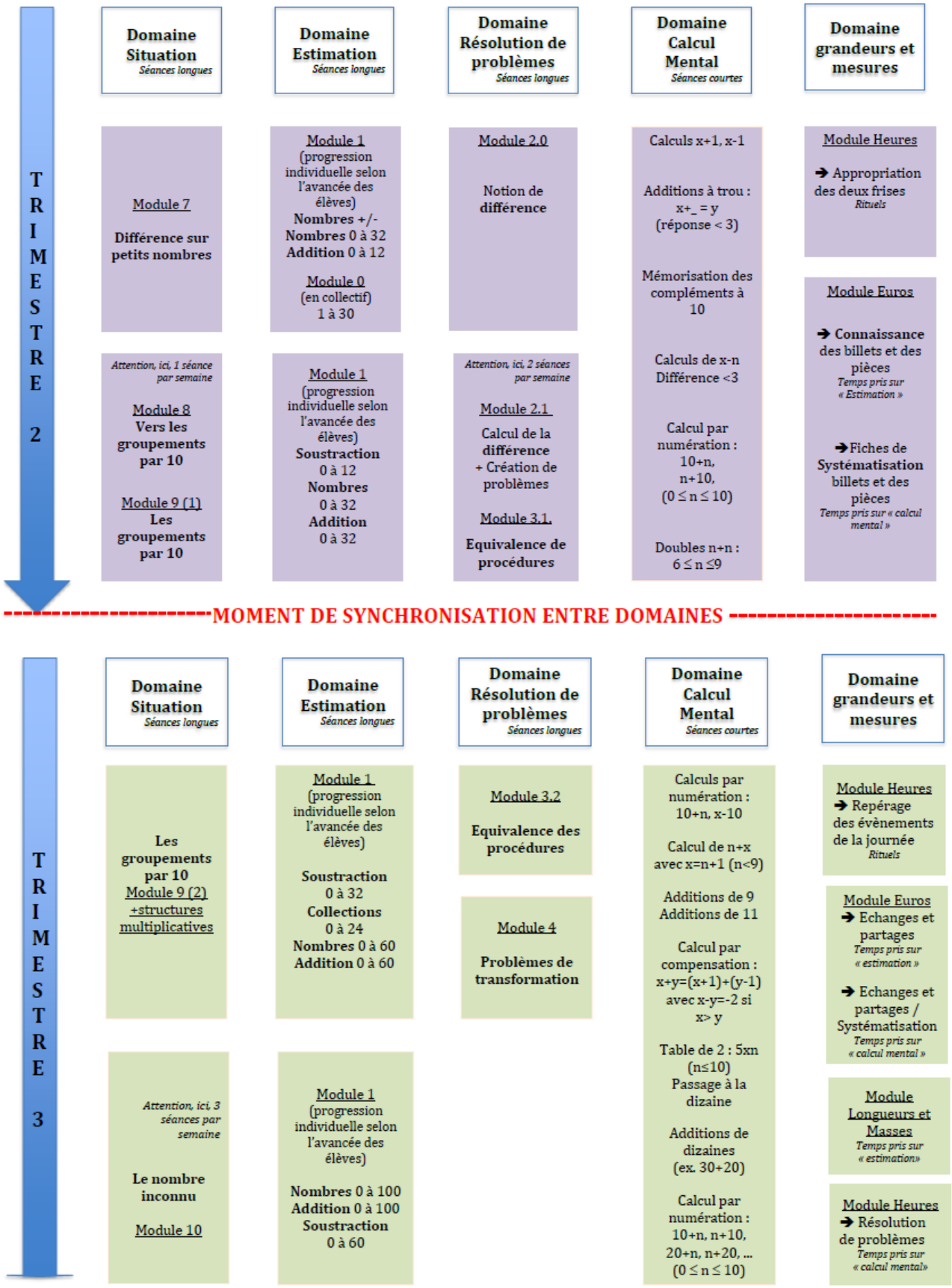
  • l'aspect cardinal (comparer en estimant des collections d'objets)

  • l'aspect ordinal (exemple: estimer où est situé 10 sur la droite numérique connaissant le 0 et le 30)

- Le domaine « résolution de problèmes » (additifs et soustractifs)
- Le domaine « calcul mental »
- Le domaine « grandeurs et mesures »

La progression est la suivante :





2. Le domaine « situation »

Le domaine « situation » et le jeu des annonces va être davantage développé maintenant afin de pouvoir mieux comprendre les extraits de journaux de mathématiques présentés ci-après.

Le domaine « situation » et le jeu des annonces se présentent ainsi :

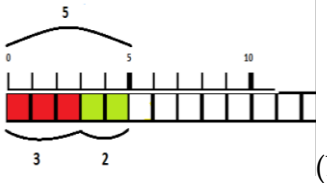
11 modules sont prévus dans ce domaine

Le fil rouge est le jeu des annonces qui évolue au cours du temps (les élèves font une annonce en la montrant sur les doigts des mains ; cette annonce est comparée au score réalisé par un ou plusieurs dés)

Plusieurs systèmes de représentation des nombres (et des calculs) sont utilisés simultanément (mais amenés progressivement)

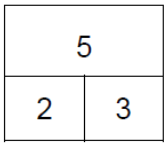
- Les doigts
- Les écritures mathématiques (symboles: +, =, ≠, >, < et -)
- Le train, la ligne graduée

(Train composé de 3 wagons rouges et de 2 wagons verts)



(Ligne graduée associée au train dans un premier temps)

- La boite



(Cette boite permet de mettre en relation les nombres 5, 2 et 3 : 5=2+3 ou 5=3+2 ou 5-2=3 ou encore 5-3=2)

- Une grande part de l'activité des élèves consiste à décomposer et/ou recomposer les nombres. Par exemple 7+4+9 = 7+3+1+9 = 10+10.

Les 11 modules du domaine « situation » :

Module 0 : La situation train/tour

Les élèves doivent reconstituer un train formé de wagons de 4 couleurs différentes (exemple: 4 rouges, 3 verts, 2 jaunes, 2 rouges, 1 bleu, 3 jaunes) à partir d'un modèle

- en dessinant,
- puis en trouvant un moyen de coder leur demande (par exemple: 4 3 2 2 1 3).

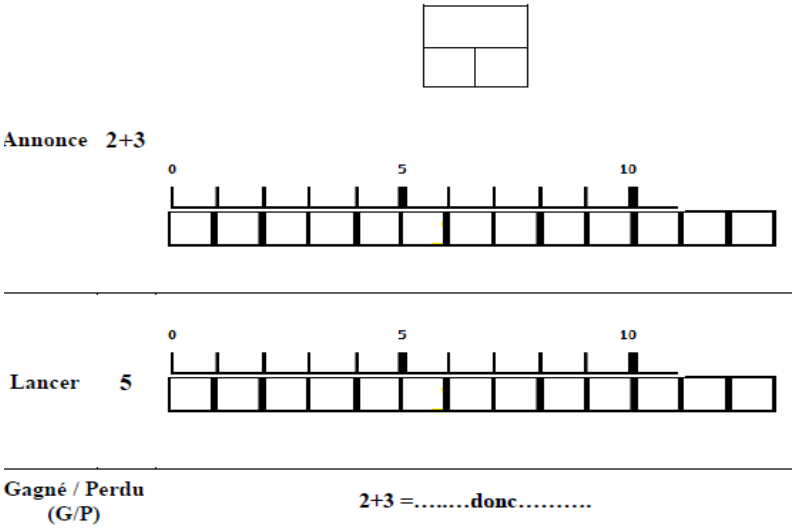
Ensuite, on représente le nombre de wagons comme ceci, dans le but de préparer à l'utilisation de la ligne graduée.

Module 1 : Jeu des annonces à deux mains et un dé

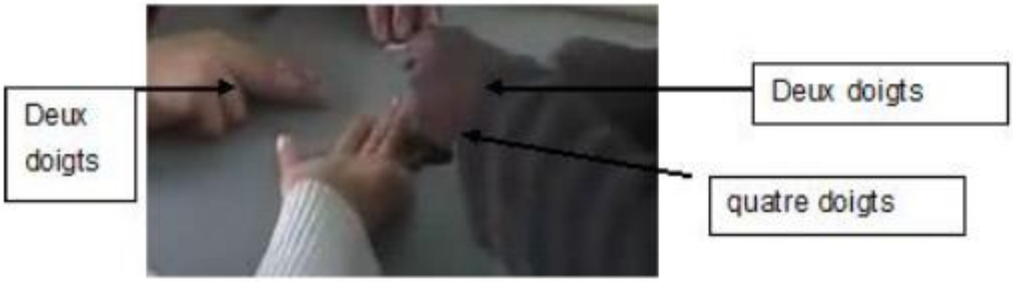
Les élèves font une annonce en utilisant les doigts de leurs deux mains ; cette annonce est comparée au score d'un dé à six faces (constellations de 1 à 6)

Module 2 : Jeu des annonces à deux mains avec support de l'écrit

On code le jeu des annonces du module 1 en utilisant les symboles +, = et ≠ et les systèmes de représentation :



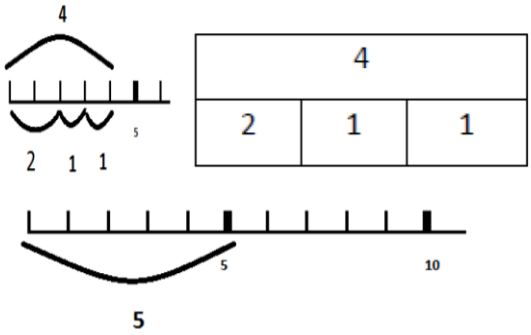
Module 3 : Jeu des annonces à trois mains et un dé à 6 faces (numérotées de 1 à 6)



Les trois joueurs doivent se concerter…

Module 4 : Jeu des annonces à trois mains avec écriture des signes > et < (on peut gagner si l'annonce est inférieure (ou supérieure, selon la règle du jeu choisie) au score du dé)

Annonce : 2+1+1 2+1+1<5 Lancer du dé : 5



Module 5 : Jeu des annonces à deux mains et lancer à deux dés

Module 6 : Jeu des annonces à 2 mains, 2 dés avec écrit

On obtient des écritures du type:

5 + 5 > 6 + 2 ou 5 + 4 > 6 + 2 ou 4 + 4 = 6 + 2 ou encore 2 + 5 < 6 + 2 etc.

Module 7 : La différence

Par exemple entre deux annonces à deux mains (soustraction vue comme différence entre les nombres, pas comme retrait).

Module 8 : Comparaison de deux écritures additives de 2 à 7 termes

Exemple : 2+6+4+5+10 à comparer à 3+2+2+4+5+1+1

Module 9 : La dizaine

Module 10 : Le nombre inconnu (5 + 4 = 8 + ?)

III - LE JOURNAL DES MATHÉMATIQUES AU CP

2. La nature du journal des mathématiques

1.1 Écrire pour comprendre, pour soi-même et pour les autres

Le petit texte suivant introduit le Journal du nombre, il apparait au début du journal de chaque élève, et peut constituer sa raison d'être.

« J'écris des mathématiques pour mieux comprendre les nombres et les signes mathématiques, pour mieux m'en servir, et pour que la classe comprenne mieux les nombres et les signes mathématiques, pour mieux s'en servir ».

L'enseignant explique ainsi le rôle du journal aux élèves, produire des mathématiques pour soi et pour la classe.

1.2 Écrire des mathématiques qu'on sait

Dans le journal des mathématiques, l'élève est mis en position d'écrire des mathématiques, pour lui-même, et pour les autres élèves. Il se livre à une exploration des « potentialités » du nombre et des signes mathématiques. Il enquête sur le nombre.

Par exemple, un élève écrit « de son propre mouvement », à l'incitation du professeur qui dit aux élèves « d'écrire des mathématiques dans le journal des mathématiques, une égalité mathématique ».

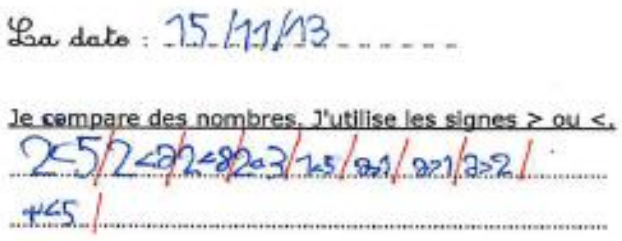
Il écrit 3 + 1 = 4.

Il écrit ainsi une égalité mathématique dont il est raisonnablement sûr, qu'il a certains moyens de prouver. Cette égalité peut être un point de départ pour en écrire d'autres.

C'est toujours l'élève qui choisit les nombres et les symboles qu'il utilise dans le journal, tout en respectant l'incitation donnée par le professeur.

La compréhension de l'incitation par les élèves est primordiale ; l'enseignant doit consacrer un temps non négligeable à son explicitation ; il doit demander à quelques élèves de venir produire au tableau des exemples de réponses adéquates avant de laisser travailler ses élèves de manière individuelle.

Exemple de production d'une élève de CP (ACE) :



1.3 Lorsqu'on écrit dans le journal des mathématiques, on réussit

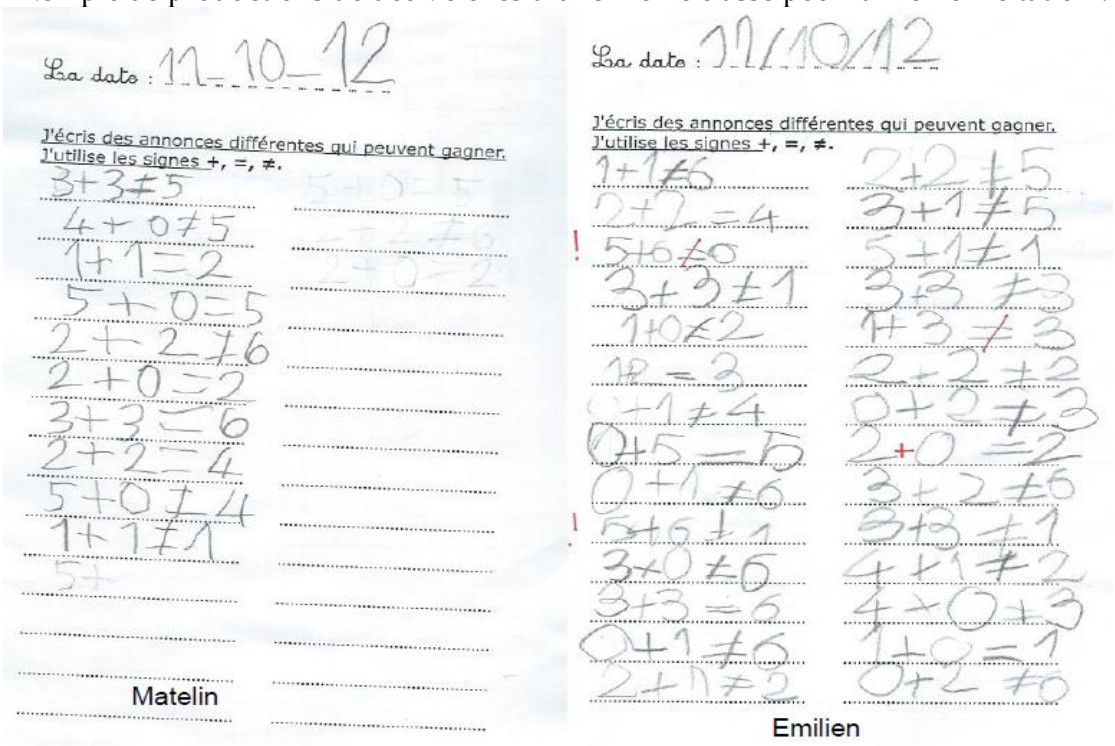
L'élève est mis en position de « réussite » au sens où il éprouve des potentialités des nombres et des signes, il se montre à lui-même et il montre aux autres des choses qu'il sait faire.

Il est donc en principe impossible d'être « en difficulté », lorsqu'on travaille dans le journal du nombre, même si l'on peut bien entendu faire des erreurs.

Par exemple, après avoir joué au jeu des annonces à trois mains et un dé, si un élève produit une écriture de ce type : 2+2=2=6, il n'est pas vraiment en difficulté mathématique car il a voulu signifier que 2+2+2 = 6, mais il a commis une erreur d'écriture qui sera traitée en collectif avec toute la classe si l'enseignant estime qu'il est nécessaire de le faire, sinon son erreur d'écriture lui sera simplement indiquée sur son journal.

Ainsi, le journal prend en compte, sans modalités spécifiques, l'hétérogénéité des productions d'élèves : tous les élèves savent quelque chose.

Exemple de productions de deux élèves d'une même classe pour la même incitation :



1.4 Le journal des mathématiques n'est pas de la résolution de problème au sens habituel du terme

Le journal des mathématiques ne doit pas être conçu comme une sorte de présentation, à l'élève, par le professeur, d'un problème de mathématique.

Dans le Journal des mathématiques, insistons-y, l'élève *exprime ce qu'il sait faire*.

L'enquête, la recherche, le questionnement, prennent leur source dans ce point de départ, mais le journal du nombre *n'est pas* de la résolution de problème au sens habituel du terme, puisqu'il ne consiste pas à résoudre un problème posé par le professeur.

1.5 Le journal des mathématiques n'est pas un exerciseur

Les connaissances manifestées dans le journal pourront donc être des connaissances personnelles, culturelles, en cours d'apprentissage. Elles résulteront pour beaucoup, grâce aux *incitations* du professeur, du travail accompli au sein des activités mathématiques de la classe. Une question posée par un ou plusieurs élèves dans le cours normal de la classe peut donner lieu à une activité spécifique dans le journal des mathématiques, de même qu'un exercice ou un problème présent dans la vie de la classe. Mais attention, si un exercice ou un problème présent dans la vie de la classe devient un élément de travail dans le journal des mathématiques, c'est parce qu'il a été bien compris par tous les élèves, et qu'il peut servir de base à une étude accomplie par tous les élèves.

Par exemple, si des élèves ont bien compris le sens des symboles < et >, ils peuvent produire par eux-mêmes des écritures mathématiques dont ils sont raisonnablement sûrs. Des élèves de CP peuvent alors produire par exemple une écriture comme « 8+4 < 8+5, puisque 4 < 5 ».

Le journal n'est donc pas un exerciseur, mais plutôt le lieu d'une certaine forme d'expérience et d'interrogation du savoir mathématique par les élèves.

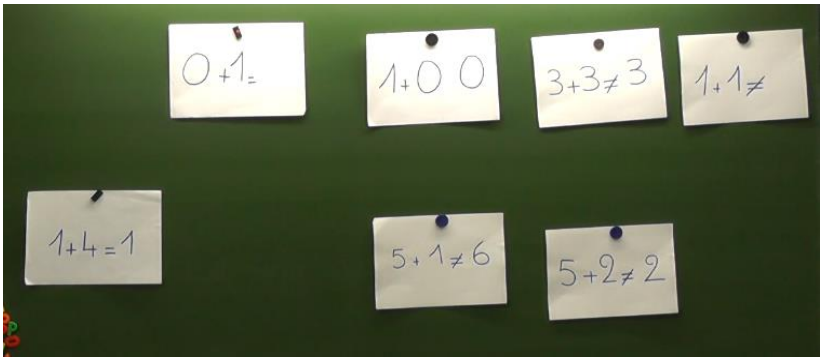
3. L'évaluation du journal des mathématiques

2.1 Le journal des mathématiques est systématiquement étudié par le professeur, mais il n'est pas évalué

Le journal des mathématiques est systématiquement lu par le professeur, éventuellement « commenté ». Il est donc étudié, mais il n'est pas « évalué » dans le sens qu'il ne sera jamais noté, ni évalué en terme de compétences acquises ou pas. Il s'agit d'une sorte de jeu sur les nombres, une sorte de « jeu de recherche ».

Par exemple, si un élève écrit « 4 + 5 = 10 » dans le Journal, le professeur lui signifiera que ce n'est pas une égalité correcte et pourra par exemple le faire réfléchir à partir de deux écritures qu'il lui fournira (par exemple 4 + 1 = 5, et 4 + 4 = 8) afin que l'élève puisse modifier sa proposition. Il pourra également lui demander de représenter l'égalité sur une ligne (droite numérique). Selon le cas, ce travail pourra être adressé au collectif (sans mention de l'auteur de l'erreur), ou à l'élève lui-même. Si l'erreur commise lui paraît importante (si ce n'est pas une « étourderie »), le professeur peut en faire le point de départ d'un travail spécifique avec le ou les élèves concernés.

Au-delà d'éventuelles erreurs commises, le travail dans le journal du nombre doit pouvoir constituer le point de départ de discussions collectives, centrées sur *des écritures mathématiques pertinentes*, qu'on va décrire, sur lesquelles et à propos desquelles on va parler, en produisant peu à peu un langage mathématique adéquat pour cela.

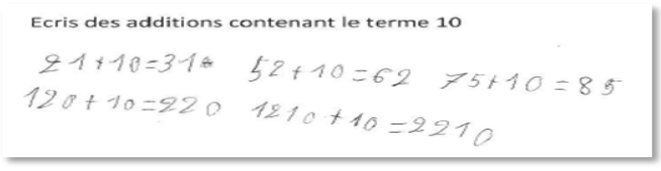


Exemple de productions d'élèves qui ont été discutées en groupe classe (CP) à la suite d'une séance de travail dans le journal des mathématiques ayant comme incitation : « produire des annonces à deux mains avec les signes +, =, ≠ » (ACE CP, domaine situation, module 2).

2.2 Le journal des mathématiques ne sert pas d'abord de relevé des conceptions des élèves

Le journal des mathématiques peut constituer une « fenêtre » sur les conceptions, idées, procédures, erreurs, etc. des élèves, mais ce n'est pas sa fonction principale.

Exemple de « fenêtre » sur la conception erronée de l'ajout de 10 d'un élève de CP (en fin d'année) :



Cet élève pense qu'ajouter 10 à un nombre a pour effet de d'augmenter d'une unité son chiffre de gauche

4. Les fonctions du journal des mathématiques et le travail du professeur

3.1 La première fonction du journal des mathématiques : viser l'émancipation de l'activité productrice, en mathématique, de l'élève.

La fonction principale du Journal, indissociablement individuelle et collective, est donc bien de rendre les élèves capables de constituer, à partir des mathématiques qu'ils étudient en classe, un « rapport de première main » aux mathématiques, qui leur permette par exemple de travailler en autonomie, à partir d'incitations professorales ou non, à la production d'écritures mathématiques comme *faits mathématiques* (« trouvailles mathématiques »). L'élève n'est plus « consommateur » d'exercices ou problèmes fournis par le professeur, mais il est « producteur » de l'activité mathématique.

Le travail à partir d'un « jeu » dont les élèves sont familiers.

Lorsque les élèves ont pris l'habitude de travailler dans le journal des mathématiques, certaines familles d'activité peuvent être désignées sous forme de « jeux », et l'incitation pourra consister simplement à demander aux élèves de pratiquer un jeu d'une forme donnée. Par exemple, le « jeu des signes » peut consister à écrire des mathématiques avec tels ou tels signes ; le « jeu des représentations » peut consister à mettre en relation une écriture symbolique avec une représentation graphique de cette écriture (droite graduée, quadrillage, etc.) ; le « jeu de fabrication de problèmes » peut consister à inventer un énoncé de problème qu'on résout, etc.

Le travail « libre »

Lorsque les élèves disposent d'une expérience importante dans le journal, ils peuvent écrire librement, par exemple en explicitant des questions mathématiques qu'ils se posent, et en essayant d'y répondre.

3.2 La deuxième fonction du journal des mathématiques: la communication mathématique dans la classe.

C'est le professeur qui organise cette communication. Cela peut se faire de la manière suivante :

a) À la fin d'une séance sur le Journal, le professeur ramasse les Journaux et étudie les productions d'élèves.
b) Parmi ces productions, il en choisit une (éventuellement plusieurs) qui lui parait manifester, par elle-même ou en relation avec d'autres, des propriétés mathématiques pertinentes.
c) Il la présente à la classe, en coopération avec son auteur, comme *incitation* en début de la séance suivante. C'est une phase essentielle (cf. ci-dessous).
d) Une fois qu'il s'est assuré que tous les élèves de la classe ont bien saisi « la nature » et la « logique » de la production, le professeur demande aux élèves d'« imiter » cette production.

3.3 Le travail du professeur : le choix des productions, l'incitation

Lorsque le professeur étudie les journaux des mathématiques produits par les élèves, il le fait avec l'idée de relever des productions qui expriment une propriété mathématique pertinente, afin de faire travailler cette propriété par l'ensemble de la classe.

Par exemple, lors de la séance du journal du nombre dont le professeur a étudié les productions, l'incitation professorale était, au CP, « *Écrire un nombre qu'on décompose sous la forme d'une addition* ».

Le professeur a choisi une production dans laquelle l'élève a écrit systématiquement des doubles de la manière suivante : 6 = 3 + 3 ; 8 = 4 + 4 ; 10 = 5 + 5.

En lisant cette production, le professeur remarque d'une part l'emploi systématique des doubles (un élément essentiel au CP), et le placement du terme unique (ici 6, 8, 10) à gauche du signe « égal », en début d'égalité, ce qui peut favoriser une conception de l'égalité comme équivalence. Il choisit donc cette production.

Le professeur donne à la classe cette production, et demande aux élèves de l'étudier et de la commenter, en dialogue avec l'auteur. *Cette phase, l'étude et l'appropriation de l'incitation, est essentielle*. Elle doit amener tous les élèves, dans la discussion collective, à bien comprendre comment l'écriture mathématique a été produite, et quel est son sens. Le professeur peut d'ailleurs, « pour voir », demander à quelques élèves de venir au tableau pour produire des écritures de même type, qui sont discutées dans la classe, pour s'assurer qu'elles relèvent bien du même type d'écriture. Après la reconnaissance du mode de production de l'écriture et de sa signification, une nouvelle séance du Journal des mathématiques peut s'engager, avec *l'incitation* « Écrire des nombres sous la forme de doubles ». Il est aussi possible et fructueux, dans certains cas, de donner directement la production écrite (6 = 3 + 3 ; 8 = 4 + 4 ; 10 = 5 + 5), avec l'incitation générique « J'observe et j'imite ».

Une incitation pourrait être ensuite, selon le moment de la progression, et en fonction des productions effectives des élèves : « *écrire une égalité dans laquelle on fait voir un double dans un nombre* », et on attend des élèves qu'ils écrivent par exemple 15 = 6 + 6 + 3. L'incitation, toujours en fonction des même critères peut devenir « *écrire une égalité dans laquelle on fait voir le plus grand double possible dans un nombre* », et on attend des élèves qu'ils écrivent par exemple 15 = 7 + 7 + 1, etc. L'important, ici, n'est pas la résolution du problème « écrire une égalité dans laquelle on fait voir le plus grand double possible dans un nombre », mais le fait de comprendre rapidement ce « jeu d'écriture », et de se confronter *un grand nombre de fois* à ce jeu.

En fonction de leur niveau d'avancement mathématique, les élèves vont produire divers types de propositions, mais *aucun ne devra être dans l'impossibilité de travailler adéquatement.* Dans un second temps, le fait de rendre publiques certaines productions mathématiquement plus raffinées que d'autres, de les commenter et d'en comprendre finement la nature, permettra à chacun, dans l'étude et la compréhension de ces productions, de progresser.

5. Le journal des mathématiques et l'activité mathématique de la classe

Le Journal des mathématiques doit pouvoir accueillir des *questions* ou *raisonnements* produits par les élèves, qu'ils aient eu lieu dans le Journal des mathématiques, ou dans l'activité normale de la classe.

Les élèves n'ayant pas toujours les moyens linguistiques et scripturaux de les poser, certaines séances du Journal des mathématiques peuvent se centrer sur la discussion collective de productions, qui amènent à des questions ou hypothèses mathématiques.

Le journal peut constituer ainsi un moyen de diffuser des raisonnements mathématiques énoncés par les élèves et pleinement compris de tous.

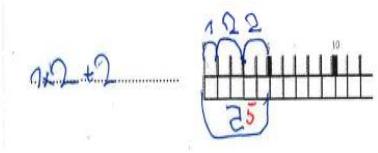
Par exemple, dans la discussion mathématique, les élèves peuvent être amenés à travailler sur certains éléments du « principe opposé », c'est-à-dire le fait que a – b + b = a (par exemple, 8 – 3 + 3 = 8). *Il n'est donc pas besoin de calculer* pour obtenir la solution de l'égalité, « il suffit de regarder », « ça saute aux yeux ».

Ce principe peut donner lieu à un « jeu » dans le journal des mathématiques, dénommé par les élèves, qui consiste donc à écrire des égalités qui « sautent aux yeux », fondées sur le principe opposé, ou sur d'autres éléments, à étudier et expliciter.

Certaines incitations peuvent être explicitement dévolues à un travail intégrant les systèmes de représentation (par exemple la demi-droite graduée) qui concrétisent les recherches.

L'incitation peut être alors par exemple : « Ecrire une égalité mathématique, puis la représenter sur la demi-droite graduée », ou bien « représenter une égalité sur la demi-droite graduée, puis l'écrire ».

Par exemple, au CP, les élèves montrent par le tracé de « ponts » sur la droite graduée de 1 en 1 que 1+2+2 =5.



6. *Remarque :*

Au fur et à mesure de l'année, la droite numérique évolue, les graduations disparaissent, on ne conserve que les graduations 0, 5, 10, 15 ..., puis 0, 10, 20, ..., puis enfin uniquement la graduation 0.L'écrit dans le journal des mathématiques

Le passage à l'écrit dans le journal des mathématiques est important en particulier parce qu'il permet un retour sur les écrits antérieurs des élèves.

De cette manière, l'élève peut prendre conscience de l'accroissement de ses connaissances, qu'il pourra justifier, *mais aussi de ce dont il pense être certain, sans laisser la responsabilité de la certitude uniquement au professeu*r.

Le journal est donc un outil pour la mémoire individuelle et collective, puisque la symbolisation et l'usage de représentations fixe momentanément ce que l'on pense « savoir » mais que l'on peut modifier.

L'écrit constitue le partage d'une expérience vécue d'abord individuellement puis collectivement.

7. La progression dans le Journal des mathématiques

La progression dans le Journal des mathématiques est donc directement ancrée dans les productions des élèves, dans les idées mathématiques qu'elles révèlent, dont le professeur fait prendre conscience aux élèves, avant de demander à chacun de les travailler.

C'est par de nouvelles *incitations*, qui prennent leurs sources dans les propriétés mathématiques des productions antérieures, que le professeur fait mathématiquement avancer les élèves. Ces incitations sont fondées à la fois sur les productions relevées dans le journal, et sur des discussions, dans la classe, fondées sur des productions ou des questions dont le professeur a relevé la pertinence.

8. La périodicité du Journal des mathématiques, la durée des séances

D'une part, le Journal des mathématiques requiert une certaine quantité d'expériences mathématiques pour que l'élève soit en possibilité d'écrire des mathématiques « nouvelles » par rapport à ce qu'il sait déjà faire.

D'autre part, le Journal doit devenir une habitude, habitude de production et d'enquête, pour les élèves.

La périodicité des séances doit donc tenir compte de ces deux contraintes. Le rythme d'une ou deux fois par semaine paraît pertinent.

La durée des séances peut être variable, selon le temps accordé à l'incitation. Mais elle doit être suffisante pour permettre à chaque élève de s'approprier individuellement l'incitation et de faire ses propres expériences, de s'inscrire dans *une enquête sur le nombre*. On peut considérer qu'une séance peut durer entre 20 et 30 minutes (explicitation de l'incitation comprise).

Par ailleurs, des moments de retour décrochés des séances du journal proprement dites, consacrés à l'analyse d'une ou plusieurs productions particulièrement intéressantes, paraissent indispensables.

9. Le journal des mathématiques et la communication mathématique au-delà de la classe

Le travail accompli dans le Journal des mathématiques peut être communiqué au-delà de la classe.

Les trouvailles des uns et des autres peuvent être partagées et servir d'incitations nouvelles dans d'autres classes, qui peuvent sur cette base établir une correspondance scolaire.

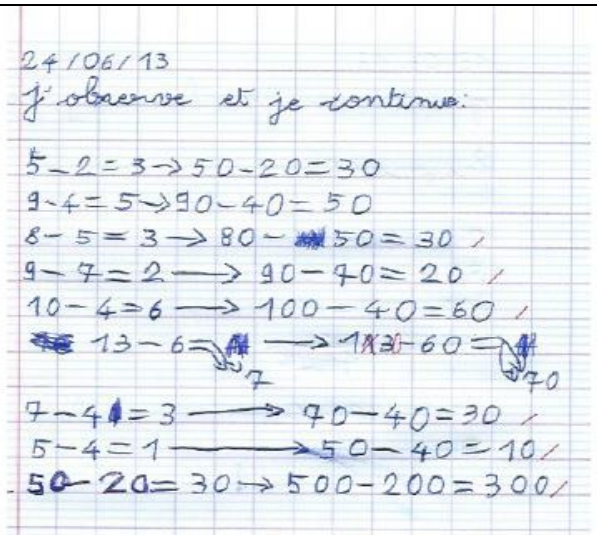
10. Le journal des mathématiques et les élèves moins avancés

Les élèves moins avancés doivent *nécessairement* travailler dans le journal des mathématiques, comme chaque élève.

Comme le travail dans le journal des mathématiques est un moment d'autonomie, chaque élève travaillant sans appui sur le professeur, celui-ci peut accorder une attention particulière, dans le travail du journal, aux élèves moins avancés. Il peut alors « accompagner » ces élèves dans leur production, en s'assurant qu'ils ont bien saisi l'incitation, et en leur suggérant éventuellement certaines façons d'agir. Mais ces suggestions n'ont qu'un seul but : permettre à ces élèves moins avancés de travailler seuls, *avec une certaine intensité et une certaine densité mathématique*, sur *des productions de même type* (même si elles sont éventuellement moins nombreuses ou moins complexes) que celles des élèves plus avancés de la classe.

Par exemple en fin d'année de CP, les élèves de cette classe ont eu comme incitation :

« J'observe et je continue : 5-2=3 → 50-20=30 9-4=5 → 90-40=50 »

Voici la production d'un élève avancé	et celle d'un élève moins avancé
	

On s'aperçoit que l'élève moins avancé a eu beaucoup plus de difficultés pour produire de nouvelles égalités et qu'il a finalement retiré 0 à chacun des nombres qu'il a choisis pour répondre à l'incitation dans un contexte particulier.

Pour accompagner cet élève moins avancé, un enseignant aurait pu ajouter dans le journal de l'élève (sur plusieurs lignes) d'autres égalités du même type (7-1=6 → 70-10=60 etc.) afin de l'aider à percevoir la logique des écritures (sans nécessairement oraliser cette logique). Même si cette pratique est marginale, elle est utilisée par certains enseignants pour « accompagner » encore un peu certains élèves avant de les laisser produire seuls dans leurs journaux.

11. Ce que disent les enseignants de CP du journal des mathématiques

Ce que disent les enseignants de CP (ACE et non ACE) du journal des mathématiques (propos recueillis lors d'animations pédagogiques « journal des mathématiques » après que les enseignants aient mis en œuvre le journal dans leurs classes) :

<u>Points forts</u>

- réinvestissement et éventuellement approfondissement des connaissances acquises au cours des modules

- tout le monde y trouve son compte, les plus avancés qui manipulent des notions pas forcément systématisées en classe (ils vont plus loin), les moins avancés qui produisent parfois peu mais peuvent montrer quand même leurs connaissances mathématiques
- une grande liberté au sein d'un cadre précis
- souple d'utilisation : moment court ou plus long à n'importe quel moment de la journée, variable d'ajustement pendant que d'autres finissent un travail, rebondissement par rapport à quelque chose vu en classe, utilisation spontanée « dans le feu de l'action pédagogique »
- rebondir sur des erreurs collectées pour une reprise en grand groupe : les élèves progressent grâce à ça, comprennent que se tromper peut faire avancer
- pas de blocage, de culpabilisation par rapport aux erreurs
- la mise en valeur nominative de certaines productions d'élèves leur plaît beaucoup.

Points à améliorer

- la correction peut être fastidieuse.

Pour ce dernier point, beaucoup d'enseignants limitent la place de production des élèves à un demi-cahier de brouillon de manière à restreindre les élèves dans leur envie de produire des mathématiques.

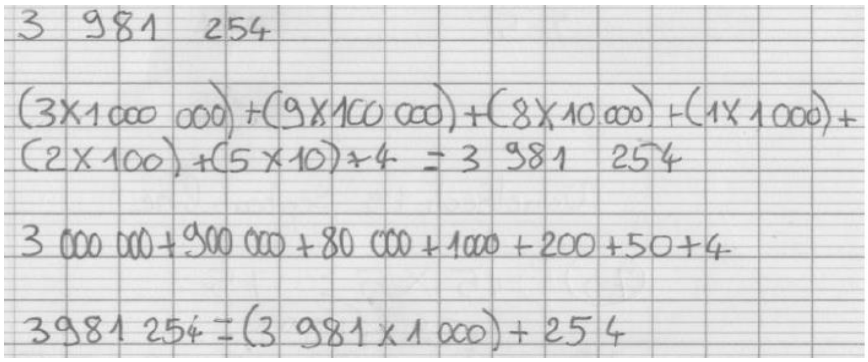
IV - LE JOURNAL DES MATHÉMATIQUES A D'AUTRES NIVEAUX DE CLASSE

Comme il était indiqué précédemment, les élèves de n'importe quel niveau de classe peuvent utiliser un journal des mathématiques ; lors d'animations pédagogiques en cycle 2, cycle 3, également dans l'ASH, des enseignants de tous niveaux de classes ont déjà utilisé, avec efficacité le journal des mathématiques ; certains collègues ne se sont pas restreints au domaine numérique, mais ont aussi créé des incitations en géométrie ou dans le domaine des grandeurs et mesures de grandeurs ; voici quelques exemples possibles :

1. Premier exemple en CM2

Incitation : « *Choisis un nombre assez grand et trouve plusieurs façons possibles de le décomposer* »

Exemple de production d'élève :



Cette incitation pourrait être plus contraignante en demandant aux élèves de trouver au moins trois décompositions du nombre choisi afin d'éviter d'avoir un élève qui se contenterait de décompositions canoniques.

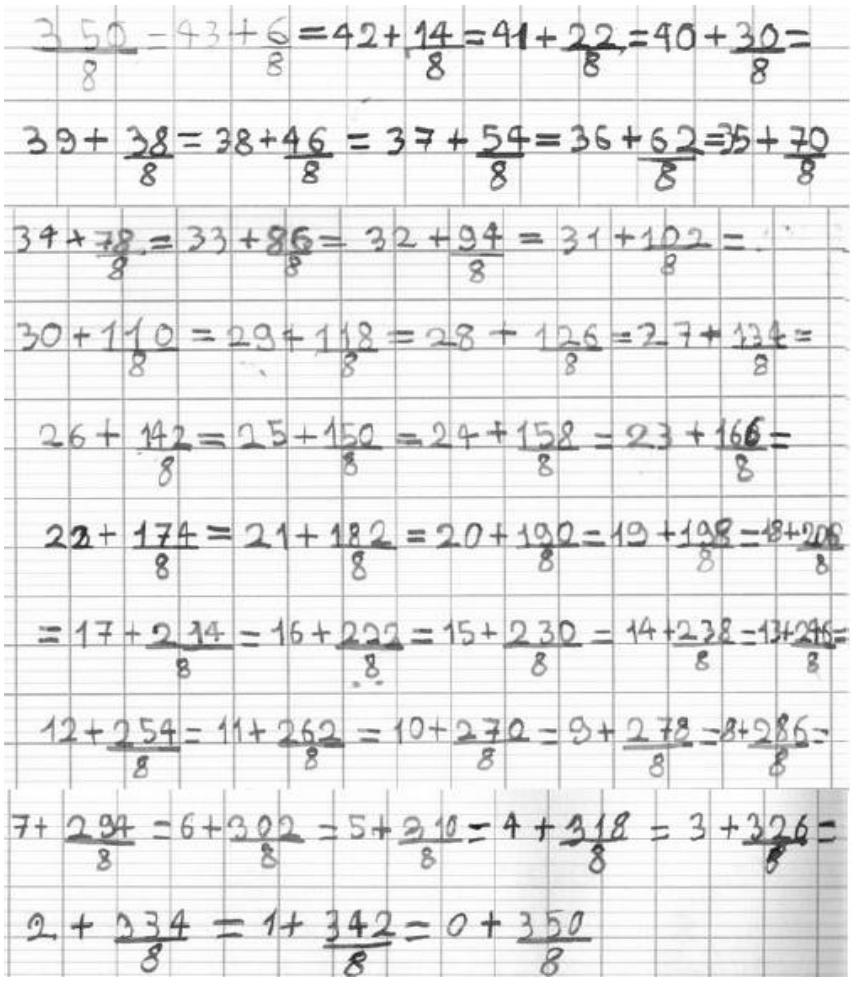
2. Deuxième exemple en CM2:

Incitation :

Observe et imite (ou continue) le travail d'Erwann :

$$\frac{350}{8} = 43 + \frac{6}{8} = 42 + \frac{14}{8} = 41 + \frac{22}{8}$$

Production d'un élève :

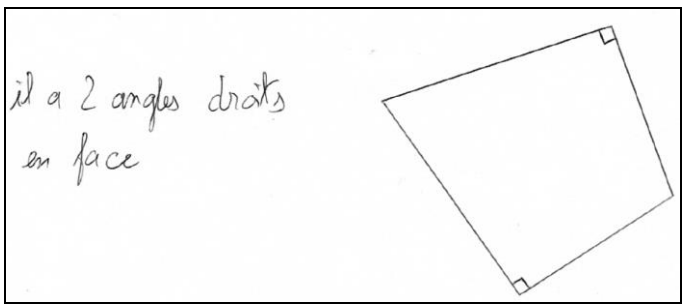


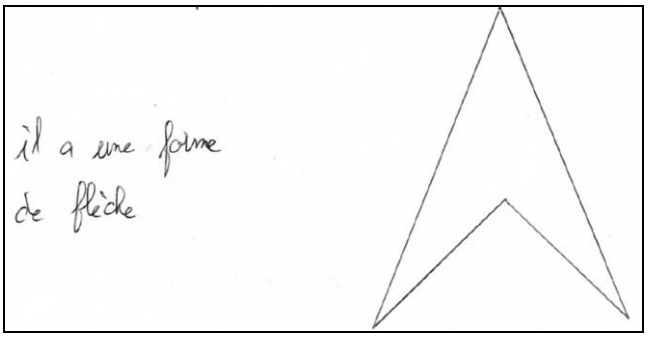
On peut penser que cet élève a compris qu'une unité était égale à huit huitièmes et qu'il le fait savoir !

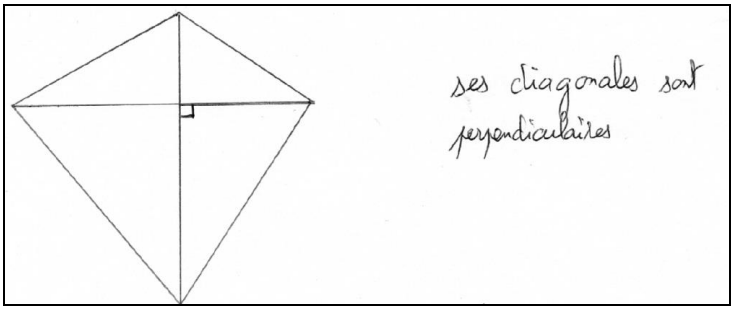
3. Troisième exemple en CM2

Incitation: « *Trace des quadrilatères et indique leurs propriétés* »

Production d'un élève :







L'enseignante qui a proposé cette incitation a été surprise de la créativité de ses élèves par rapport aux années précédentes où la leçon sur les propriétés des quadrilatères ne permettait d'étudier que les

figures classiques (carré, rectangle…). Ce travail de production de quadrilatère a permis à la classe de revenir sur la définition d'un quadrilatère, ainsi que sur leurs propriétés, tout en découvrant de nouveaux quadrilatères « non classiques ».

4. Exemple en ULIS

Plus qu'un exemple, c'est une façon de procéder qu'une enseignante d'ULIS a mis en place avec ses élèves : une même incitation reprise tous les jours d'une même semaine ; les élèves produisaient très peu les premiers jours, mais en prenant confiance en eux arrivaient à des productions très pertinentes en fin de semaine.

5. Bilan provisoire de la mise en œuvre dans les classes

Tous les enseignants qui ont mis en œuvre le journal des mathématiques dans leur classe sont impressionnés par l'investissement de leurs élèves à répondre aux incitations ; ils sont également étonnés de la pertinence des productions de certains élèves. Dans certaines classes comportant beaucoup d'élèves moins avancés, certains enseignants précisent l'incitation du jour, font travailler les élèves pendant une dizaine de minutes en accompagnant certains élèves moins avancés, interrompent le travail personnel et demandent à quelques élèves d'écrire une de leur production au tableau, redonnent dix minutes aux élèves pour produire des mathématiques ; on s'aperçoit donc que cet outil est « vivant » et adaptable en fonction des différents profils de classes ; l'analyse de son utilisation ne fait donc que commencer !

Grande satisfaction : Dans certaines classes de CP, le cadeau à la maitresse n'est plus un beau dessin, mais une page de calculs que certains élèves réalisent le soir chez eux pour l'offrir à l'enseignante !!

V - ECHANGES AVEC LES PERSONNES PRÉSENTES À CETTE COMMUNICATION

A la fin de la communication, les personnes présentes ont posé un certain nombre de questions sur la progression ACE CP (rôle des différents systèmes de représentation, articulation des différents domaines…) ; je ne ferai pas part de ces échanges ici, car il est question dans cet article de décrire le journal des mathématiques.

Les collègues ont demandé quelle forme prenait ce journal. Dans toutes les classes où il est utilisé, il s'agit d'un cahier spécifique, en général de petit format (afin de limiter l'espace de production des élèves, pour ne pas rendre trop fastidieuses les vérifications des productions qui sont plus longues à effectuer que pour un fichier par exemple). Dans certaines classes les enseignants utilisent tout de même un cahier grand format afin que les élèves aient suffisamment de place pour répondre aux incitations (par exemple en CE1, lorsque les élèves fabriquent des « nombres-rectangles » par découpages de grilles rectangulaires qui représentent les multiplications, voir ACE-CE1 accessible en ligne en septembre 2017).

Nous avons également eu le temps de voir ensemble quelques exemples d'incitations qui pourraient être données dans les classes ; c'est ce point qui est délicat au départ lorsque les enseignants décident d'utiliser le journal des mathématiques dans leurs classes ; en effet, les incitations ne doivent pas être trop ouvertes (par exemple : « Ecrit tout ce que tu connais en mathématiques », ni trop fermées ce qui s'approcherait davantage d'exercices à réaliser (par exemple : « Trace un rectangle qui a un périmètre égal à 12 cm et une aire égale à 8 cm² »). Dans le domaine des aires et des périmètres, en CM2, une proposition d'incitation a été donnée par un collègue : « Dessine des rectangles et indique pour chacun son périmètre et son aire » ; cette incitation correspondait tout à fait à ce qui est demandé dans le journal des mathématiques, car elle est suffisamment explicite pour que tous les élèves s'engagent dans une production, et suffisamment ouverte pour qu'ils puissent expérimenter des faits géométriques (même aire mais périmètres différents etc.), ce qui permettrait ensuite à l'enseignant de créer d'autres incitations mettant en évidence la non corrélation de l'aire et du périmètre (exemple : « Choisis une aire et dessine plusieurs rectangle qui ont cette aire ; compare leurs périmètres »).

Les personnes présentes ont également perçu l'intérêt d'un tel dispositif dans les classes, son aspect interactif entre productions individuelles et travail collectifet souhaitaient le faire connaitre dans leur lieu d'exercice.

Je remercie en tout cas la COPIRELEM de m'avoir permis de faire connaitre cet outil lors de ce colloque.

VI -BIBLIOGRAPHIE

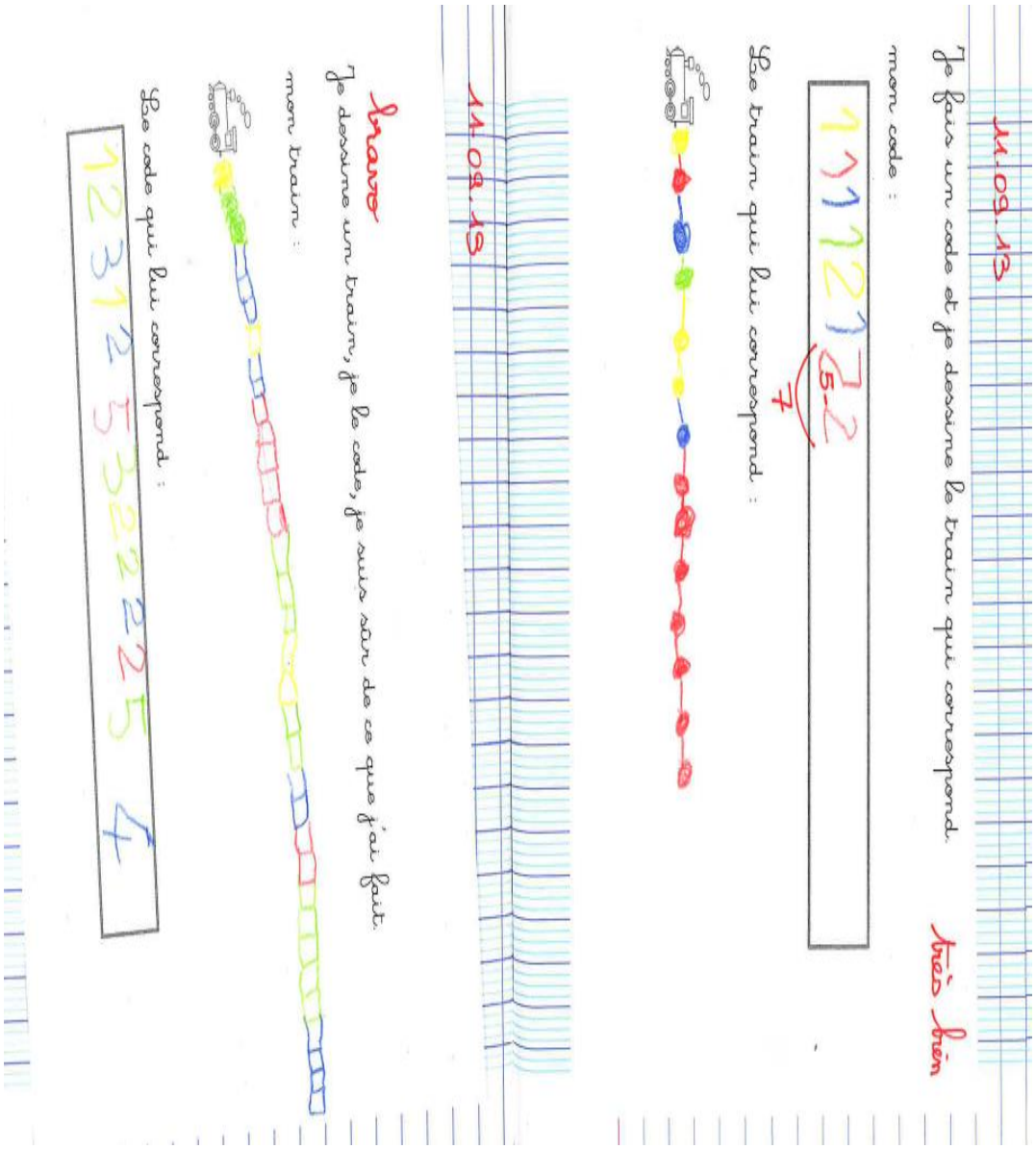
ACE-Arithmécole (2017) http://python.espe-bretagne.fr/ace/ Consulté le 16/04/17

Le journal du Nombre (2015) http://python.espe-bretagne.fr/ace/wp-content/uploads/Pre%CC%81sentation-du-Journal-du-Nombre.pdf Consulté le 16/04/17

SENSEVY, G. (1996). Le temps didactique et la durée de l'élève. Etude d'un cas au Cours Moyen : Le Journal des Fractions. *Recherches en didactique des mathématiques 16*(1) 7-46.

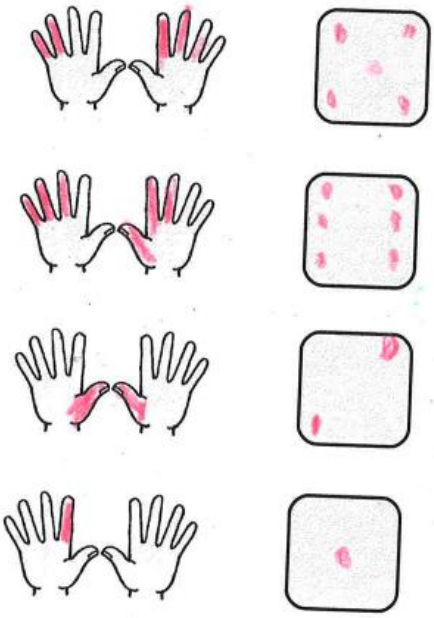
VIGOT, N. (2014). Temps des pratiques de savoir, dispositifs et stratégies professorales : une étude de cas en mathématique au cours préparatoire : Journal du Nombre et Anticipation. *Thèse en Sciences de l'Éducation*. Université de Brest.

VI - ANNEXE (JOURNAL DES MATHÉMATIQUES DE LOUISE, LORS DE SON ANNÉE DE CP ACE)



La date : 25/09/13 bravo

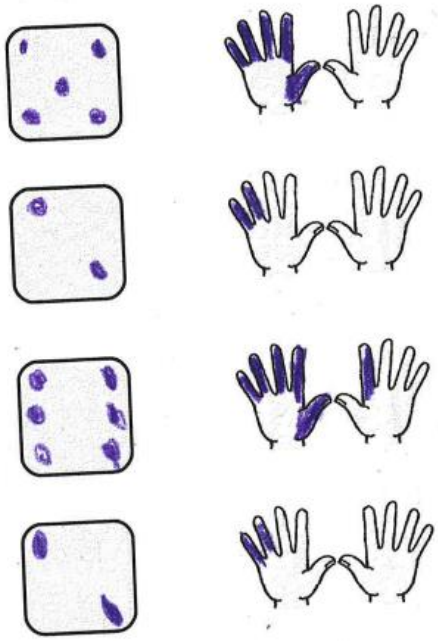
Fais une annonce en coloriant les doigts que tu lèves et dessine les points du dé pour que ton annonce soit gagnante.



bravo

La date : 25/09/13

Dessine les points du dé et colorie les doigts pour faire une annonce gagnante.



La date : 03/10/13

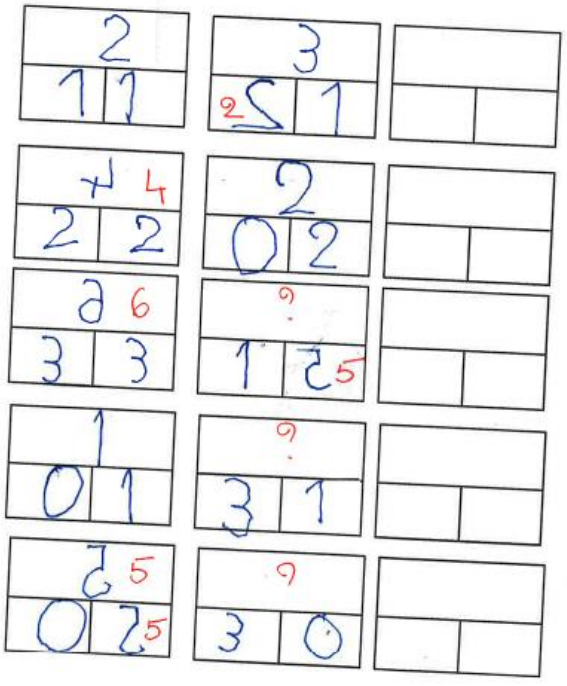
J'écris des annonces différentes qui peuvent gagner.

2+2
3+0
2+3
3+3
2+0
1+3
1+2 annonce perdante
1+1
1+2
1+0

bien

La date : 10/10/13

Fais le plus possible d'annonces différentes et gagnantes et complète les boîtes.

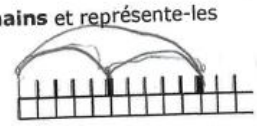


Louise

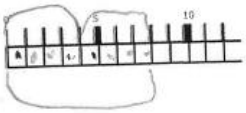
La date : 15/10/13

Ecris des annonces à **2 mains** et représente-les sur la ligne graduée.

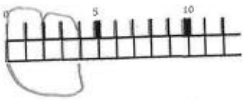
5+5=10



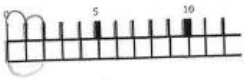
4+4=8



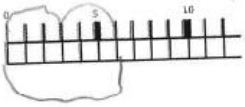
2+2=4



1+1=2



3+3=6



très bien

La date : 17/10/13

Dans son journal du nombre, Sarah a écrit
1+1 = 2
2+1 = 3
3+1 = 4
Observe, imite et complète les boîtes à compter.

0+1=1

4++1=25

25+1=26

26+1=7

11+1=21 (12)

Attention à l'écriture des chiffres!

La date : 8/11/13

écritures additives à 2 termes

J'écris des annonces à 2 mains différentes.
J'utilise les signes +, =, ≠.

1+7=8	1+7≠4
2+2=4	2+2≠8
1+1=2	1+1≠1
0+1=1	0+1≠2
0+2=25	0+2≠8
0+8=8	0≠2
8+0=8	8+0≠3
1+2=3	1+2≠8
0+7=7	0+2≠7
8+2=9	2+2≠8
1+2=8	2+1≠10 (5)
1+3=4	
5+5=10	5+5≠4
0+10=10	0+10=25

très bien

La date : 15/11/13

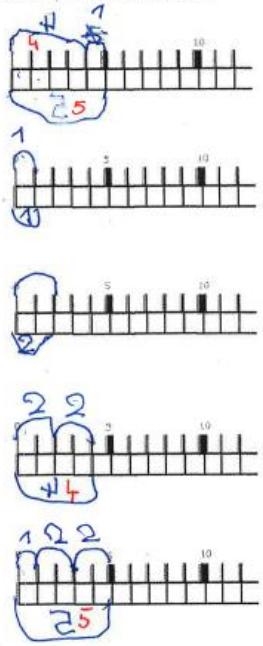
Je compare des nombres. J'utilise les signes > ou <.

2<5/2<8/2<8/2<3/1<5/8>1/2>1/3>2/

4<5/

La date : 22/11/13

Ecris des annonces à **3 mains** et représente-les sur la ligne graduée.



La date : 22/11/13

Dans son journal du nombre, Louise a écrit

1+5 = 6 1+5≠4
5+5 = 10 5+5 ≠ 4
1+2 = 3 1+2≠8

Observe,explique et imite Louise.

La date : _____

Dans son journal du nombre, Anaïs a écrit

1+2 ≠ 2
3+4 ≠ 4
6+7 ≠ 7

Observe,explique et imite Anaïs.

La date : 22/11/13

J'écris des additions à 2 termes égales. J'utilise les signes + et =.

La date : 9/12/13

Observe, explique et continue : 5+3 ≠ 1+1

5+5 ≠ 1+1
1+0 ≠ 2+2
? 0+2 ≠
0+0 ≠ 2+2
5+3 ≠ 1+1
2+2 ≠ 0+0
1+1 ≠ 5+3
? 100+1=0

La date : 16/12/13

très bien

Ecris des annonces qui font **10**

1+1+1+1+1+1+1+1+1+1=10
2+2+2+2+2=10
1+9=10
10+0=10
7+7=10
8+2=10

La date : 08/01/14

Ecris des soustractions et les différences auxquelles elles correspondent

10-1=9
10-2=~~7~~ 8
10-3=~~8~~
10-4=~~7~~ 6
10-10=0
1-1=0
2-2=0
4-4=0

La date : 16/01/14

« **Fais voir le nombre** »

Je fais voir 8 dans 10

10=8+2
10-8+2 10-8=2
10-2=8

10	
8	2

10
8 2

Je fais voir 2 dans 4

4=2+2
4-2=2

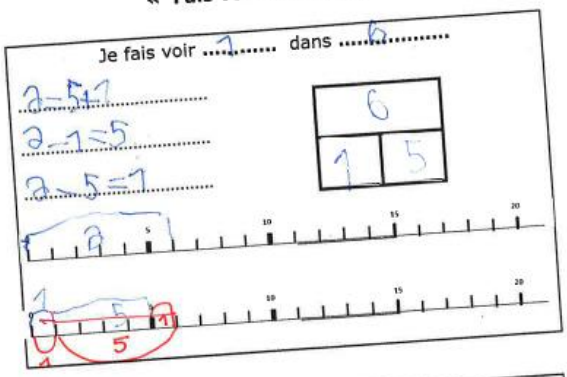
4	
2	2

4
2 2

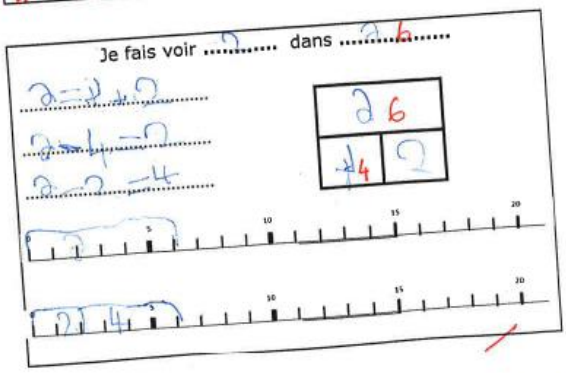
La date : 16/01/14

« Fais voir le nombre »

Je fais voir ..... dans .....



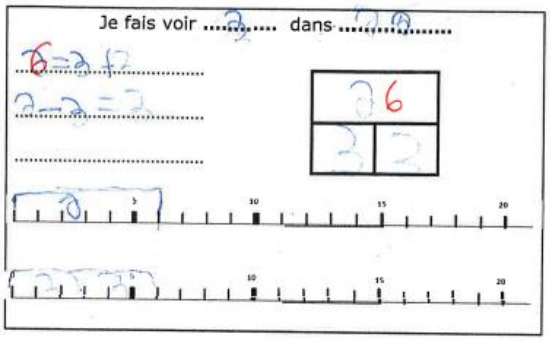
Je fais voir ..... dans .....



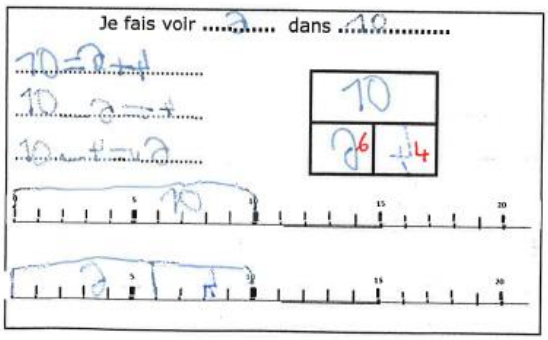
La date : 16/01/14

« Fais voir le nombre »

Je fais voir ..... dans .....



Je fais voir ..... dans .....



La date : 27/01/14 bien

Jeu de la boîte :

Complète la boîte et écris des mathématiques en utilisant les nombres de la boîte.

5=1+4

4=1+3

5=4+1

1=5-4

4=5-1

impossible 1+4=5

4+1=5

1+4=5

5+1=4

1=4-3

La date : 17/01/14

Dans son journal du nombre, Gabriel a écrit :

7+3-3=7

7+1-1=7

7+5-5=7

Observe, explique et imite Gabriel.

8+3-3=8 7+5-5=7

8+4-4=8

8+7-7=8

8+2-2=8

8+1-1=8

8+7-8

8+7-7=8

8+2-2=8

7+1-1=7

7+2-2=7

7+3-3=7

7+4-4=7

La date : 27/01/14

Jeu de la boîte :

Complète la boîte et écris des mathématiques en utilisant les nombres de la boîte.

7	
6	1

Tu n'as pas utilisé les nombres de la boîte.

La date : 25/01/14

Choisis une différence et écris le plus possible de soustractions qui lui correspondent.

1

Attention, tu oublies parfois d'écrire + et on ne lit pas le bon nombre $10 \neq 1+0$!

La date : 05/02/14

Observe, explique : 5+4 = 2+3+2+2

Ecris un lancer à 2 termes et dégroupe les nombres pour obtenir une addition égale avec plus de termes.

La date : 06/02/14

Observe, explique : 2+3+1+ 6 = 5 + 7

Ecris un lancer à 4 termes et écris une addition égale à 2 termes.

La date : 01/02/14

Observe, explique, imite :

7 >4 alors 4+3 > 2+2

4<5 alors 2+2<4+1

4<6 alors 3+1<5+1

4>1 alors 2+2>0+1

5>4 alors 1+1+1+1+1>1+1+1+1

3>1 alors 1+1+1+1+1+1>1+0

La date : 12/02/14

Le nombre caché

Je montre le nombre 6 caché dans d'autres nombres

8 / 2	8-2=6 ; 2+6=8
7 / 1	7-1=6 ; 1+6=7
10 / 4	10-4=6 ; 4+6=10
13 / 7	13-7=6 ; 7+6=13
9 / 3	9-3=6 ; 3+6=9
11 / 5	11-5=6 ; 12+11+5+6=11
12 / 6	12-6=6 ; 6+6=12

La date : 14/02/14

Observe, explique, imite :

6 – 3 = 3 alors 26 - 23 = 3

6-3=3 alors 16-13=3

6-3=3 alors 36-33=3

6-3=3 alors 46-43=3

6-3=3 alors 16-13=3

6-3=3 alors 66-63=3

6-3=3 alors 86-83=3

La date : 19/02/14

Additions et soustractions

Je complète les boîtes et j'écris les additions et les soustractions possibles :

6 / 3 3	6-3=3 ; 3-3≠6	3+3=6 ; 6+3≠3
12 / 6 6	12-6=6 ; 6-6≠12	6+6=12 ; 12+6≠6
5 / 3 2	5-3=2 ; 3-2≠5	3+2=5 ; 5+3≠2
6 / 5 1	6-5=1 ; 5-1≠6	5+1=6 ; 6+5≠1
2 / 1 1	2-1=1 ; 1-1≠2	1+1=2
4 / 2 2	4-2=2 ; 2-2≠4	2+2=4 ; 4+2≠2
8 / 7 1	8-7=1 ; 7-1≠8	7+1=8 ; 8+7≠1

La date : 18/03/14

Complète le tableau avec des additions égales à **10**.

additions à 2 termes	additions à 4 termes
2+2=10	7+2+2+7+7+3
9+1=10	2+3+7+7=10
7+3=10	2+4+7+0=10
6+2=10	2+2+2+7=10
6+4=10	3+2+2+2=10
4+6=10	2+2+5+7=10
8+2=10	
additions à 3 termes	**additions à 5 termes**
2+2+3=10	
2+7+1=10	
2+4+7=10	
7+2+1	
6+2+2=10	
2+2+6=10	
8+1+1=10	

La date : 24/03/14

Fais voir 2

Choisis des nombres et écris-les en montrant tous les 2 qui s'y cachent :

2=2+1
4=2+2
5=2+2+1
6=2+2+2
7=2+2+2+1
8=2+2+2+2
9=2+2+2+2+1
10=2+2+2+2+2
11=2+2+2+2+2+1
12=2+2+2+2+2+2
13=2+2+2+2+2+2+1
14=2+2+2+2+2+2+2
15=2+2+2+2+2+2+2+1

La date : 27/03/14

Observe, explique, imite :

10+10+10+10+3 = 4d 3u = 43

10+10+10+10+3=4d3u=43
10+10+10+3=3d3u=33
10+10+10+10+10+3=5d3u=53
10+10+10+10+10+10+3=6d3u=63
10+10+10+0=3d0u=30

La date : 28/03/14

Observe, explique, imite :

58 = 5d 8u = 10+10+10+10+10+8

10=1d0u=10+0
11=1d1u=10+1
12=1d2u=10+2
13=1d3u=10+3
14=1d4u=10+4
15=1d5u=10+5
16=1d6u=10+6
17=1d7u=10+7
18=1d8=10+8
19=1d9u
20=2d0u=10+10+0
21=2d1u=10+10+1
23=2d3u=10+10+3
24=2d4u=10+10+4

La date : 3/02/14

Additions et soustractions

Je complète les boîtes et j'écris les additions et les soustractions possibles :

99 = 90 + 9	9+90=95 99	90+9=95
	95-99=9 99-9=90	95-9=99 99-90=9
57 = 50 + 7	57-50=7	57-7=50
	50+7=57	7+50=57
87 = 80 + 7	87-80=7	87-7=80
	80+7=87	7+80=87
47 = 40 + 7	47-7=40	47-40=7
	40+7=47	7+40=47
97 = 90 + 7	97-7=90	97-90=7
	90+7=97	7+90=97
42 = 40 + 2	42-2=40	42-40=2
	2+40=42	40+2=42

La date : 10/04/14

Observe, explique, imite :

37 + 10 = 47
59 + 10 = 69

59+10+10=79
34+10=44
50+10+10+10=80
20+30+10=40
40+10=50
29+10=39
39+10=49
49+10=59
59+10=69
69+10=79
79+10=89
33+10=43
43+10=53
53+10=63

22+10=32
20+20=40
30+10=40
40+11=71
20+10=30
12+10=22
10+10=20
10+10+10+11=41
47+10+10=81
51+10=01
81+10=71

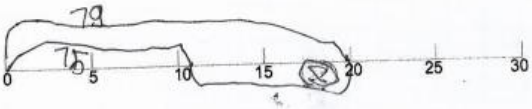
La date : 19/03/14

Ecris des sommes et dessine les pièces et les billets que tu utiliserais pour les payer.

40	20 20
41	20 20 1
42	20 2
43	20 20 1 2
44	20 20 2 2
45	20 20 1 2 2

La date : 15/05/14

12 + ? = 19



19 - 8 = 12

19 - 12 = 7

7 + 12 = 19

12 + 7 = 19

10 + 2 + ? = 10 + 9

10 + 2 + 7 = 10 + 9

La date : 21/02/14

Observe, explique, imite :

6 + 6 + 4 = 10 + 2 + 4

10 + 1 + 10 = 0 + 1 + 20

10 + 2 + 4 = 12 + 0 + 4 -

10 + 10 + 10 = 30 + 10 + 0 à discuter

4 + 11 + 5 = 15 + 4 + 0

10 + 9 + 1 = 15 + 4 + 1 -

12 + 18 = 11 + 9 + 1 -

13 + 1 + 2 = 10 + 1 + 6 -

14 + 1 + 10 = 20 + 4 + 1 -

15 + 1 + 11 = 15 + 2 + 10 -

La date : 25/05/14

Calculs avec 9

Dans la classe tout le monde ne réfléchit pas pareil pour calculer **9+6** :

Procédure 1 :
Je sais que **10+6=16 alors 9+6=15**

Procédure 2 :
9+6= 9+1+5=10+5=15

Ecris des calculs avec 9 et choisis l'une des deux procédures pour calculer.

9 + 8 je sais que 10 + 8 = 18 alors 9 + 8 = 17

je sais 9 + 2 je sais que 10 + 2 = 12 alors 9 + 2 = 11 -

9 + 4 je sais que 10 + 4 = 14 alors 9 + 2 = 12 ?

9 + 7 je sais que 10 + 7 = 17 alors 9 + 7 = 16 -

La date : 22/05/14

Ecris des soustractions avec des grands nombres et aide-toi de ton quadrillage pour calculer la différence.

58 - 28 = 30 -

59 - 39 = 20 -

51 - 32 = 19 x

49 - 30 = 9 ? ce n'est pas lisible !

25 - 19 = 8 -

29 - 19 = 10 -

90 - 32 = 58 à revoir

23 - 22 = 2 -

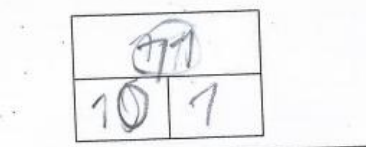
La date 16/06/14

Invente un problème « de plus » ou « de moins » et résous-le.

Madame Lili a acheté 11 pommes.

Monsieur Coco en a acheté 10 de moins

Combien Monsieur Coco a- t-il acheté de pommes ?



10 - 11 = 1

Monsieur Coco a acheté 1 pomme

La date : 06/05/14 Louise

Observe, compare avec > ou <, explique, imite :

200 + 70 + 5 > 200 + 40 + 5

825 + 57 < 825 + 66

643 -10 > 643 - 1

49 - 20 < 49 - 28

205+1+9 > 205+1+8

709+72+79 < 709+72+20

100+10+1 > 100+9+1

800+10+11 < 800+11+20

900+11+12 < 900+11+20

200+8+19 > 200+8+1

600+10+79 < 200

200+70+72

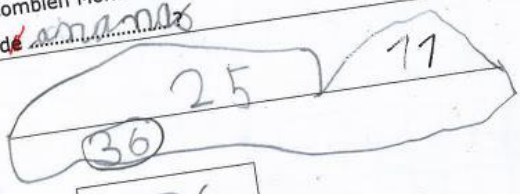
La date : 16/06/14

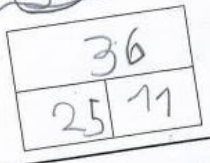
Invente un problème « de plus » ou « de moins » et résous-le.

Madame Lili a acheté 25 ananas.

Monsieur Coco en a acheté 11 de plus

Combien Monsieur Coco a- t-il acheté de ananas ?





25 + 11 = 36

Monsieur Coco a acheté 36 ananas

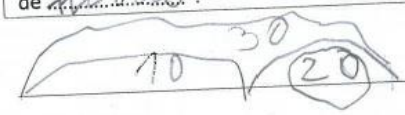
La date : 16/06/14

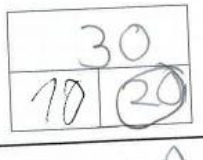
Invente un problème « de plus » ou « de moins » et résous-le.

Madame Lili a acheté 30 livres.

Monsieur Coco en a acheté 10 de moins

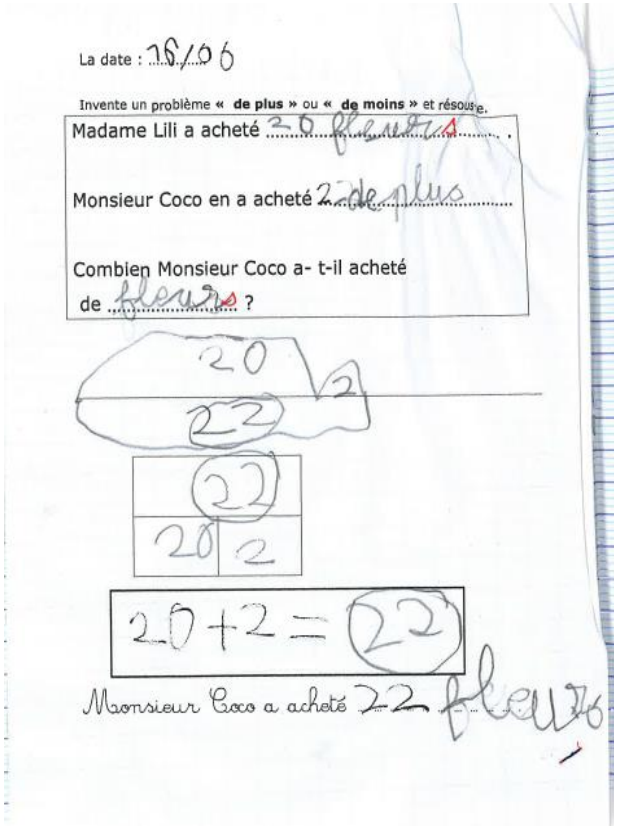
Combien Monsieur Coco a- t-il acheté de livres ?





30 - 10 = 20

Monsieur Coco a acheté 20 livres


La date : 16/06

Invente un problème « **de plus** » ou « **de moins** » et résous-le.

Madame Lili a acheté 20 fleurs.

Monsieur Coco en a acheté 2 de plus

Combien Monsieur Coco a- t-il acheté de fleurs ?

20 2 22

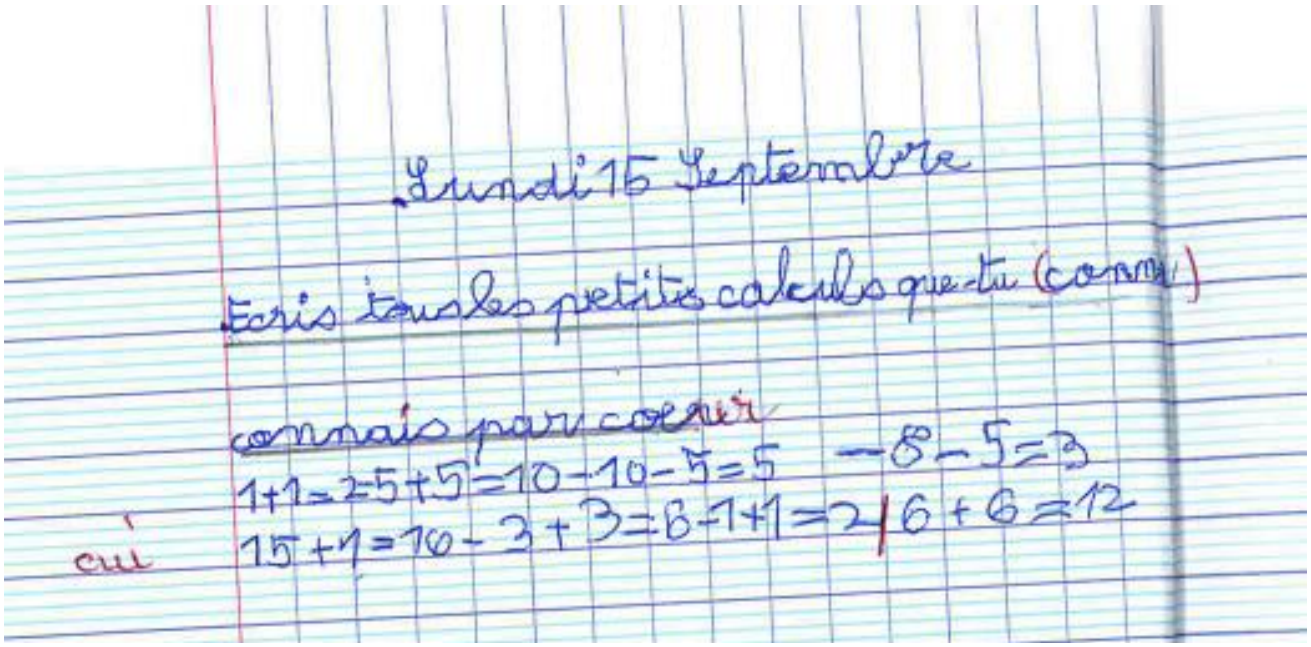
22

20 2

20+2=22

Monsieur Coco a acheté 22 fleurs

Suite en CE1


Lundi 15 Septembre

Ecris tous les petits calculs que tu connais

connais par coeur

1+1=2 5+5=10 10-5=5 8-5=3

15+1=16 3+3=6 1+1=2 6+6=12

Remarque :

On peut constater que l'enseignante de CE1 qui a produit cette incitation débute dans l'utilisation du journal avec ses élèves, car son incitation est un peu trop ouverte. Il faut réussir à trouver un juste milieu entre une incitation trop fermée (du type exercice « *écris tous les nombres de 1 à 10 et ajoute 3 à chacun de ses nombres* ») et trop ouverte (du type : « *écris tout ce que tu sais en mathématiques* ») ; l'incitation doit être en lien avec le savoir mathématique qui vient d'être construit et doit permettre aux élèves une certaine prise d'initiative et une adaptation à son niveau de maîtrise du concept.

La création d'incitations s'améliore avec la pratique ; c'est en faisant qu'on apprend… élève comme enseignant !

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

Agnès BATTON
ESPÉ de Versailles
agnes.batton@u-cergy.fr

Résumé
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.

Les épreuves et les modalités du Rallye Mathématique IREM 95 sont produites par un groupe pluricatégoriel lié à l'IREM de Paris Diderot. Il a pour objectif, pour les enseignants comme pour les élèves, de « donner envie » de faire des mathématiques par la résolution de problèmes dans une démarche particulière.

Nos objectifs pour les élèves sont de :

- les confronter à des problèmes de recherche pour lesquels différents types de démarches sont possibles et qui favorisent l'initiative, l'imagination et l'autonomie ;

- les placer dans un contexte qui valorise le travail en équipe, qui les implique dans un esprit de coopération et non de rivalité.

« Au cœur même de la notion de culture mathématique se trouve la capacité de poser, de formuler et de résoudre des problèmes… les élèves devraient non seulement être à même de résoudre des problèmes, mais aussi de se les poser. »[1]

Pour les enseignants, le Rallye est utilisé comme un outil de formation qui permet de les faire entrer dans un processus de réflexion sur la résolution de problème dans l'enseignement des mathématiques notamment. C'est en particulier un moyen d'envisager, avec les enseignants, les questions de complexité

[1] Rapport PISA http://www.pisa.oecd.org/

et de niveaux d'abstraction. Il permet également d'enclencher, chez les enseignants qui l'utilisent pour leur(s) classe(s), une interrogation sur leurs pratiques.

I - BREF HISTORIQUE

En 2011, la circonscription de Sarcelles Sud demande de construire des animations afin d'organiser un rallye mathématique pour les élèves de Cycle 2. En 2012, le Rallye s'ouvre au département entier, s'élargissant aux élèves de cycle 3, de CLIS et de SEGPA : c'est la première année du Rallye Maths IREM 95. Nouvelle étape en 2014, les élèves de maternelle Moyenne Section et Grande Section sont concernés, ainsi que tous les élèves relevant de l'enseignement spécialisé, les binômes de classes inter-cycles (GS-CP ou CM2-6ème) et les groupes d'inclusion (CP-CLIS par exemple).

Depuis juin 2014, un temps supplémentaire s'est organisé en fin d'année scolaire, les « journées de jeux mathématiques », pendant lesquelles des classes s'étant impliquées dans les épreuves du Rallye ont la possibilité, durant une demi-journée, de participer à des ateliers de manipulation et de jeux.

II - DESCRIPTIF DE LA RESSOURCE

1 Des problèmes pour les élèves : un travail tout au long de l'année

Le Rallye Maths IREM 95 propose des épreuves de résolution de problèmes ouverts. Ces problèmes sont répartis en quatre champs : nombres et calculs (construction du nombre en maternelle), grandeurs et mesures, géométrie (espace et plan), logique et cela, suivant quatre degrés de difficulté (vert, bleu, jaune, rouge) ; cinq pour le Cycle 3 (en ajoutant Arc-en-ciel). Des archives (énoncés et corrigés) sont disponibles sur le site[2].

Une organisation commune est proposée aux classes : il y a d'abord une période d'entrainement, qui peut débuter dès septembre, et qui nécessite au moins deux semaines d'entrainement consécutives, similaires à celles de l'épreuve de mars et utilisant les archives de sujets sur le site.

Les épreuves en tant que telles ont lieu autour de la semaine des mathématiques (autour de la mi-mars). Les classes ont deux semaines pour résoudre quatre problèmes (un par champ) de leur cycle. Les enseignants de l'enseignement spécialisé peuvent complètement adapter le niveau de difficulté des épreuves à leur public. La résolution se fait en classe, encadrée par le maître titulaire de la classe (qui peut être accompagné par exemple par un enseignant du dispositif « plus de maîtres que de classes » afin de faciliter l'observation des différents groupes d'élèves). L'enseignant doit constituer des groupes hétérogènes et favoriser la participation de chacun au sein du groupe.

Chaque classe ne doit renvoyer qu'une seule réponse à chacun des problèmes, réponse commune élaborée à partir d'un débat sur les productions des différents groupes de travail de la classe.

Pendant les épreuves, l'enseignant est observateur. Il observe et note les réactions, les démarches, les procédures des élèves en vue d'enrichir sa connaissance des élèves ; il ne donne pas d'indication, pas de conseil ; il gère et anime le débat relatif à la confrontation des réponses mais il n'intervient pas dans la rédaction de celles-ci ; l'enseignant ne doit donner **aucune aide ni mathématique, ni méthodologique**, il n'est que le secrétaire de la classe. En effet, la nécessité de fournir une seule réponse pour toute la classe et de s'accorder sur les solutions est une incitation au **débat mathématique**.

La responsabilité de l'organisation de la recherche est laissée à la classe. Les élèves ont accès au matériel dont ils ont besoin (voir l'exemple de la « mallette aux trésors »[3] sur le site). La classe doit produire une réponse argumentée pour chacun des problèmes (voir Annexe 1).

L'évaluation des réponses reçues en provenance des classes est faite par le groupe des collègues concepteurs des sujets accompagnés par l'équipe du groupe IREM.

[2] Site du Rallye Maths IREM 95 : http://blog.ac-versailles.fr/rallyemathssarcellessud/index.php/

[3] http://blog.ac-versailles.fr/rallyemathssarcellessud/public/Etape_2_2014/Mallette_aux_tresors.pdf

Pour chaque classe, il doit y avoir un problème par domaine (Géométrie, Grandeurs et mesures, Nombres et calculs, Logique). Le non-respect de cette consigne implique des points de pénalités. Il y a également des points d'engagement selon la difficulté de l'énoncé (un point s'il s'agit d'un énoncé de la série verte, celle des problèmes les plus simples ; deux points pour les énoncés de la série suivante…) ; et le même nombre de points pour la solution, pour la démarche et l'argumentation (trois points).

Au mois de juin, chaque élève reçoit un diplôme personnel et chaque classe, un diplôme de classe. Selon les demandes des écoles ou des circonscriptions et les disponibilités des collègues de l'équipe du Rallye, des remises de diplômes sont organisées dans certaines villes ou certaines écoles (voir Annexe 2).

Le rallye mathématique est un levier pour changer les représentations des mathématiques des élèves, leur rapport au savoir et développer leur posture de chercheur.

Pour Perrin D. (2015), « Faire des mathématiques c'est poser et, si possible, résoudre des problèmes ». Il propose alors une « expérience mathématique » en deux phases : une phase expérimentale suivie d'une phase d'observation des résultats de l'expérience.

Pour Charlot B. (1987), « L'activité mathématique n'est donc pas simplement recherche de la réponse correcte. Elle est aussi élaboration d'hypothèses, de conjectures, qui sont confrontées à celles des autres et testées dans la résolution du problème. Un concept approximatif est forgé pour résoudre un certain type de problème. Puis la pensée rebondit quand l'élève utilise ce concept pour résoudre d'autres problèmes, ce qui exige transferts, rectifications, ruptures, etc., selon un processus analogue à celui que l'on peut observer dans l'histoire des mathématiques. ».

C'est en suivant, entre autres, les arguments de ces deux chercheurs que nous avons conçu le rallye afin qu'il permette aux élèves :

- d'utiliser des outils mathématiques pour agir, choisir, décider ;

- d'exercer un regard critique face à des résultats mathématiques trouvés par eux-mêmes et par d'autres ; d'exprimer un résultat, une démarche ;

- de débattre du vrai et du faux en utilisant des connaissances partagées ;

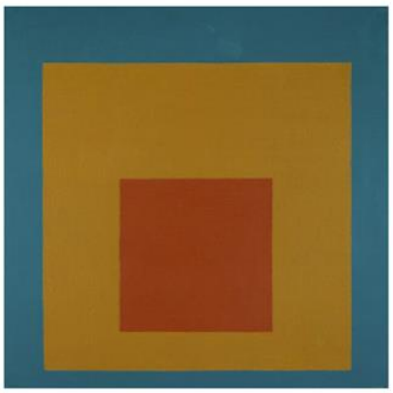
- d'aborder la question de la preuve ou de la justification

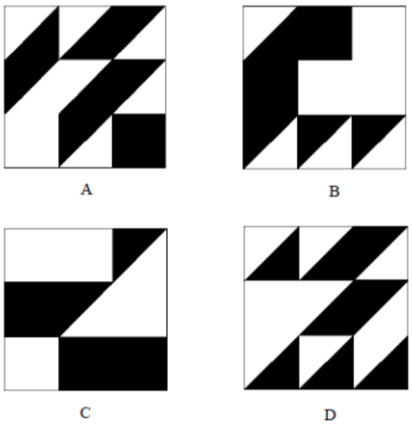
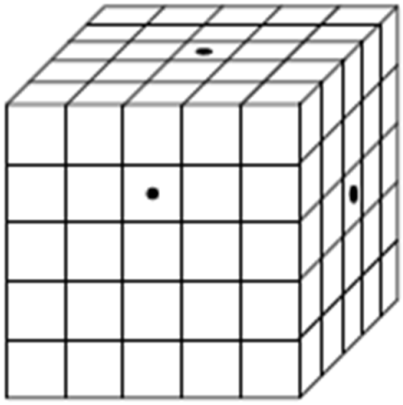
- de chercher à mieux connaître certains « objets mathématiques »

- de construire des connaissances solides sur certaines notions ainsi que d'apprendre à choisir les outils nécessaires pour résoudre un problème.

1.1 Des problèmes pour la classe : des exemples d'énoncés

Dans cette partie, nous présentons les consignes et illustrations de quatre problèmes.

LES CARRÉS DE JOSEPH ALBERS Consigne : « Joseph Albers est un artiste qui a présenté une série de « carrés » de différentes couleurs. En voici un. Vous avez à votre disposition des feuilles de couleurs. Vous devez en superposer trois et trouver le maximum de « carrés » différents. Attention, il ne doit pas y en avoir deux qui soient identiques.	

NOIR C'EST NOIR Consigne : « Quel carré a la plus grande surface noircie ? » Source : fichier EVARISTE école, APMEP	
LA VISITE AU ZOO Consigne : « Au zoo, Zoé voit dans un enclos des girafes et des autruches. Elle compte vingt-quatre pattes. Combien y a-t-il de girafes et d'autruches dans cet enclos. Trouve au moins trois réponses différentes. » Source : http://gdm-62.etab.ac-lille.fr/Enigmathic	
La chignole Consigne : « J'ai construit ce cube avec des petits cubes. Avec ma perceuse, je perce ce cube de part en part, suivant le modèle. Combien de petits cubes sont percés ? Source : « Rallye mathématique des écoles des Ardennes », 1996	

Ces quatre problèmes portent sur des domaines mathématiques différents (logique, grandeurs et mesures, nombres et calculs).

Une analyse a été menée pour identifier le cycle pour lequel l'énoncé était construit (qui n'était pas indiqué dans la présentation initiale des énoncés), les compétences et connaissances mathématiques en jeu, les procédures possibles ou attendues, les erreurs et les conceptions sous-jacente sur la notion visée potentiellement à l'origine de ces erreurs. Par exemple, pour « Noir c'est noir », la notion visée, l'aire, n'est pas enseignée en tant que notion au programme en cycle 2 mais c'est justement pour ce niveau de classe qu'a été proposé cet énoncé. Les réponses des classes permettent d'avoir accès à certaines conceptions erronées sur les aires.

Le matériel et l'accès au matériel sont aussi des points à questionner lorsqu'on élabore des épreuves. Par exemple, pour les élèves de MS ou GS de maternelle, des précisions sont données systématiquement en fin d'énoncé et des planches à reprographier sont en général jointes au sujet (exemple pour les carrés d'Albers : « Disposer de carrés de trois tailles et de trois couleurs différentes. Les faire coller sur une grande feuille après validation par le groupe. Nous faire parvenir le document ou une photographie. »).

1.2 Des problèmes pour la classe : des exemples de réponses de classe, de retours d'enseignants

Différentes productions de classes ont ensuite été présentées et analysées en collectif (voir Annexe 2). Elles permettent, s'appuyant sur un même énoncé, de comparer plusieurs solutions de classes, d'avoir accès à différentes procédures mais surtout, elles mettent en évidence différents niveaux de discours des enseignants : certains enseignants renvoient les productions d'élèves quasi brutes (même si une des consignes du Rallye précise que les réponses qui sont envoyées doivent permettre de rendre compte des procédures utilisées par les classes). Dans certaines productions présentées, les procédures des élèves sont décrites par les enseignants ; dans d'autres écrits reçus, une analyse des conceptions erronées sous-jacentes à des productions d'élèves est proposée.

Par exemple, dans une des productions de « Noir c'est noir », on voit les traces au stylo des « découpes » qui ont permis de dénombrer les triangles rectangles isocèles qui ont servi d'unités pour mesurer les aires des différentes surfaces. Mais les écritures A = 9, B = 8 incitent à se poser la question de la place qu'a prise l'enseignante dans la rédaction (et la recherche ?) de la solution. Ces écritures ne sont pas des écritures d'élèves de ce niveau. Il n'y a aucun commentaire ajouté. Une autre classe a donné la mauvaise réponse mais la procédure choisie sert d'argumentaire à la réponse : « celle qui a la plus grande surface c'est celle qui a le plus de formes » et cet argument est illustré par le découpage des différentes parties noircies et par le dénombrement de ces « formes ». L'enseignante n'a pas non plus envoyé de commentaires mais la conception sous-jacente à la réponse apparait : plus il y a de formes, plus la surface est grande (nombre de formes et non somme des aires des formes). Une troisième production a été envoyée accompagnée par l'analyse qu'en a faite l'enseignante. On y voit d'abord une description des modalités de travail « cinq groupes hétérogènes » et du matériel mis à disposition « règles, feutres et photocopies de carrés et de triangles ». Elle y détaille ensuite les procédures utilisées par les élèves, les erreurs commises mais aussi la manière dont a été utilisé le matériel mis à disposition. Même si tous ces commentaires ne sont pas demandés par le groupe Rallye, il est intéressant d'y avoir accès.

Pour « les carrés de Joseph Albers », l'enseignante a détaillé certains points cruciaux qui avaient fait débat dans la classe de Moyenne Section : peut-on avoir plusieurs carrés de la même couleur dans une production ? Les élèves ont décidé que non ; « on ne peut pas mettre en bleu car il y a déjà du bleu »…

Pour « La chignole », la production présentée laisse apparaitre à nouveau des observations concernant les modalités de passation de l'épreuve (groupes hétérogènes) mais explicite la représentation du problème qui a été choisie (une représentation en perspective transparente) ainsi que la procédure utilisée. Elle ajoute également un certain nombre d'erreurs commises qui permettent d'imaginer certaines conceptions erronées sous-jacentes : confusion de vocabulaire, cube et carré ainsi qu'une représentation « vide » du cube.

Pour « La visite au zoo » un binôme d'enseignantes de Grande Section et de CP, qui ont fait travaillé leurs élèves en décloisonnement, ont envoyé la réponse des élèves sous forme d'un diaporama dans lequel on peut suivre pas à pas les étapes des différents groupes et qui sont commentées par les enseignantes. Elles y décrivent les étapes : séance 1 : première recherche individuelle, premier bilan collectif, deuxième recherche individuelle ; séance 2 : reformulation du problème et recherche par petits groupes ; mise en commun. Elles y incluent également des annotations : « Des élèves entrent dans la schématisation », « En groupe, ceux qui n'avaient pas compris l'enjeu du problème se sentent plus concernés et entrent dans le « recomptage » des pattes pour réussir. ». Les différentes étapes sont illustrées par des photos et des productions intermédiaires d'élèves accompagnées de morceaux choisis de paroles d'élèves qui décrivent leur procédure : « Nous, on a fait des girafes et des autruches et après, j'ai compté. Il y avait 8 autruches et 1 girafe. *(Elle recompte)* Ah non, ça fait 20. ».

Il est clair, au travers de ces productions, que la question de la place de l'enseignant lors de la recherche, lors de l'écriture de la réponse reste ouverte. On ne peut que faire confiance aux enseignants qui participent au Rallye ! Mais on voit bien que le choix du matériel, proposé ou préparé sans forcément le proposer, va également influencer la recherche. Les collègues ont fait des choix différents pour présenter

les réponses de leurs élèves en nous donnant plus ou moins accès à l'observation et à l'analyse qu'ils en ont fait.

On peut voir, au travers de certains retours d'enseignants accompagnant les productions des élèves, par exemple pour « Noir c'est noir » ou « La chignole », qu'une partie de nos objectifs sont atteints :

- côté élèves : ils se sont mis en posture de chercheur, ont pris des initiatives, ont fait des choix concernant la représentation de leur solution, ont développé des arguments pour convaincre la classe ;

- côté enseignants des classes : certains enseignants dépassent le simple envoi de réponse, y associent une description d'une partie des recherches, des argumentations des élèves ainsi qu'une analyse de différentes productions présentées avec conceptions (erronées) sous-jacentes.

2 Des jeux mathématiques

Comme l'indique le document d'accompagnement des programmes *Les mathématiques par le jeu*, document ressource cycle 3 et 4 (2016) « La pratique du jeu permet de gagner du temps dans la compréhension des connaissances, rend plus pérennes les savoir-faire essentiels en mathématiques et leur permet de développer des compétences diverses : faire des choix, prendre des décisions, anticiper un résultat sont autant d'attitudes que l'on attend d'un élève lors de la résolution de problèmes ou de tâches complexes. Le jeu développe donc les prises d'initiatives des élèves. »

Les classes qui ont participé au Rallye peuvent, si elles le souhaitent, et dans la limite des places disponibles, s'inscrire aux « Journées de jeux mathématiques ». Les classes viennent sur une demi-journée, les élèves répartis par groupe de six élèves maximum, changent toutes les vingt minutes d'atelier. Ils sont pris en charge par un encadrant (Professeur d'École Stagiaire, Professeur d'École, Maitre Formateur, Conseiller Pédagogique de Circonscription, mais également des étudiants de M1, des lycéens ou adultes ayant accepté de venir aider…). Ces jeux sont des jeux du commerce, des jeux pédagogiques construits ou des activités de manipulations : masses, contenances… (voir Annexe 3).

Ces jeux proposent aux élèves un autre support et d'autres modalités pour la résolution de problème. Ils permettent également aux enseignants, qui préparent ces jeux avec l'équipe du Rallye, d'analyser ces jeux d'un point de vue pédagogique et didactique (construction de fiches d'analyse de jeux). Ils donnent accès aux adultes de tous âges qui encadrent les groupes de « faire des mathématiques autrement ».

III - DES FORMATIONS ASSOCIÉES

Plusieurs types de formations sont construits autour des problèmes du Rallye Maths IREM 95.

1 Pour des transferts en classe

Historiquement, le Rallye s'est construit grâce à la volonté de l'équipe de la circonscription de Sarcelles Sud de faire travailler les mathématiques dans les classes de manière plus approfondie, plus ambitieuse. Le Rallye est donc un des moyens de faire entrer les enseignants dans un processus de réflexion sur la résolution de problème, en mathématiques notamment. C'est un moyen d'envisager, avec les enseignants, comment aborder la conduite de séances de résolution de problèmes (complexes) ainsi que de réfléchir à certaines notions.

1.1 En formation continue

En formation continue, deux types de formation sont actuellement engagées pour les enseignants en poste.

Un premier type de formation pour les collègues intéressés mais non encore engagés ou qui viennent de s'engager dans le Rallye, est construit sous forme de conférence dialoguée présentant les enjeux du Rallye, les modalités de fonctionnement, ainsi que des épreuves et des productions de classes. Ainsi les débats ont lieu sur l'observation des élèves par le maître lors de la recherche, l'autonomie des élèves lors des différents temps (recherche individuelle, recherche en groupe, présentation à la classe, choix de la solution à envoyer), la place du matériel, l'organisation et la gestion des phases de mise en commun

amenant au choix d'une réponse, le débat argumentatif… Ce type de présentation a également servi à proposer le Rallye Maths IREM 95 comme un objet commun fédérateur pour faire fonctionner des liaisons école-collège (voir Annexe 4).

Le deuxième type de formation se fait sous la forme d'un parcours hybride à destination des Professeurs des écoles qui élaborent les énigmes. En effet il avait été dès le départ prévu que les énigmes soient construites par des enseignants qui avaient choisi de faire participer leur classe au Rallye. Ainsi, en plus des objectifs visant l'enseignement des notions mathématiques intervenant dans la résolution des problèmes choisis, il s'agit de former les enseignants à la conception de sujets pour le Rallye et à la pratique de la résolution de problèmes selon cette modalité particulière.

Cette formation (anciennement 9 h, maintenant 6 h) est structurée en trois temps « présentiels » entrecoupés de moments « distanciels » pendant lesquels les formés ont des tâches à accomplir :

- un temps de mise en situation d'homologie (au sens de Houdement et Kuzniak, 1996) et de compléments didactiques et pédagogiques ;

- un temps de construction des épreuves du Rallye (énoncés et éléments de correction) ;

- un temps de retour sur les expériences en classe, sur des productions d'élèves et des corrections.

Le scénario est le suivant.

Lors d'un premier « présentiel », les enseignants formés sont en situation de recherche de résolution de problème avec une consigne particulière : « Résoudre en se regardant résoudre : repérer les compétences en résolution de problème ; les tâches et compétences mathématiques sous-jacentes ; formuler les procédures attendues : correcte(s) ou non, et les erreurs possibles ; expliciter les variables qui permettraient de faire évoluer le problème et en proposer des variantes. Les formés travaillent d'abord seuls puis se mettent en petits groupes de deux à quatre personnes. Suit une mise en commun avec débat argumentatif. Après à cette discussion, des compléments didactiques et pédagogiques sur la résolution de problèmes sont apportés sous forme d'extraits d'articles notamment celui sur la démarche expérimentale (Gardes et Grenier, 2013), sur les enjeux de la résolution de problèmes mathématiques du point de vue d'un sociologue de l'éducation (Charlot, 1987) , sur la mise en place en classe de résolution de problèmes ouverts (Perrin, 2015), sur les dérives méthodologiques en résolution de problèmes (Houdement et Coppé, 1999).

Des recommandations pour le fonctionnement du Rallye sont alors explicitées : veiller à impliquer tous les élèves de façon à ce que chacun puisse s'investir, organiser un temps d'appropriation et d'exploration du problème. Les enseignants peuvent faire un retour sur les débats et les productions.

Un point est fait sur les enjeux du Rallye pour les élèves : être en situation de recherche de façon autonome, élaborer des procédures de résolutions personnelles, construire une démarche scientifique: émettre des hypothèses, élaborer une démarche de résolution, vérifier, échanger des procédures, argumenter ; utiliser, enrichir le langage mathématique (vocabulaire, schémas, graphiques...) ; lire en mathématiques en s'adaptant à la diversité des formes d'énoncés de problèmes ; prendre conscience de la puissance de ses connaissances même si celles-ci sont modestes ; écrire en mathématiques : des écrits pour chercher, des écrits pour argumenter, des écrits destinés à être communiqués.

Le Rallye permet aux enseignants une prise de recul par rapport à des pratiques habituelles en mettant d'autres formes de travail en place, un repérage et une valorisation des capacités de leurs élèves face à ce type de situations. Les enseignants doivent également faire confiance à tous les élèves pour réussir, en adoptant une posture d'accueil des propositions, en se retenant d'intervenir sur les discussions. Ils observent et notent les réactions de leurs élèves, leur organisation, leurs démarches, leurs conceptions, leurs compétences pour pouvoir enrichir et diversifier ultérieurement leur propre pratique (voir Annexe 5).

Un bilan donnant quelques éléments nécessaires pour la construction d'énoncés de problèmes pour les épreuves du Rallye clôture cette séance.

Le deuxième temps (qui est un moment à distance) consiste alors en une première recherche de sujets de problèmes, avec une contrainte supplémentaire : essayer d'avoir des contextes se rapprochant du thème proposé pour la semaine des maths (Mathématiques et langages en 2017, Maths et Sport en 2016…). Les enseignants travaillent en équipe (de deux ou trois) par cycle et par thème afin de proposer au final tous les problèmes sur l'intégralité des niveaux de difficulté.

Le troisième temps, séance en présentiel cette fois, consiste à finaliser les sujets : les collègues en plus grand groupe discutent ainsi du niveau de difficulté (critères de complexité), des consignes, du matériel nécessaire (prévoir des planches annexes), et écrivent des commentaires supplémentaires pour les collègues en maternelle notamment.

Le quatrième temps, à distance, consiste à faire passer les épreuves choisies aux élèves de la classe et à les observer. Il s'agit ensuite de mener une première analyse (voir annexe 4 : éléments d'observation).

Le cinquième temps, en présentiel, permet aux enseignants d'échanger sur leurs observations d'élèves en classe lors des temps de recherche et de débat qui ont lieu lors de la passation des épreuves du Rallye. Il s'agit ensuite de découvrir les productions d'autres classes afin de construire une analyse *a posteriori* notamment des procédures et argumentations des classes et des analyses de leur enseignant. Les productions sont ensuite « corrigées » (voir Annexe 6) afin de produire un classement par niveau de classe.

1.2 En formation initiale (voir Annexe 7)

Les étudiants de master MEEF, futurs professeurs d'école, ou les Professeurs d'école stagiaires peuvent également être destinataires d'une formation utilisant une partie des documents du Rallye.

Un sujet sur des notions et des procédures d'élèves explicitées ou à expliciter peut être proposé (Annexe 7.1). Une notion donnée, un choix d'énoncés de différents cycles issus du Rallye peuvent servir à l'introduction d'un TD sur cette même notion et son « filage » tout au long de la scolarité (Annexe 7.2). La consigne peut être : « Expliciter les apprentissages visés à partir de l'analyse des problèmes proposés. ». Ces analyses permettent de faire émerger des discussions autour de la progression sur la notion étudiée mais aussi sur l'activité de résolution de problème, sur l'usage du matériel et de la manipulation.

2 Pour une diffusion de la culture mathématique

2.1 En médiation culturelle

Les étudiants de master MEEF Pratiques et ingénierie de la formation - Médiation culturelle : concevoir des projets éducatifs et culturels en partenariat ont en Master 1 une Unité d'Enseignement nommée « Connaissances relatives à la médiation artistique et culturelle » avec notamment des European Credits Transfer System (ECTS) Éducation et médiation scientifique. Dans ces ECTS, plusieurs modules sont proposés, notamment un sur les jeux mathématiques. Un encadrement de groupes d'élèves lors des ateliers de jeux mathématiques du Rallye Maths IREM 95 leur est ensuite proposé.

Dans ce module, les étudiants ont à leur disposition des jeux mathématiques. Ils ont un premier temps de familiarisation avec ces jeux ; ils les testent en jouant par groupe puis, toujours par groupe, une grille d'analyse de jeu leur est proposée. Cette grille a été construite à partir de celle de Bolon (1993) (voir un exemple en annexe 9).

Il s'agit alors de réaliser une analyse *a priori* du jeu. Après avoir présenté le matériel, le but du jeu, le déroulement d'une partie, les étudiants doivent analyser les notions mathématiques sollicitées, les compétences mathématiques et transversales mises en jeu, les variables et variantes du jeu, les difficultés possiblement rencontrées par les élèves, les étayages (étayage langagier, matériel et supports), les erreurs et leur explicitation en action.

Dans un second temps, lors des ateliers de jeux mathématiques, les étudiants animent un atelier sur un des jeux déjà rencontrés avec un groupe de six élèves maximum et peuvent ainsi prolonger leur réflexion par une analyse *a posteriori*.

L'an passé, les étudiants avaient également travaillé en partenariat avec l'association 2AMAJ Val de France autour d'une exposition sur la Géométrie des bâtisseurs. Ils avaient ensuite construit des médiations culturelles et en avaient présenté certaines aux journées de jeux du Rallye, autour de la corde à nœud par exemple.

2.2 Pour les animateurs de centre de loisirs et les bénévoles

Des conseillers pédagogiques membres du groupe Rallye Maths IREM 95 ont proposé à toutes les personnes qui encadraient, et donc aux animateurs culturels de la ville, une journée de formation.

En première partie, des conseillers pédagogiques départementaux TICE ont proposé une formation sur le numérique : initiation à l'utilisation des BEEBOT, du langage de programmation scratch junior, ainsi que des logiciels de mathématiques et notamment de calcul mental. La deuxième partie est centrée sur le jeu mathématique, comme avec les étudiants de médiation culturelle : prendre connaissance des règles d'un jeu, l'analyser en vue d'y faire jouer des élèves en s'attachant aux objectifs mathématiques et langagiers notamment. La formation se termine par un point sur l'organisation de la journée « jeux et ateliers mathématiques du Rallye 95 » : horaires, organisation… (voir annexe 9)

Sur la ville, l'action a « fait des petits » : le centre de loisirs a acheté des jeux mathématiques pour les Activités sur Temps Périscolaires et le périscolaire de manière à ce que les animateurs qui ont été formés puissent continuer à utiliser ces jeux avec les élèves. Un partenariat s'est engagé entre l'éducation nationale et les équipes périscolaires dans le cadre du PEDT (projet éducatif territorial).

3 En « auto-formation » : le site

Le site est accessible à tous. Il est pensé comme un outil à usage autonome mais également un outil d'autoformation. Il possède plusieurs rubriques. L'espace central est dédié aux actualités : les documents d'organisation et d'inscription en début d'année, les sujets des problèmes organisés par cycle, le niveau de difficulté et ce pour chacun des quatre champs. Il y a également un espace d'archives disponibles au téléchargement (sujets d'épreuves des années précédentes associées à leur corrigé). On y trouve des outils ou matériel pour la classe comme la mallette au trésor, le mode d'emploi pour construire une balance avec un cintre et des cubes à l'aide d'enveloppes 11 cm x 22 cm[4], mais également des outils pour l'enseignement : des conseils pour l'organisation des épreuves du Rallye en classe, des articles concernant la résolution de problèmes en mathématiques et l'utilisation des rallyes mathématiques en classe.

IV - CONCLUSION

Cette communication a permis de faire découvrir aux participants la ressource que constitue le site du Rallye, de lancer des discussions sur les choix d'organisation du groupe Rallye Maths IREM 95, sur les liens avec le terrain et l'Inspection académique mais aussi sur l'organisation en classe, le niveau de difficulté des épreuves, l'évaluation des copies, l'organisation des ateliers jeux. Les documents accessibles en ligne peuvent être utilisés par les enseignants pour mettre les élèves en situation de résolution de problème, les mettre en recherche individuelle puis collective, permettre un débat argumentatif utilisant des explicitations de procédures. Ils peuvent également servir à construire diverses formations d'enseignants initiales ou continues.

La formation des étudiants de master Médiation culturelle ainsi que celle des animateurs de ville et des militants associatifs a permis une diffusion plus large de la culture mathématique.

[4] avec l'aimable autorisation de Didier Boursin

V - BIBLIOGRAPHIE

BATTON A. (2015), Rallye Maths IREM 95, *Panoramaths 6*, éd. CIJM, 199-206

BOLON J. (1993) Comment analyser un jeu mathématique ? *in Documents pour la formation des professeurs d'école en didactique des mathématiques tome* III

CHARLOT B. (1987) *Qu'est-ce que faire des maths ?*, in Bulletin de l'APMEP

http://www.apmep.fr/IMG/pdf/Faire_des_maths_Charlot_.pdf

GARDES D, et GRENIER D. (2013) La démarche expérimentale en mathématiques et dans l'enseignement, *in La réforme des programmes du lycée et alors ?* Actes du colloque, IREM de Lyon

COPPE S. HOUDEMENT C. (1999) Réflexions sur les activités concernant la résolution de problème à l'école primaire. In Grand N n°69, IREM de Grenoble

MEN (2016) *Les mathématiques par le jeu, document ressource cycle 3 et 4*

http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Maths_par_le_jeu/92/4/01-RA16_C3_C4_MATH_math_jeu_641924.pdf

VI - SITOGRAPHIE

Association 2AMAJ Val de France : http://2amajvaldefrance.blogspot.fr/

Médiation culturelle : concevoir des projets éducatifs et culturels en partenariat

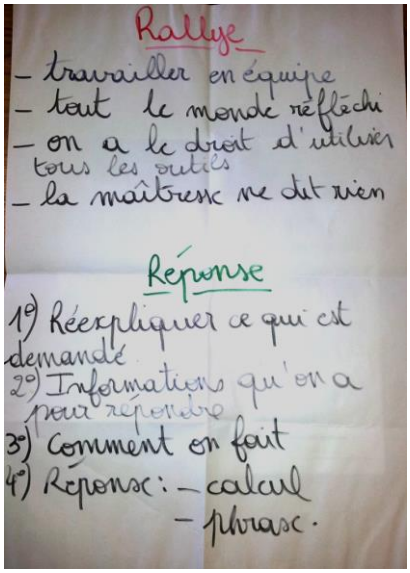
https://www.u-cergy.fr/fr/formations/schema-des-formations/master-lmd-XB/sciences-humaines-et-sociales-SHS/master-meef-pratiques-et-ingenierie-de-la-formation-mediation-culturelle-concevoir-des-projets-educatifs-et-culturels-en-partenariat-program-f02-113.html

PERRIN D. (2015) « Problèmes ouverts : pourquoi et comment ? », conférence de l'IREM de Paris Diderot, http://www.irem.univ-paris-diderot.fr/videos/problemes_ouverts_pourquoi_et_comment/

Rallye Maths IREM 95 : http://acver.fr/rallyemaths95

VII - ANNEXES

ANNEXE 1 (UN EXEMPLE D'AFFICHAGE DE CLASSE)



ANNEXE 2 (DES EXEMPLES DE PRODUCTIONS DE CLASSE ET D'ANALYSES D'ENSEIGNANTS)

énoncés	Productions de classes et analyses des enseignants

Rallye Maths 95 – IREM épreuves maternelle 2013-2014

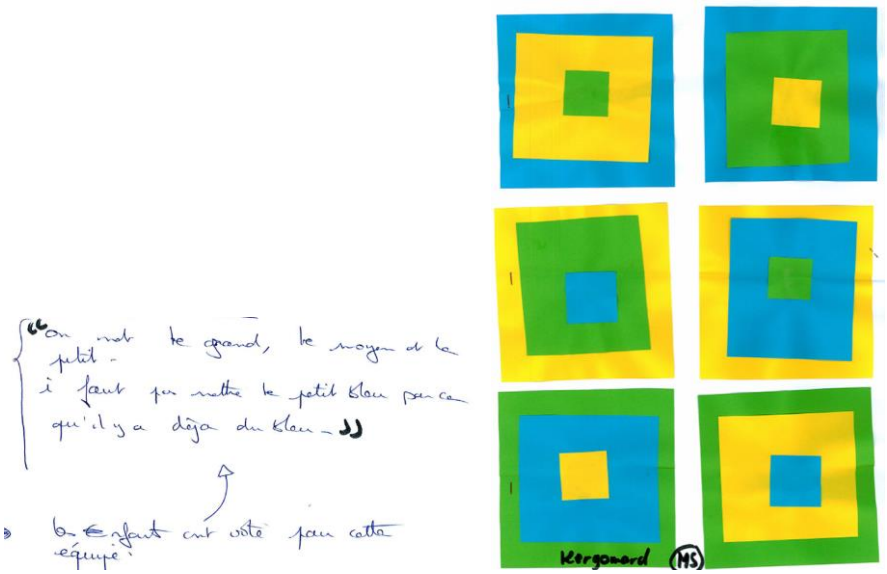
ETAPE 2 SERIE BLEUE - Logique

LES CARRES DE JOSEF ALBERS

« Joseph Albers est un artiste qui a réalisé toute une série de carrés de différentes couleurs. En voici un.
Vous avez à votre disposition des feuilles de couleur. Vous devez en superposer 3 et trouver le maximum de carrés différents. Attention, il ne doit pas y en avoir deux qui soient identiques.»

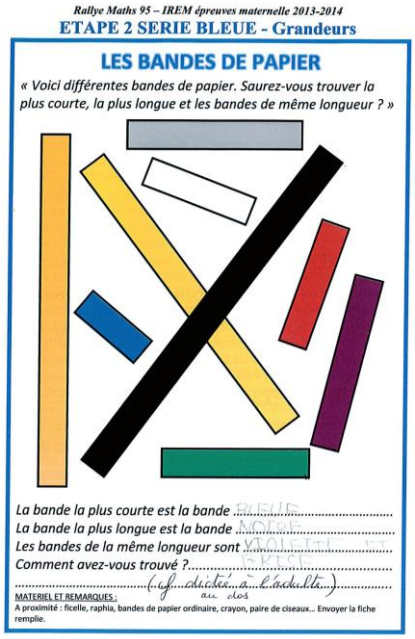
MATERIEL ET REMARQUES :
Disposer des carrés de 3 tailles différentes et de 3 couleurs différentes. Les faire coller sur une grande feuille après validation par le groupe, nous faire parvenir le document ou une photographie.

Les enfants se sont posés la question de savoir s'ils pouvairnt utiliser des carrés de même couleur dans une même composition. Il a été décidé en collectif de n'utiliser que des carrés de couleur différentes dans cette version.



« On met le grand, le moyen, le petit ; il faut pas mettre le petit bleu car il y a déjà du bleu. »

Les enfants ont voté pour cette équipe.



Rallye Maths 95 – IREM épreuves maternelle 2013-2014

ETAPE 2 SERIE BLEUE - Grandeurs

LES BANDES DE PAPIER

« Voici différentes bandes de papier. Saurez-vous trouver la plus courte, la plus longue et les bandes de même longueur ? »

La bande la plus courte est la bande BLEUE

La bande la plus longue est la bande NOIRE

Les bandes de la même longueur sont VIOLETTE et JAUNE

Comment avez-vous trouvé ? (...dictée à l'adulte...) au dos

MATERIEL ET REMARQUES :

A proximité : ficelle, raphia, bandes de papier ordinaire, crayon, paire de ciseaux... Envoyer la fiche remplie.

Réponse d'une classe :

Dictée à l'adulte :

D'abord, on a vu tout de suite que la bande bleue était la plus petite. Après on a pris une bande de papier et on a mesuré toutes les bandes même la bleue. On a pris le feutre bleu pour mesurer et on a fait un trait bleu sur la bande. On a mis la bande (blanche) à coté de la bande bleue. Et on a fait pareil pour toutes les autres bandes. On a fait des traits avec chaque couleur.

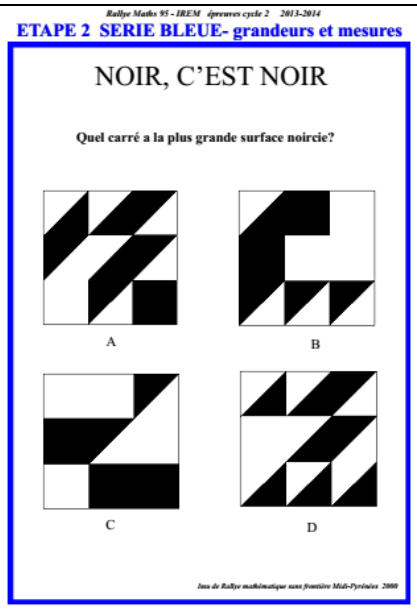
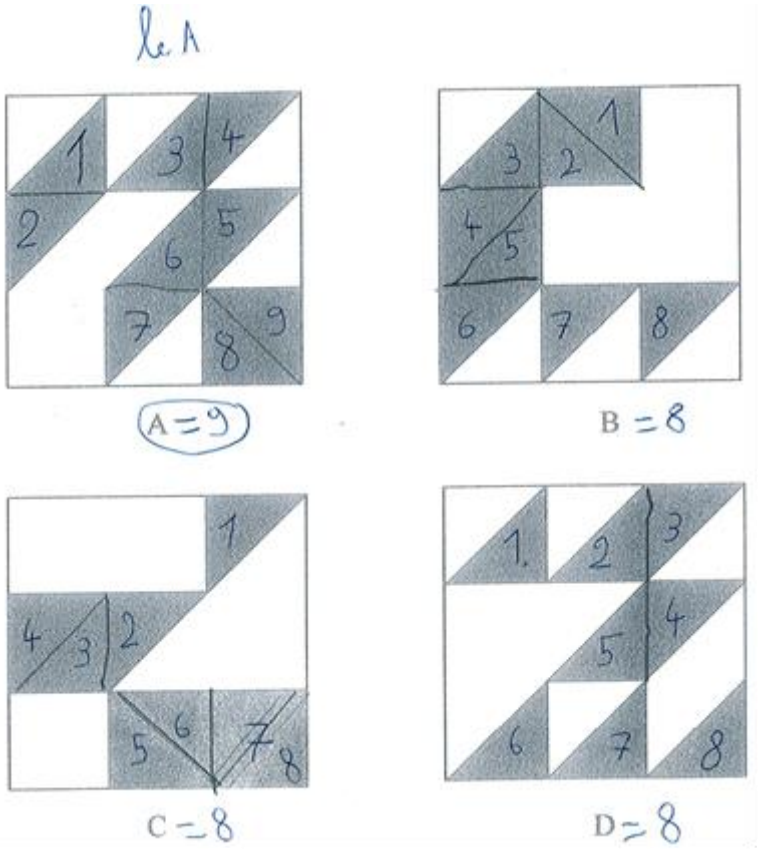
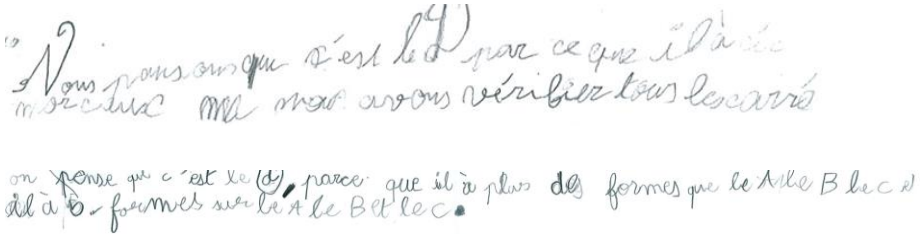
On a vu que la bande bleue c'était la plus petite (courte) et que la noire, c'était la plus grande (longue).

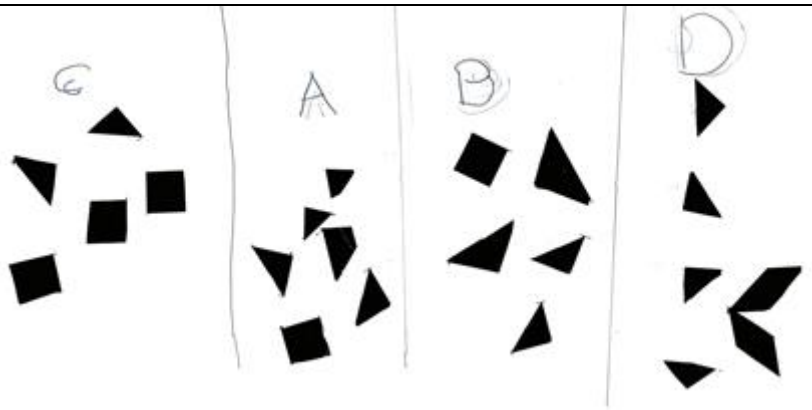
Après, on a vu que la grise et la violette c'était pareil. Elles sont "moyennes" toutes les deux ...

Analyse d'un enseignant :

Observations sur le temps de recherche collective :

Les élèves ont été répartis en petits groupes de trois.
Ils ont décrit ce qu'ils voyaient sur la feuille et ont émis des hypothèses sur les consignes. Tous ont bien repéré les bandes de couleurs différentes ainsi que des tailles différentes.
Après la lecture de l'énoncé du problème, les élèves ont de suite répondu instinctivement à la première affirmation.
D'après eux, la bande la plus courte est la bande bleue car elle est la plus « petite » et ils justifient cela en disant « ça se voit ».
Pour compléter la deuxième affirmation, là les avis ont été partagés, tous n'étaient pas d'accord. Certains groupes ont répondu « c'est la noire, c'est sûr », « ça se voit ». D'autres groupes ont pensé que c'était la bande jaune, d'autres la bande orange en hésitant avec la bande noire. C'est à ce moment que les élèves ont décidé d'utiliser le matériel mis à leur disposition et qu'il fallait comparer les longueurs pour le savoir. Un seul groupe a pensé qu'il y avait deux bandes jaunes.

	Prendre des repères avec la ficelle a été compliqué pour la plupart des groupes car la ficelle ondulait. Les crayons étaient soient trop grands, soit trop petits par rapport aux bandes et les élèves n'arrivaient pas à garder la marque de la mesure sur le crayon. Les bandes de papier ont pratiquement toujours été utilisées. Par contre les stratégies ont été très différentes : certains ont posé une bande mobile sur chaque bande représentée et ils ont découpé avec des ciseaux approximativement pour avoir à peu près la même longueur (certains ont déchiré) puis d'autres ont fait une trace avec le crayon noir sur la bande blanche pour prendre les mesures et seulement après ont découpé la bande au niveau de la marque du trait.
	Réponse d'une classe :  Réponse d'une deuxième classe : 



Réponse et analyse de l'enseignant d'une autre classe :

Noir c'est noir

5 groupes hétérogènes

Matériel mis à disposition : règles, feutres et photocopies de carrés et de triangles

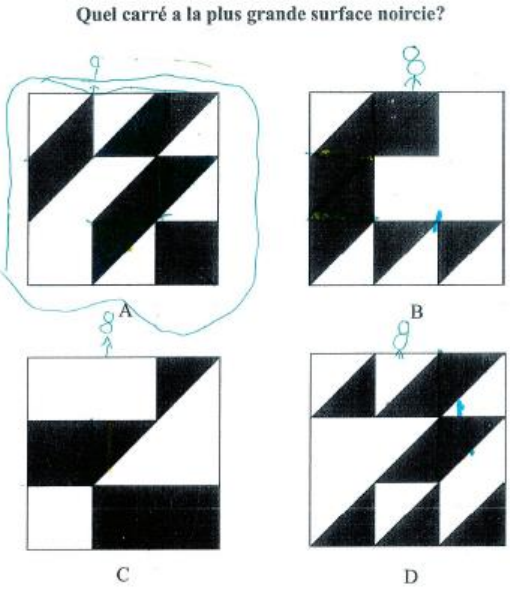
Problème de compréhension de la consigne : confusion entre carrés A,B,C,D et carrés noircis.

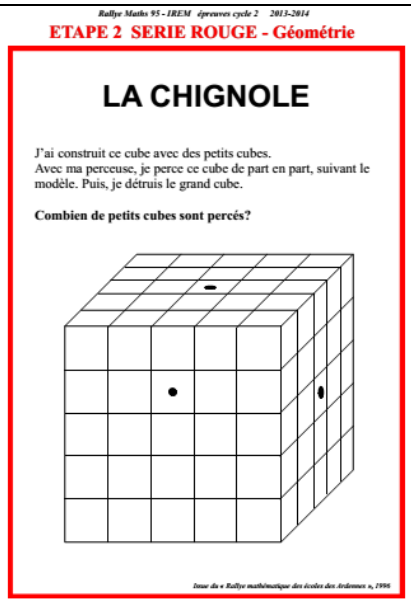
2 groupes ont été choisis mais l'un des 2 n'a pas eu le temps de compter les triangles de D et n'a finalement pas été validé.

Ces 2 groupes avaient choisi de tracer des triangles sur toutes les formes noircies ; toutefois l'un des 2 a manqué de temps car il a dans un 1er temps compté pour 1 chaque triangle et chaque carré ; 1 des enfants de ce groupe a eu beaucoup de mal à se faire comprendre par les autres pourtant lui avait bien saisi qu'un carré valait 2 triangles .

Les photocopies ont peu été utilisées ou de façon peu efficace.

1 groupe a compté chaque forme noircie pour 1 et a donc tt de suite été éliminé lors de la mise en commun





Rallye Maths 95 - IREM épreuves cycle 2 2013-2014

ETAPE 2 SERIE ROUGE - Géométrie

LA CHIGNOLE

J'ai construit ce cube avec des petits cubes.
Avec ma perceuse, je perce ce cube de part en part, suivant le modèle. Puis, je détruis le grand cube.

Combien de petits cubes sont percés?

Issue du « Rallye mathématique des écoles des Ardennes », 1996

Réponse d'une classe de CE1-CE2 et analyse de l'enseignante :

Organisation de la classe :

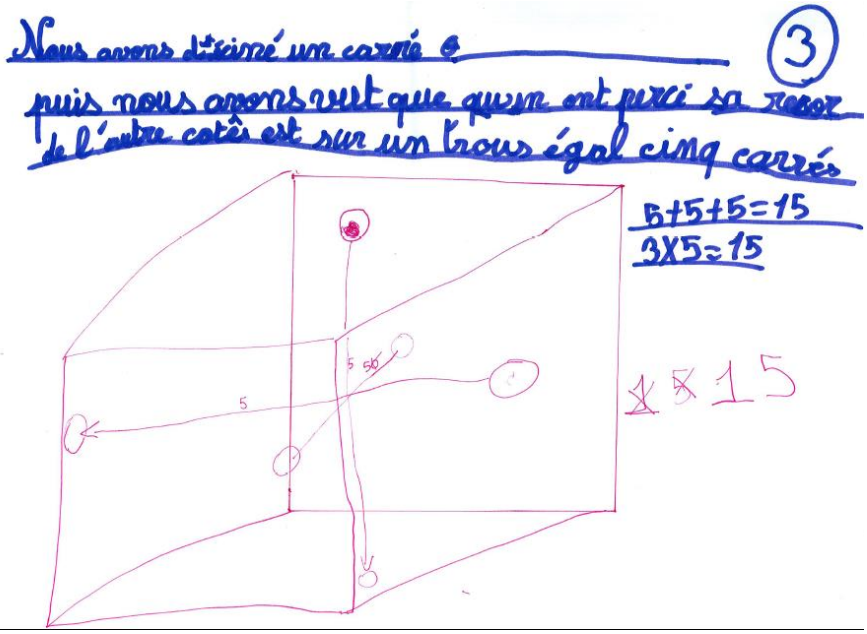
Pour chaque épreuve, la classe était organisée en 6 groupes hétérogènes de 4 ou 5 enfants mêlant enfants de CE1 et de CE2.

La chignole :

La « solution » choisie par l'ensemble de la classe est celle qui offrait une représentation « transparente » du cube transpercé de 3 flèches visibles de part en part et indiquant chacune le nombre de cubes percés soit 3 fois 5. Aucun élève n'a perçu que deux cubes étaient plusieurs fois troués et que par conséquent, il ne pouvait y avoir 15 cubes percés.

Les conceptions erronées dénotent :

- une confusion de vocabulaire entre cube et carré. Ainsi certains groupes ont comptés le nombre de faces carrées percées.
- une confusion de représentation : malgré le nombre de cubes énoncé au préalable, certains ont pensé que l'intérieur du cube était creux. Cette conception était appuyée pour certains par la représentation de ce cube en papier à l'aide de papier quadrillé petits carreaux reprenant le nombre apparent de « carrés » comme dimension du patron.



Rallye Maths 95 - IREM épreuves Cycle II 2015 - 2016

Série ROUGE- Nombres et calculs

La visite au zoo

Au zoo, Zoé voit dans un enclos des girafes et des autruches

Il compte vingt-quatre pattes en tout.

Combien y a-t-il de girafes et d'autruches dans cet enclos ?

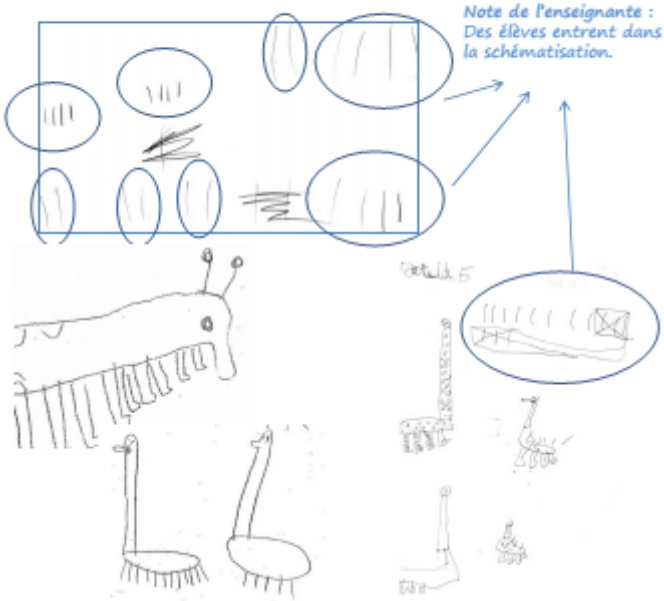
Trouvez au moins trois solutions différentes.

D'après : http://gdm-62.etab.ac-lille.fr/Enigmathic

Séance 1 : 1er temps de recherche individuelle

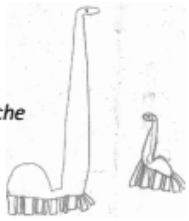
La visite au zoo

Séance 1 - 1er temps : recherche individuelle



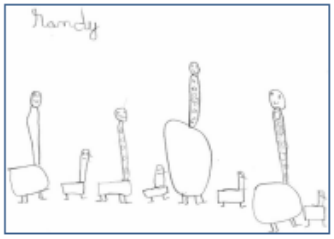
2ème temps : bilan collectif

« - J'ai réussi, j'ai fait 24 pattes.
- Non une girafe ça a 4 pattes!
- Moi j'ai réussi j'ai fait une girafe avec 4 pattes et une autruche avec 2 pattes. »
- Ça fait 6 pattes! C'est pas réussi.
- Il en faut encore, il en faut beaucoup!
- On peut faire des traits pour aller plus vite.»



3ème temps : recherche individuelle bis

Note de l'enseignante : les élèves vont comparer leur solution lorsqu'ils pensent en avoir trouvée une.



Séance 2 - 1er temps : Reformulation du problème et recherche en petits groupes.

Il en faut encore 2... C'est une autruche!

Note de l'enseignante : En groupe, ceux qui n'avaient pas compris l'enjeu du problème se sentent plus concernés et entrent dans le « recomptage » des pattes pour réussir.

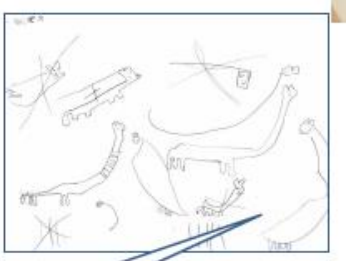
1,2,3,4,[...]22.

« On fait 6 autruches et 3 girafes. »

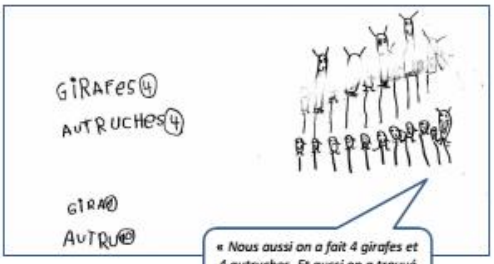
« Nous, on a fait 4 girafes et 4 autruches. »

« Nous, on a fait des girafes et des autruches et après, j'ai compté. Il y avait 8 autruches et 1 girafe. *(Elle recompte)* Ah non, ça fait 20. »

« On a fait pareil que l'autre groupe : 4 et 4. »



«On n' a pas trouvé. »

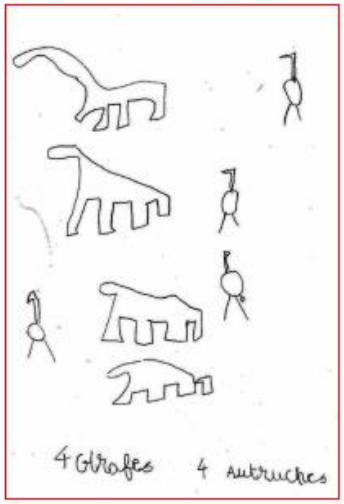


« Nous aussi on a fait 4 girafes et 4 autruches. Et aussi on a trouvé 1 girafe et 10 autruches.

2ème temps : La mise en commun

« Voici les trois solutions choisies : »

- *4 girafes et 4 autruches*
- *1 girafe et 10 autruches*
- *3 girafes et 6 autruches*



ANNEXE 3 (JEUX MATHÉMATIQUES)

Quelques photos des « journées d'ateliers et de jeux mathématiques, Sarcelles, Espace Champ de foire

construction avec les *polydrons*

jeu de calcul mental *Opération Pharaon*, Gigamic

programmation sur *BeeBot*

jeu *Schatten-Bauspiel* (Dusyma) : construction en 3D à l'aide des pièces du jeu à partir de trois vues.

ANNEXE 4 (LE RALLYE À LA LIAISON ECOLE-COLLEGE)

Extraits de formation :

COMMISSION MATHS
ECOLE COLLEGE VOLTAIRE

Dans le cadre
des commissions école-collège maths,
pour travailler la continuité des apprentissages dans un dispositif où l'enfant est chercheur:

proposition de mettre en place de la moyenne section jusqu'en 6ème
le rallye mathématique

STRATÉGIE MATHÉMATIQUES

LOI POUR LA REFONDATION DE L'ÉCOLE

STRATÉGIE MATHÉMATIQUES

Une nouvelle image des mathématiques

LA PROMOTION D'UN ENVIRONNEMENT PLUS FAVORABLE À L'APPRENTISSAGE
Un apprentissage plus ludique et l'utilisation du numérique seront favorisés pour motiver et autonomiser les élèves, notamment à l'école élémentaire, en lien avec les nouvelles modalités d'évaluation. Les expérimentations pédagogiques seront accompagnées et diffusées.

UN COMBAT CONTRE LES STÉRÉOTYPES SEXUÉS
L'égalité femmes / hommes en mathématiques fera l'objet d'attention dans les programmes et manuels scolaires. La recherche et les outils pédagogiques accompagneront aussi les enseignants. La promotion des filières et des métiers scientifiques auprès des filles sera accentuée.

LA VALORISATION ET LE DÉVELOPPEMENT DES ACTIONS ÉDUCATIVES MATHÉMATIQUES SCOLAIRES ET PÉRISCOLAIRES
Les mathématiques seront valorisées et encouragées par les actions éducatives, les partenariats scolaires et périscolaires, dès la maternelle.

LA CRÉATION D'UN PORTAIL NATIONAL DÉDIÉ AUX MATHÉMATIQUES
Entièrement dédié aux mathématiques, un portail national mettra en valeur l'actualité, les ressources pédagogiques et les actions phares pour les enseignants, les élèves et leurs parents.

LA PROMOTION D'UN ENVIRONNEMENT PLUS FAVORABLE À L'APPRENTISSAGE
Un apprentissage plus ludique et l'utilisation du numérique seront favorisés pour motiver et autonomiser les élèves, notamment à l'école élémentaire, en lien avec les nouvelles modalités d'évaluation. Les expérimentations pédagogiques seront accompagnées et diffusées.

3 - Une nouvelle image des mathématiques

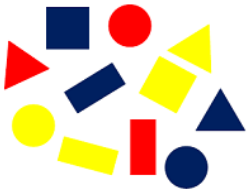
Mesure 7 : la promotion d'un environnement plus favorable à l'apprentissage

La **dimension ludique** des mathématiques et l'utilisation du numérique seront développées afin de motiver davantage les élèves et d'encourager leur autonomie. La **place du jeu** dans l'enseignement des mathématiques, notamment à l'école élémentaire, sera renforcée.
Les expérimentations pédagogiques seront mieux accompagnées et diffusées à travers le réseau des conseillers académiques en Recherche-développement, innovation et expérimentation (CARDIE).
Par ailleurs, des modalités d'évaluation des élèves plus positives et formatrices seront favorisées dans le prolongement de la Conférence nationale sur l'évaluation des élèves.

Rallye Maths 95 - IREM épreuves maternelle 2013-2014
ETAPE 2 SERIE VERTE - Espace et géométrie

QUI EST ABSENT ?

« Voici des formes. L'une d'elles s'est sauvée et est allée se cacher. Laquelle ? Expliquez comment vous avez trouvé. »



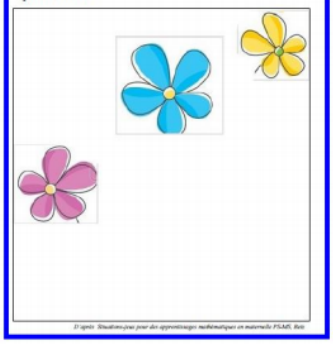
La forme qui manque est :.....
Parce que .....

MATERIEL ET REMARQUES :
L'enseignant mettra des objets réels à proximité si les élèves souhaitaient les utiliser.
L'intérêt de cette activité est l'argumentation donnée par le groupe. Envoyer la fiche remplie.

Rallye Maths 95 - IREM épreuves maternelle 2014-2015
ETAPE 1 BLEUE - Grandeurs et mesures

LA FRISE DES FLEURS

Un agrandissement du cadre de la frise des trois fleurs a été accroché sur un mur de la classe.
Pouvez-vous reproduire sur le même mur mais à côté ces trois fleurs de façon à ce que les hauteurs des fleurs restent les mêmes que sur le modèle.



Cycle 2

Rallye Maths 95 - IREM épreuves cycle 2 2013-2014
ETAPE 2 SERIE JAUNE- grandeurs et mesures

LA SORTIE SCOLAIRE

L'école de la Forêt va faire une sorte au zoo d'Amnécourt.
Les maîtresses préparent les boissons pour la journée.

- Pour la classe des Petits Sapins, la maîtresse Natacha a prévu du sirop de menthe:
→ 2 petites bouteilles, 1 moyenne bouteille et une grande bouteille.

- Pour la classe des Moyens Bouleaux, la maîtresse Marie-Alice a prévu du sirop de grenadine:
→ 1 petite bouteille et 2 grandes bouteilles.

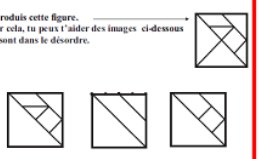
- Pour la classe des Grands Chênes, la maîtresse Olivia a prévu du sirop de citron:
→ 5 petites bouteilles, 1 grande bouteille.

Quelle est la classe qui a préparé le plus de boisson?

Rallye Maths 95 - IREM épreuves cycle 2 2014-2015
ETAPE 1 ROUGE- géométrie

PROGRAMME DE CONSTRUCTION

Reproduis cette figure.
Pour cela, tu peux t'aider des images ci-dessous qui sont dans le désordre.



Cycle 3

Rallye Maths 95 - IREM épreuves cycle 3 2014-2015
ETAPE 1 BLEUE- grandeurs et mesures

LA PANNE DE COURANT

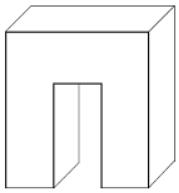
Lorsque je suis partie ce matin, ma montre, l'horloge du four et celle du micro-onde affichaient la même heure.
A mon retour, ma montre indiquait 19 h 12, l'horloge du four indiquait 18 h 54 et celle du micro-onde indiquait 03 h 39.

Je me suis alors souvenue qu'en cas de panne de courant :
- l'horloge du four s'arrête le temps de la panne puis se remet en route à l'heure où elle s'est arrêtée,
- le micro-onde repart à 00 h 00 lorsque le courant est rétabli.
Il n'y a eu qu'une seule coupure de courant dans la journée.

À quelle heure a débuté la panne de courant ?
Justifie ta réponse.

Rallye Maths 95 - IREM épreuves cycle 3 2014-2015
ETAPE 1 ROUGE- géométrie

L'ARCHE DE LA DEFENSE

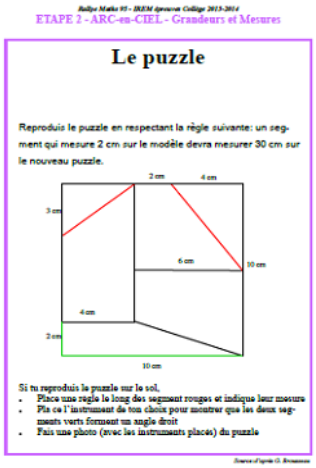


Etape 1 :
En t'aidant de patrons de plusieurs solides, fabrique le solide qui représente cette arche.

Etape 2 :
Fabrique le solide à l'aide d'un seul patron.

Remarque :
Le patron doit être en vraie grandeur.
On sait que les bases des pieds de l'arche sont des carrés.

Exemples pour un groupe mixte
CM2-6ème


Rallye Maths 95 - IREM épreuves Collège 2013-2014
ETAPE 2 - ARC-en-CIEL - Grandeurs et Mesures

Le puzzle

Reproduis le puzzle en respectant la règle suivante: un segment qui mesure 2 cm sur le modèle devra mesurer 30 cm sur le nouveau puzzle.

2 cm
4 cm
3 cm
6 cm
10 cm
4 cm
2 cm
10 cm

Si tu reproduis le puzzle sur le sol,
- Place une règle le long des segment rouges et indique leur mesure
- Pla ce l' instrument de ton choix pour montrer que les deux segments verts forment un angle droit
- Fait une photo (avec les instruments placés) du puzzle

Source d'après G. Brousseau

Rallye Maths 95 - épreuves Cycle 3 IREM 2014-2015
ETAPE 2 - SERIE ARC-en-CIEL - LOGIQUE

LE GARDIEN

Un gardien travaille quatre jours de suite et se repose le cinquième jour.
Après un dimanche de repos, il reprend son travail le lundi.

Combien de jours après ce lundi lui faudra t-il attendre avant de se reposer à nouveau un dimanche?

Jeu de Nathan/Kangourou CM2 - 2004

APPRENTISSAGES CONCERNES

a/ en mathématiques
Élaborer une démarche originale à partir d'un problème de recherche
Développer le raisonnement mathématique
Investir des connaissances géométriques, logiques, numériques
Organiser les étapes essentielles à la résolution
Choisir et utiliser un outil adapté (matériel ou connaissance mathématique) en vue de résoudre le problème
b/ en apprentissage de la langue
Communiquer ses démarches
Expliciter ses procédures
Participer au débat
Justifier son point de vue
Expliquer aux autres
Faire un compte-rendu
c/ en traitement de l'information
Sélectionner les informations et les organiser
Savoir utiliser des documents
Savoir lire un plan, une carte, un schéma, un tableau...
d/ en apprentissage du vivre et travailler ensemble
Se répartir les tâches
Communiquer des démarches
Prendre des responsabilités au sein du groupe
Considérer ses pairs comme partenaires
e/ Apprendre à travailler en autonomie

ANNEXE 5 (AIDE À L'OBSERVATION DES ÉLÈVES)

Source : d'après Rallye MathEssonne », archive 2004

http://blog.ac-versailles.fr/rallyemathssarcellessud/public/RMI_2015-2016/Rallye_Maths_IREM95_2015-2016-def.pdf

Des pistes possibles d'organisation et d'observation

	Domaines	Remarques
Organisation des groupes	Comment les groupes s'organisent-ils ? • de façon aléatoire • groupes d'affinité • groupes de compétences (niveau) • autres	Voir p 2
Répartition des problèmes	Comment le travail est-il réparti ? • tous les groupes cherchent tous les problèmes • chaque groupe choisit « ses » problèmes • les groupes se répartissent équitablement les problèmes • les groupes se partagent les problèmes en fonction de la difficulté de résolution supposée • autres	
Appropriation de l'énoncé	• la lecture des énoncés est individuelle • un enfant lit et explique pour les autres • il y a discussion autour de l'énoncé • autres	Il faut s'assurer de la compréhension de l'énoncé par les élèves.
En situation de recherche	Relations entre enfants : • aide et collaboration • écoute • désaccord • passivité de certains • hyperactivité • décisions autoritaires	L'enseignant est observateur Voir p 2
Mise en commun	Comment les propositions sont-elles recensées ? • par affichage collectif (avec temps d'appropriation) • par présentation : chaque groupe présente sa solution et justifie la réponse • confrontation des procédures et débat Comment le choix de la réponse se fait-il ? • par vote • le leader décide • par choix mathématiques : - c'est la bonne réponse - efficacité des procédures - affirmation de la preuve - argumentation convaincante Comment les quatre problèmes à renvoyer sont-ils choisis ? • par vote	Prévoir un espace (mural ou autre) pour la mise en commun.

	• problème non résolu : - non traité (trop difficile, trop long, pas intéressant…) - évalué comme faux • bien présenté • au hasard • choix par barème • autres	
Débat et argumentation	• climat d'écoute • positions individualistes • échanges fructueux faisant avancer le débat, évoluer les idées	
Oral	• formulation et reformulation • vocabulaire mathématique utilisé • ce qui n'a pas pu être exprimé • formes de communication (geste, regard, mimique…) • formes des prises de paroles (spontanées, structurées…)	
Trace écrite	• <u>Ecrits de travail</u> : - statut du brouillon (tracé à main levée, ratures…) - choix des supports (feuille blanche, quadrillée…) • <u>Ecrits pour être communiqués</u> - types de textes utilisés • types d'écrits mathématiques privilégiés : schémas, dessins, textes, graphiques…	Sous forme de dictée à l'adulte ou sous une autre forme
Regard sur l'élève	• étonnement, déception, agacement… • investissement • concentration ou dispersion • persévérance • autres	
Constat mathématique	• utilisation d'outils : règle, équerre, gabarit, ficelle, pâte à modeler • autre regard sur les maths • travailler les problèmes autrement • perspectives et prolongements • mise au point sur les apprentissages • regard sur les stratégies et l'analyse de procédures • autres	

ANNEXE 6 (EN FORMATION INITIALE)

- Un sujet de réflexion sur la résolution de problème :

ESPE École supérieure du professorat et de l'éducation Académie de Versailles

UNIVERSITÉ de Cergy-Pontoise UFR éducation

Les pièces d'or

« Vous devez répartir les pièces dans chaque panier de façon à ce qu'il y ait autant de pièces dans chaque panier. Il existe une tirelire pour y mettre les pièces en trop s'il y en a. »

Matériel et remarques :
mettre à disposition les outils habituels de la classe (boulier, jetons...) ; pièces, paniers, tirelire si nécessaire.

Proposition de mise en œuvre en classe :
... Le travail en équipe :

- Plusieurs équipes travaillent en même temps, le même jour sur le même problème.
- Les groupes de recherche sont hétérogènes pour favoriser les échanges et la recherche.
- Le travail en groupes permet aux élèves de se rendre compte que les échanges limitent les risques d'erreurs par rapport au travail individuel.
- Il est important de répartir les rôles et que les rôles tournent: un rapporteur, un secrétaire qui écrit ou dessine pour le groupe, un vérificateur, un maître du temps.
- Le temps de recherche des groupes doit se limiter à 30 minutes maximum (mieux vaut faire 2 fois 20 minutes qu'un temps trop long). Une recherche qui s'étale sur plusieurs temps permet aux élèves de prendre de la distance et de revenir sur les épreuves avec un regard neuf.
- Les groupes hétérogènes favorisent les échanges et la diversité des réponses. En favorisant l'interaction entre élèves, on peut plus facilement permettre aux élèves de se forger leur propre expérience mathématique, d'éprouver des relations mathématiques entre des objets.

Epreuves du Rallye Maths IREM 95 2015 issue de Circonscription de Saint Pierre 2, la Réunion, 2013

QUESTIONS :

1) Résoudre le problème. Expliciter au moins deux procédures d'élèves de classes d'élémentaire.
2) Cette activité est proposée en GS de maternelle, citer deux objectifs relatifs au(x) champs disciplinaire(s) et une compétence transversale pour cette activité (BO en annexe).
3) a) Vous trouverez en annexe les travaux de deux groupes d'élèves.
Les solutions proposées correspondent-elles aux consignes données ? Justifier.
b) Expliciter au moins deux procédures possibles mises en œuvre par ces élèves.
c) La classe ne doit produire qu'une seule réponse, quels arguments pourraient développer les élèves pour justifier leur choix ?

Réponses de la classe :

Solution du groupe 1 :

4 dans chaque panier et 2 dans la tirelire.

Solution du groupe 2 : 5 ; 4 et 5.

Éléments apportés aux stagiaires lors d'une correction :

Démarches observées par une collègue dans une classe :

- Les élèves ont tous demandé à découper les pièces.
- Certains n'ont pas compris la notion « d'autant » et la confondent avec « beaucoup, plein »
- Certains comptent la totalité des pièces au lieu de compter par panier
- Certains auraient mis dans la tirelire ... pour le plaisir d'utiliser la tirelire !
- Les équipes ayant mis 4, 5, 5 pièces se sont contentées d'avoir deux paniers identiques.
- Plusieurs équipes ont procédé progressivement, un dans chaque panier, puis deux, puis trois ... en évoquant la notion de partage.
- Les expressions (« Y en a plus, deux pareils, on en rajoute, on en met un peu à coté, on coupe, y'a plus de place, il en manque encore, il faut mettre le nombre qu'on peut, il faut mettre un autre) ont été utilisées.

- Un choix de trois sujets pour introduire une séance de Master 2 PE sur grandeurs et mesures (temps et durées) :

Rallye Maths 95 - IREM épreuves Maternelle 2015 2016

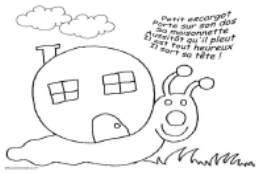
Série ROUGE – GRANDEURS ET MESURES

LES DEUX CHANSONS

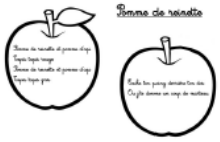
Nous avons écouté deux chansons.

« Petit escargot » et « Pomme de reinette ».

https://www.youtube.com/watch?v=LLm7MgBibME



https://www.youtube.com/watch?v=K2wiLOV-Y2I



Trouvez la chanson qui dure le plus longtemps.
Expliquez comment vous avez fait pour trouver.

Remarque et matériel : L'enseignant notera les procédures des élèves et indiquera s'ils ont trouvé la réponse juste.
Si souci d'écoute des comptines proposées, en utiliser deux autres, de moins d'une minute avec un écart d'une dizaine de secondes environ.
Mettre à disposition des élèves du matériel proposé dans la mallette aux trésors sur le blog Rallye Maths : sabliers, minuteurs, appareils d'enregistrement et d'écoute, sable, semoule, bouteilles, comptes-gouttes, bouliers,…

Rallye Maths 95 - IREM épreuves cycle 2 2013-2014

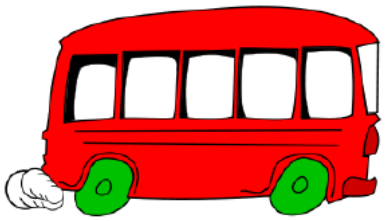
ETAPE 2 SERIE ROUGE - Grandeurs et mesures

A PIED OU EN AUTOBUS

Si Charlie va au Collège à pied et qu'il revient en autobus, il met en tout une heure et demie.

S'il fait l'aller-retour en autobus, il met en tout une demi-heure.

Combien mettrait-il de temps s'il faisait l'aller-retour à pied ?



Issu du *Tournoi de Vireux Wallerand, 1988*

Rallye Maths 95 - IREM épreuves cycle 3 2014-2015

ETAPE 1 Série bleue - Grandeurs et mesures

LA PANNE DE COURANT

Lorsque je suis partie ce matin, ma montre, l'horloge du four et celle du micro-onde affichaient la même heure.
À mon retour, ma montre indiquait 19 h 12, l'horloge du four indiquait 18 h 54 et celle du micro-onde indiquait 03 h 39.

Je me suis alors souvenue qu'en cas de panne de courant :
- l'horloge du four s'arrête le temps de la panne puis se remet en route à l'heure où elle s'est arrêtée;
- le micro-onde repart à 00 h 00 lorsque le courant est rétabli.
Il n'y a eu qu'une seule coupure de courant dans la journée.

À quelle heure a débuté la panne de courant ?
Justifie ta réponse.

Issu de Mathématiques sans frontière Entraînement 2012

ANNEXE 7 (EXEMPLE DE GRILLE D'ANALYSE DE JEU)

Fiche d'analyse du jeu Halli Galli (Gigamic) produite par…

A/ Présentation

Description du matériel :

- 56 cartes
- 1 cloche
- 1 règle de jeu

Règle du jeu :

Chaque joueur retourne une carte à tour de rôle. Dès qu'un total exact de 5 fruits identiques figure parmi les cartes retournées, le premier joueur qui sonne la cloche gagne l'ensemble des cartes retournées. Le but du jeu est de gagner le plus de cartes possible.

2 à 6 joueurs

Déroulement du jeu :

Le joueur se trouvant à la gauche de celui qui distribue commence. Chacun retourne à tour de rôle la première carte de son tas et forme avec cette carte un deuxième tas à découvert. Les cartes suivantes sont déposées sur ce nouveau tas de façon à ce que seule la dernière carte soit visible.

Notions mathématiques sollicitées :

Halli Galli est un jeu de complément à 5. Pour ce faire, il sollicite les trois compétences suivantes :

- Connaissance des premières tables d'addition (jusqu'à 5)
- Dénombrer (donner le nombre)
- Anticipation des compléments à cinq

B/ Analyse

1) Présentation du jeu :

Le jeu se joue entre deux et six joueurs. Le but du jeu est de gagner toutes les cartes ou au moins plus que les autres joueurs. L'enjeu pour l'enfant est de dénombrer les fruits sur les cartes et d'appuyer sur la sonnette le plus rapidement possible pour récolter les cartes avant ses adversaires. Le jeu se termine quand il n'y a plus de carte en jeu.

2) Qu'y a-t-il à savoir et/ou à apprendre ?

Ce jeu nécessite de connaître - et aide à - travailler les premières tables d'addition. Il entraîne également la reconnaissance immédiate de configuration spatiale, la capacité de dénombrement et l'anticipation de complément de chiffre. Faisant de fait travailler le calcul mental, il entraîne la réactivité de l'enfant : il faut être le plus rapide à piocher la bonne carte pour effectuer les compléments à cinq.

3) Le jeu est-il un jeu de hasard ou un jeu de stratégie ?

Il s'agit d'un jeu de hasard : l'enfant ne choisit pas ses cartes.

Mais lors d'un arrêt sur image, on montre aux élèves l'intérêt de développer une stratégie permettant d'être le plus rapide : analyser les cartes (repérage des familles de fruits, dénombrement sur l'ensemble des cartes des fruits de la même famille, anticipation du complément à cinq des différentes familles de fruits de manière à le reconnaitre immédiatement lors de la présentation d'une nouvelle carte)

4) Quels savoirs l'enseignant peut-il faire émerger lors d'un « arrêt sur image » ?

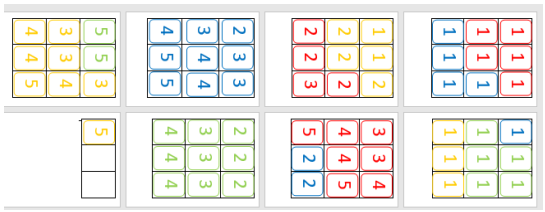
L'enseignant peut demander à l'enfant d'expliciter le calcul qu'il a réalisé avant d'appuyer sur la sonnette. Il s'agit d'un bon entraînement à la lecture de configuration. Il peut également montrer l'intérêt de l'anticipation du complément à cinq sur les familles de fruits présentes (voir 3).

5) Quelles pourraient être les modalités d'une évaluation des acquis des enfants quant aux savoirs mis en jeu ?

Les modalités d'évaluation des savoirs pourraient être un test de calcul mental qui peut se faire soit à l'écrit, soit à l'oral. L'enseignant peut aussi organiser une séance de calcul mental sur ardoise, qui est un outil très souvent utilisé dans ce cadre : l'enseignant propose une opération et chacun des élèves inscrivent leur réponse sur une ardoise et la lève au signal de leur professeur. Les opérations à effectuer doivent porter sur les compléments à cinq, à l'instar du jeu. Dans ces deux cas, les mêmes compétences sont sollicitées et entraînées.

6) Proposer des variantes ou modifications qui permettraient de rendre plus facile ou plus difficile l'activité

Pour complexifier le jeu, d'autres représentations des nombres peuvent être choisies pour travailler le complément à cinq comme l'écriture chiffrée, sans quantité imagée (voir cartes ci-dessous).



D'autres compléments peuvent être entrainés, notamment le complément à dix.

Pour cela, il faut faire varier les cartes en utilisant par exemple un mélange de plusieurs jeux de cartes du commerce (cartes de 1 à 10 avec écriture chiffrée et quantités en constellations) ou bien des cartes uniquement en écritures chiffrées par exemple.

ANNEXE 8 (PAGE D'ACCUEIL DU SITE)

UNE SITUATION DE FORMATION D'ENSEIGNANTS POUR APPRENDRE À VOIR EN GÉOMÉTRIE

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 entrainer 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.

Cet article expose une situation de formation initiale d'enseignants du premier degré. Cette formation s'appuie sur une recherche en cours concernant l'apprentissage des premières propriétés géométriques à l'école maternelle (caractéristiques, Coutat, Vendeira 2016). Dans la première partie nous présentons les éléments théoriques qui sous-tendent notre propos. Tout d'abord les paradigmes géométriques développés par Houdement et Kuzniak (1998) permettent d'aborder les différentes pratiques en géométrie et de les rapprocher des apprentissages en classe. Ainsi les élèves s'initient à la géométrie à travers la manipulation d'objets géométriques tels que les formes géométriques et les instruments. Progressivement les propriétés sont introduites et la géométrie devient plus abstraite et théorique. Cette évolution dans la géométrie s'accompagne d'une évolution de la vision des objets géométriques. Les travaux de Duval et Godin (2005) ont permis d'identifier 3 visions des objets géométriques, une vision première et naturelle et deux visions qui nécessitent un réel apprentissage. Ces deux premiers éléments théoriques problématisent les contraintes et objectifs de l'enseignement de la géométrie à l'école primaire. Puis nous présentons brièvement le contexte de formation à Genève avec les ressources disponibles pour les enseignants. Afin d'associer les contraintes de formation et les contraintes d'enseignement, nous utilisons le cadre de la didactique professionnelle (Pastré, 2011). Ces travaux nous permettent d'identifier quels sont les gestes professionnels auxquels les futurs enseignants doivent être sensibilisés au cours de leur formation. Dans la seconde partie nous présentons la situation de formation en nous appuyant sur les éléments présentés de la didactique professionnelle. Quelques exemples de productions d'étudiants sont présentés et analysés dans la troisième partie. Enfin nous concluons sur les éléments prometteurs d'une telle situation pour des futurs enseignants.

I - ÉLÉMENTS THÉORIQUES

1 Les paradigmes géométriques

Les connaissances géométriques des élèves évoluent au cours de la scolarité portées par l'évolution de la déduction et de la nature de l'expérience sollicitée. Les paradigmes géométriques développés par Houdement et Kuzniak (1998) reprennent ces différents éléments de réflexion. Chaque paradigme implique des spécificités de résolution d'un problème géométrique. Les trois paradigmes sont présentés dans le tableau 1.

Paradigmes	**Géométrie naturelle GI**	**Géométrie axiomatique naturelle GII**	**Géométrie axiomatique formaliste GIII**
Intuition	Sensible et perceptive	Liée aux figures	Interne aux mathématiques
Expérience	Liée à l'espace mesurable	Schéma de la réalité	De type logique
Déduction	Proche du réel et liée à l'expérience par la vue	Démonstration basée sur des axiomes	Démonstration basée sur des axiomes
Type d'espace	Espace intuitif et physique	Espace physico-géométrique	Espace abstrait euclidien
Aspect privilégié	Évidence et construction	Propriétés et démonstration	Démonstration et lien entre les objets

Tableau 1 : extrait de Houdement, Kuzniak (1998)

Ces paradigmes n'ont pas été identifiés à partir des contraintes scolaires, cependant il est possible d'associer des cycles d'étude à ces paradigmes. À l'école primaire, les élèves ont une première approche de la géométrie basée sur l'observation, le sensible et les instruments. Les élèves s'appuient sur une intuition perceptive avec une expérience liée à un espace mesurable, ils se placent dans le paradigme GI. Le secondaire (élèves de 11-15 ans) est une étape charnière dans le passage au paradigme GII avec la construction d'une première axiomatique et le développement d'une déduction utilisant la démonstration. En France le passage au paradigme GII peut être amorcé dès les dernières années du primaire (Braconne-Michoux 2008). Ainsi même si les instruments et la perception restent prépondérants, les propriétés font leur apparition.

2 La déconstruction dimensionnelle

Conjointement aux paradigmes, la pratique de la géométrie évolue aussi avec la vision des figures géométriques. Selon Duval (2005) il existe différentes visions d'une même figure géométrique. La vision première, mobilisée instinctivement, repose sur les surfaces des formes, éléments 2D. Une autre façon de voir est de prendre en compte les droites qui composent les formes, appelée vision 1D. Enfin il est aussi possible de d'identifier les formes à partir de points spécifiques, la vision 0D. Selon Duval & Godin :

> Ce qui, d'emblée, est reconnu comme une forme 2D, ne se décompose pas perceptivement en un réseau de formes 1D. Autrement dit, il y a une priorité cognitive des figures 2D sur les figures 1D. Quant aux points n'en parlons pas ! (Duval, Godin, 2006, p. 7)

Ce changement de regard n'est pas anodin dans la pratique de la géométrie dès le paradigme GI. En effet, ce changement de regard doit être amorcé dès l'école primaire. Des recherches (Perrin-Glorian & Godin, 2014) démontrent que l'utilisation des instruments dans des activités de reconstruction permet de relier la géométrie physique aux concepts géométriques, cela s'appuyant sur l'évolution de la vision. Ces

tâches de reconstruction sont introduites auprès d'élèves de 9-11 ans. D'autres recherches (Coutat & Vendeira, 2016) visent un travail sur les différentes visions avec des élèves de 4-6 ans en utilisant des formes spécifiques (Image 1). La spécificité de ces formes réside dans le fait que les élèves de 4-6 ans n'ont pas les connaissances géométriques pour les nommer. Ainsi leur perception de ces formes s'appuie sur ce qu'ils peuvent reconnaitre en utilisant une vision 2D et en associant la forme à un objet connu (flèche, montagne, vase, …). Il est possible de contraindre les élèves à mobiliser une vision 1D en proposant une collection de formes aux contours proches et perceptivement proches (Image 2). Ainsi la vision 2D n'est plus suffisante pour distinguer les formes et identifier les différences entre les formes. Ces différences portent sur les caractéristiques des formes (symétrie, convexité, longueur de côtés, …) et sont identifiables par une vision 1D voire 0D.

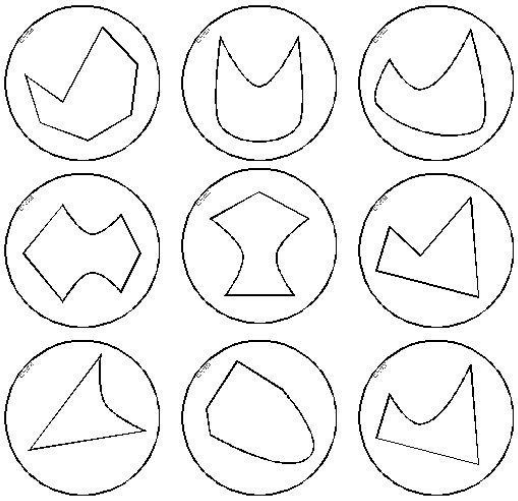


Image 1

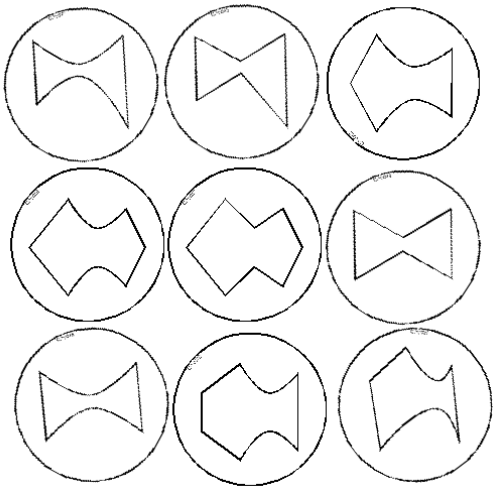


Image 2

Ce changement de regard nécessaire sur les figures, est l'un des points clé de l'entrée dans la géométrie axiomatique naturelle.

Dans la suite nous revenons brièvement sur les ressources disponibles pour les enseignants afin d'identifier dans quelle mesure ils peuvent accompagner les élèves dans ces différentes évolutions.

3 La didactique professionnelle

Selon Pastré (2011) la didactique professionnelle se démarque des didactiques disciplinaires dans le sens où elle ne se centre pas sur les savoirs et leurs transmissions mais sur les connaissances construites par le sujet dans son rapport à l'activité. Ainsi ce sont l'analyse et la transmission des actions et des gestes professionnels qui sont au centre de la didactique professionnelle. Les connaissances visées sont alors des connaissances opératoires qui émergent de l'activité, guident et orientent l'action. Ainsi, la didactique professionnelle s'appuie fortement sur le concept de schème développé par Vergnaud (1990), qui permet de définir les invariances dans l'activité pour une classe de situation données. Les méthodologies d'analyse en didactique professionnelle s'appuient aussi sur la psychologie ergonomique en distinguant la tâche prescrite de la tâche réelle. En effet, les descriptions des tâches ou leurs objectifs prescrits ne contiennent en général pas l'ensemble des actions, il est aussi possible que les actions évoluent et s'adaptent progressivement.

L'analyse du travail en didactique professionnelle s'appuie sur une analyse de la tâche et de sa description. Cette première analyse définit les *concepts organisateurs* qui forment le squelette de la tâche. Certaines actions y sont décrites formellement. Cependant, certaines actions spécifiques émergent au cours de la réalisation de la tâche. Ces tâches n'ont pas de statut officiel mais sont pourtant partagées socialement. Afin d'identifier ces tâches spécifiques, une deuxième analyse se centre sur les actions mobilisées et transmises dans l'action, elle permet de définir les *concepts pragmatiques*. Ainsi selon Pastré

(2011) l'ensemble des concepts, organisateurs et pragmatiques, qui orientent l'action pour une classe de situations données, définissent la *structure conceptuelle* d'une situation (Image 1). L'analyse de l'assimilation par un acteur de la structure conceptuelle d'une situation donnée, donne le *modèle opératif* de l'acteur pour cette classe de situations.

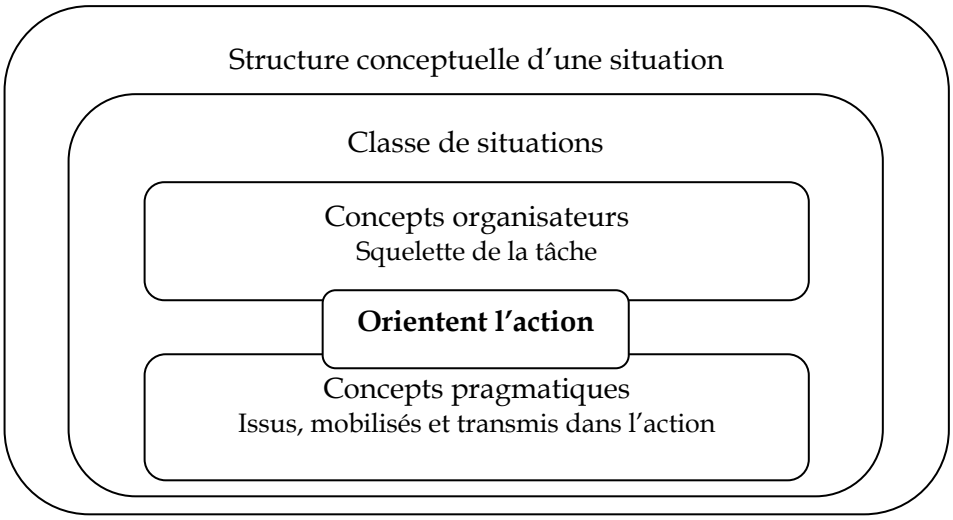


Image 1

Dans le contexte de l'apprentissage professionnel, l'objectif est que le modèle opératif de l'acteur soit le plus complet possible. Pour cela il s'agit de faire rencontrer à l'acteur plusieurs classes de situations afin qu'il construise un ensemble de concepts pragmatiques et organisateurs conséquent. Les concepts organisateurs peuvent être acquis lors d'analyses de tâches. Les concepts pragmatiques étant liés à l'action de l'acteur, c'est aussi dans et par l'action que les apprentissages professionnels se construisent. L'enrichissement de ce modèle opératif est appelé *genèse conceptuelle*.

Si on se place dans le cas particulier des étudiants en formation initiale d'enseignants du premier degré, leur modèle opératif peut être très pauvre en ce qui concerne les concepts pragmatiques. En effets, ceux-ci s'acquièrent au cours des éventuels stages suivis par l'étudiant. La genèse conceptuelle de l'étudiant est donc à prendre en compte lors de sa formation en visant aussi bien des concepts organisateurs que des concepts pragmatiques. Pour cela plusieurs dispositifs de formation peuvent être envisagés (jeux de rôles, analyses de séances de classes, analyses de tâches…) leurs ambitions devant être que les étudiants mobilisent des actions guidées par des concepts organisateurs et pragmatiques.

Notre préoccupation initiale concerne la formation initiale des enseignants genevois à l'enseignement de la géométrie à l'école primaire. La séance que nous avons mise en place repose d'une part sur une analyse du plan d'étude et de la ressource scolaire afin d'identifier les concepts organisateurs (issus de la tâche prescrite). D'autre part cette séance repose sur une situation dans laquelle les étudiants doivent construire un milieu propice aux apprentissages visés, cette mise en situation visant l'émergence de concepts pragmatiques. Nous présentons ces analyses et la séance dans la partie suivante.

II - LA SITUATION DE FORMATION

En Suisse romande, les enseignants de l'école primaire disposent, pour la classe de mathématiques, de moyens d'enseignement officiels communs et unifiés (Daina, Dorier, 2016). Cette ressource unique pour toute la scolarité obligatoire a été conçue en s'inspirant des travaux de Brousseau[1]. Elle se présente comme un ensemble d'activités de type situations-problèmes organisées en différents thèmes (des problèmes pour connaitre l'addition, des problèmes pour mesurer, …) avec peu d'éléments de cours. Les éléments théoriques sont pour la majeure partie à la charge des enseignants. Les activités proposées ne

[1] Ces moyens d'enseignement pour l'école primaire sont actuellement en cours de réécriture afin de s'harmoniser au mieux avec le dernier plan d'étude, en vigueur depuis 2011.

doivent pas être toutes utilisées, c'est à l'enseignant de sélectionner celles qui s'accorderont le mieux avec sa planification. Ainsi, c'est aux enseignants d'organiser ces activités dans leur planification des séquences d'apprentissage. Les spécificités de cette ressource impliquent la participation des enseignants dans une étape supplémentaire du processus de transposition didactique (Ravel, 2003) qui d'ordinaire est pris en charge par les concepteurs des manuels (avec des progressions pas à pas). Cette étape supplémentaire réclame des réflexions sur les contenus mathématiques d'un ordre supérieur et nécessite de construire une technologie didactique leur permettant de justifier leurs choix. Afin de définir la structure conceptuelle relative à l'enseignement de la géométrie au début de l'école primaire, nous présentons une première analyse des ressources disponibles pour l'enseignant. Cette première analyse définit les concepts pragmatiques. Dans un second temps nous présentons une situation de formation initiale d'enseignants du premier degré. L'objectif du dispositif est de mettre les étudiants dans une situation de préparation d'une activité et d'enrichir leurs concepts pragmatiques relatifs à l'enseignement de la géométrie au début du primaire.

1 Les concepts organisateurs

Notre objectif étant l'enseignement de la géométrie chez les 4 – 6 ans nous nous sommes focalisées sur le moyen d'enseignement pour les classes de 4-6 ans et le plan d'étude des degrés correspondants.

Le plan d'étude romand (PER) présente comme attentes fondamentales de fin de cycle 1 (élèves de 4 à 8 ans) que les élèves reconnaissent et nomment le rond, le carré, le triangle et le rectangle. Dans les descriptions du cycle 2 (élèves de 8-12 ans), on retrouve les références aux quadrilatères avec en plus les propriétés liées aux symétries, parallélismes, perpendicularités et égalité de longueurs.

Alors que les élèves de cycle 1 travaillent sur les formes, les élèves de cycle 2 travaillent sur les figures. Ces deux termes sont définis comme suit dans le plan d'étude : « La **forme** est liée à la perception d'ordre visuel d'un objet; c'est l'ensemble de ses contours résultant de son organisation » ; « (…) la **figure** est un objet immuable et idéal. Elle existe indépendamment des représentations (dessin*, croquis*, …) qui en sont faites. ». Ainsi au cycle 1, les élèves développent particulièrement leur perception des formes et leur contour alors que dans la suite de leur scolarité ils commencent à identifier les premières propriétés géométriques pour s'approcher du concept de figure. Cette évolution de la perception des figures géométriques se retrouve dans les programmes français. La ressource destinée aux enseignants des deux premières années de l'école (4-6 ans), propose des activités où les formes sont travaillées principalement à travers des tâches de décomposition-recomposition de surface (Coutat, Vendeira, 2015-a). Les futurs enseignants seront amenés à choisir et mettre en œuvre des situations dans lesquelles les élèves doivent manipuler, reconnaitre, nommer des figures géométriques en s'appuyant dans un premier temps sur la perception seule puis sur quelques propriétés simples. Cette évolution des objets géométriques au cours de l'école primaire s'accompagne d'une évolution de la vision portée sur les figures géométriques. Ainsi les tâches du cycle 1 favorisent une vision 2D. Les tâches du cycle 2 favorisent une vision 1D voire 0D qui permet une prise en compte de propriétés des figures simples. Lorsqu'un enseignant doit définir sa planification des activités, il doit pouvoir identifier quelles activités favorisent quelles visions. Afin de les entrainer sur ces actions de choix et de mises en œuvre, nous avons adapté une situation d'apprentissage pour le cycle 1 (Coutat, Vendeira, 2015-b). Nous présentons dans la partie suivante l'adaptation de cette situation en une situation de formation professionnelle.

2 Les concepts pragmatiques

Afin d'enrichir les concepts pragmatiques des étudiants nous avons mis en place une séance de formation initiale portant sur la reconnaissance de formes et pouvant mobiliser une vision 2D ou une vision 1D. Notre scénario se compose de deux mises en activité. La première s'inspire du jeu « Qui est-ce ? », elle a pour objectif de sensibiliser les étudiants aux différentes visions (2D/1D/0D) et de les expliciter. La deuxième mise en activité repose sur la préparation d'une activité de géométrie destinée à des élèves de 4-6 ans.

1.1 Activité d'introduction

La première activité repose sur des tâches de classification organisées autour du jeu du « Qui est-ce ? ». Un étudiant choisit une image de la planche et les autres posent des questions pour retrouver cette image dans la planche que chacun possède. Après quelques questions, le formateur fait le point sur le nombre d'images restantes chez les étudiants.

Une première planche recycle des images déjà présentes dans les moyens d'enseignement (Image 3. Planche 1).

Image 3. Planche 1

Cette première planche a pour but de stabiliser les règles du jeu et de présenter un exemple simple de classification à partir de 3 critères. Le critère couleur définit 4 groupes (jaune, vert, bleu et rouge), le critère forme géométriques 3 groupes (carré, triangle, cercle), le critère accessoire 2 groupes (balais, seau). Chaque image peut être décrite à partir de ces 3 critères simples, aucune ambiguïté n'est possible et tous les étudiants parviennent en même temps à la solution exacte. Une autre planche est ensuite proposée (Image 4. Planche 2). Cette deuxième version du jeu permet l'explicitation des connaissances géométriques des étudiants autour des propriétés géométriques.

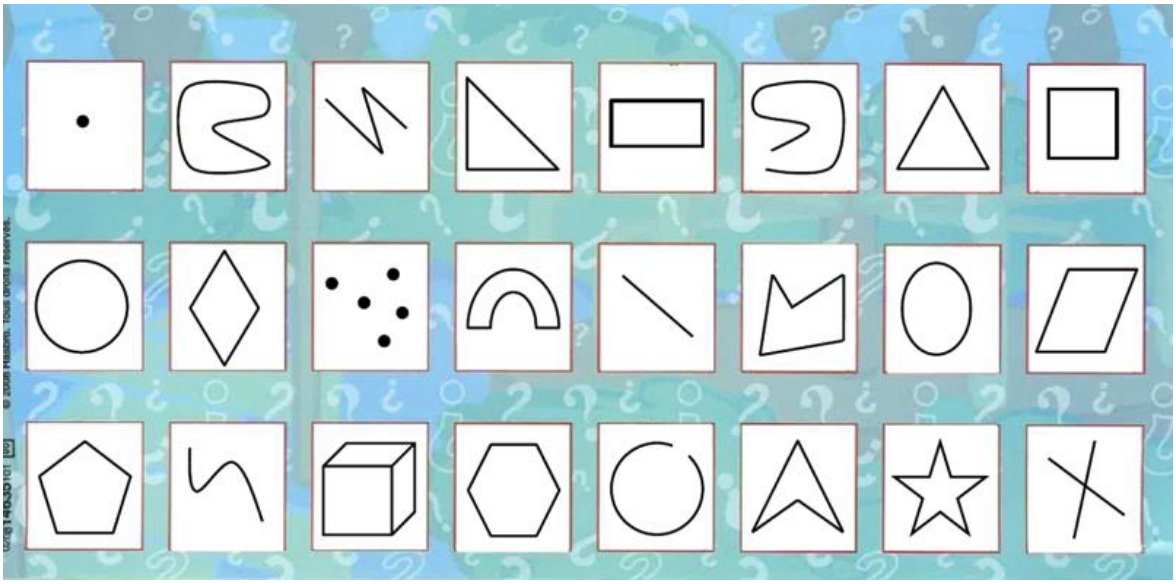


Image 4. Planche 2

Cette deuxième planche de jeu offre une grande disparité dans les traitements des réponses voire dans la sélection de l'image finale ! Elle intègre bien plus de propriétés qui ne sont pas forcément perçues de la même façon chez les étudiants. Ces différences impliquent des échanges entre les étudiants. Ces échanges peuvent intervenir uniquement à la fin du jeu pour comprendre les éventuelles différences dans la solution obtenue. Par exemple dans la planche 2, l'Image 5 extraite de la planche 2 peut représenter un segment, une droite, un angle plat, une forme ouverte ou fermée. Ces différentes figures géométriques pourraient être considérées comme la même figure pour certains ou comme 5 objets géométriques distincts pour d'autres.

Image 5. Une image de la planche 2

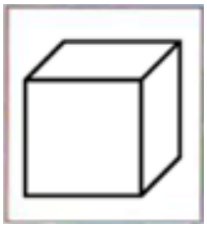


Image 6. Une image de la planche 2

Un autre exemple, l'Image 6, extraite de la planche 2, peut représenter un cube ou un assemblage de 3 quadrilatères. La complexité de cette planche repose sur les différentes interprétations possibles des représentations proposées.

Cette première étape de la séance permet aux étudiants d'échanger sur leurs divergences dans leur perception des objets géométriques représentés sur les images. Ces échanges prennent appui sur les propriétés géométriques. Il n'est pas forcément obligatoire de chercher un consensus entre les étudiants, les connaissances personnelles de chacun étant centrales dans leurs perceptions. Le débat autour des propriétés géométriques, la classification des figures de la planche 2, les différentes visions de ces figures peuvent être plus ou moins approfondis sachant que certaines questions pourront admettre différentes réponses. L'objectif de cette première étape est principalement de provoquer les discussions.

Les deux planches peuvent être comparées par les critères qu'elles tendent à faire travailler. Les connaissances géométriques impliquées dans la première planche concernent la reconnaissance du carré, cercle et triangle. Ces formes usuelles peuvent être reconnues ici avec une vision 2D. Dans la deuxième planche les connaissances géométriques s'appuient sur les propriétés géométriques, les visions 1D et 0D deviennent plus pertinentes.

Une fois que les étudiants sont sensibilisés à des tâches de classifications, utilisant soit une vision 2D (planche 1) soit une vision 2D et/ou 1D et/ou 0D (planche 2), ils sont impliqués dans une activité de préparation d'une activité de classification pour des élèves de primaire. Nous présentons dans la prochaine partie l'activité de classification en question et les choix auxquels les étudiants seront confrontés. Selon nous, la confrontation des étudiants à cette préparation devrait avoir un impact sur leurs concepts pragmatiques.

2 Activité à préparer

La situation que les étudiants doivent finaliser s'inspire de deux tâches (Coutat, Vendeira, 2016) proposées à des élèves de 4-8 ans en Suisse romande. Dans la première tâche, appelée « jeu des familles », les élèves doivent construire trois (ou un nombre à définir) familles à partir d'une collection de formes géométriques. Dans la deuxième tâche appelée « retrouve la bonne forme », les élèves doivent retrouver une forme particulière dans une collection de formes géométriques. Les deux tâches utilisent des formes géométriques comme celles présentées dans l'image 1, l'image 2 et l'image 7.

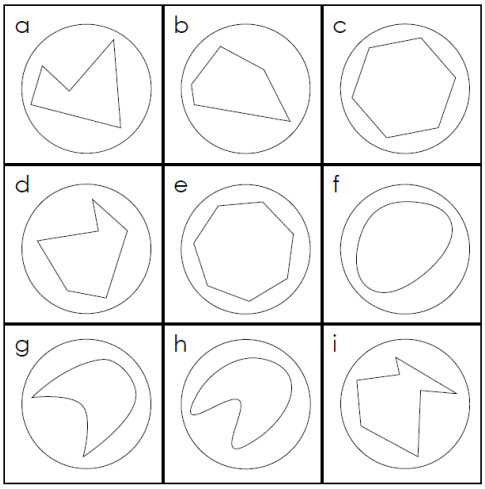


Image 7. Collection de formes 1

La collection de formes 1 présente un exemple collection. Elle propose des formes aux contours proches, comme les formes a et d, qui peuvent être perçues comme identiques, ou les formes c et e, de même que les formes g et h. la proximité de contour de ces formes incite la mobilisation d'une vision 2D dans une tâche de classification. Ainsi, les formes (a, d) peuvent former la famille des montagnes, (c, e, f) la famille des presque ronds, (g, h) la famille des lunes. Il reste les formes b et i qui ne peuvent pas être associées dans une même famille car très différentes de par leurs contours. La proximité des contours de certaines formes de la collection (a, d) associée à une forte différenciation des contours pour d'autres formes (a, f) incite l'utilisation d'une vision 2D. Cette vision 2D est aussi suffisante pour le jeu de « retrouve la bonne forme » si on demande de retrouver l'une des formes (b, f, i). Ainsi cette collection n'est pas optimale si on vise la mobilisation d'une vision autre que la vision 2D. Par conséquent, si on envisage un travail sur les changements de regard sur les formes géométriques, différentes collections doivent être utilisées.

Partant de ce constat, une collection de 70 formes est proposée aux étudiants et leur tâche est de composer une nouvelle collection (de maximum une vingtaine de formes) qui sera pertinente pour le « jeu des familles » ou pour « retrouve la bonne forme » avec la mobilisation d'une vision 1D et/ou 0D. Pour résoudre cette tâche les étudiants doivent anticiper les différentes procédures d'élève possibles et choisir des formes qui rendront les procédures où la vision 2D est inopérante. Les collections sont ensuite échangées entre binômes. Chaque binôme teste la collection qu'il reçoit en fonction de la tâche choisie. L'objectif ici est que les concepteurs de collection aient un retour sur les choix qu'ils ont effectués dans la sélection des formes.

Étant donné que la vision 2D est la vision première mobilisable par tous les élèves, il s'agit de construire une collection qui implique une vision 1D et/ou 0D et une réflexion sur les caractéristiques (Coutat, Vendeira 2016). À partir des 70 formes proposées, les étudiants doivent dans un premier temps identifier les caractéristiques exploitables. Ces caractéristiques peuvent être : les formes convexes et les formes non convexes, les formes symétriques ou non, le nombre de côtés/sommets, les polygones, les formes complexes avec uniquement des bords[2] courbes ou celles avec des bords courbes et bords rectilignes. D'autres caractéristiques, comme la longueur des côtés, pourraient être prises en compte selon la collection choisie. Les étudiants doivent ainsi jongler entre une vision 2D, fortement mobilisable par les élèves, et une vision 1D et/ou 0D qui s'appuie sur les caractéristiques, objectif essentiel de la tâche à finaliser.

[2] Nous nous plaçons dans le paradigme GI, c'est-à-dire un espace sensible et perceptif, avec non pas des propriétés mais des caractéristiques. Dans ce contexte nous utilisons alors le terme bord et non côté. De plus le terme « côté » pour désigner des bords courbes pourrait être en contradiction avec la définition usuelle de côtés pour les polygones.

Nous présentons dans la prochaine partie quelques collections proposées par les étudiants. Ces collections sont analysées afin d'identifier dans quelle mesure la vision 2D est effectivement mise en difficulté ou non et quel potentiel autour des caractéristiques est exploitable.

3 Quelques exemples de productions d'étudiants

Chaque binôme d'étudiants choisit une tâche puis sélectionne les formes qui leur semblent les plus appropriées. Ci-dessous nous présentons trois exemples de collections pour la tâche « jeu des familles » puis trois exemples pour la tâche « retrouve la bonne forme ». Nous analysons les propositions à travers les réponses possibles d'élèves que nous avons rencontrées lors d'observations en classes et la vision associée à ces réponses.

3.1 Le jeu des familles

Les collections suivantes sont conçues pour la tâche « jeu des familles ». Selon notre analyse a priori, des formes aux contours proches (perceptivement proches) peuvent rendre la vision 2D inopérante. Des formes aux contours très distincts peuvent aussi rendre la vision 2D peu efficace car les élèves seront contrariés d'associer des formes perceptivement très différentes.

L'Image 8, collection de formes 2, se compose de 13 formes. Les formes proposées diffèrent par leur nombre de côtés, leur convexité, leur symétrie interne, les caractéristiques des côtés (rectilignes ou non). A partir de la proposition des étudiants plusieurs réponses sont possibles. Il est possible de créer une classification en utilisant uniquement une vision 2D (1ère proposition). Il est aussi possible de créer une classification en utilisant des caractéristiques comme bords droits ou bords courbes, ou selon la convexité des formes (propositions 2 et 3).

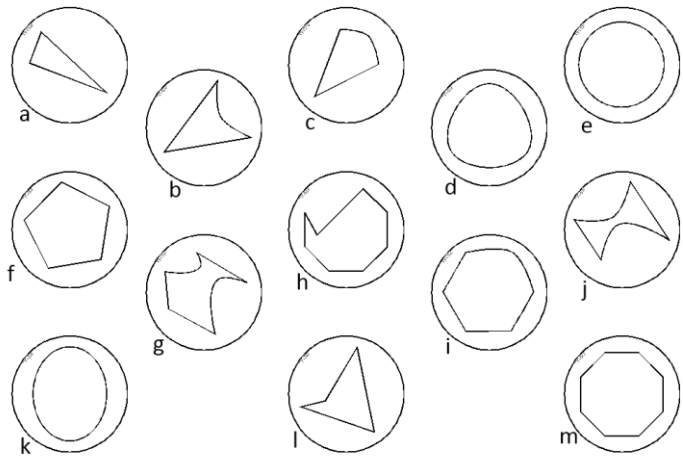


Image 8. Collection de formes 2

Exemple de familles possibles :

Vision 2D – 5 familles

Flèches (a, b, c, l), Ronds (d, e, k), Presque ronds (f, i, m), Nœud papillon (g, j), une famille sans nom (h)

Utilisation partielle des caractéristiques – 4 familles

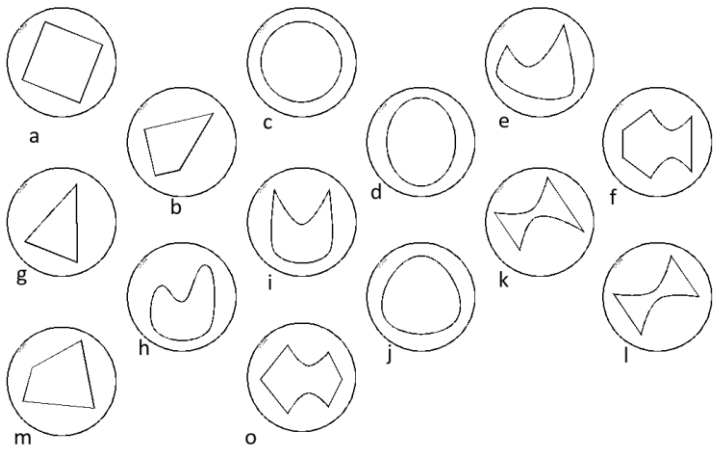
Presque ronds et ronds (d, e, k, f, i, m), courbes entrants (non convexe) (b, g, j), pics entrants (h, l), pointes (a, c).

Utilisation des caractéristiques – 3 familles

Formes avec bords droits (a, f, h, l, m), formes avec bords arrondis (d, e, k), formes avec bords droits et courbes (b, c, g, i, j)

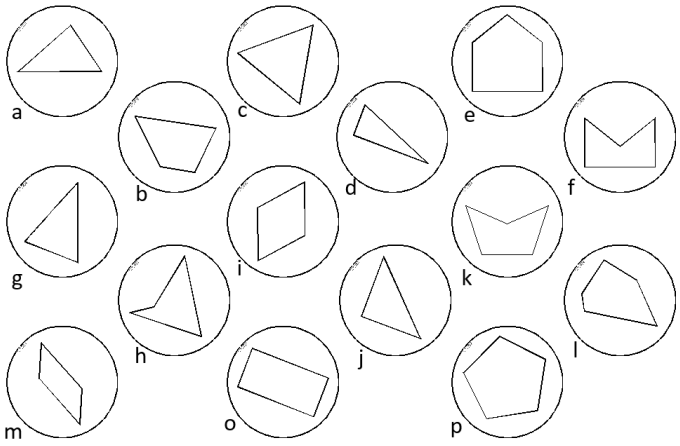
Le nombre de familles autorisées peut influencer la vision mobilisée. Plus ce nombre est petit plus il faudra que l'élève regroupe des formes qui vont ensemble non pas seulement parce qu'elles se ressemblent mais aussi car elles partagent certaines caractéristiques. Si le nombre de familles n'est pas imposé, les familles proposées peuvent renseigner sur la vision mobilisée.

La collection de formes 3 (image 9) peut aboutir à deux classifications, chacune résultant de l'une ou l'autre vision.

 *Image 9. Collection formes 3*	Familles possibles : Vision 2D – 4 familles Formes connues (a, b, g, m), ronds (c, d, j), vases (f, k, l, o), montagnes (e, i, h) Utilisation des caractéristiques – 4 familles Polygones convexes (a, b, g, m), lignes courbes convexes (c, d, j), lignes courbes et droites (f, k, l, o), lignes courbes non convexes (e, i, h)

En effet les familles obtenues sont les mêmes mais les justifications invoquées sont différentes. Ainsi sans justification orale les deux interprétations sont possibles. Cet exemple met en exergue la nécessité d'un minimum d'échanges avec les concepteurs des familles.

L'exemple de la Collection de formes 4 présente une collection avec peu de caractéristiques différentes (nombre de côtés et convexité). Cette collection vise la caractéristique « nombre de côtés » des formes proposées. Pourtant il est aussi possible de résoudre la tâche en utilisant uniquement une vision 2D qui ne tient pas compte des caractéristiques pour obtenir 5 familles au lieu des 3 familles visées.

 *Image 10. Collection de formes 4*	Familles possibles : Vision 2D, contours proches – 5 familles Flèches (a, c, d, g, h, j, l) maisons (e, p), montagnes (f, k), carrés (b, i), rectangles (m, o) Utilisation des caractéristiques – 3 familles Triangles (a, c, d, g, j), quadrilatères (b, h, i, m, o), pentagones (e, f, k, l, p)

La première classification avec les familles flèches, maisons, montagnes, carrés et rectangles regroupe des formes qui ont des contours proches mais ne partagent pas forcément des caractéristiques autres que d'être des polygones (c, h). À l'opposé, la deuxième classification regroupe des formes qui peuvent avoir des contours différents mais qui partagent la caractéristique du nombre de côté (f, l). Pour la famille des triangles, un élève qui maitrise la figure (objet mental) triangle peut se contenter d'une vision 2D. Pour les familles des quadrilatères et pentagones, il est probable que l'élève compte le nombre de côtés ce qui implique une vision 1D.

Dans tous les exemples la vision 2D peut être la seule vision mobilisée. Il est parfois possible de favoriser la prise en compte des caractéristiques et une vision 1D et/ou 0D en restreignant le nombre de familles.

3.2 Retrouve la bonne forme

La deuxième tâche « retrouve la bonne forme » permet aussi un travail sur la mobilisation d'une vision 1D et/ou 0D selon la collection choisie. Les 3 exemples ci-dessous présentent des collections représentatives des choix des étudiants. Pour chaque collection plusieurs procédures peuvent être envisageables. Les procédures que nous présentons sont le résultat de nos analyses. Elles exploitent au maximum la vision 2D, première chez les élèves. En effet, l'objectif de l'activité étant la mobilisation d'une vision 1D et/ou 0D, la vision 2D peut être investie au début de la résolution, mais elle doit ensuite être mise en difficulté voir inutilisable. Chaque collection se compose de formes qui peuvent être regroupées en sous-collections, ce qui permet une ouverture dans le choix de la vision à mettre en œuvre. Cependant, une fois qu'une sous-collection est isolée, les questions doivent se focaliser sur une caractéristique spécifique. Nous présentons dans les tableaux ci-dessous un ensemble de sous-collections construites par les étudiants ainsi que des exemples de classifications qui pourraient être utilisées par des élèves.

Pour la collection de formes 5 (image 11), il est possible de concevoir 4 sous-collections, en utilisant une vision 2D dans un premier temps puis une vision 1D et/ou 0D pour distinguer la forme cherchée.

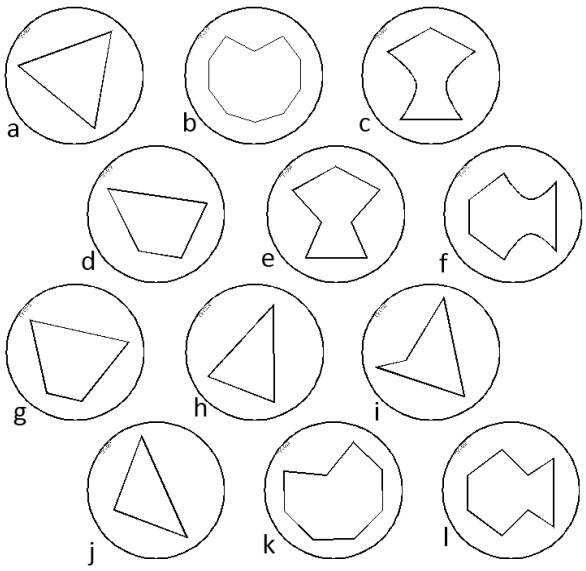


Image 11. Collection de formes 5

Les sous-collections et leurs caractéristiques

Les flèches (a, h, i, j)

- 3 côtés égaux (a)
- 2 côtés égaux (h, j)
- Non convexe (i)
- 1 angle droit (j)

Les pyramides tronquées (d, g)

- Non symétrique
- 1 axe de symétrie (g)

Les poissons (c, e, f, l)

- Bords courbes (c, f)
- Nez pointu (c, e)
- Nez plat (f, l)
- Uniquement des bords droits (e, l)

Les « pacman » (b, k)

- 8 côtés (k)

Pour chaque sous-collection présentée la discrimination entre les formes restantes repose chaque fois sur des caractéristiques spécifiques. Cette collection se compose de groupes de formes très différentes visuellement ce qui rend la vision 2D pertinente dans un premier temps. Une fois qu'une sous-collection est isolée, une réflexion sur les caractéristiques devient obligatoire. Les caractéristiques accessibles par cette collection sont variées : longueur des côtés, convexité, angle droit, symétrie, parallélisme, bords droits ou courbes.

Pour la collection de formes 6 (image 12), quatre sous-collections s'appuyant principalement sur une vision 2D peuvent être construites. D'autres collections utilisant le nombre de côtés sont envisageables mais peu probables dans le cas d'un travail avec de jeunes élèves.

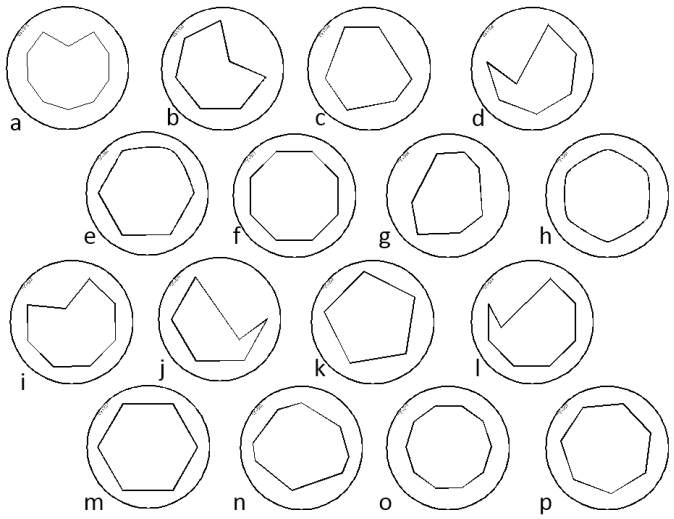


Image 12. Collection de formes 6

Les sous-collections et leurs caractéristiques

Formes presque rondes (e, f, h, k, m, o, p)

- 8/5/6/10/7 côtés
- Bords droits et courbes (e)
- Bords courbes (h)

Les « pacmans » (a, b, i,)

- 10/7/8 côtés

Formes avec becs (d, j, l)

- 7/6/8 côtés

Des cailloux (c, g, n)

- 6/7/8 côtés

Cette collection de formes est aussi intéressante dans le sens où la vision 2D permet de s'impliquer facilement dans la tâche. Cependant une fois une sous-collection isolée, la vision doit évoluer pour utiliser les caractéristiques. Ici les caractéristiques concernées sont principalement le nombre de côtés et, pour deux formes, les bords droits et/ou courbes. Une collection qui vise peu de caractéristiques peut aussi trouver son avantage car elle permet à l'enseignant de cibler des caractéristiques spécifiques.

La dernière collection, collection de formes 7 (image 13), peut se décomposer en 5 sous-collections.

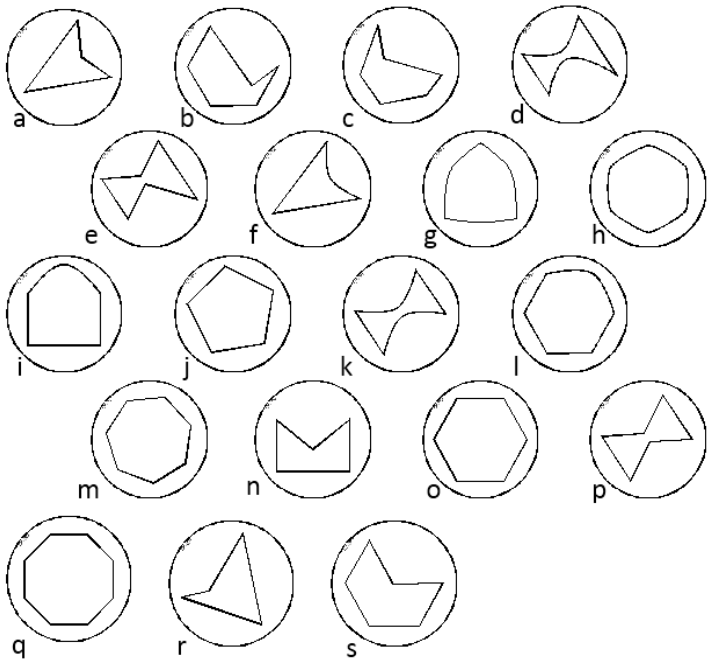


Image 13. Collection de formes 7

Les sous-collections et leurs caractéristiques

Flèches (a, f, r)

- Axe de symétrie (a, f)
- Un bord courbe (f)

Formes avec becs (b, c, n, s)

- Axe de symétrie, côtés parallèles (n, s)
- 6 côtés (b, c, s)
- Angle droit (b, n)

Les nœuds (d, e, k, p)

- Axe de symétrie (e, k, p)
- Bords courbes et droits (d, k)

Les maisons (g, i, j)

- Bords ronds (g)
- Toit rond (i) / pointu (j)

Les presque ronds (h, l, m, o, q)

- Sans pointe (h)
- Bords courbes et droits (l)
- 7/6/8 côtés (m, o, q)

Les formes b et c sont très proches, l'une (b) possède un angle droit contrairement à l'autre (c), cette différence de caractéristique est assez complexe car pas toujours évidente à distinguer perceptivement. Les caractéristiques travaillées seraient : nombre de côtés, bords courbes et/ou droits, axe de symétrie, parallélisme, angle droit.

Ces trois exemples présentent une grande diversité dans le nombre de formes à traiter (entre 12 et 19) ainsi que dans la nature et le nombre de caractéristiques visées. Il n'est pas forcément plus pertinent d'avoir un grand nombre de caractéristiques parmi la collection, un nombre restreint de caractéristiques peut être tout à fait suffisant pour s'assurer du changement de vision sur les formes.

3 Le modèle opératif des étudiants

Les exemples ci-dessus présentent une diversité dans les collections choisies par les étudiants ainsi que la diversité dans le traitement de ces collections. La première tâche semble être plus difficile pour les étudiants car les collections construites ne sont pas toujours pertinentes dans un objectif de changement de vision. Pour la deuxième tâche les collections permettent la présence de plusieurs visions au cours de la résolution de la tâche.

Une fois les collections conçues, elles sont testées par un autre groupe d'étudiants. Cette dernière étape permet d'obtenir un retour immédiat de la robustesse des actions de choix des étudiants concernant les variables de la situation (le choix des formes, le nombre de familles, imposé ou non). Nous n'avons pas d'informations concernant cette étape qui s'est déroulée oralement.

Les analyses des exemples présentés démontrent une réflexion intéressante des étudiants. Ils doivent sélectionner un ensemble de formes dans une collection de 70 formes. Au cours cette sélection, les ils doivent prendre en compte les différentes visions possibles et ajuster leur collection pour orienter les procédures vers une vision spécifique. Parallèlement à cette réflexion sur les visions mobilisables, ils doivent identifier les caractéristiques impliquées dans la procédure de résolution et là encore ajuster la collection pour atteindre les objectifs d'apprentissage qu'ils se fixent. Beaucoup de collections d'étudiants provoquent un changement de vision et un travail sur les caractéristiques. Le « jeu des familles » semble poser d'avantage de difficultés que le jeu « retrouve la bonne forme ». En effet la vision 2D pour la résolution du premier jeu peut parfois être suffisante. On peut alors s'interroger sur les choix des étudiants. Est-ce des choix délibérés (collection 2, collection 4) ? En effet les procédures d'élèves renseignent l'enseignant sur la vision mobilisée par les élèves.

Les deux tâches utilisent une collection de formes géométriques, cependant étant donnés les objectifs spécifiques à chaque tâche, les collections ne peuvent pas être les mêmes si on envisage un travail sur les changements de regard sur les formes géométriques. Ce résultat qui émane de l'analyse des deux tâches et des collections proposées n'a que très peu été explicité lors de la formation. Le retour sur les propositions des étudiants n'a pas donné lieu à des échanges et on peut se questionner sur l'impact réel que ce retour a eu sur les concepts pragmatiques. Si on vise un réel effet sur la genèse conceptuelle du modèle opératif des étudiants il est nécessaire d'investir aussi les retours des étudiants-testeurs des collections proposées. Ces retours permettent de revenir sur les choix opérés par les étudiants-concepteurs, choix reposant sur les analyses des formes en lien avec la tâche choisie. Il nous semble que dans cette situation de formation les concepts pragmatiques et organisateurs doivent s'enrichir l'un de l'autre pour agir sur la genèse conceptuelle de leur modèle opératif.

III - CONCLUSION

Les travaux de Duval & Gaudin (2006) ainsi que ceux de Houdement & Kuzniak (1998) éclairent le cadre du travail géométrique à l'école primaire. Différentes visions (2D/1D/0D) peuvent être mobilisées, chacune ayant leur pertinence selon des tâches spécifiques. La vision 2D est suffisante pour distinguer globalement des formes ou des formes aux contours très distincts. La vision 1D et/ou 0D devient plus centrale pour l'explicitation des propriétés des figures géométriques. Les visions 1D et/ou 0D ne sont pas première chez les élèves. Elles doivent faire l'objet d'un apprentissage. La maitrise de ces différentes visions est essentielle pour le passage d'une géométrie perceptive à une géométrie basée sur les axiomes. Les enseignants de l'école primaire doivent mettre en œuvre des tâches d'apprentissages qui accompagnent ces changements. En nous inspirant des travaux de la didactique professionnelle (Pastré 2011) et de la didactique des mathématiques (Coutat, Vendeira, 2016), nous avons mis en place une

situation de formation qui a pour but d'enrichir le modèle opératif des étudiants en formation initiale d'enseignants du premier degré.

Les concepts organisateurs et les concepts pragmatiques sont présentés comme dissociés dans l'image. Pourtant, au vu des productions des étudiants, il nous semble que les analyses théoriques des tâches et des objectifs d'apprentissages doivent être impliqués dans les choix effectifs au cours de la préparation et de la mise en œuvre des tâches. Tout comme les observations nourrissent a posteriori les analyses des tâches. Dans la mise en œuvre de la situation de formation, les retours sur les choix des étudiants n'ont que très peu été exploités. Il nous semble que ces retours doivent être d'avantage formulés et investis afin de revenir sur la pertinence des choix initiaux, voire sur les analyses des tâches.

IV - BIBLIOGRAPHIE

BRACONNE-MICHOUX A (2008) *Evolution des conceptions et de l'argumentation en géométrie chez les élèves : paradigmes et niveaux de van Hiele à l'articulation CM2-6ème*, thèse de l'Université Paris 7.

BROUSSEAU G. (1998) *Théorie des situations didactiques*, Grenoble : La pensée sauvage.

COUTAT S. & VENDEIRA C. (2016) Quelles tâches pour travailler les caractéristiques des formes à la maternelle ? *Actes du XXXXIIème colloque COPIRELEM* – Besançon 2015.

COUTAT S. & VENDEIRA C. (2015-a) Quelles ressources pour la reconnaissance de formes en maternelle ? *Actes du XXXXIème colloque COPIRELEM* – Mont de Marsan 2014.

COUTAT S. & VENDEIRA C. (2015-b) Des pics, des pointes et des arrondis en 1P-2P, *Math-Ecole*, **223**, 14-19.

DAINA A. & DORIER J.-L. (2016) Une recherche sur l'utilisation des ressources dans le contexte de l'enseignement primaire genevois, *Actes du XXXXIIème colloque COPIRELEM* – Besançon 2015.

DUVAL R (2005) Les conditions cognitives de l'apprentissage de la géométrie: développement de la visualisation, différenciation des raisonnements et coordination de leurs fonctionnements, *Annales de didactique et de sciences cognitives*, **10**, 5-53.

DUVAL R. & GODIN M. (2006) Les changements de regard nécessaires sur les figures, *Grand N*, **76**, 7-27.

HOUDEMENT C. & KUZNIAK A. (1998) Réflexions sur l'enseignement de la géométrie pour la formation des maitres, *Grand N*, **64**, 65-78.

PASTRE P. (2011) La didactique professionnelle - Un point de vue sur la formation et la professionnalisation. *Education Sciences & Société*, **2(1)**, 83-95.

PERRIN-GLORIAN M-J, GODIN M (2014) De la reproduction de figure géométriques avec des instruments vers leur caractérisation par des énoncés, *Math-Ecole*, **222**, 26-36.

RAVEL L. (2003) *Des programmes à la classe : étude de la transposition didactique interne, exemple de l'arithmétique en Terminale S spécialité mathématique.* Thèse, Université Joseph Fournier – Grenoble I.

VERGNAUD G. (1990) La théorie des champs conceptuels, *Recherches en didactique des mathématiques*, **10**, 133-170.

Plan d'Etude Romand : http://www.plandetudes.ch/

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). Nous présentons ici les conditions dans lesquelles les étudiants à l'Université de Montréal obtiennent ce Brevet. Parmi tous les programmes de formation offerts à l'université, nous nous attarderons plus particulièrement sur celui qui conduit à l'enseignement au niveau primaire en adaptation scolaire. Ce programme est un programme de 1er cycle universitaire de 4 années, comprenant des cours théoriques et des stages. Dans le contexte d'une formation par approche programme, une certaine cohérence a été recherchée dans la répartition entre les stages et les cours théoriques assurés par les 3 départements de la faculté. Les cours de didactique participent pour un tiers à la formation initiale des enseignants (40 crédits sur 120). Si l'on prend on compte le niveau académique des étudiants admis dans ce programme, on constate que les enjeux de la formation initiale sont très grands. Ceci n'est sans doute pas étranger au fait que, 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.

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). Pour ce faire, le candidat doit avoir suivi et réussi une formation proposée par une université, membre de l'Association des universités et collèges du Canada. Le programme de formation est défini par le Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport et présenté dans le document « La formation à l'enseignement »[1] (2001). L'université de Montréal est habilitée à former les futurs enseignants au primaire, au secondaire (Français, Mathématiques, Sciences, EPS, Univers social et Éthique et Culture religieuse), en adaptation scolaire (primaire et secondaire) et en Français langue seconde. Dans ce texte, nous présenterons l'une de ces formations : l'Enseignement en Adaptation Scolaire au primaire (BEAS). Il s'agit d'un programme de 1er cycle universitaire d'une durée de 4 ans (baccalauréat de 120 crédits auquel il faut ajouter deux cours de 3 crédits obligatoires mais hors programme), qui comprend une partie théorique sous forme de cours dispensés à l'université et des stages de formation pratique dans les écoles associées à l'université.

Dans le texte qui suit, nous présenterons successivement la structure administrative dans laquelle s'inscrit ce programme de baccalauréat en enseignement en adaptation scolaire au primaire, le profil des étudiants admis dans ce programme et leurs conditions d'apprentissage, le profil des enseignants intervenant dans le programme, la place de la didactique dans la formation, et, brièvement, le devenir des étudiants après diplomation.

1 http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/reseau/formation_titularisation/formation_enseignement_orientations_EN.pdf (consulté sur Internet le 21/12/2016)

I - ORGANISATION ADMINISTRATIVE

À l'université de Montréal, la Faculté des sciences de l'éducation a la responsabilité de tous les programmes de formation des enseignants. Toutefois, certains cours de baccalauréat en enseignement au secondaire relèvent d'autres facultés, comme le BES-Maths où les cours de mathématiques pures sont assurés par le département de mathématiques de la Faculté d'Arts et Sciences (FAS).

La faculté des sciences de l'éducation est organisée en trois départements : didactique, psychopédagogie-andragogie, administration et fondements de l'éducation. La faculté offre des cours de 1er, 2e et 3e cycle. C'est donc dans cette même faculté que les étudiants peuvent faire une maîtrise – recherche ou un doctorat en didactique ou autre.

La formation des enseignants relevant du 1er cycle universitaire, à l'Université de Montréal, tous les baccalauréats en enseignement sont gérés par le Centre de Formation Initiale des Maîtres (CFIM). Celui-ci a la responsabilité de l'organisation des enseignements et des stages proposés aux étudiants au cours de leurs quatre années d'études. Les cours théoriques relèvent des trois départements. Le département de didactique assure les cours de didactique des disciplines (DID)[2], à l'exception de l'éducation physique et sportive (EPS), soit 43 crédits pour le baccalauréat en enseignement en adaptation scolaire. Le département de psychopédagogie-andragogie (PPA) a la responsabilité des enseignements liés à la psychologie et au développement de l'enfant, et à la pédagogie générale (gestion de classe, différenciation, évaluation, etc.), soit 40 crédits. Enfin, le département d'administration et fondements de l'éducation (ETA) a celle des enseignements relevant de la législation de l'enseignement au Québec, de l'administration scolaire (Loi sur l'instruction publique, politique éducative québécoise, etc.), soit 14 crédits. Le lecteur trouvera en annexe 1 le cheminement de l'étudiant au fil des 4 années de formation dans le cas particulier du baccalauréat en adaptation scolaire (BEAS) où en fin de 2e année, l'étudiant choisit l'ordre dans lequel il poursuivra sa formation.

II - PROFIL DES ÉTUDIANTS

Nous présentons ici les conditions d'admission des étudiants dans le programme, le parcours qui a pu être le leur avant d'arriver à l'université et surtout les conditions dans lesquelles ils peuvent travailler, c'est-à-dire profiter au mieux de la formation qui leur est proposée.

1 Les conditions d'admission

Les programmes en enseignement sont des programmes contingentés : le nombre de places offert aux étudiants est limité. À ce nombre limité de places s'ajoute une autre contrainte : la cote R (note sur 40) qui situe le niveau de l'étudiant à sa sortie du CEGEP (Collège d'Enseignement Général Et Professionnel qui termine en deux ans la scolarité au secondaire qui est, elle, de 5 ans). Au baccalauréat en enseignement en adaptation scolaire à l'Université de Montréal (BEAS), la cote R minimale d'admission est de 24. Quand on sait qu'en médecine, la cote R minimale est de 32, en droit, 31 et en travail social, 28, on peut imaginer que les étudiants qui choisissent la formation à l'enseignement ne sont pas ceux qui ont été « têtes de classe » au CEGEP ; c'est aussi l'une des cotes R les plus basses pour l'admission dans les programmes contingentés. Les programmes en enseignement étant contingentés, comme pour tous les programmes de cette nature, les étudiants font des demandes (des choix de programmes) qui seront respectées, ou non, selon leur cote R et les effectifs attendus. En effet, la cote R moyenne des étudiants admis est de 26,9 ; plus de la moitié des étudiants (57%) arrivent avec une cote R inférieure à 27. Dans le cas du baccalauréat en enseignement en adaptation scolaire, on peut toutefois nuancer ce propos en indiquant que pour la très grande majorité des étudiants (environ 85%), ce choix d'études est leur premier choix. On peut donc considérer que la majorité des étudiants qui sont inscrits dans ce

[2] Les acronymes DID, PPA et ETA sont utilisés pour identifier les cours. Pour des raisons historiques, les cours donnés par le département d'administration et fondements de l'éducation ont ETA comme acronyme. C'est ainsi que dans le cheminement de l'étudiant on peut lire : DID 2031 – didactique de la géométrie en adaptation scolaire; PPA 2110 – Gestion de classe; ETA 1001 – Histoire et philosophie de l'éducation.

programme l'ont fait par choix et sont donc motivés pour devenir enseignant en adaptation scolaire, à moins qu'ils n'aient fait ce choix en toute connaissance de cause relativement à leur cote R. Mais on peut nuancer ces propos en prenant en compte le fait que près d'un étudiant sur trois (27%) est admis dans ce programme alors qu'il ne vient pas du CEGEP et donc se situe dans une démarche de réorientation, voire de retour aux études. Ce sont des étudiants qui ont déjà fait des études universitaires dans un autre programme ou arrivent de l'étranger. À l'automne 2016, 187 étudiants ont été admis dans ce programme. À titre de comparaison, 325 étudiants ont été admis au Baccalauréat en Enseignement Préscolaire Et Primaire (BEPEP) à la même session avec les mêmes cotes R.

2 Le parcours des étudiants

Les étudiants admis au baccalauréat en enseignement en adaptation scolaire viennent donc majoritairement du CEGEP où ils ont terminé leur scolarité secondaire. Dans les CEGEP, différentes filières sont proposées aux étudiants : sciences de la nature, informatique et mathématiques, sciences humaines, arts et lettres, etc. Les informations demandées aux étudiants ne permettent pas de déterminer quelle filière ils ont suivie au CEGEP. Mais il suffit de les interroger en classe pour constater que la majorité d'entre eux ont un DEC (Diplôme d'Etudes Collégiales) en sciences humaines donc sans cours de mathématiques. Ceci a pour conséquence qu'un grand nombre d'étudiants n'a pas fait de mathématiques depuis plusieurs années, soit depuis l'école secondaire voire depuis l'avant-dernière année du secondaire (secondaire 4 – élèves de 15 ans), puisque dans la dernière année (secondaire 5 – élèves de 16 ans), ils peuvent déjà faire des choix d'orientation où il n'y a pas de cours de mathématiques.

De plus, les étudiants qui choisissent la formation en enseignement en adaptation scolaire pour de « mauvaises raisons » ne sont pas rares. En effet, plusieurs d'entre eux ont eu des conditions de scolarité difficiles, ont réussi à surmonter ces difficultés et se sentent légitimés « pour aider les élèves en difficultés parce qu'ils l'ont vécu ». Ainsi, une étudiante a été admise avec une cote R de 28 en ayant bénéficié de mesures d'accommodements tout au long de sa scolarité au secondaire et au CEGEP, a échoué à plusieurs cours et stages, a été exclue du programme, mais sa demande de réadmission a été rejetée parce que le calcul de sa nouvelle cote R donnait 14.

Le règlement pédagogique prévoit qu'en cas de double échec à un même cours (le même cours est échoué à deux reprises), un étudiant est exclu du programme. Toutefois, quelques années plus tard, le même étudiant peut demander sa réadmission dans le programme, et, à de très rares occasions, elle peut lui être accordée.

3 Les conditions d'études et de travail des étudiants

Les inscriptions au baccalauréat en enseignement sont obligatoirement des inscriptions à temps plein, soit environ 15 crédits par trimestre (1 crédit équivaut à 15 heures de cours par trimestre). Les droits de scolarité pour un étudiant québécois s'élèvent environ à 1 500 $ par trimestre, soit 12 000 $ pour les quatre années de baccalauréat sans aucun échec aux cours ou aux stages. Si certains étudiants ont accès à des bourses gouvernementales au vu de l'excellence de leur dossier (leurs résultats au CEGEP ou en cours de scolarité à l'université), nombreux sont ceux qui financent leurs études par un prêt accordé par une banque. Pour ces étudiants, une solution consiste à travailler à temps partiel dans un bureau, une boutique ou un restaurant ou encore à faire des remplacements de courte durée dans les écoles à partir de leur 3e année de formation à l'université. Or, d'après le guide de l'étudiant, pour réussir ses études, il faut partir du principe qu'à une heure de cours doivent être associées deux heures de travail personnel. Étant inscrit à temps plein, chaque trimestre l'étudiant doit suivre l'équivalent de 15 crédits de cours soit 225 heures de présence et 450 heures de travail personnel ou, ramené sur une semaine, un équivalent d'environ 15 heures de présence auxquelles il faut ajouter 30 heures de travail personnel soit une semaine de 45 heures de travail quand, dans de nombreuses branches professionnelles, la semaine de travail peut être de 37 ou 39 heures. On peut facilement imaginer que pour les étudiants qui doivent travailler à l'extérieur ou pour ceux qui ont des responsabilités familiales, ces exigences sont très fortes,

voire trop fortes, et ne sont pas sans conséquence sur la qualité de leurs apprentissages et de la formation professionnelle à laquelle ils aspirent.

III - PROFIL DES ENSEIGNANTS

Les cours sont assurés par deux catégories d'enseignants distinctes : d'une part, les professeurs qui sont tous titulaires d'une thèse de doctorat et ont une garantie d'emploi à l'université ; d'autre part, les chargés de cours qui doivent avoir au minimum une maîtrise dans la discipline qu'ils enseignent et n'ont pas de garantie d'emploi. Tous les enseignants font l'objet d'une évaluation de leur prestation par les étudiants en fin de trimestre.

1 Les professeurs

Comme tous les départements à l'université, le directeur est un professeur du département, élu par ses pairs. Le département de didactique est composé 25 professeurs et de dizaines de chargés de cours. En effet, ceux-ci sont embauchés en grand nombre pour assurer une grande partie des cours compte tenu du faible nombre de professeurs qui ont aussi la responsabilité des enseignements aux 2e et 3e cycle et du nombre de groupes d'étudiants, en particulier dans les programmes d'enseignement au préscolaire et au primaire et en adaptation scolaire. Les cours de didactique des mathématiques de tous les programmes de baccalauréats sont sous la responsabilité de 5 professeurs qui ont aussi la charge de coordonner le travail des chargés de cours. Les professeurs rédigent les plans de cours cadres qui définissent les contenus et les compétences professionnelles développées dans chacun des cours et veillent à ce que ceux-ci soient respectés par les chargés de cours. Dans le contexte de l'approche programme préconisée par le Ministère, les plans de cours cadres ont été revus et rédigés de façon à établir une cohérence et une progression dans les apprentissages des étudiants au fil des quatre années.

Les professeurs appartiennent tous au SGPUM (Syndicat Général des Professeurs de l'Université de Montréal).

2 Les chargés de cours

Les chargés de cours peuvent être des étudiants au doctorat, des enseignants ou des conseillers pédagogiques ; tous doivent avoir au minimum une maîtrise dans le domaine. Le recrutement d'un chargé de cours se fait sur la base des EQE (Exigences de Qualification pour l'Enseignement) qui lui sont reconnues à la lecture de son CV : niveau d'études et activités d'enseignement en lien avec le cours pour lequel il postule. Un chargé de cours n'a pas de garantie d'emploi auprès de l'université. Il est payé au prorata du nombre de cours qu'il donne dans une session. Leurs EQE étant établies, les chargés de cours choisissent les cours qu'ils vont donner dans les limites des cours offerts au département et de leur ancienneté comme chargé de cours à l'université. Un cours leur ayant été attribué, ils sont obligés de se plier au calendrier établi par le CFIM et c'est là la seule contrainte qu'ils doivent respecter. En effet, au nom de la liberté académique, un chargé de cours est totalement libre dans son activité d'enseignant et les professeurs responsables des cours n'ont aucun moyen de contrôle ou de coercition à l'égard de ceux qui ne respectent pas le plan de cours cadre. Même si le phénomène est assez rare, il peut avoir de lourdes conséquences sur la formation de certains étudiants.

IV - PLACE DE LA DIDACTIQUE DANS LA FORMATION

Dans ce paragraphe, nous nous intéressons plus particulièrement aux cours théoriques et autres moments dans la formation où la didactique joue un rôle c'est-à-dire les activités d'intégration et les stages.

1 Les cours disciplinaires théoriques

Selon les disciplines et souvent pour des raisons de sécurité, les étudiants sont rassemblés pour former des groupes de tailles variables. Ainsi en sciences, les groupes ne dépassent pas 24 étudiants, en arts, ils

ne sont pas plus de 35 quand, dans les autres disciplines (français ou mathématiques), les groupes peuvent atteindre 70 étudiants pour des cours de 3 heures. Les enseignements s'appuient autant sur des manuels spécifiques souvent rédigés par le professeur responsable du cours (Lefrançois, 2015) que sur des recueils de notes préparés eux aussi par le responsable du cours. Pour tous les cours, les contenus disciplinaires et didactiques sont précisés dans les plans de cours cadres. Comme nous l'avons signalé dans la présentation des enseignants, les contenus et modalités d'enseignement dans chaque cours sont très variables et dépendent de l'enseignant. Mais les conditions matérielles peuvent aussi jouer (locaux éloignés de la faculté, salles inadaptées, etc.) et favoriser certaines modalités de fonctionnement, ou au contraire les entraver totalement, comme le transport de matériel géométrique dans un bâtiment situé à 20 minutes de marche de la didacthèque.

Les cours de didactique des mathématiques

Après avoir été admis à pour pouvoir continuer leurs études dans le programme, les étudiants doivent réussir le cours DID1002 – Notions de mathématiques pour adaptation scolaire. Ce cours hors-programme (donc non comptabilisé dans les 120 crédits) permet aux étudiants de revisiter les mathématiques du primaire et du secondaire, tout en faisant quelques liens avec la didactique comme des obstacles ou difficulté d'apprentissage bien connus.

La formation en didactique des mathématiques comprend 4 cours de 3 crédits chacun (15 rencontres de 3 heures) soit un total de 180 heures en classe. Les titres des cours successifs permettent de comprendre la structure du programme : DID1001 – Fondements de la didactique des mathématiques; DID2031 – Didactique de la géométrie; DID1220 – Didactique de l'arithmétique et DID3280 – Didactique des rationnels. L'approche programme a demandé une réécriture des plans de cours cadres afin de coordonner les contenus tant du point de vue disciplinaire que didactique sur l'ensemble des 4 années de formation. Selon les cours et les choix pédagogiques des enseignants, les étudiants sont amenés à refaire des exercices de mathématiques pures de niveau primaire ou début secondaire, à analyser des travaux d'élèves, des propositions d'activités extraites de manuels ou de toute autre provenance (Internet, recherche en didactique, etc.), à organiser une séance (ou une séquence) d'enseignement suivie d'une évaluation (SAÉ - Situation d'Apprentissage et d'Évaluation), à étudier le cas d'un élève à l'issue d'une entrevue diagnostique avec celui-ci, etc. (Braconne-Michoux, 2016). Ces différents travaux peuvent être réalisés individuellement ou en équipes de 3 ou 4 étudiants, en travail à la maison, en travaux pratiques en classe ou en examen en temps limité. Les taux de réussite aux cours de didactique des mathématiques, comme dans tous les cours, sont élevés (de l'ordre de 90%) à l'exception du cours de remise à niveau DID1002 où le taux de réussite est d'environ 75%. On peut trouver diverses explications à cette réussite qui peut sembler exceptionnelle quand on prend en compte les connaissances initiales des étudiants. Non seulement les enseignants accompagnent beaucoup les étudiants dans leurs apprentissages (rendez-vous, discussions sous forme de forum sur la plateforme StudiUM, examens exclusivement liés aux contenus abordés en classe, etc.) mais les modalités d'évaluation leur sont aussi plutôt favorables. En effet, plusieurs évaluations reposent sur des travaux en équipe réalisés en dehors des heures de cours. De plus, il n'est pas rare que certains chargés de cours soient plus « généreux » dans l'évaluation des étudiants : leur propre évaluation en fin de session en dépend et leur embauche à l'Université de Montréal tout autant.

2 Les stages (et la didactique)

Chaque année, les étudiants font un stage dans un milieu de pratique différent : classe d'adaptation scolaire, classe régulière avec élèves à risques ou élèves HDAA intégrés (élèves Handicapés ou en Difficulté d'Adaptation ou d'Apprentissage). Les stages sont sous la responsabilité du CFIM (Centre de Formation Initiale des Maîtres) : placement, supervision, évaluation. Le partenariat entre la CSDM (Commission Scolaire de Montréal) et l'université de Montréal permet d'offrir une place de stage à tous les étudiants dans tous les milieux de pratique. Les lieux de stage sont choisis au mieux des intérêts de l'étudiant, que ce soit dans le choix du milieu de pratique (« clientèle spécifique ») ou dans le lieu de stage pour éviter des déplacements difficiles. Au cours de leur 3ème année, après étude de leur dossier

par le CFIM, les étudiants ont la possibilité de faire un stage à l'étranger (Europe, Amérique du Sud, Afrique).

Pour tous les stages, l'étudiant doit assister à des journées de pré-stage et à des séminaires avant, pendant et après le stage. Les journées de pré-stage et les séminaires augmentent au fil des 4 années. Ces rencontres obligatoires sont assurées par le superviseur de stage. C'est le même superviseur de stage qui assure les visites des étudiants lors de leur prise en main de la classe : une visite pour les deux premiers stages et deux visites au cours des deux derniers stages. Pour effectuer son 3ème stage, l'étudiant doit avoir réussi un test de français écrit, le TECFÉE (TEst de Certification en Français Ecrit pour l'Enseignement). Ce test en deux parties (QCM et épreuve de rédaction) est assez difficile et il n'est pas rare que les étudiants doivent le passer plusieurs fois au cours de leur 2ème année pour pouvoir faire leur stage 3.

Dans la mesure où les deux premières années sont un tronc commun avant la spécialisation primaire-secondaire en 3e et 4e année, les deux premiers stages ont lieu, successivement, dans les deux ordres d'enseignement. Ce sont deux stages de 18 jours. Pendant le stage 1, l'étudiant observe et doit prendre la classe en main pendant 4 demi-journées. Pendant le stage 2, la prise en main est de 7 jours dont 3 jours consécutifs sous la supervision du maître associé. Le stage 3 dure 32 jours et l'étudiant assure un enseignement qui équivaut à une demi-tâche d'enseignement temps plein soit 16 jours de classe. Enfin, pendant le dernier stage (stage 4), l'étudiant prend la classe en main pendant 52 jours consécutifs. Afin de témoigner de la progression dans la professionnalisation, les crédits liés aux stages augmentent au fil des années : 3 crédits pour chacune des deux premières années, 6 crédits pour le stage 3 et 9 crédits pour le stage 4.

Les directions d'école sont responsables du choix des enseignants associés qui accueillent les étudiants en stage. Elles en font la proposition à la commission scolaire de Montréal (CSDM) qui la transmet à l'Université de Montréal. Pour être enseignant associé, il suffit d'avoir enseigné 5 ans et d'avoir suivi la formation à l'accompagnement de stagiaires.

Les superviseurs de stage sont recrutés par le CFIM et appartiennent au syndicat des chargés de cours. En général ce sont d'anciens enseignants qui ont déjà accueillis des stagiaires dans leur classe. Ils doivent avoir suivi une formation en accompagnement des stagiaires.

À l'issue du stage, l'évaluation de l'étudiant est consignée dans un rapport rédigé par le superviseur en collaboration avec l'enseignant associé. Les stages sont évalués en termes de réussite/échec et l'étudiant ne peut faire un autre stage tant qu'il n'a pas réussi le précédent. S'il échoue deux fois de suite au même stage, il se voit exclu du programme. Si ses résultats académiques le permettent, il peut se voir offrir la conversion de son baccalauréat en enseignement en adaptation scolaire en un baccalauréat en enseignement de 90 crédits qui ne lui donnera pas le permis d'enseigner mais pourra lui permettre de poursuivre ses études dans d'autres programmes universitaires où ses crédits seront reconnus.

Les enseignants associés comme les superviseurs de stage n'ont pas à prouver leurs compétences professionnelles, et il arrive que les étudiants vivent en stage des situations peu encourageantes, voire en opposition avec certains principes discutés dans les cours de didactique. Ainsi, dans certaines classes, l'étudiant a comme consigne de la part de son enseignant associé : « Demain, tu fais les pages … du cahier d'exercices … » sans autre précision. Quand on regarde les contenus mathématiques abordés, force est de constater que l'on est dans un enseignement des mathématiques ostensif, ou behavioriste mais certainement pas socioconstructiviste comme le préconise le programme. D'autres situations de stage sont nettement plus enrichissantes pour les étudiants, mais elles ne sont pas la majorité.

3 Les activités d'intégration (et la didactique)

Afin de lier les enseignements théoriques (cours) et la formation pratique (stage), une activité d'intégration est proposée chaque année aux étudiants (EDU1210 ; EDU2210 ; EDU3210 ; EDU4210). Ce cours de 1 crédit est assuré par des enseignants des trois départements (professeurs ou chargés de cours) et par des superviseurs de stage. Les étudiants sont amenés à : 1) élaborer une grille d'observation d'une séance d'enseignement, 2) préparer une séance d'apprentissage et d'évaluation (SAÉ); 3) organiser un

plan d'intervention auprès d'un élève en difficulté et 4) développer et présenter un projet d'enseignement dans une classe d'adaptation scolaire (colloque des finissants).

Dans la mesure où les enseignants intervenant dans ces cours ne sont pas tous sensibilisés au rôle de la didactique dans l'activité de l'enseignant, celle-ci n'a que peu de place dans les activités d'intégration. En particulier, il est étonnant que les enseignants de didactique ne participent pas aux activités d'intégration 2 et 3 qui sont directement en lien avec l'activité d'enseignement et les apprentissages des élèves.

V - DEVENIR DES ÉTUDIANTS

Dans ce dernier paragraphe, nous reprendrons les quelques informations dont nous disposons sur le devenir des étudiants au sortir de l'université.

1 La diplomation et la recherche d'emploi

Le taux de diplomation des étudiants en 4 ans est de 55%. Ceci signifie qu'un peu moins d'un étudiant sur deux ne termine pas sa formation dans les délais prévus. On peut trouver diverses raisons à ce phénomène. La première d'entre elles est un ou plusieurs échecs à des cours ou des stages, ce qui allonge d'autant la scolarité. Parmi les autres raisons, on trouve le congé maternité (la très grande majorité des étudiants sont des étudiantes) ou toute autre raison liée à la vie personnelle des étudiants (enfants malades, séparations, etc.).

Si l'on prend en compte les étudiants qui ont obtenu un diplôme en enseignement en adaptation scolaire en 5 ans, on arrive à 70% d'une cohorte. Dans les 30% restants, on trouve quelques étudiants qui obtiennent leur diplôme au bout de 6 ou 7 ans mais la plupart ont abandonné ou ont été exclus du programme (double échec à un cours ou un stage). Le règlement pédagogique prévoit qu'un même étudiant ne peut pas mettre plus de 7 ans pour obtenir son diplôme en enseignement.

Diplôme en poche et brevet d'enseignement établi par le ministère, l'étudiant entre sur le marché du travail. Pour ce faire, dans le service public, il s'adresse aux Commissions scolaires qui sont les employeurs potentiels. Il présente son brevet d'enseignement, le portfolio qu'il a constitué au cours de sa formation à l'université et dans lequel il présente les compétences professionnelles qu'il a développées (voir annexe 2), les situations d'enseignement qu'il a créées, etc. L'étudiant n'a pas à présenter son dossier académique dans sa demande d'emploi. À la Commission Scolaire de Montréal (CSDM), l'un des plus gros employeurs de la province du Québec et qui couvre la partie centrale de l'île de Montréal, les situations d'embauche sont très variables parmi les écoles. En effet, cette commission scolaire regroupe près de 200 établissements scolaires (primaire, secondaire, professionnels et éducation aux adultes) aux besoins très variés. Ainsi dans certaines écoles, des étudiants se voient offrir des contrats à temps partiel sur des niveaux de classe très divers (un jour en 2ème année (élèves de 7 ans), une matinée en 6ème année (élèves de 11 ans), et deux après-midis en 4ème année (élèves de 9 ans)), des contrats à temps plein (6 mois dans la même école en 3ème année (élèves de 8 ans)). Pratiquement tous les contrats obtenus par les étudiants sont des contrats à durée déterminée, voire de très courte durée (1 semaine) et la permanence de l'emploi est un rêve qui met des années à se réaliser. La situation à la CSDM n'est pas unique dans la province.

2 Le décrochage

Comme le disent Karsenti, Collin et Duouchel (2013) : « Pour résumer, l'enseignant débutant a donc les mêmes responsabilités qu'un enseignant expérimenté mais pas son expérience, ce qui signifie qu'il est censé exploiter sa pleine compétence à enseigner quand celle-ci est justement en cours de construction, le tout dans un contexte professionnel éventuellement instable. » Il ne faut donc peut-être pas s'étonner que selon les enquêtes (Karsenti, 2013), dans la province du Québec, entre 25% et 30% des enseignants démissionnent dans les 5 ans qui suivent l'obtention de leur brevet d'enseignement. Parmi les facteurs de décrochage, on peut identifier, entre autres, ceux qui sont liés à la tâche enseignante, à la personne

enseignante, l'environnement social. À propos de la tâche, on retrouve le fait que la profession enseignante est exigeante et chronophage. Par exemple, le temps nécessaire aux travaux extrascolaires (préparations, corrections, rédaction des bulletins, réunions, etc.) représente une lourde charge de travail. La gestion de classe et des conditions de travail insatisfaisantes sont d'autres raisons de décrochage des jeunes enseignants. En effet, ils se voient souvent confier les classes les plus difficiles de l'école alors qu'ils n'ont pas acquis les compétences nécessaires pour les gérer de manière satisfaisante pour eux-mêmes et pour les élèves. Le salaire et la lourdeur des aspects administratifs liés à la tâche sont d'autres facteurs de décrochage des jeunes enseignants. Parmi les facteurs liés à la personne enseignante, on trouve « des caractéristiques émotionnelles et psychologiques difficilement compatibles avec la profession enseignante » (Karsenti, 2013). Les jeunes enseignants éprouvent des difficultés à décrocher du travail, à trouver un équilibre entre leur vie professionnelle et leur vie privée et/ou à assumer la position d'autorité dans laquelle ils se trouvent face aux élèves, les situations de rejet qu'ils peuvent ressentir de la part de certains élèves, etc. Parmi les autres facteurs liés au décrochage des jeunes enseignants, on trouve aussi le fait que ceux-ci se sentent souvent isolés, comme si la communication avec leurs partenaires professionnels (collègues, direction d'école, conseiller pédagogique) était difficile ou inexistante. Ce ressenti est d'autant plus fort que les populations scolaires sont de plus en plus variées et que des élèves à besoins particuliers sont intégrés dans les classes. La relation avec les parents peut aussi être à l'origine du décrochage. Enfin, n'oublions pas de dire que la faiblesse du salaire, ajoutée à la précarité de l'emploi, est un facteur de décrochage important.

VI - CONCLUSION

Les conditions d'accès à la formation d'enseignant en adaptation scolaire (ou dans tout autre baccalauréat en enseignement) sont plutôt faciles, et rares sont les étudiants à qui l'admission est refusée. Les cours et les stages sont organisés de manière progressive, même si les enseignements ne se déroulent pas toujours au mieux de ce que le programme prévoit. Les taux de réussite et de diplomation sont élevés mais le taux de décrochage aussi. On peut alors se poser la question de l'adéquation de la formation initiale avec la réalité du métier. Même si les étudiants sont avertis dès leur entrée dans le programme que la formation dispensée ne pourra répondre à tous leurs besoins et à toutes les questions qui se poseront à eux dès leur entrée sur le marché du travail, force est de reconnaître que cet avertissement est oublié au fil des années et la déception peut être grande. On peut alors se poser la question de savoir comment aider les enseignants débutants et limiter le décrochage. Karsenti *et al.*[3] (2012) font plusieurs propositions comme mettre en place un système de mentorat dans les écoles qui accueillent de jeunes enseignants ou un horaire allégé, etc. Mais, dans un contexte de restrictions budgétaires, ce genre de propositions reste à tester.

VII - BIBLIOGRAPHIE

BRACONNE-MICHOUX, A. (2016). *La géométrie à l'école primaire ; des pistes pour l'enseignement*. Québec : JFD Editions.

KARSENTI, T., COLLIN, S., DUOUCHEL, G. (2013). Le décrochage enseignant : état des connaissances. *International Review of Education,* **59,** 549-568.

LEFRANÇOIS, P. (2015). *Français écrit pour futurs enseignants* (2ème édition). Québec : JFD Editions.

[3] http://www.frqsc.gouv.qc.ca/documents/11326/552404/PRS_KarsentiT_rapport_decrochage-nouveaux-enseignants.pdf/fb366eb3-f22e-4f08-8413-48b6775fc018

VIII - ANNEXE 1

Cheminement de l'étudiant à l'Université de Montréal

ADMIS 2015-2016

B. Éd. enseignement en adaptation scolaire 1-857-1-0 et 1-857-1-9

CHEMINEMENT OBLIGATOIRE

Une dérogation à ce cheminement entraînera un retard dans l'obtention de votre diplôme

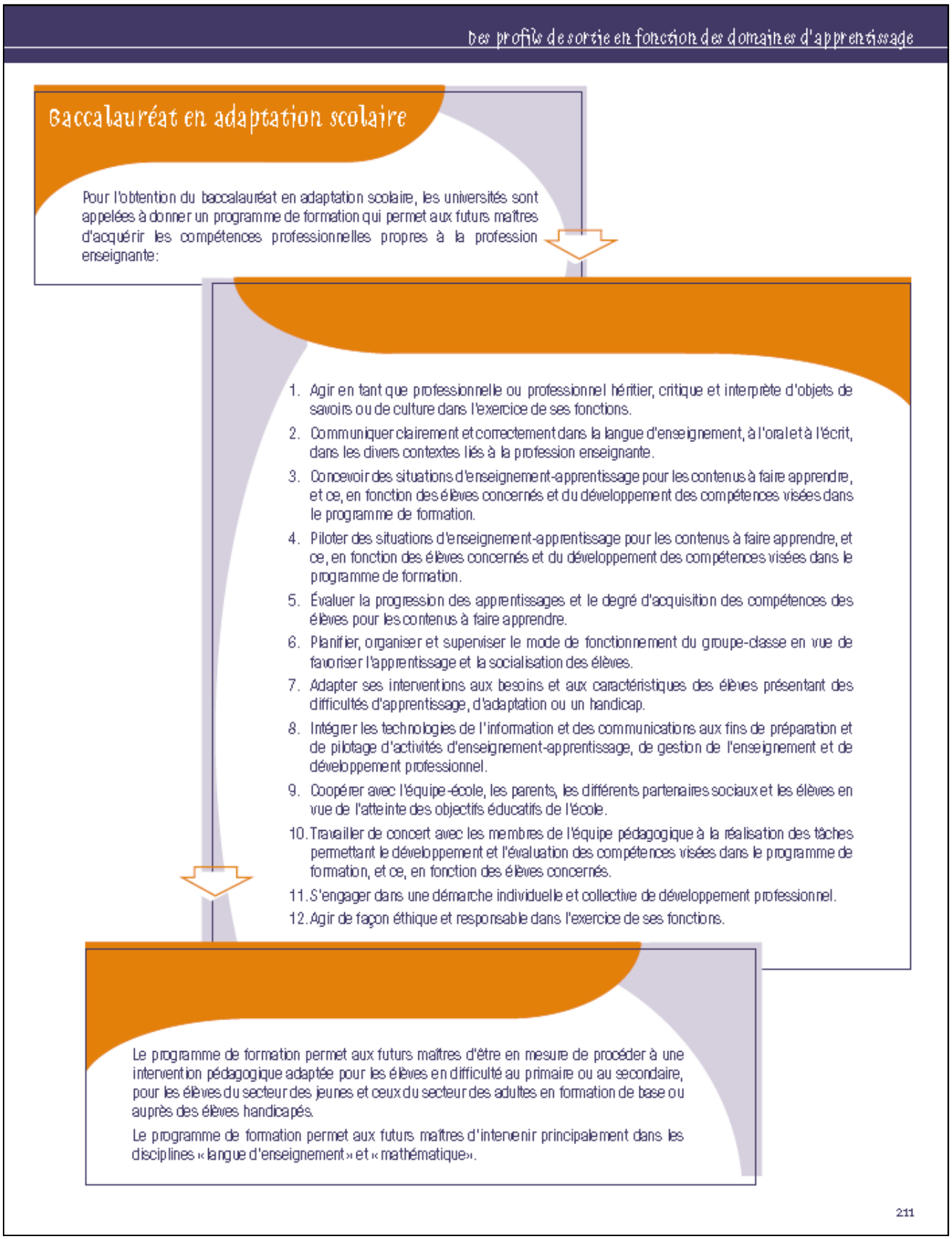
1ère année 2015-2016	2e année 2016-2017	3e année 2017-2018		4e année 2018-2019	
Automne	**Automne**	**Automne**		**Automne**	
		Orientation PRIMAIRE	**Orientation SECONDAIRE**	**Orientation PRIMAIRE**	**Orientation SECONDAIRE**
DID1001(*) 3cr Fond. maths DID1002(*) 3cr (Notions maths. pour Adaptation scolaire) (hors-programme) DID1009 3cr Notions gramm. (hors-programme) Ou DID10101(*) 1,5cr Français écrit futurs ens. ETA1001 3cr Hist. et philo. éduc ETA1111(*) 1cr Écrits sur prat. ens. PPA1111(*) 3cr EHDAA modèles serv.	DID2000 (*) 1cr. Oral DID2031(*) 3cr Did. géométrie en AS C : DID1002 DID2240(*) 3cr Did. français BEAS 2 P : DID1217 PPA1114 3cr. TIC et adapt. scol. PPA1384(*) 3cr Apprentissage et ad. scol. PPA3205(*) 3cr Diversité soc. ethnoc. prim.	DID3230(*) 3cr Sc. hum. au prim. EDU3003(*) 6cr Stage 3 en AS prim P : EDU2410 PPA3232(*) 2cr Coopération école-famille plan d'interv. P : PPA1111 C : PPA3205 PPA3380(*) 3cr Élèves, incapacités intellectuelles	DID3130 3cr Sc. hum. au sec. DID3140(*) 3cr Franç. 3 au sec. P : DID2240 EDU3110(*) 6cr Stage 3 en AS sec. P : EDU2410 PPA3232(*) 2cr Coopération école-famille, plan d'interv. P : PPA1111 C : PPA3205 PPA3380(*) 3cr Élèves, incapacités intellectuelles	DID3280(*) 3cr Nbr rat prim. P : DID1220 DID4252(*) 3cr Franç. allo. prim. P : DID3238 DID4940 3cr Did. arts plast. prim. ETA4111(*) 1cr Rech. et prat. enseign. P : ETA1111 PPA4300(*) 3cr Pré-projet des finissants PPA4406 3cr Inc.prat. intégration Ou PPA4407 3cr Diff. grave comp. P : PPA2403	DID3120(*) 3cr Alg. au sec. P :DID2030 DID4040(*) 3 cr Franç. allo . sec P : DID3140 DID4950 3cr Did. des arts plast. Au sec. ETA4111(*) 1cr Rech. et prat. ens. P : ETA1111 PPA4300(*) 3cr Pré-projet des finissants
14.5 ou16 crédits	**16 crédits**	**14 crédits**	**17 crédits**	**16 crédits**	**13 crédits**
		Orientation PRIMAIRE	**Orientation SECONDAIRE**	**Orientation PRIMAIRE**	**Orientation SECONDAIRE**
DID10102 1,5cr Français écrit futurs ens. P: DID10101 DID1217(*) 3cr Did français BEAS 1 EDU1210 (*) 1cr Lab. d'init. à l'ens en AS P: DID1001 ET ETA1111 ET PPA1111 C : EDU1410 ET DID1217 ET PPA2110 ET PPA2208 EDU1410(*) 3cr Stage1 Adapt. Scol. ETA1900 3cr Système éduc. PPA2110(*) 3cr Gestion de classe PPA2208(*) 3cr. Dével. de l'enfant et inadapt. soc.	EDU 2210(*) 1cr Lab. Init. ch.de l'ordre d'ens. en AS P: EDU1210 ET DID2000 ET DID2031 ET DID2240 ET PPA1384 C: ETA1250 ET ETA2250 ET PPA2020 ET PPA2209 ET PPA2403 EDU2410(*) 3cr Stage 2 en AS P : EDU1410 C : PPA2020 ETA1250(*) 1cr Enjeux actuels de l'éval. des apprentissages ETA2200 3cr École et env. social ETA2250(*) 1cr Régulation des apprentissages C : ETA1250 PPA2020(*) 2cr Microenseig. au. BEAS P : DID2000 PPA2209(*) 3cr Modèles d'enseign. en adapt. P: PPA1111 et PPA1384 PPA2403(*) 3cr Élèves en diff. du comp. P : PPA2110	DID1220(*) 3cr Arith prim P: DID1001 ET DID2031 DID3220 3cr Sciences prim. DID3238(*) 3cr Français 3 prim. P: DID2240 EDU3210 (*) 1cr Lab. inti.ens/gest classe en AS P: EDU2210 ET PPA3232 ET PPA3380 ET (DID3140 OU DID3230) C: ETA3250 ET ((DID1220 ET DID3238 ET PPA2401) OU (DID2030 ET PPA2402 ET PPA4415)) ETA3250(*) 2cr Instrum. éval. en AS P: ETA2250 PPA2401 (*) 3cr Diff. appr. prim. P : PPA2209 ET PPA2208	DID2030(*) 3cr Nbr ration. sec. P: DID1001 et DID1002 DID2040 3cr Sciences sec. EDU3210 (*) 1cr Lab. inti. ens/gest classe en AS P: EDU2210 ET PPA3232 ET PPA3380 ET (DID3140 OU DID3230) C: ETA3250 ET ((DID1220 ET DID3238 ET PPA2401) OU (DID2030 ET PPA2402 ET PPA4415)) ETA3250(*) 2cr Instrum. éval. en AS P : ETA2250 PPA2402(*) 3cr Diff. appr. sec. P: PPA2209 ET PPA2208 PPA4415(*) 3cr Ado. diff.	DID3309 (*) 3cr Éthique et cult. rel. EDU4103 9cr Stage 4 en AS au prim. P: EDU3003 ET 107 CRÉDITS DU PROGRAMME C: DID3309 ET EDU4210 EDU4210(*) 1cr Lab. init. à l'insert P : EDU3210 ET ETA4111 ET PPA4300 ET ((DID3280 ET DID4252) OU (DID3120 ET DID4040)) C: DID3309 OU PPA4675	EDU4210(*) 1cr Lab. init. à l'insert P : EDU3210 ET ETA4111 ET PPA4300 ET ((DID3280 ET DID4252) OU (DID3120 ET DID4040)) C: DID3309 OU PPA4675 EDU4310 9cr Stage 4 en AS au sec. P: EDU3110 ET 107 CRÉDITS DU PROGRAMME C: PPA4675 ET EDU4210 PPA4675(*) 3cr Adulte diff. appr. P : PPA2209 ET PPA2208
16 ou17,5 crédits	**17 crédits**	**15 crédits**	**15 crédits**	**13 crédits**	**13 crédits**
32 crédits	**33 crédits**	**29 crédits**	**32 crédits**	**29 crédits**	**26 crédits**

NB Le choix des milieux de stages est soumis à l'obligation d'offrir au stagiaire la possibilité de se familiariser avec deux des trois clientèles cibles : difficultés d'apprentissage, difficultés d'adaptation et incapacité intellectuelle.

Ce cheminement est à titre indicatif seulement, il peut être modifié sans préavis.

IX - ANNEXE 2

Les compétences professionnelles dans les profils de sortie



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

Aline BLANCHOUIN
Professeur 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, nous distinguons 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 ». Nous définissons puis illustrons donc les moments mathématiques correspondant à des séances : canoniques ; de jeux ; d'entraînement autonome ; de différenciation ; ou encore de pratique à vivre. Nous montrons 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.

I - INTRODUCTION

À partir d'un espace-temps collaboratif d'une année (2011-2012) avec 6 PE de CP du département 93 portant *sur l'identification du curriculum réel quotidien et sur la compréhension de la dynamique du procès de la journée*, nous avons identifié une sous programmation annuelle des maths, très marquée en début d'année puis s'estompant surtout au 3ème trimestre (Blanchouin, 2015b). Pour recueillir des éléments compréhensifs, nous nous proposons d'investiguer **la pluralité des près de 80 moments « maths »** qui ont constitué le curriculum réel des 36 journées observées et filmées.

Pour ce faire, *dans une première partie*, nous situons théoriquement notre approche de l'activité enseignante (Clot 2008 ; Vinatier 2013). Ce qui nous permet d'introduire **le concept de configurations de situations** (Pastré, 2011) d'enseignement-apprentissage tout d'abord au niveau du curriculum d'une journée de classe (ou niveau 1). C'est ainsi que nous opposons les configurations didactiques (dont font parties les séances de maths a priori) aux configurations proto didactiques (les temps dits de transitions et de déplacements). Puis au sein de chacune des deux catégories, nous formulons, cette fois-ci au grain de la séance, des configurations de niveau 2.

La deuxième partie est alors l'occasion **de présenter les 5 configurations principales** repérées puis de revenir sur les configurations constitutives des 6 programmations annuelles, et plus particulièrement sur celle de la seule PE qui a fait des math à la hauteur de l'attendu des programmes

Nous concluons sur la fécondité d'un tel outil pour décrire le curriculum réel et pour comprendre la programmation mathématique en lien avec l'exercice quotidien de la polyvalence, spécialement marqué au CP, par les enjeux de l'apprentissage de la lecture.

II - REPÉRER LES MATHS DU CURRICULUM QUOTIDIEN : ANCRAGES ET CONCEPTS THEORIQUES

1 Analyser l'activité du PE en croisant traditions ergonomique, didactique et sociologique

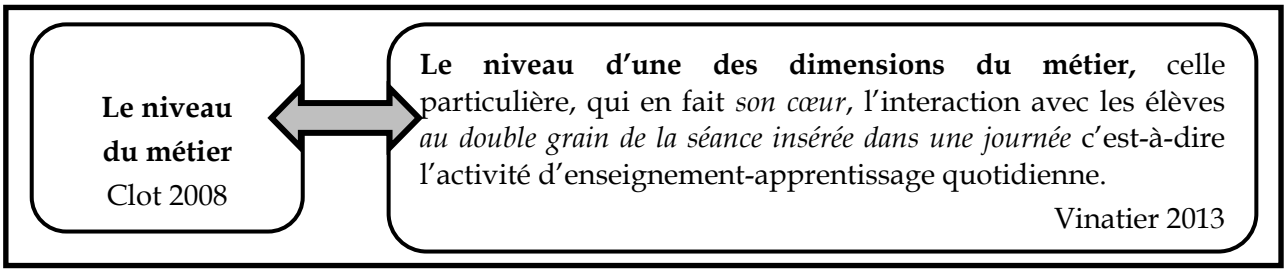
1.1 L'ancrage premier de l'ergonomie

En écho à la conférence introductive du colloque de Wozniak (2017) nous partageons la visée « de créer les conditions de développement professionnel en partant des problèmes de la profession ». Ajoutons, que nous cherchons à repérer également les **solutions trouvées** (forcément insatisfaisantes pour le chercheur en didactique…) **par les professionnels eux-mêmes** pour « bien faire leur travail et bien-être au travail » en référence aux travaux d'Yves Clot. Car, avant de se demander « pourquoi le prof fait ce qu'il fait », **l'ancrage ergonomique invite à poser qu'il a de bonnes raisons de le faire.**

C'est ainsi que notre travail s'inscrit dans un paradigme de recherche qualifié d'alternatif par Yvon et Durand (2012, p13) posant la « compatibilité d'une approche empirique placée sous le signe de la collaboration avec un programme de recherche sur l'activité » (p21).

Plus précisément, notre dessein est *d'une part*, d'œuvrer à dessiner les contours de l'exercice réel de la polyvalence du professeur d'école (PE) à partir du repérage du curriculum réellement proposé aux élèves et des motifs et préoccupations situées de l'enseignant, et *d'autre part*, de dégager des règles génériques pour l'intervention en classe. Pour cela, nous faisons dialoguer les deux niveaux d'analyse du métier (Clot 2008, 2015) et de la situation d'interaction avec les élèves (Vinatier 2013) :

Figure 1 : Le dialogue entre deux niveaux d'analyse



Ainsi, notre approche si elle s'inscrit dans la tradition ergonomique française (Leplat), postule avec Clot (2008) que **l'activité n'est pas réductible au réalisé.** Clot propose de parler du **réel de l'activité** pour ne pas oublier de prendre en compte également l'empêché, le laisser de côté, l'évité… :

> « le réel de l'activité c'est aussi ce qui ne se fait pas. Ce qu'on *ne peut pas faire,* ce qu'on *cherche à faire sans y parvenir* –les échecs-, ce qu'on *aurait voulu ou pu faire* ce qu'on *pense ou rêve pouvoir faire ailleurs*. Il faut y ajouter-paradoxe fréquent- ce qu'on *fait pour ne pas faire ce qui est à faire ou encore* ce *qu'on fait sans vouloir le faire. Sans compter ce qui est à refaire* ».

L'enjeu de prendre en compte le réel de l'activité est de caractériser **le pouvoir ou potentiel d'agir** (capacité à se développer ou encore le rayonnement de son action) du professionnel en questionnant **le sens qu'il donne à son activité** et la **définition qu'il a de l'efficacité** de son intervention au regard des coûts (matériels, temporels, émotionnels, cognitifs) perçus qu'il y engage.

1.2 Trois présupposés pour investiguer l'activité du PE

L'avancée du scénario didactique est le fruit d'une co-activité « enseignant-élèves » (Assude et co 2007). Du point de vue des acteurs, l'intrigue didactique se déroule entre contrainte et contingence[1]. Ainsi, la situation d'enseignement-apprentissage est caractérisée comme intersubjective et définie par des rapports de communication entre l'enseignant, le groupe classe, chaque élève.

Plus précisément, **du côté du PE**, **son activité in situ** est marquée par la gestion du dilemme « faire classe-faire apprendre » (Durand 1996), qui suppose l'arbitrage entre 3 logiques d'actions selon Vinatier : **épistémique** (de transmission du savoir), **inter-subjective** (de préservation ou de menace de la face[2]) et **pragmatique** (d'avancée et de gestion).

Ces enjeux en tant que préoccupations situées sont l'objet de compromis opératoires, et ce donc à chaque séance mais aussi lors de tous les autres moments que les enseignants nomment « transitions ». Dans cette perspective, nous revisitons l'opposition entre **les temps d'apprentissage** (les séances précisées dans le cahier journal) et **les transitions, perçues comme du temps perdu** par la sphère des praticiens. En effet, nous qualifions (Blanchouin, 2015a) ces dernières de **proto didactiques** en référence à Marchive (2003) lorsqu'il parle des rituels d'entrée en classe. Car, en plus de « leur fonction sociale (de régulation de la communication inter-individuelle) ou instrumentale (d'obtention de l'ordre et de la discipline) », ces moments « sont une des conditions de l'ordre didactique, c'est-à-dire du fonctionnement des situations d'enseignement… ils constituent les formes rudimentaires et primitives sur lesquelles s'édifieront les règles spécifiques des différents contrats didactiques (p. 25) ».

Ces 3 présupposés (co-activité ; la triple logique d'action du PE en classe ; l'interdépendance entre temps d'apprentissage-didactique- et de transition-protodidactique-) posent la légitimité de notre travail de recherche à propos de l'activité quotidienne de l'enseignant. Ils régissent également notre méthode générale, investiguer l'empan de la journée pour lire le curriculum réel du point de vue du « sens du moment opportun », c'est-à-dire d'une posture de disponibilité au présent (à lui-même ; aux élèves ; à l'avancée du savoir en jeu) que traduisent ses gestes d'ajustements (Bucheton 2009) et de sa définition « de continuation qui débouche sur le changement ».

2 Inventorier les moments de classe du procès de la journée : un double niveau de configuration de situations d'enseignement-apprentissage

2.1 Le concept de configuration de situations d'enseignement-apprentissage [sE/A]

Pour ce faire, nous empruntons le concept à Pastré (2011, p.237-241), pour qui, « l'activité ne peut être réduite à une réponse à une situation déterminée, mais est le couplage entre ce que la situation apporte (ou ses contraintes-ressources) et ce que le sujet en fait ». (…) *Concomittant,* « du côté de la situation, *le couplage situation-sujet* aboutit à la constitution de configurations singulières et mouvantes, dans un couplage en perpétuel devenir » et non à la constitution « de classes qui ne retiendrait de la situation que sa dimension donnée, s'imposant de façon statique au sujet ».

Nous retenons la définition qu'il donne ensuite, **« une configuration de situations** peut être analysée, comme le résultat d'un processus de conceptualisation qui n'arrive pas à établir une relation stable entre le domaine empirique des situations et le niveau d'abstraction atteint par les concepts. Autrement dit, dans une configuration de situations on a bien réussi à détacher des totalités singulières des propriétés pertinentes, mais ce travail reste ouvert, inachevé et en devenir » (p243).

---

[1] Élèves comme enseignant évoluent dans un cadre a priori défini (institutionnellement, socialement, épistémologiquement) qui pour autant s'écrit à chaque instant sous la dynamique de l'interaction insérée dans l'histoire annuelle de la classe.

[2] En référence à Goffman. La « face » est constituée de l'image narcissique du soi et des territoires de pouvoir symboliques et physiques de la personne.

2.2 Un ensemble de configurations au double grain de la journée et de la séance[3]

Au grain de la journée (annexe 1)

Le procès de la journée de classe est composé de trois types de moments d'interactions entre l'enseignant et les élèves autour d'objets d'enseignement relevant d'une ou plusieurs disciplines scolaires ou non, soient de **configurations [sE/A] didactiques** (moments nommés d'apprentissage) et **proto didactiques** (moments nommés généralement de transitions).

Figure 2 : Configurations de situations [sE/A] de niveau 1, au grain de la journée

Proto didactiques d'entrée et sortie de classe (pe/s)	**Proto didactiques d'Encadrement (pE)**	**Didactique d1Fr ; d1Math & d2**
Moments qui correspondent aux déplacements pour se rendre ou sortir de l'espace –temps de travail.	Tout moment dans l'espace-temps de travail qui ne correspond pas à un « cours », très souvent nommé de « transition » dans le métier.	Moments qui correspondent à ce que les professionnels nomment « les séances » pour enseigner le programme. En référence à leur statut socio-institutionnel, nous distinguons les disciplines du noyau central (d1 français, d1 Mathématiques) et les disciplines périphériques (d2, toutes les autres)[4].

Au grain de la séance

En fonction de la nature de l'objet d'enseignement, chacune des trois configurations de niveau 1 s'actualise sous plusieurs configurations [sE/A] de niveau 2.

Nous les présentons de façon exhaustive en annexe 1 pour nous arrêter ici plus longuement et ostensiblement sur les configurations didactiques (qui intéressent en premier chef les mathématiques).

Le critère retenu pour distinguer des configurations [sE/A] de 2ème niveau est une modalisation de la forme scolaire « canonique » au niveau des outils, ou des catégories de pratique ou encore du caractère scriptural-scolaire. Car nous retenons avec (Reuter 2013)[5], que la forme scolaire structure d'abord, **de manière spécifique**, la relation pédagogique **en rendant formelle** (intentionnelle, consciente, explicite, réglée…) la transmission entre un maître (défini par son statut et sa qualification) et des élèves (regroupés par âge, niveau, classe) (…) Cette transmission formelle s'organise autour **de grandes catégories de pratiques** telles l'exposition des savoirs (par le maître ou le manuel), les exercices, les leçons et les contrôles, en s'appuyant **sur des outils spécifiques** (tableau, cahiers, fichiers…) et en **construisant un rapport distancié ou scriptural**-scolaire dans la mesure où cela s'effectue principalement au travers une « culture écrite qui favorise l'objectivation, la codification, l'accumulation et la transmission des savoirs », p107-108). Ajoutons, en référence à Vinatier (2013) que sa visée première est avant tout épistémique. Les configurations non canoniques dégagées sont :

- *D'ateliers de différenciation*. L'enjeu principal est de prendre en charge l'hétérogénéité des élèves au regard d'un apprendre visé.

- *D'entraînement autonome*. Si l'enjeu est de consolider des apprentissages en cours, il est également de gérer la dynamique collective et /ou le cours d'action de la journée.

- *De Jeux*.

- *De Pratique à vivre*. Nous reprenons Reuter (2007, p67) lorsqu'il évoque le fait que l'Education Civique est d'autant moins identifiée (disciplinairement) « qu'une partie de ses composantes (vie

3 Ce paragraphe s'appuie sur les résultats de notre thèse (Blanchouin, 2015a).

4 Cette distinction est proposée par Garnier (2003, p.163) en référence à l'anthropologue L.Dumont (1986). Elle invite à dépasser l'acception commune de la « hiérarchie des disciplines scolaires » (échelle de classement du plus ou moins fondamental) pour intégrer l'idée « d'englobement du contraire, combinant une unité et une distinction entre le « fondamental » et le « reste ».

5 En référence aux travaux de Vincent, Lahire, Thin (1994) qui définissent la forme scolaire comme « le mode de socialisation caractérisé par une relation inédite-pédagogique-entre un maître, ses élèves et des savoirs, au sein d'un espace et un temps spécifiques, codifiés par un système de règles impersonnelles » (…).

de la classe, la citoyenneté scolaire…) ne fait pas l'objet d'un enseignement formel, classique mais est incarné sous formes de pratiques à vivre ». Dans cette configuration, le compromis opératoire à trouver est alors entre permettre aux élèves de repérer (contenu, enjeu, finalité) un apprendre (développer une posture seconde) et favoriser leur adhésion (motivation, enrôlement). Ici, l'enjeu intersubjectif vient soutenir l'enjeu épistémique voire le relayer au second plan pour toute ou une partie de l'interaction. Mais, l'enjeu pragmatique (faire le programme ; avancer dans le cours d'action de la journée) peut tout également en être le déclencheur.

3 Le matériau empirique

3.1 A propos du corpus de données

Nous avons constitué **un collectif de travail** (annexe 2) **de 6 enseignants de CP** qui travaillaient dans des établissements sensibles de communes différentes de Seine saint Denis. Afin de favoriser la controverse, 3 critères ont été mobilisés pour composer un groupe hétérogène : l'ancienneté dans l'exercice du métier d'enseignant ; l'ancienneté dans l'enseignement du CP ; l'habitude à communiquer sur et à partir de sa pratique (PEMF).

Le corpus est issu du matériau de notre thèse :

[observation filmée **d'une journée de chacun des 6 PE**] –[**3 strates d'entretiens semi directifs** de type auto confrontation] x **7 périodes** de l'année scolaire 2011-2012 soient 36 journées.

La charte contractualisée après une réunion en amont de la rentrée 2011, en plus des éléments de fonctionnement (fréquences des observations et des entretiens) stipulait des enjeux du travail autour du repérage de ce qu'ils proposaient réellement à leurs élèves et de leurs outils quotidiens. Il n'y avait donc pas de visée spécifique relative à l'enseignement d'une discipline. Il ne s'agissait pas a priori de parler de « math » mais d'évoquer ce qui avait été réalisé, laissé de côté et/ou qui avait émergé dans le cours des journées observées. La seule contrainte pour l'observation de classe était que le PE présente la page du jour de son cahier-journal, laissant voir le déroulé prévu de la journée sans aucune commande de la part du chercheur. **C'est en nous appuyant sur près de 80 « moments de math »** recueillis dans un tel contexte, que nous allons illustrer chacune des configurations. Mais avant de le faire, rappelons en référence au BO de 2008, que la durée moyenne quotidienne d'enseignement des maths est de 1h15 ; soit, 20,8% des enseignements de la journée à réaliser (à côté du français dont la part attendue est de 41,7% avec 2h30 par jour).

3.2 La programmation math annuelle des 6 enseignants

La façon avec laquelle chaque PE s'est réellement emparé, en moyenne sur l'année, d'une telle prescription est synthétisée ci-après :

Figure 3 : durées moyennes et représentativités quotidien des maths des 6 PE

Durée Maths réelles par PE	**E♥** 1h06	**Cé♥** 1h14	**Ca** 1h02	***S*** 56′	R 47′	P 46′
Place des maths accordée par chaque PE[6]	**21, 9%**	**24,3%**	*19,4%*	*19%*	15,5%	15%
Remarques par rapport à m′ (19,2%)	au-dessus +2,7%	au-dessus +4,9%	=	=	en-dessous -3,7%	en-dessous -4,2%

m′ : est la moyenne de la part accordée aux mathématiques dans les curricula des 36 journées observées. Elle est inférieure aux 20,8% prescrit d'environ 1,5 point.

[6] La place accordée aux mathématiques est calculée non sur l'ensemble des 6 heures de la journée de classe mais en y retranchant les moments proto didactiques d'entrées et sorties (pE e/s), soient des durées journalières différentes par PE. Il s'agissait de pouvoir comparer la part des différentes configurations (dont celles des mathématiques) dans les différents curricula.

Nous pouvons distinguer 3 groupes de PE, avec un positionnement de **Ca** variable en fonction de la référence prise (durée ou représentativité dans le curriculum) : la durée moyenne des maths réalisées par **Ca** est de plus d'une heure, ce qui en fait une des plus élevée (rejoignant en cela **Cé et E**) alors que la place des maths dans le curriculum quotidien, elle, est autour des 20,8% attendues (comme pour **S**) et non supérieure. Ce paradoxe apparent est le fruit d'une faible durée moyenne des configurations de situations proto didactiques d'entrées et sorties (**pe/s**). En effet, ces moments sont présents lors de près de 40' dans son curriculum quotidien, alors qu'ils existent à hauteur de près d'une heure dans les 5 autres (soit une représentativité de 15% contre 10%).

Les principaux éléments compréhensifs identifiés relèvent de l'infrastructure (localisation de la classe de pleins pieds par rapport à la cour et donc un déplacement réduit à son minimum entre cour et classe), de la dynamique collective locale (un système de sonneries en 2 temps ; la présence régulière de parents aux grilles de l'école) poussant à prendre les élèves dans la cour, de façon ponctuelle et d'enjeux de reconnaissance professionnelle (première année de PEMF et dans cette école)[7].

III - CONFIGURATIONS DE SITUATIONS D'ENSEIGNEMENT-APPRENTISSAGE DE MATHEMATIQUES

1 Les cinq configurations dans la programmation « math » des 6 PE

1.1 Les configurations canoniques (un peu plus de 75%)

Elles représentent 77,6% des moments maths observés. Ces moments sont dans la journée conduits avec une préoccupation majeure épistémique à partir d'une entrée disciplinaire (ici les maths).

Pour les maths, elles sont présentes sous trois registres génériques distingués le plus souvent dans l'écriture du cahier journal : le calcul mental, les séances, les évaluations. Plus particulièrement, pour :

Le calcul mental :

Il est décroché quotidiennement de la séance de math et conduit de façon ritualisée chez 4 des 6 PE. En ce qui concerne, les 2 autres PE :

- **R,** l'enseignant débutant (avec une sous programmation des math annuellement), programme le calcul mental sur 10' selon une *régulation hebdomadaire* et parfois dans l'enclave math.

- Chez **Cé,** Pemf ayant le moins d'ancienneté dans l'enseignement du CP (et la plus forte programmation de math), en fait le support de la première partie d'une enclave math (domaine nombre et calculs) de près d'1h. La ritualisation du moment n'est plus inscrite dans le scénario de la journée, mais dans celui de la séance des math.

Les « Séances »

Ici, au regard du thème du colloque « *Enseignement des mathématiques et formation des maîtres aujourd'hui : quelles orientations, quels enjeux ?* », nous avions choisi de souligner le seul recours aux fichiers des enseignants pour les caractériser, même si nous travaillons actuellement à repérer davantage des formats de tâches (lors du début de séquence vs au cours de celle-ci).

De ce point de vue, nous avons repéré 3 modalités de pratiques :

- L'appui exclusif sur le manuel avec ou non pour les élèves, le fichier. C'était le cas de **Ca** (Pemf travaillant depuis très longtemps avec Cap Math) et **E** (utilisant pour la 1ère fois Piquebille), programmant toutes deux, autour d'1h05 en moyenne les math sur l'année.

- Un usage régulier des exercices du fichier, complété pour les « séances de découverte » de constructions personnelles pour faire « manipuler ». Cela concernait **R** (Vivre les math) et **S** (Diagonale)

[7] L'ensemble des précisions chiffrées et des éléments compréhensifs se situent dans notre thèse : Blanchouin (2015, p80-92- III.1/ plages proto didactiques d'entrée/sorties)

- Aucun usage de fichier pour les élèves et recours à une documentation mixte pour concevoir les séances. **Cé**[8] travaillait avec son collègue également Pemf en croisant 2 manuels et **Pa**[9] désirant les faire jouer davantage cette année pour les faire manipuler, s'inspirait de différents outils récupérés sur internet.

Évaluations (de fin de période, de trimestre)

Pour 4 PE sur 6, les « fiches d'évaluations » étaient co-construites avec leur collègue de CP. C'était le cas :

- des 2 enseignants les plus jeunes dans le métier (**R, E**), avec le désir de trouver là un appui à la conception et des repères rassurants car partagés, pour la programmation ;

- de **P** pour garantir une référence commune aux 2 CP de l'école ;

-de **Cé**, dans le cadre d'une collaboration avec son collègue Pemf sur l'ensemble de la conception des contenus d'enseignement.

Ca (arrivant dans une nouvelle école -d'application-) et **S** (dans l'école depuis au moins 20 ans) construisaient leurs fiches, à partir du manuel pour **Ca** et de façon beaucoup plus empirique pour **S**, à partir des outils construits lors de ses différentes années d'enseignements et de ses constats quotidiens sur les apprentissages des élèves.

A présent, centrons nous sur les 4 autres configurations, soient un peu moins du quart (23,4%) des moments quotidiens de math.

1.2 Les quatre autres configurations canoniques (un peu moins de 25%)

Les configurations d'entraînement autonome

Lors de ces moments insérés dans journée, il s'agit de travailler avec un élève ou avec un petit groupe, tout en gardant le contrôle sur le groupe classe qui est « en autonomie » à partir de fiches ou d'exercices, ici, de maths. Nous avons repéré 3 types de propositions faites aux élèves chez 4 des 6 enseignants :

- Toute l'année (**P**) ou juste en début d'année (chez **Cé**), la mise à disposition de coloriages magiques (nombre, opérations) soit de façon exclusive, soit au choix avec une fiche de français voire de la lecture au coin regroupement ou à sa table (plutôt au 3ème trimestre).

- En début d'année (**E**), la possibilité de fiches « maternelle » relevant d'apprentissages mathématiques (entrainement à l'écriture chiffrée, autant / plus que…) et de français, en « libres service ».

- Au 3ème trimestre, des fiches de travail supplémentaires pour les élèves les plus rapides, toujours au choix entre math et français (**R**)

Ainsi, lors de ces moments, les fiches math proposés sont, avant le 3ème trimestre, des prototypes introduits en maternelle et ne concernent pas forcément les apprentissages en cours. Ensuite, seul **R** conçoit des fiches en français et en math de consolidation, les autres PE faisant d'autres choix pour gérer les élèves ayant terminé le travail du moment : lecture libre, dessin, écriture dans son carnet, fiche de lecture-compréhension (qui elles apparaissent dès le 1er trimestre chez **Cé, P et E**). En fait ce type de configuration est surtout investi pour le français.

Les configurations de différenciation

Annoncées sous forme « d'ateliers » par 2 enseignants (**E, P**), nous n'avons vu cette configuration strictement qu'une seule fois, chez **Cé** en mars lors de laquelle elle avait composé différents groupes, en assignant à chacun un jeu mobilisant des compétences de français (lecture compréhension) ou de math (loto des nombres, échecs et mat), tout en ayant pensé sa présence auprès d'eux en fonction de l'aide qu'elle a souhaitée leur donner.

En fait, plus encore que précédemment, cette configuration, qui en plus de l'enjeu épistémique a une visée inter-subjective (de préservation de la face, de réassurance et de motivation) est très peu mobilisée en math alors qu'elle l'est en français sous deux formes : partition du groupe classe avec des « niveaux

8 La PE dont la représentativité des mathématiques est la plus forte dans le curriculum quotidien

9 La PE dont la représentativité des mathématiques est la plus faible dans le curriculum quotidien

de tâches » (cas récurrent en lecture : le groupe le moins avancé reste avec le PE au coin regroupement tandis que les autres ont une fiche de travail qui peut- elle même être différenciée **–Ca-**) ou encore dans le cadre d'un maître surnuméraire dans l'école, lors d'un dédoublement de l'effectif (**E**).

Les configurations de pratiques à vivre (précisions en annexe 3)

Insérées dans la journée, elles répondent à l'enjeu pragmatique de « gagner du temps sur le programme à faire » et épistémique de « manipulation du savoir, en contexte réel ».

Elles sont repérables pour 4 des 6 enseignants à l'occasion de tissages disciplinaires avec le français (**Cé, Ca, S**), l'EPS (**Cé, Ca, S**) ou la découverte du monde(**R**), et ce d'autant plus que l'enseignant pilote son enseignement à partir de projets annuels de classe. Nous faisons l'hypothèse est que la propension à mobiliser l'entrée par projet, favoriserait la présence de tels moments math.

Le second constat est que les moments de transitions en classe (ou proto didactiques d'encadrement) offrent également des opportunités pour « manipuler » certaines notions : tableau à double entrée lors de l'appel (Cé), la construction du nombre (Ca) ou encore la durée (S). Nous devinons d'ailleurs une forte potentialité de ritualisation, en terme de programmation quotidienne / hebdomadaire d'un format d'entraînement « en situation » à partir d'une tâche « fonctionnelle », c'est à dire servant le fonctionnement de la classe.

Les configurations de jeux

Nous n'avons observées ces configurations que chez **Cé,** qui n'utilise pas de fichier en math et qui s'inspire de plusieurs manuels d'une part et de l'autre qui a été maître E[10]. Le recours à des formes jouées et aux jeux (de société ou fabriqués pour déclencher une séquence) lui sert triplement à : rompre avec les « exercices scolaires » pour favoriser un autre rapport à l'école (de plaisir), au travail (de réflexion) ; solliciter les compétences d'autonomie, d'écoute, de respect des règles ; enfin, insérer dans la journée des « respirations », des temps moins contraints notamment par l'invitation faite à l'élève, en tout premier lieu (lors du lancement au moins), d'un rapport ludique à la tâche.

Ces préoccupations étaient tenues ensembles lors d'enclaves horaires situées à 13h30, explicitement nommées comme « jeux » aux élèves. D'ailleurs celles-ci étaient même formalisées dans le cahier journal

> **Cj Octobre** : bataille à 2
> **Cj Nov** Jeux collectifs / lotos / Memory
> *Fr/Lecture : jeu du pendu, les mots des lectures ; Math : jeu de l'oie, calculs additifs.*
> **Cj en Mars et Juin** Echecs

Notons que **R, E et P** ont affirmé avoir mis en place une telle enclave (jeu mais non formulée ainsi à l'emploi du temps et dans le cahier journal–ateliers de différenciation-) lors d'un après-midi par semaine à partir du second semestre, dès lors que les apprentissages en lecture leur paraissaient suffisamment avancés.

Terminons en disant que le jeu en math s'invite aussi lors des séances canoniques, mais, ici, le ressort de son usage est davantage l'enrôlement (cognitif et psycho-socio-affectif) que la conviction de faire apprendre autrement ou encore que le désir de solliciter moindrement les élèves. Ainsi, dans ce contexte, des formes jouées ou des jeux ont été observés comme entrées ou supports principaux de séances canoniques chez tous (cartes, machine de tirage du loto, bataille navale, jeu de pistes…) sauf chez **Ca.** Les raisons identifiées sont du côté math, l'usage exclusif et rigoureux de Cap Math à partir des kits matériel référés aux différentes unités, archivés d'une année sur l'autre ; du côté du contexte d'enseignement et de la gestion de ce temps : le pilotage de son enseignement autour du projet annuel de correspondance (français) ; un mobilier et un espace classe favorisant peu le travail à plus de 2 ; et

[10] Titulaire d'un certificat d'aptitude professionnelle pour les aides spécialisées, les enseignements adaptés et la scolarisation des élèves en situation de handicap (CAPA-SH), le maître E est chargé au sein du réseau, de l'aide à dominante pédagogique de nature spécialisée. Il intervient avec l'enseignant de la classe qui reste responsable des apprentissages sur les domaines « déficitaires » concernant les stratégies d'apprentissage mises en oeuvre par les élèves qui se révèlent inefficaces (travail au niveau du cognitif et du méta cognitif : outils et méthodes de travail).

enfin, la conduite de la classe à mi-temps avec un changement de demi-décharge en cours d'année (problématique de boucler le programme exacerbée).

2 Le jeu des configurations [sE/A] pour caractériser la programmation « math » des 6 PE

2.1 Les différentes configurations au sein des 6 curricula (variations inter individuelles)

Le tableau ci-dessous résume la présence des différentes configurations dans les curricula des différents PE.

Figure 4 : existence des différentes configurations [sE/A] maths dans les curricula des 6 classes

PE*E*		**E♥ 1h06**	**Cé♥ 1h14**	**Ca 1h02**	**S 56'**	R 47'	P 46'
CANONIQUES		CM *rituel* Fichier	**X** Personnel	CM *rituel* Fichier	CM *rituel* Mixte	**X** Mixte	CM *rituel* Personnel
Entrainement autonome		**OUI** *Fin + plage*	**OUI** *fin début année*			**OUI** *fin Fin d'année*	**OUI** *fin tte l'année*
Différenciation		OUI *non vu*	**OUI**				OUI *non vu*
Pratique à vivre			**OUI** (**pE**), *projet*	**OUI** **pE**, *projet*	**OUI** **pE**, *liens ponctuels*	OUI *Projet non vu et donc comptabilisé*	
Jeux	Autonomie		**OUI**			OUI *non vu et donc comptabilisé*	
	Couplage	***OUI-***	**OUI**		**OUI**	***OUI-***	**OUI**

Légende :

CM : calcul Mental ; **X** : absence de configuration ; **OUI** : présence de la configuration

Non vu : l'existence de la configuration a été mise à jour à l'occasion des entretiens qui rappelons ne portait pas sur l'enseignement des mathématiques mais sur le quotidien de la classe.

Pe : objet mathématique présent lors d'une configuration proto didactique d'encadrement (appels ; vie de classe)

Nous pouvons remarquer que **Cé** qui accorde aux mathématiques la plus grande place dans le curriculum journée est la seule pour laquelle la durée moyenne quotidienne est celle prescrite (1h15).

Dans notre thèse, nous établissons que le fait de tisser des liens entre disciplines au sein de projets et de saisir le fonctionnement quotidien du groupe classe (moments proto didactiques d'encadrement de l'appel, notamment) est un facteur favorisant une programmation curriculaire proche de l'attendu scolaire. Il resterait à regarder la pertinence de ce qui peut s'y jouer du point de vue des apprentissages des élèves qu'ils soient conçus dans une perspective d'acculturation progressive (la manipulation de l'horloge chez **S** avant d'aborder le thème), d'entraînement dans les apprentissages en cours (problèmes additifs) ou encore de mobilisation de connaissances antérieures (tableau à double entrée).

2.2 Resituer la programmation annuelle math dans l'exercice quotidien de la polyvalence

Dans une visée compréhensive de l'activité du polyvalent enseignant les math, nous proposons de mettre en synergie les caractéristiques du curriculum quotidien, soit de la programmation de l'ensemble des disciplines (et au Cp plus particulièrement du français) et la carte des configurations maths repérées.

Attachons aux résultats de la PE qui accorde le plus de place aux mathématiques quotidiennement, **Cé.**

Du côté fonctionnel, le groupe d'élèves s'élevait à un peu moins de 20 élèves, et l'espace classe était spacieux avec un coin regroupement dans lequel tous les élèves pouvaient être assis sur un banc. En tant que PEMF, **Cé** ne prenait en charge que deux jours par semaine la classe, la conduisant à : n'enseigner en mathématiques que les domaines calcul et nombre et la géométrie ; à ne pas prendre en charge l'enseignement de l'anglais ni des sciences.

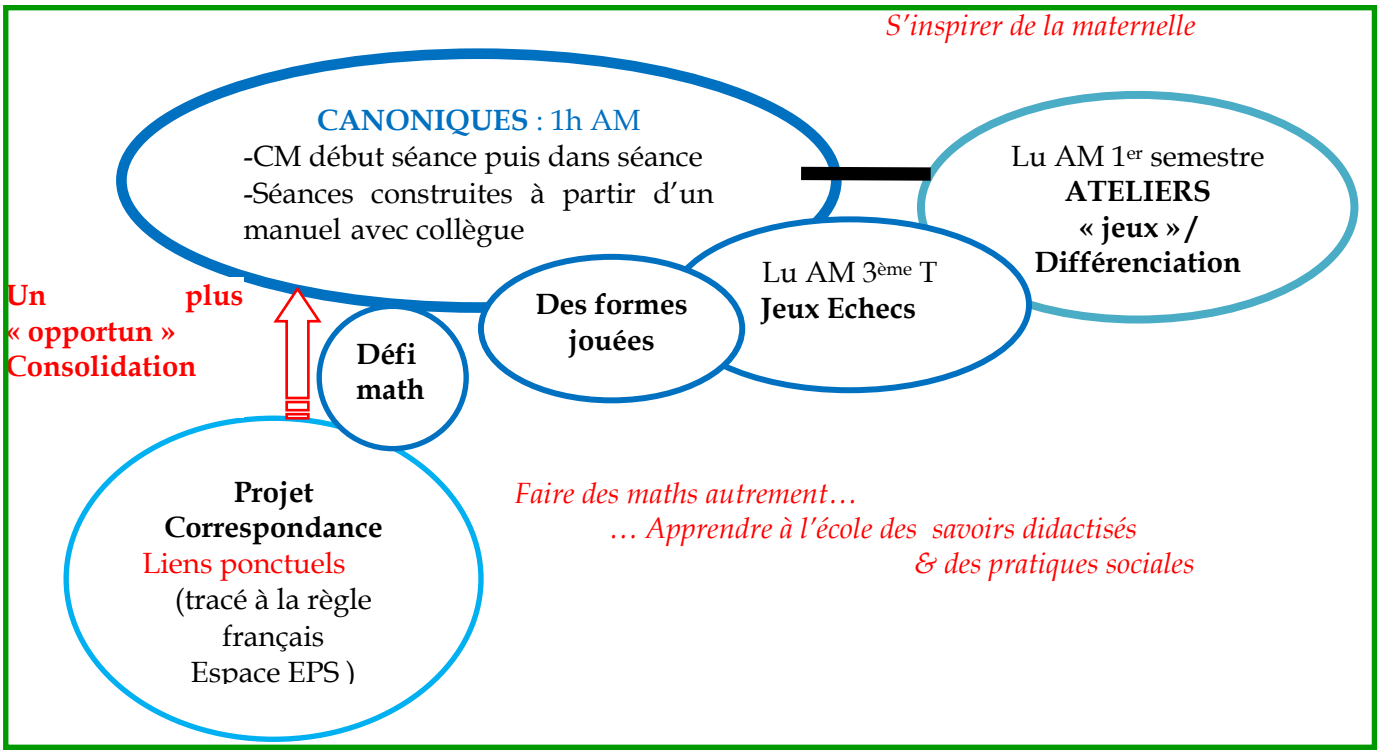
Pour ce qui est du curriculum quotidien de Cé, *sur l'année en moyenne, il est composé à plus de 70%* (contre 62,5% prescrit dans le BO) du noyau central que sont les enseignements *de français et de maths*

selon des horaires conformes en math et légèrement amputés en français (-8,6%). Les deux programmations annuelles sont composées d'une variété de configurations tant en français (lecture, écriture mais aussi « journal des apprentissages », « activités d'attention et de mémorisation », jeux) qu'en math comme vu précédemment. **Précisons que pour le français**, **Cé** pilote cet enseignement à partir de lectures d'albums et d'un projet de correspondance qui lui sert d'ailleurs de levier pour des séances d'arts Plastiques puis au 3ème trimestre d'EPS (projet de course d'orientation au parc floral). D'ailleurs, la place (16% contre 35% prescrits par le BO) et la durée (moins de 50' contre 2h15 attendues) **accordées aux disciplines périphériques** (APlastiques, Découverte du monde, anglais, musique) **sont les plus faibles du groupe de PE.**

Enfin, **ajoutons en ce qui concerne le fonctionnement quotidien en math,** qu'après le 1er trimestre, **Cé** a stabilisé une enclave d'une heure en 2ème partie d'après-midi pour la séance canonique de maths, conçue sur le même modèle que celle du français le matin (quatre à cinq phases variant support, forme de travail et type de tâche) ; et qu'en termes de documents ressources, elle n'a pas repris le fichier Cap maths pour ses élèves cette année et a choisi d'introduire un cahier (grand format) de mathématiques. Enfin, elle s'inspire du manuel qu'elle croise avec un autre (« jouer avec les mathématiques ») pour concevoir *avec son collègue de Cp*, la programmation, les progressions et les évaluations.

Pour visualisation, voici la cartographie de Cé après entretiens portant sur l'ensemble du curriculum quotidien que nous venons de caractériser.

Figure 5 : cartographie des configurations « math » de Cé



IV - CONCLUSION

Pour conclure cette communication, nous proposons de nous appuyer sur deux remarques faites par Wozniak (2017) lors de la conférence introductive du colloque.

La première remarque invitait à reconnaître comme problème vif du métier d'enseignant, le fait de devoir « *dépasser les contraintes chronogénétiques (contraction du temps didactique) sans en rabattre aux niveaux mésogénétique (fabrication conjointe du milieu) et topogénétique (classe comme communauté d'étude)* ». Une des réponses pour résoudre l'équation sans compromissions mais à partir de compromis opératoires entre logiques pragmatique (d'avancée du temps didactique), intersubjective (de préservation de la « face » de

chacun) et épistémique (de fabrication conjointe du milieu en tant que communauté de partages), nous apparaît être justement la pluralité des configurations (au double niveau de la journée et de la séance) mises à jour. Effectivement, il nous semble que la variété des configurations est un outil (au sens d'artéfact) au service d'une planification et d'une mise en œuvre du curriculum pour « faire apprendre le programme » *tout* en :

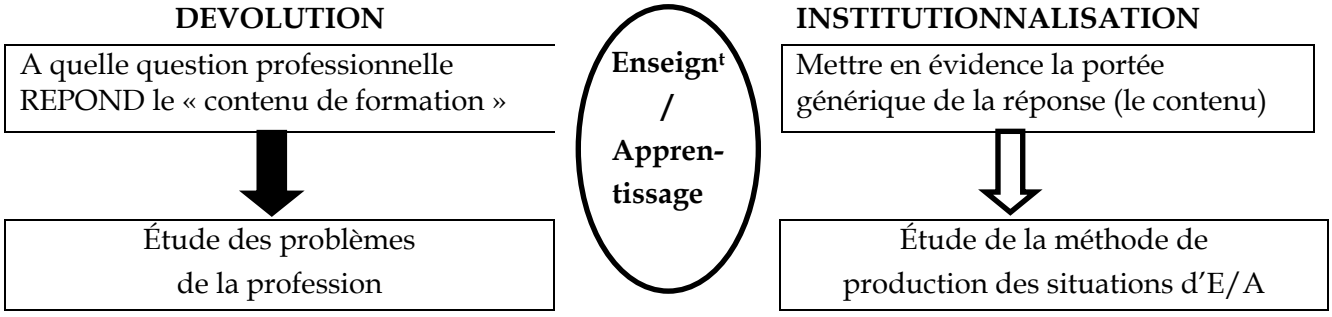
- « tenant » l'empan du face à face (la question des rythmes) ;
- « résolvant » les questions vives du métier (différentiation, gestion du groupe classe)
- « gardant le cap » de ce qui fonde son identité de polyvalent (prendre l'élève dans sa globalité ; travailler en projets ; enseigner d'autres disciplines que le Français et les Maths)

La seconde remarque posait qu'à l'instar de l'enseignant, *« le formateur est un professeur qui a à tenir la tension « dévolution-institutionnalisation »,* en invitant à étudier les problèmes de la profession (dont le précédent) et la méthode de production des situations d'enseignement/apprentissage.

Dans cette perspective, notre première remarque invite à poser, pour l'ingénierie de formation que :

- *la dévolution* (du contenu de formation aux formés) serait favorisée si on s'appuyait sur les **questions vives de l'enseignement des mathématiques dans le cadre de l'exercice de la polyvalence**.
- *les contenus (de formation) à institutionnaliser* gagneraient en transposition pragmatique (dans la classe) si on prenait en compte d'une part, que l'activité du PE en classe n'est pas guidée par la seule logique épistémique et d'autre part, que les diverses configurations didactiques à l'œuvre (et pas seulement canoniques) ont leur raison d'être comme instruments de travail de la programmation quotidienne et hebdomadaire de l'ensemble des enseignements du programme.

Figure 6 : schématisation inspirée par (Wozniak 2017), complétée de nos propositions pour l'ingénierie de formation



Pour l'INGÉNIERIE DE FORMATION

Insérer les questions vives de l'enseignement des Maths….

…en prenant en compte les questions vives **du métier d'E polyvalent**

1/ Reconnaître la triple tension « Épistémique-Pragmatique-Intersubjective » dès la planification

2/ Donner légitimité à l'ensemble des configurations (d Math)

V - BIBLIOGRAPHIE

ASSUDE T., MERCIER A., SENSEVY G. (2007): L'action didactique du professeur dans la dynamique des milieux. *Recherches en didactique des mathématiques* **Vol.27**, n°**1** p222-252. La Pensée Sauvage

BLANCHOUIN A. (2015a) La journée de classe de l'enseignant polyvalent du primaire : étude sur une année scolaire du cours d'action quotidien en Cours Préparatoire. *Thèse d'état*. Université Paris 13 - Sorbonne Paris Cité

BLANCHOUIN A. (2015b) Évolution annuelle de la place des enseignements mathématiques dans le curriculum quotidien au cours préparatoire, in *Actes du XXXXIème colloque de la COPIRELEM,* Mont de Marsan.

BUCHETON D. (Dir.) (2009) *L'agir enseignant : une question d'ajustement*. Paris, OCTARES.

CLOT Y. (2008) : *Travail et pouvoir d'agir.* Paris, PUF.

GARNIER (2003) : *Faire la classe à plusieurs*. *Maîtres et partenariats à l'école élémentaire*. Rennes, PUR.

MARCHIVE A. (2005) : Le rituel, la règle et les savoirs. Ethnographie de l'ordre scolaire à l'école primaire, *Ethnologie Française,* XXXVII, **4**, 597-604.

MERCIER A., SCHBAUER-LEONI, SENSEVY G. (2002) Vers une didactique comparée, *Revue Française de Pédagogie*, n°**141**, 5-16.

PASTRE P. (2011) *La didactique professionnelle*. PUF.

REUTER Y. (2007) La conscience disciplinaire. *Éducation et didactique,* vol1-n°**2**, 57-71.

VINATIER I. (2013) *Le travail de l'enseignant. Une approche par la didactique professionnelle*. Bruxelles, De Boeck.

WOZNIAK F. (2017) Former les professeurs : aller à l'idéal et comprendre le réel, in *Actes du XXXXIIIème colloque de la COPIRELEM, Le Puy-en-Velay.*

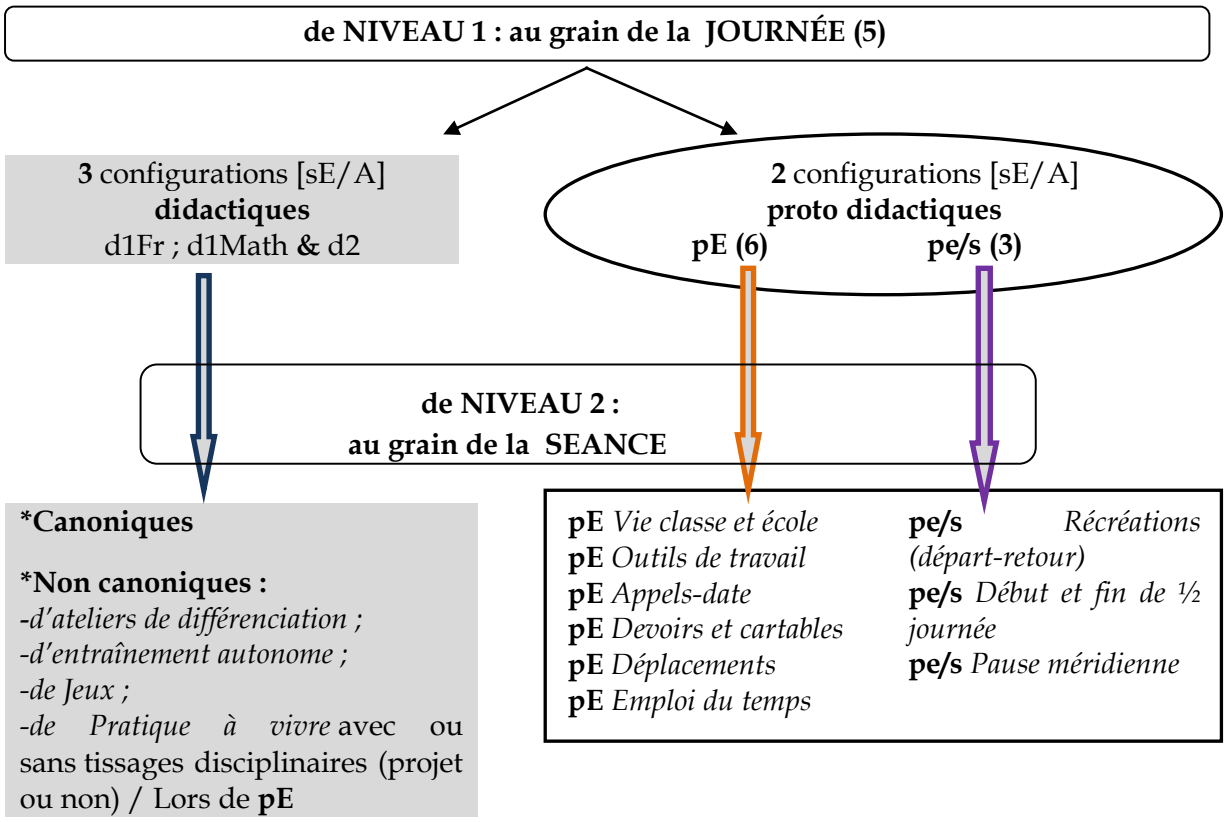
VI - ANNEXES

ANNEXE 1 : l'ensemble des configurations [sE/A] au double grain de la journée et de la séance

ANNEXE 2 : présentation générale des 6 enseignants du collectif de travail

ANNEXE 3 : précisions sur les configurations de pratiques à vivre des 4 enseignants concernés

ANNEXE 1 : l'ensemble des configurations [sE/A] au double grain de la journée et de la séance



Précisions pour les **configurations de niveau 2 proto didactiques**

- **Proto didactiques d'Encadrement (pE).**

La fonction principale de la transition au sein de l'espace-temps de travail permet de distinguer six moments d'interactions autour : du *fonctionnement quotidien de la classe* (la vie de classe et d'école) ; de la *gestion des outils de travail* (entretien, manipulations de rangement-sortie) ; des appels et de la date lors de *l'arrivée en classe du matin ;* de la *manipulation des cartables* (rangement et sortie des fournitures ; la gestion de son positionnement) et *des devoirs* (prise des devoirs sous quelques formes que ce soient) ; des *déplacements* au sein de la classe ou pour se rendre-sortir d'un autre espace de travail (dans ou à l'extérieur de l'école) ; *l'annonce de l'emploi du temps* (journée ou demi-journée sous quelques formes que ce soient).

- **Proto didactiques d'entrée et sortie de classe (pe/s).**

La nature des enjeux et le contexte spatio-temporel des entrées et sorties dans l'espace de travail permettent de distinguer trois moments d'interactions autour : des départs en *récréations* et de leurs retours ; des *débuts et fins de ½ journées* ou arrivées à l'école et départs ; de la *pause méridienne*.

ANNEXE 2 : présentation générale des 6 enseignants du collectif de travail

Circonscription Spécificité école	1 Zep	2 Non classée	3 Ecole éclair	4 Zep	5 Zep	6 Ecole ++

PE	P	S	E	R	Cé	Ca
Statut	PE (T6)	PE très expérimentée	PE (T4)	T2 débutant	MF ½ tps	MF 1/2 tps
Ancienneté Niveau CP	4ème année	10 ans	2ème année	2ème année	3ème année	8ème année (dont en plus CP/CE1
Ancienneté PE au 1er sept 2011	Début de 6ème année	35ème année	Début de 4 ème année	Début de 2ème année	Environ 15ème année dont 3 en tant que MF et Maître E	Environ 14ème année dont la 1ère en tt que MF

ANNEXE 3 : précisions sur les configurations de pratiques à vivre des 4 enseignants concernés

	Sans tissage disciplinaire	Avec tissage disciplinaire
Cé	**pE** *appels* 3ème T : Délégation appel (tableau double entrée)	Dans le cadre de leur projet commun de « *correspondance scolaire* », pour chacune : -EPS-Math (repérage espace avec une séquence sur la course d'orientation) -Math-Fr (tracer des traits pour ligner la feuille sur laquelle écrire aux correspondants ; tracer le cadre du portrait à réaliser pour se présenter aux correspondants)
Ca	**pE** *appels* 3ème T : -Problèmes additifs lors de l'appel en mars et juin -Équivalence de quantité (autant que) tickets salon en mars	
S	**pE** *fonct't quotidien* 3ème T juin : Manipulation de l'horloge ind 9x/j (13')	*EPS-Math (Numération-course de durée)* Fr-Math (problèmes inventés pour travailler la technique opératoire de l'addition en juin). Nb : l'enseignante en parallèle mène *2 projets annuels* (liaison avec la maternelle autour du seul français ; chorale avec une classe de Ce1)
R		*M-DDM (Projet Argonimaux sur l'année, quadrillage pour repérer le positionnement des manchots au 1er semestre)*

En italique, figurent des moments non observés mais évoqués lors des entretiens.

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.

Cette communication présente les travaux menés par le groupe « pascaline » de la Maison pour la Science en Auvergne (MPSA) depuis 2013. A partir des recherches conduites par l'Institut Français de l'Education (IFE) sur les usages de la pascaline (Figure 1), une petite machine arithmétique, pour l'apprentissage de la numération décimale et du calcul (Soury-Lavergne & Maschietto, 2013) (Riou-Azou & Soury-Lavergne, 2015), le groupe a étudié le rôle que pouvait jouer la pascaline dans les séquences d'enseignement du cycle 2 et du cycle 3.

Figure 1. La pascaline

Le choix des participants à ce groupe IREM, rassemblant enseignants du primaire, du secondaire, conseillers pédagogiques, formateurs et chercheurs en didactique et en mathématiques, a été de partir des pratiques effectives ordinaires des enseignants et d'étudier comment la pascaline pourrait être intégrée et contribuer aux apprentissages, dans le cadre défini par les programmes scolaires. Ainsi, pour les niveaux de GS, CP et CE1, le point de départ a été d'utiliser la pascaline dans une progression existante pour l'apprentissage de la numération. Pour les CM1 et CM2, il s'est agi d'utiliser la pascaline pour reprendre l'apprentissage de la numération avec les élèves en difficulté. En 6e, c'est une entrée par

l'outil et la compréhension de son fonctionnement qui a été choisie comme moyen de réviser la numération et les opérations.

D'un point de vue méthodologique, lors de la première année de travail, les enseignants du cycle 2 se sont appuyés sur les séances issues des ressources produites par l'IFE (http://ife.ens-lyon.fr/sciences21) (Soury-Lavergne, 2014) pour initier les premières séances avec leurs élèves. Au cours de ce travail au sein du groupe, sont apparus des besoins d'apports relatifs à la pascaline mais surtout des besoins et des discussions plus théoriques à propos des nombres, de la numération et de la relation entre nombres, grandeurs et mesures. La deuxième année, l'équipe a conçu de nouvelles séances, intégrant la pascaline dans les progressions existantes, en particulier celle proposée par le manuel *CAP Maths* pour le CP (Hatier 2009). Les séances menées ont été rédigées de façon détaillée par l'enseignante puis présentées au groupe de travail. Elles ont fait l'objet de discussions sur le rôle de la pascaline dans la construction du concept de nombre. A la suite de ces discussions au cours de la seconde année de travail, un document de synthèse sur « Le nombre comme mesure d'une quantité » a été rédigé par Annie Noirfalise (Noirfalise, 2017) et une analyse des séances à partir de la *théorie anthropologique du didactique* (Chevalard, 1999) a été conduite. La troisième année de travail du groupe a permis la reprise des séances de classe à partir de leur analyse et des évolutions qui avaient suivi. Au final, ce travail a conduit à la production de ressources et la construction de connaissances partagées au sein du collectif d'enseignants et de chercheurs, qui pourraient s'analyser comme l'émergence d'une praxéologie méta-didactique (Aldon et al., 2013). Le développement de connaissances et de savoirs communs s'observe à travers la production collective de ressources, de séances d'enseignements et d'actions de formation (formations à la MPSA en 2013, 2014 et 2015, dans les circonscriptions du Puy en Velay en 2014, d'Aurillac en 2016 et de Mauriac en 2017).

Nous présentons dans ce texte certains éléments de cette *praxélogie* (Chevalard, 1999) avec, en partie I, des éléments du cadre théorique formalisé par les membres du groupe à propos du concept de nombre comme mesure d'une grandeur. Puis, en partie II, nous exposons les éléments clés du rôle de la pascaline dans les ressources d'enseignement, à travers une présentation des séances de classe de CP dans laquelle elle est utilisée comme compteur d'une collection inaccessible pour l'introduction de la numération décimale, en particulier de la dizaine. Enfin, en partie III, nous concluons sur les nouvelles ressources et connaissances qui sont apparues dans le groupe de travail de la MPSA, en particulier le développement professionnel des enseignants.

I - LE NOMBRE ENTIER NATUREL COMME MESURE D'UNE GRANDEUR

Il est bien difficile de répondre simplement à la question « qu'est-ce qu'un nombre ? » qui s'est posée dans le groupe de travail sur la pascaline. Cependant, plusieurs didacticiens (Vergnaud, 1990), (Balacheff & Margolinas, 2005) ont élaboré des cadres théoriques pour « attraper » la notion de concept en mathématiques et ces cadres peuvent s'appliquer en particulier au concept de nombre. Pour expliquer ce qu'est un nombre, il faut donc décrire :

- Les problèmes que les nombres permettent de résoudre : mémoriser la quantité ou la position, anticiper une augmentation, une diminution, un partage, faire une comparaison…
- Les opérateurs ou invariants opératoires qui composent les procédures de résolution des problèmes : estimation, comparaison, comptage, calcul, opération…
- Les différents symboles et systèmes sémiotiques qui désignent les nombres : écriture chiffrée, dénomination orale, icône, représentations analogiques (constellation du dé ou doigt de la main) ou symboliques…

Pour Vergnaud (op. cit), ces trois premières catégories suffisent à caractériser un concept. Balacheff et Margolinas (op. cit) ajoutent la catégorie des contrôles, qui rend opérationnelle le concept pour résoudre des problèmes :

- Les contrôles qui déterminent quels opérateurs doivent être mobilisés et si le problème est résolu : dans le cas du nombre, il s'agit par exemple d'énumération, de correspondance terme à terme…

Pour tous les didacticiens, la construction du concept de nombre passe par la résolution de problèmes (Vergnaud, 1990, p. 135) : « *C'est à travers des situations et des problèmes à résoudre qu'un concept acquiert du sens pour l'enfant.* ». Dans le document de travail rédigé pour le groupe, Noirfalise (2017, p. 1) fait aussi référence aux problèmes concrets que l'on résout avec les nombres : « *Pourquoi enseigner les nombres ? Je dirais qu'on enseigne les nombres, (et plus tard des mathématiques plus complexes), parce que ça sert à répondre à des questions que l'on se pose sur le monde qui nous entoure, essentiellement, dans un premier temps, des questions qui portent sur des* ***grandeurs*** *: qu'est-ce qui est aussi grand que ? Quelle quantité restera-t-il si j'enlève ça ? Quelle quantité j'aurai si je partage en plusieurs parties ?.... Et les nombres, entiers tout d'abord, décimaux et rationnels ensuite, sont de prodigieux outils pour évaluer et prévoir la valeur de grandeurs, soumises à des manipulations : partages, réunions, ..., sans avoir à faire effectivement ces manipulations.* ».

Noirfalise (op. cit) s'appuie sur la notion de grandeur et en particulier la quantité à propos des nombres entiers. Dans les travaux sur l'acquisition du concept de nombre, la notion de quantité est centrale (Fayol, 2012) (Margolinas & Wosniack, 2012). Si l'on considère les mathématiques comme une modélisation possible du monde physique, alors le nombre entier naturel peut être considéré comme un modèle d'une collection d'objets du monde sensible, plus précisément l'aspect commun entre plusieurs collections équipotentes. Cependant, le nombre comme modèle mathématique de cette collection peut servir à mesurer plusieurs caractéristiques différentes de cette collection d'objets, telles que la masse, le volume ou la quantité d'objets de la collection. La quantité, vue comme une propriété parmi d'autres de la collection d'objets est alors une grandeur particulière, distincte d'autres grandeurs, et qui est mesurée par les nombres entiers.

Ainsi, nous proposons de séparer trois champs pour définir le nombre comme mesure d'une grandeur (Figure 2) :

(i) le champ des collections d'objets du monde réel, tangibles, sur lequel l'humain peut agir en déplaçant et transformant les objets ;

(ii) le champ des grandeurs et des différentes propriétés que l'on peut distinguer, évaluer, repérer, comparer à propos des objets et collections d'objets du monde réel ;

(iii) le champ des mesures, c'est-à-dire des nombres, qui permettent d'appliquer un nombre à chaque quantité et du coup d'utiliser les opérations sur les nombres pour traiter les problèmes de quantité.

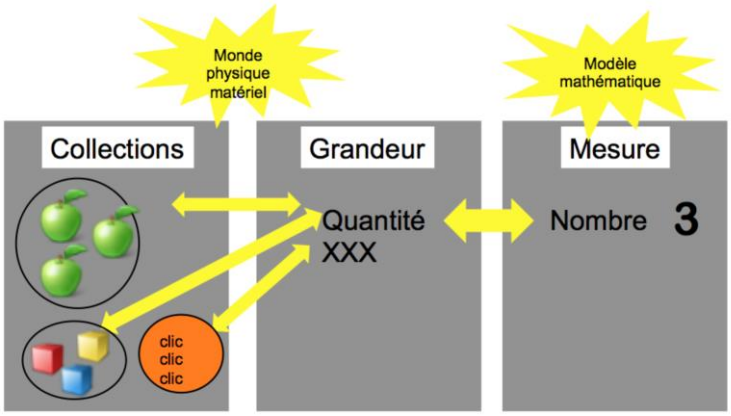


Figure 2. Trois champs permettent de distinguer les notions de collection, grandeur et mesure et de considérer le nombre entier naturel 3 comme la mesure d'une grandeur « quantité » XXX, obtenue comme classe d'équivalence des collections qui sont toutes équipotentes à un ensemble qui contient « trois » éléments.

Deux collections ont la même quantité d'éléments (le même cardinal qui est la caractéristique commune à ces deux collections) si on peut mettre leurs éléments en correspondance terme à terme dans le monde réel (collections équipotentes). Cette relation « correspondance terme à terme » entre collections définit des classes d'équivalence pour la grandeur quantité. Elle peut s'appliquer à différentes collections du monde sensible, collections d'objets ou de sons par exemple (Figure 3).

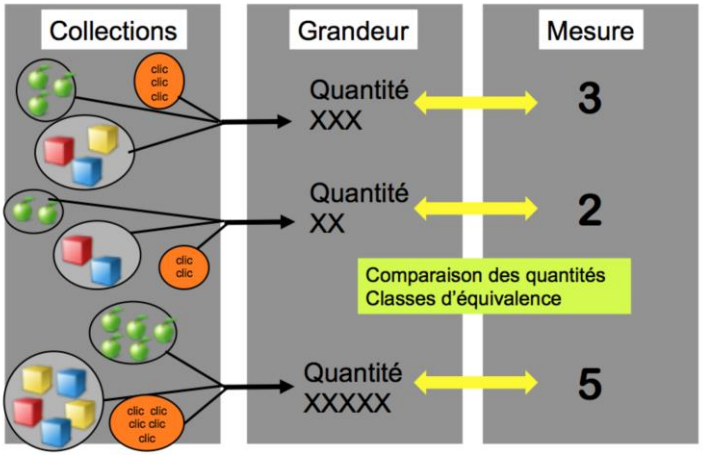


Figure 3. Les collections équipotentes définissent des quantités différentes, mesurées par des nombres différents.

Dans le champ des collections d'objets, les actions ou opérations sur les objets sont des réunions et des mises en correspondance terme à terme. Il apparaît alors du côté du monde physique que l'expérience de la réunion d'une collection de XX éléments avec une collection de XXX éléments, produit toujours une collection qui peut être mise en correspondance terme à terme avec les collections de XXXXX éléments (Figure 4). C'est ainsi que, du côté mathématique, l'opération d'addition sur les entiers peut être construite comme un modèle permettant d'anticiper le nombre d'éléments d'une collection construite comme la réunion de deux collections.

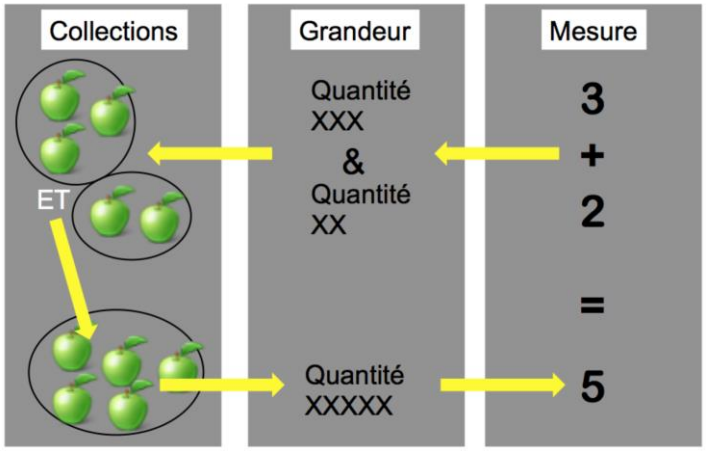


Figure 4. Définition de l'addition comme modélisation mathématique de la réunion de deux collections d'objets. La collection obtenue par réunion d'une collection de XX éléments avec une collection de XXX éléments est mise en correspondance terme à terme avec une collection de XXXXX éléments, d'où l'égalité 2+3=5.

Pour l'introduction de l'addition, le raisonnement suit un chemin qui part des nombres (les deux termes), passe par la grandeur et les deux collections et revient vers le nombre qui mesure la quantité de la réunion des deux collections. Ainsi, les nombres et l'addition rendent compte d'une manipulation d'objets et l'effet de cette manipulation sur la grandeur quantité. Elle peut alors être définie et c'est pour

rendre compte du résultat de cette manipulation qu'elle a été construite : rendre compte du fait que si l'on met ensemble une collection à trois éléments et une collection à deux éléments, alors on obtient toujours une collection qui est en correspondance terme à terme avec toutes les collections à cinq éléments (Figure 4).

Sur la base de cette réflexion, le groupe de travail a étudié les collections en jeu dans la séquence d'enseignement pour les élèves de CP et les manipulations qui étaient réalisées avec la pascaline.

II - SÉQUENCE « LES SONS DES CUBES QUI TOMBENT DANS LA BOÎTE » EN CLASSE DE CP AVEC LA PASCALINE

Dans la progression de l'enseignante, la séquence proposée par *CAP Maths* CP est précédée de l'introduction de la pascaline comme outil de dénombrement au cours de rituels et outil de désignation d'un nombre. Dès le début de l'année scolaire, les élèves ont utilisé la pascaline, par exemple, pour mémoriser le nombre de jours d'école, en parallèle avec l'utilisation d'autres outils tels qu'un calendrier sous forme de tableau ou une collection de jetons dans un seau (Figure 5 à gauche et au milieu). Ce premier usage n'est pas problématisé. Les élèves ont aussi fait correspondre les nombres sur la bande numérique avec une image de la pascaline affichant le même nombre (Figure 5 à droite).

Figure 5. La pascaline a été ajoutée à différents outils utilisés lors d'activités rituelles dès le début de l'année scolaire. A gauche, le calendrier avec les jours de classe, au milieu la pascaline affiche le décompte des jours et le seau contient autant de jetons que de jours de classe. A droite, une image de la pascaline est associée au nombre 5 sur la bande numérique.

Après que la pascaline a été utilisée comme objet rituel, deux séances (n°1 et n°2) ont été consacrées à la découverte de la pascaline comme objet mécanique et exemple d'engrenage, sur le modèle des séances proposées dans le plan sciences en Côte d'Or (Soury-Lavergne, 2014). Les deux séances suivantes (n°3 et n°4) ont permis aux élèves d'utiliser la pascaline comme outil pour dénombrer des collections jusqu'à 9 éléments et ajouter ou retirer une unité. Enfin, la séance n°5, correspondant à l'unité 3 de la progression *CAP Maths*, a concerné l'utilisation de la pascaline comme outil de dénombrement de collections au-delà de 10 éléments avec appuis sur la dizaine. La suite du texte présente des éléments d'analyse des séances 3, 4 et 5.

1 Trame de la séquence « Les sons des cubes qui tombent dans la boite »

L'idée centrale du rôle de la pascaline dans cette séquence est le fait qu'une collection d'objets matériels est pérenne et porte en soi l'information de la quantité. Cela ne permet pas de faire sentir aux élèves en quoi le nombre peut être utile, voire nécessaire, pour mémoriser la quantité puisque l'information est disponible dans les collections présentes. Pour reprendre la proposition de modélisation du nombre entier comme mesure d'une quantité (Figure 3), tant que la quantité est présente, le recours à la mesure peut être contourné. En revanche, une collection de « sons » est une collection éphémère, qui une fois réalisée devient inaccessible. Pour mémoriser la quantité de sons émis, il faut un outil, comme un compteur ou disposer du nombre. Ainsi, la séquence est basée sur le fait de dénombrer les sons que font les cubes quand ils tombent au fond d'un seau. La collection de sons est associée terme à terme avec la collection de cubes, qui peut alors être utilisée pour valider le dénombrement.

Figure 6. Une collection de cubes et un seau. Lorsqu'un cube tombe dans un seau il fait un son.

Le savoir visé par cette séquence est l'écriture décimale des nombres mesurant une collection de plus de 9 éléments et la correspondance entre un groupement par 10 des éléments de la collection avec l'écriture du chiffre 1 au rang des dizaines, c'est à dire la « dizaine » comme nouvel outil pour dénombrer.

La tâche proposée consiste à dénombrer une collection inaccessible, dont les éléments ne sont connus que par le bruit que fait chacun d'eux en tombant dans un seau opaque (nommé « boîte » par la maitresse) (Figure 6).

Le matériel utilisé est un seau et une collection de cubes, ainsi que des outils de dénombrement : pascaline, barquette bâtonnets et élastiques permettant le groupement par dix, bande numérique avec les chiffres des dizaines en rouge, ardoise et crayon : Figure 7).

Figure 7. Outils matériels pour le dénombrement. De gauche à droite, une pascaline, un lot de bâtonnets, d'élastiques et une barquette, une bande numérique, une ardoise et un crayon.

2 Phase 1. Dénombrer des collections de moins de 9 éléments

Déroulement de la phase 1 dans la classe : chaque élève dispose de l'un des outils de dénombrement (Figure 7). La maîtresse annonce le problème : « Je vais mettre des cubes dans une boîte en les faisant tomber les uns après les autres. Vous ne me verrez pas faire cette action car je serai derrière vous au fond de la classe. Je ne parlerai pas. […]. Quand je m'arrêterai, vous devrez me dire combien il y a de cubes dans ma boîte ».

Avant de lancer la tâche, la maîtresse fait préciser individuellement à chaque élève la technique à mettre en œuvre, suivant le matériel disponible, pour chaque bruit entendu quand un cube tombe dans la boîte : il faut faire un clic dans le sens des aiguilles d'une montre sur la roue jaune de droite de la pascaline ; il faut avancer le doigt d'une case sur la bande numérique ; il faut mettre un bâtonnet dans la barquette ; il faut dessiner une croix sur l'ardoise. La maîtresse explicite également l'initialisation de la tâche, des outils et de la procédure : « Ma boîte est vide, mimer cet état sur votre outil ! Toutes les roues sont à zéro sur la pascaline. Le doigt est sur le zéro de la bande numérique. La boîte de bâtonnets est vide. Rien n'est dessiné sur l'ardoise. »

La maîtresse placée en fond de classe, derrière les élèves, fait alors tomber les cubes dans la boîte un par un. Les élèves dénombrent en utilisant l'une des quatre techniques précédemment présentée. La maîtresse demande alors aux élèves de lire le nombre affiché sur la pascaline ou la bande numérique ou de dénombrer les croix ou les bâtonnets. Elle demande également : « A quoi correspond ce nombre ? Comment vérifier ? » La réponse attendue est qu'il s'agit du nombre de cubes tombés dans la boîte et que l'on peut vérifier en comptant les cubes. La tâche est répétée pour plusieurs nombres jusqu'à 9.

La mise en commun de cette première phase comprend la description par les élèves des techniques utilisées pour faire « et encore un » et la justification de la validité des techniques utilisées par le fait qu'elles aboutissent à la même quantité partout, y compris à la quantité de cubes dans la boîte. Les quantités d'objets de chaque collection sont mises en relation avec l'écriture du nombre.

L'analyse de cette phase de la séquence consiste en l'identification des tâches et techniques proposées aux élèves. La tâche est de dénombrer une collection de cubes. Mais cette collection n'est accessible que par une collection intermédiaire, équipotente et éphémère, celle des « sons » que font les cubes tombant dans la boîte. Il s'agit donc d'une tâche de dénombrement d'une collection éphémère de sons à l'aide d'un matériel concret disponible. Suivant le matériel, les techniques ne seront pas les mêmes, ni les justifications. La collection de sons des cubes est elle-même mise en correspondance avec : soit une collection de clics sur la pascaline qui produisent aussi des sons, soit une collection de cases sur la bande numérique, soit une collection de bâtonnets, soit une collection de croix. Cependant, ces techniques sont toutes basées sur la correspondance terme à terme entre des collections visibles et pérennes ou invisibles et éphémères. Des éléments de justification sont apportés par la maîtresse par des formulations telles que : « il y a la même quantité de croix que de cubes ». Pour cette tâche, la technique utilisant la pascaline permet de matérialiser le nombre de clics (collection équipotente à la collection de cubes) par l'affichage sur la pascaline. La particularité de la pascaline est de transformer une collection éphémère et inaccessible, celles des clics sur la pascaline en un affichage de nombre. C'est le cas aussi pour la technique utilisant la bande numérique. Ce n'est pas le cas des deux autres matériels utilisés qui restent à une collection d'objets équipotente.

Ainsi, ce qui se joue dans cette première phase de la situation, c'est la construction de plusieurs collections équipotentes du point de vue de leur cardinal, leur mise en correspondance comme technique et la matérialisation du nombre de clics par l'affichage sur la pascaline et la bande numérique.

3 Phase 2. Dénombrer des collections d'au moins 10 éléments à partir d'une collection de 9 éléments

Déroulement de la phase 2 dans la classe : une fois que les élèves ont pu dénombrer des collections de 9 éléments, toute la classe s'assure que les outils de dénombrement affichent 9 et qu'il y a 9 cubes dans la boîte. Puis la maîtresse ajoute un cube de plus dans la boîte en disant « et encore un ». Les élèves utilisent les techniques déjà vues pour dénombrer un cube de plus.

La maîtresse demande alors aux élèves qui n'ont pas de pascaline : « Combien y a-t-il de cubes dans la boîte ? ». Aux élèves qui ont une pascaline, la maîtresse demande : « Où lisez-vous le dix ? » puis « Que s'est-il passé quand vous êtes passés de 9 à 10 ? ». Les élèves ont pu alors dire qu'ils ont ressenti une force plus importante et que la roue du milieu a tourné. Lorsque tous les élèves disposent d'une pascaline, ils effectuent l'ajout d'une unité à partir de 9 pour ressentir la force dans les roues lors du passage de 9 à 10.

La mise en commun permet de mettre en relation l'apparition du 1 sur la roue du milieu de la pascaline avec les 10 cubes, les 10 bâtonnets, les 10 croix et les 10 premières cases de la bande numérique (Figure 8).

Figure 8. Représentation de la dizaine avec différent matériel de numération.

L'analyse de cette phase fait apparaître que la pascaline est le seul outil qui, dans la mise en œuvre de la technique de dénombrement, crée une rupture lors de l'ajout d'une unité entre 9 et 10. Avec les autres outils disponibles, rien ne différencie l'ajout d'une unité à 9 de l'ajout d'une unité à 8. La technique s'effectue de façon continue, sans rupture, lors du passage de 9 à 10. Pour les groupes sans pascaline, il est donc nécessaire que ce soit la maîtresse qui introduise une nouvelle technique pour matérialiser le paquet de 10 : il s'agira de lier par un élastique les dix bâtonnets, d'entourer d'un trait les dix croix sur l'ardoise ou de repérer par une marque les dix premières cases de la bande numérique. En revanche, il

n'y a pas de technique spéciale à mettre en œuvre avec la pascaline puisqu'elle produit elle-même une modification lors du passage à la dizaine grâce à des rétroactions différenciées : retour d'effort plus important, roue du milieu qui tourne et affichage du chiffre 1 sur la roue du milieu.

4 Phase 3. Dénombrer des collections de plus de 10 éléments

Déroulement de la phase 3 dans la classe : chaque enfant dispose d'un des outils de dénombrement (pascaline, bande numérique, boîte de bâtonnets, ardoise) et le scénario se poursuit de façon identique aux phases précédentes, par ajout des cubes un à un, de 10 jusqu'à 19. La maîtresse demande à chaque ajout d'un cube : « Combien de cubes ? », « Où le voyez-vous inscrit ? », « Que s'est-il passé lorsque vous avez fait l'ajout ? ». La vérification s'opère par comparaison avec le nombre de cubes contenus dans la boîte. La séance se termine par une question aux élèves : « Que signifie le nombre affiché sur la pascaline ? ». La réponse attendue est que la pascaline indique sur la roue du milieu le chiffre « 1 » pour le paquet de dix cubes et sur la roue de droite le nombre de cubes tous seuls.

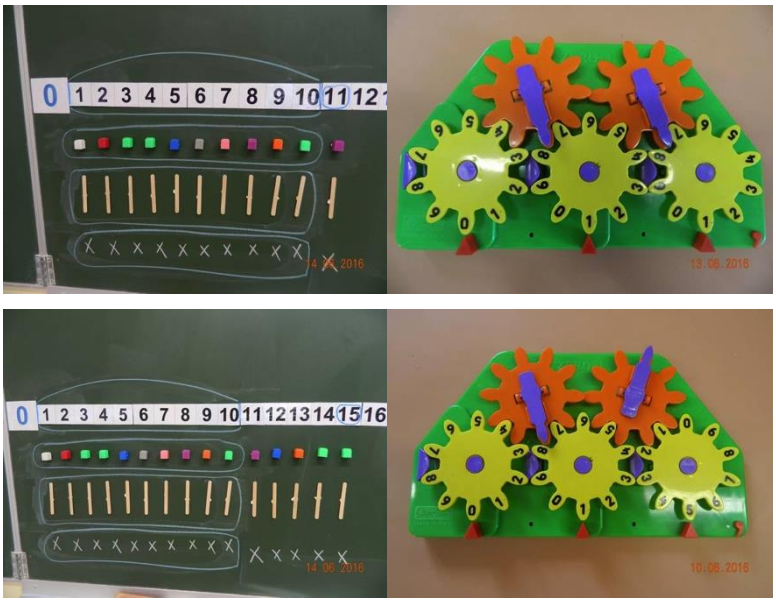


Figure 9. Correspondance entre collections d'objets et affichages de la pascaline pour les nombres 11 et 15.

L'analyse de cette phase fait ressortir l'introduction par la maîtresse ou par l'outil d'une nouvelle technique : la réalisation d'un groupement par dix dans une collection. Cette technique n'est pas nécessaire pour résoudre le problème donné, car la collection est petite. Mais elle est justifiée dans la situation par sa cohérence avec le fonctionnement de la pascaline qui introduit une rupture au moment du passage à la dizaine. La pascaline permet de préparer l'introduction d'une nouvelle unité pour dénombrer : la dizaine (Figure 10). Elle permet la construction d'un patrimoine d'expériences pour les élèves, d'un vécu avec la manipulation des objets de la collection. Du côté de la collection d'objets, il s'agit de différencier les paquets de dix et les « tous seuls ». La technique de mise en paquets de 10, introduite au cours de cette séance, sera reprise plus tard dans l'année, au mois de janvier avec les élèves, pour expliquer et justifier la valeur positionnelle des chiffres dans l'écriture d'un nombre. C'est à ce moment-là que sera introduit le lexique « dizaine » et « unité ». Du côté du nombre, on pourra compter en dizaines et on pourra mesurer une quantité en indiquant le nombre de dizaines et le nombre d'unités.

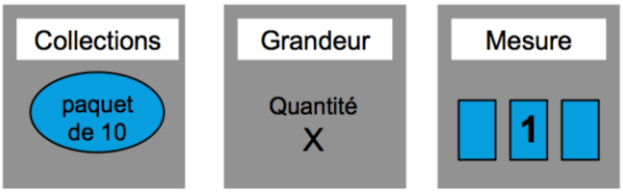


Figure 10. Correspondance entre les collections de 10 éléments, la grandeur quantité X et la mesure pour le nombre 10.

5 Synthèse sur les justifications des techniques de dénombrement

Cette séquence repose sur la mise en relation de différentes techniques de dénombrement, liées à l'utilisation de matériels concrets. Chaque technique dispose d'une justification particulière.

La possibilité de dénombrer une collection inaccessible, car éphémère, avec des croix sur une ardoise ou des bâtonnets dans une barquette, repose sur le fait qu'il s'agit de collections d'objets que l'on peut grouper ou pas et qu'il est possible de mettre en correspondance terme à terme spatialement avec la collection initiale de cubes. Il s'agit donc de collections intermédiaires visibles et pérennes. Cependant, elles ne permettent pas de mettre en œuvre une autre technique de dénombrement que celle qui est déjà possible directement sur la collection de cubes.

La bande numérique permet de dénombrer à condition de correctement initialiser le processus : pour dénombrer avec les cases sur la bande numérique, il faut partir de « 0 ». Or quel que soit le choix fait pour la bande numérique, départ à zéro ou départ à un, une difficulté apparaît. Si zéro est dans une case, alors l'initialisation de la technique est facile, mais le nombre de cases jusqu'à n n'est pas n mais n+1. Le lien ordinal cardinal n'opère pas. Si la bande numérique démarre à 1, ce lien ordinal-cardinal fonctionne : à la n-ième case on a n cases avant. En revanche, l'initialisation du processus se fait sans mettre le doigt sur la bande pour pouvoir associer la première case (qui porte le nombre 1) avec le premier son et le premier cube qui tombe dans la boite. La justification de la validité de cette technique repose sur le lien cardinal-ordinal (l'ensemble formé par les 10 premiers nombres, le premier, le deuxième… le dixième, contient 10 éléments) et sur l'itération de l'unité pour générer la suite des nombres. La bande numérique, lorsqu'elle démarre à 1, permet de convertir le cardinal de la collection en un nombre avec son écriture décimale. Mais que la bande numérique commence à 0 ou 1, la technique pour dénombrer ne fait pas apparaître de rupture ou de rétroaction particulière lors de l'ajout d'une unité à 9.

La pascaline, quant à elle, permet de dénombrer en associant un clic à un cube qui tombe dans la boîte et génère simultanément l'écriture décimale du nombre. La justification de la validité de la technique est mécanique, liée au nombre de dents sur chaque roue : il y a 10 dents numérotées de 0 à 9. Mais le plus important est que la pascaline génère une rétroaction particulière, visuelle, sonore et haptique[1] et lors du passage à la dizaine. Ce phénomène bien identifié par les élèves est ensuite utilisé pour justifier le groupement par dix et la dizaine des autres collections utilisées dans la séquence.

III - LES APPRENTISSAGES AU SEIN DU GROUPE PASCALINE DE LA MAISON POUR LA SCIENCE EN AUVERGNE

Les résultats de ce travail concernent les séances d'enseignement et l'introduction de la pascaline dans une progression sur la numération décimale en CP. Les séances conduites et leur analyse ont permis d'identifier des spécificités résultant de l'utilisation de la pascaline intéressantes pour l'apprentissage de la numération et en particulier l'introduction de la dizaine. La manipulation des différents outils, pascaline, bâtonnets, bande numérique, ardoise par les élèves fait apparaître la spécificité de la pascaline. Elle permet d'associer gestes et sons et ainsi de fonder une action symbolique, l'écriture du

[1] L'haptique désigne la science du toucher, par analogie à l'acoustique ou l'optique. Le sens haptique englobe le toucher et les phénomènes kinesthésiques. Son rôle dans l'apprentissage est étudié en sciences cognitives, en particulier avec les travaux de Gentaz (2014).

nombre avec un 1 aux dizaines, sur une action concrète qui passe par le corps. Plus précisément, le passage à la dizaine est ressenti physiquement par une rupture combinant la vue (sur la pascaline, la roue du milieu bouge), l'ouïe (le bruit émis est plus fort) et le sens haptique (le retour de force dans le geste est plus important). Enfin, la pascaline garde en mémoire le cardinal d'une collection et l'affiche par un nombre, comme un compteur. Mais par rapport au compteur papier disponible dans certains manuels, elle est plus fiable lors des manipulations et au final les élèves produisent peu d'erreurs de dénombrement une fois qu'ils ont appris à manipuler l'outil.

Les résultats de ce travail concernent également le développement de connaissances et savoirs au sein du collectif d'enseignants, formateurs, conseillers pédagogiques et chercheurs du groupe pascaline de la MPSA. Il y a d'une part les ressources produites par le collectif pour les enseignants et les formateurs (actuellement disponibles uniquement de façon interne). L'objectif de la dernière année de travail est de mettre à disposition, par une publication, le fruit de l'activité du groupe. Mais la production concerne également le développement professionnel des membres du groupe, qu'ils soient enseignants, formateurs ou chercheurs. De nouvelles connaissances ont été construites par les enseignants qui déclarent, par exemple, être maintenant plus attentifs à bien présenter la tâche à accomplir aux élèves et, lors des mises en commun, à veiller à ce que les élèves verbalisent les procédures qu'ils ont utilisées pour accomplir la tâche en s'appuyant sur les outils utilisés. Cette prise de conscience chez les enseignants de la différence entre la tâche donnée et la technique à utiliser pour la réaliser (que faut-il faire et comment le faire), comme la distinction entre la technique et la justification de la technique (comment faire et pourquoi ça marche) résulte de l'analyse théorique que le groupe a conduite en distinguant les tâches, les techniques et les justifications selon la théorie anthropologique du didactique (Chevalard, 1999). Pour les chercheurs apparaissent également de nouvelles connaissances par rapport aux travaux antérieurs (Soury-Lavergne & Maschietto, 2015). Par exemple, une particularité de la pascaline est de générer une collection éphémère de sons, ce que ne font pas les autres outils de dénombrement habituellement utilisés en classe. C'est cette propriété qui n'avait pas émergée dans les projets précédents avec la pascaline, qui a été utilisée dans le groupe de travail de la MPSA pour concevoir des situations d'apprentissage. Une autre connaissance développée par les formateurs du groupe de travail est relative au fait qu'il est possible et utile de distinguer collection, grandeur et mesure pour former les enseignants.

IV - RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ALDON G., ARZARELLO F., CUSI A., GARUTI R., MARTIGNONE F., ROBUTTI O., SOURY-LAVERGNE S. (2013) The Meta-Didactical Transposition: A Model for Analysing Teachers Education Programs. In *Proceedings of PME 37*. Kiel, Germany.

BALACHEFF N., & MARGOLINAS C. (2005) cK¢ Modèle de connaissances pour le calcul de situations didactiques. In C. Margolinas & A. Mercier (Eds.), *Ecole d'Ete de Didactique des Mathématiques* (pp. 1–32). Corps, France: La pensée Sauvage Grenoble, France.

CHEVALARD Y. (1999) Analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherche En Didactique Des Mathématiques*, *19*(2), 221–266.

FAYOL M. (2012) *L'acquisition du nombre*. Paris: Presses universitaires de France.

GENTAZ E. (2014) Comment aider les enfants de 5-6 ans à connaitre les figures géométriques planes ? Un point de vue des sciences cognitives de l'éducation. In *XLe colloque de la COPIRELEM* (pp. 81–86). Nantes, France.

MARGOLINAS C., & WOSNIACK F. (2012) *Le nombre à l'école maternelle. Une approche didactique.* (De Boeck). Bruxelles.

NOIRFALISE A. (2017) Mesures et grandeurs, système de numération. Publication de la Maison pour la science en Auvergne.

RIOU-AZOU G., & SOURY-LAVERGNE S. (2015) Mallette d'outils mathématiques, le boulier et la pascaline. In *XXXXIe colloque de la COPIRELEM*. Mont de Marsan, France.

SOURY-LAVERGNE S. (2014) *MOM pascaline et e-pascaline, une Mallette d'Outils Mathématiques pour la numération et le calcul en CP*. Rapport IFE Canopé. http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/recherche/equipes-associees-13-14/mallette

SOURY-LAVERGNE S., & MASCHIETTO M. (2013) A la découverte de la « pascaline » pour l'apprentissage de la numération décimale. In C. Ouvrier-Buffet (Ed.), *XXXIXe colloque de la COPIRELEM*. Quimper.

SOURY-LAVERGNE S., & MASCHIETTO M. (2015) Number system and computation with a duo of artefacts: The pascaline and the e-pascaline. In X. Sun, B. Kaur, & J. Novotna (Eds.), *The Twenty-third ICMI Study: Primary Mathematics Study on Whole Numbers* (pp. 371–378). Macau, China: ICMI.

VERGNAUD G. (1990) La théorie des champs conceptuels. *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, *10*(2.3), 133–170.

QUELLE PRISE EN COMPTE DES GESTES PROFESSIONNELS DU MAÎTRE 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.

I - INTRODUCTION

1 Des problématiques

Les recherches menées par l'équipe ERMEL visent à produire des ressources privilégiant notamment le rôle de la résolution de problèmes dans les apprentissages. Ces ressources présentent une certaine robustesse (Douaire et Emprin, 2015) pour des enseignants du primaire non spécialistes des mathématiques ; c'est à dire qu'elles permettent d'anticiper et de produire une réelle activité mathématique des élèves et ainsi d'atteindre les apprentissages annoncés. Cela suppose bien entendu que les enseignants en comprennent les enjeux. Toutefois, plusieurs constats récents modulent ces affirmations.

D'une part, dans le domaine des apprentissages spatiaux ou géométriques de la GS au CE1 sur lequel porte notre recherche actuelle, des objectifs en termes de savoir mathématique, sont parfois moins explicitables. Certaines activités constituant davantage des expériences.

D'autre part nos dispositifs supposent implicitement une gestion spécifique de la classe, par exemple des moments de dévolution ou de mises en commun, gestion qui est en construction chez des enseignants débutants.

Aussi comment prendre en compte, dans la production de nos ressources, ce travail de l'enseignant dans la conduite en classe de ces situations, compte tenu de la diversité des contenus et des publics ? Ce sont ces questions actuelles sur la production de ressources que nous souhaitons partager dans cette communication.

2 Une continuité

Elle se situe dans la continuité de nos précédentes interventions aux colloques de la COPIRELEM, nous avions déjà cette double interrogation d'une part sur la nature des apprentissages spatiaux et géométriques et d'autre part sur la production de ressources.

Le tableau ci-dessous rappelle les thèmes abordés.

Colloque	Thèmes relatifs au spatial ou au géométrique	Questions sur la production de ressources
Dijon (communication)	3 D - Rectitude et alignement au cycle 2	Appropriation par les enseignants débutants
Nantes (atelier)	Angle droit - Gestes de l'élève	Robustesse des situations
Nantes (communication)	Spatio-graphique	Spécificité des activités en GS
Mont-de-Marsan (communication)		Recherche et production de ressources
Besançon (atelier)	Spatio-graphique Expérience	Contextualisation - Dévolution - Mise en commun

3 Analyse du travail de l'enseignant

Nous avons besoin d'expliciter quels sont les besoins d'un enseignant pour s'approprier les enjeux de la situation. Notre analyse porte sur la compréhension :

- du problème mathématique posé et sa contribution à un apprentissage sur le long terme ;
- des procédures, représentations et propriétés dont disposent les élèves pour pouvoir le résoudre ;
- de la description de l'activité mathématique de l'élève : élaborer une solution, la contrôler, formuler ses résultats et méthodes…

Lors de la mise en œuvre de la situation d'autres choix ou décisions sont à prendre :

- adapter aux possibilités et caractéristiques de la classe : envisager des différenciations, décider des formes de travail ;
- favoriser un contrat didactique adéquat aux différentes phases de l'activité ;
- assurer la dévolution du problème (par exemple : s'assurer de l'appropriation de l'énoncé sans guider les élèves…) ;
- analyser ce que les élèves produisent, préalablement à la mise en commun, la conduire (organiser les échanges) ; choisir de privilégier, par exemple, des procédures auxquelles tous les élèves peuvent accéder ;
- prévoir la synthèse et l'institutionnalisation, et les reprises ou entraînements nécessaires.

Ces gestes professionnels s'acquièrent-ils par la pratique ? Sont-ils généralisables ? Et, dans ce cas, comment permettre leur acquisition à partir d'une ressource ?

Dans les enquêtes que nous avions menées auprès des enseignants sur les apprentissages spatiaux et géométriques de la GS au CE1, ceux-ci souhaitaient faire autre chose que de privilégier le vocabulaire, les tracés et quelques situations de repérage spatial. Mais deux demandes étaient aussi exprimées : disposer de « vrais » problèmes pour ces apprentissages et d'une vision des buts principaux de l'enseignement qui dépasse celui d'une année.

Aussi illustrons-nous ces interrogations sur la nature des apprentissages en jeu à partir d'un exemple d'activité spatiale au CP et sur le niveau de description d'un dispositif avec l'analyse d'une situation numérique au CP.

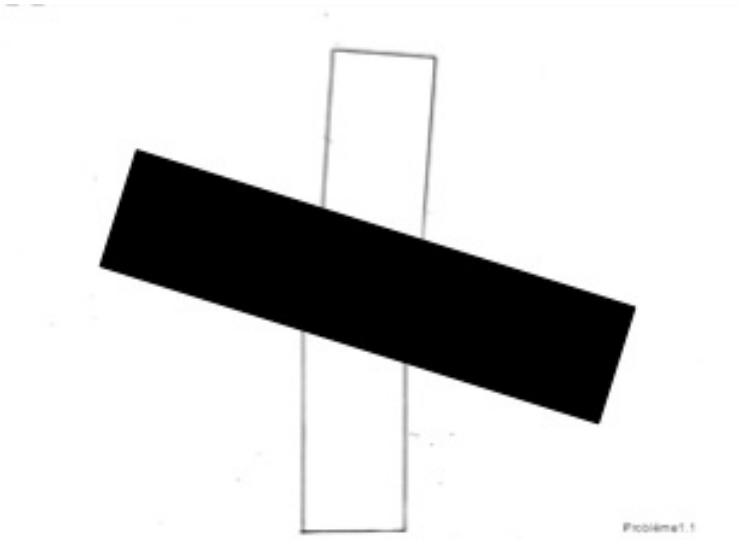
II - PREMIER EXEMPLE : D'UNE SITUATION SPATIALE À L'APPRENTISSAGE GÉOMÉTRIQUE INCERTAIN

Dans notre recherche actuelle nous avons expérimenté des activités, en GS ou en CP, qui constituent souvent des problèmes où les élèves s'investissent, anticipent des déplacements dans l'espace, ou des

mouvements, mais pour lesquelles un savoir ne semble pas toujours institutionnalisable ? Comment accompagner les élèves dans ces échanges ?

1 Présentation de la situation : les bandes cassées

Un cache rectangulaire noir est posé sur une bande.



La question suivante est posée aux élèves :

« Est-ce que les morceaux sous la bande ont été déplacés ?

Oui – Non -Je ne peux pas dire. Écris pourquoi. »

2 Nos interrogations

Quelles procédures les élèves peuvent-ils employer ? Que celles-ci soient correctes, inadaptées, erronées ou traduisent une indécision :

- Rejoindre les points correspondants de part et d'autre du rectangle gris (qui laisse apparaître les traits faits dessus) qui cache au moyen d'une ligne droite ou brisée.
- Prolonger un segment (apparent d'un côté du rectangle blanc) pour le traverser et voir si on rejoint le segment d'en face et comment (ligne droite ou brisée)
- Et avec quels instruments ? Coup d'œil, règle, fil de laine, autre ?
- Et quelle mise en œuvre pour que les élèves puissent dégager des arguments (en travaillant par exemple par 2 ou 4), et les échanger (mise en commun) ?

Quels savoirs peuvent être visés ?

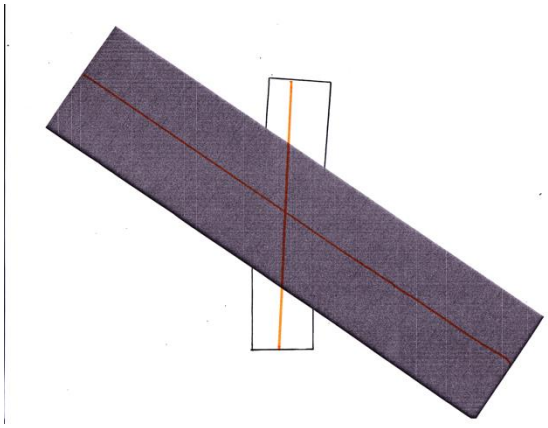
- Sur des déplacements dans le plan ou leurs effets sur des objets rectilignes.
- Sur des propriétés des rectangles

Comment prendre en compte les besoins liés à l'appropriation de la situation lors de son élaboration ? En l'expérimentant ?

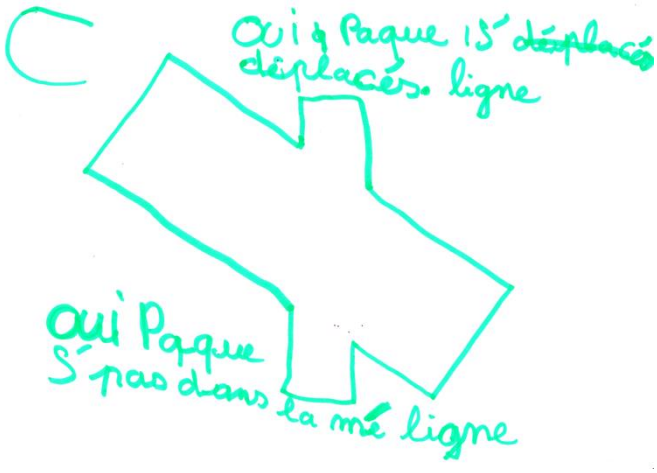
Comment la décision du vrai et du faux peut-elle s'opérer ?

Quelle est la nature des connaissances mobilisées ?

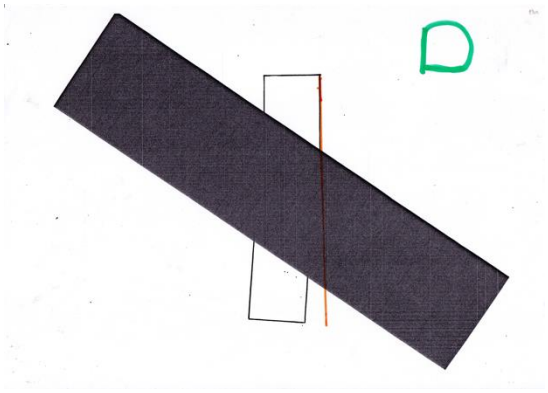
3 Présentation de quelques productions d'un CP



E : « Non parce que le trait il est tout droit »



C : « oui parce que ce n'est pas dans la même ligne »



D : « Oui parce que l'on a vu que c'était écarté »

4 Analyse des procédures produites

La situation a été proposée en septembre 2015 aux 16 élèves de CE1 d'une classe de CE1-CE2 (Audrey SARTRE Ecole de Saint Uze) : les élèves ont travaillé par groupes de 2.

- **Procédures inadaptées :**
  - **Réponse fausse ON NE PEUT PAS DIRE (1 groupe)** Jugé par perception visuelle (G) ;
  - **Réponse fausse, NON (3 groupes)**
    - Tracé d'un trait médian, (« parce que le trait il est tout droit » (E) (H)
    - Tracé d'un trait approximatif en bord unifiant les deux traits : « on a mis la règle droite et on a vu que c'était bien » (F)
- **Procédures sans tracé, réponse juste OUI (**3 groupes):
  - Jugé par perception visuelle : « parce que ce n'est pas droit » (B) ;
  - Comparaison des supports : « Parce que ce n'est pas dans la même ligne » (C)
  - Évaluation d'écart entre supports de traits : « Il y a encore du blanc » (A)
- **Procédures avec tracé, réponse juste OUI** (1 groupe):
  - Évaluation d'écart entre supports de traits : « Parce qu'on a vu que c'était écarté » (D)

Ces procédures peuvent donc s'appuyer sur la perception visuelle sur un tracé d'un trait.

5 Questions sur la situation et les apprentissages visés

Ces productions seraient-elles modifiées par des actions préalables dans la présentation de la situation ? Par exemple :

- Reproduire devant les élèves la suite des actions faites (le matériel pris, la « casse » de la bande, son « déplacement » éventuel, le positionnement du « cache »).
- Indiquer ce qui a été fait du montage : une photocopie ; montrer la photocopie, support du travail à venir.

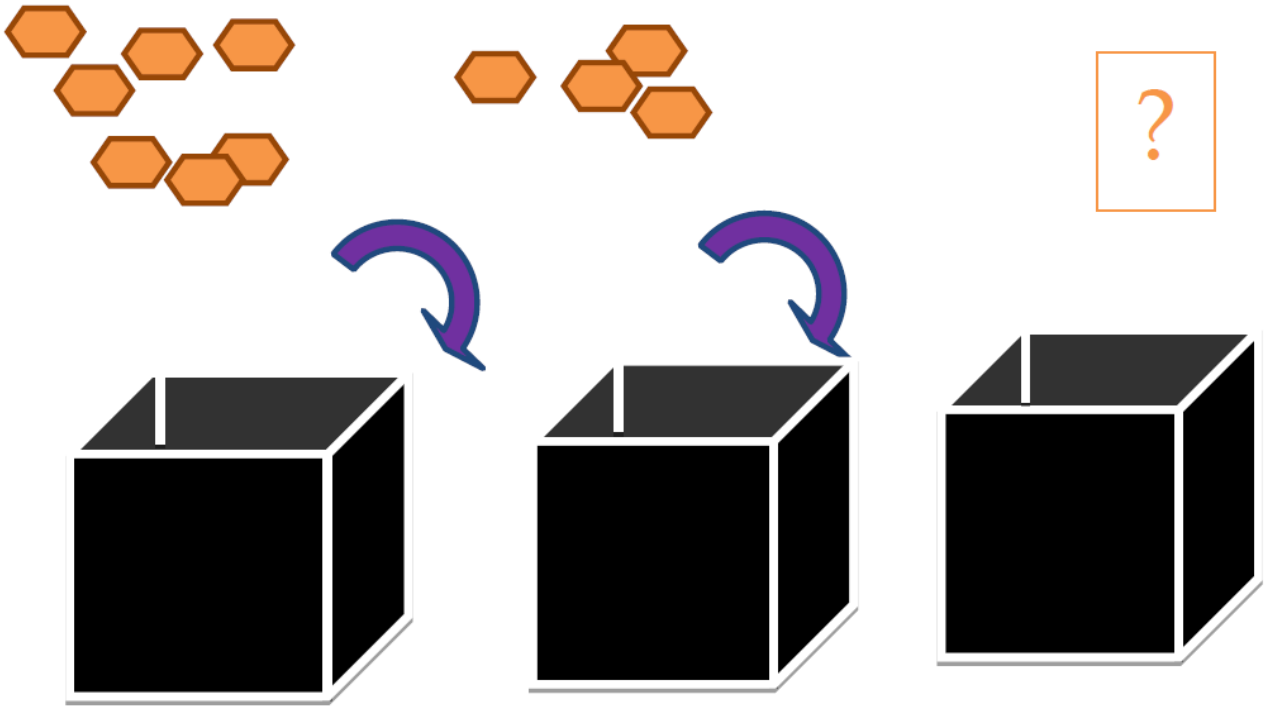
Compte tenu des incertitudes sur les potentialités des élèves, que permet de lever en partie des expérimentations, on est en droit de s'interroger sur la nature des apprentissages et sur les incertitudes pesant sur les choix de l'enseignant.

Les élèves ont résolu le problème en mobilisant la rectitude (celle des instruments employés ou de la bande). Mais que conclure après cette situation : cet apprentissage relève-t-il d'expériences pour que l'élève appréhende l'utilisation de représentations graphiques ? Ou constitue-t-il une étape dans une progression sur l'apprentissage d'une notion géométrique au moyen de situations didactiques ?

C'est à cet ensemble de questions que nous avons à répondre dans ce domaine avant de produire une ressource pour les enseignants et les formateurs.

III - ANALYSE D'UN DISPOSITIF

Dans le domaine des apprentissages numériques, même lorsque les finalités des apprentissages sont définies (ici permettre aux élèves de prendre conscience que l'on peut « anticiper » avec les nombres), l'état de leurs connaissances et procédures connu, des questions se posent sur la description des situations. Dans la situation Boîte-Noire, proposée dans ERMEL CP pour le mois de novembre les élèves ont à déterminer un état final (ou une transformation) sans pouvoir voir ou à plus forte raison manipuler les objets concernés dans ce problème additif.



1 Quel accompagnement par le maître lors des échanges ?

Nous reportons ici le descriptif d'échanges menés dans une classe de CP, qui illustrent quelques difficultés des élèves à formuler leurs stratégies. Nous repérons aussi des interventions de l'enseignante qui constituent des gestes professionnels importants pour les accompagner dans leur expression.

1.1 Mettre en confiance et ne pas trop insister

Ens : « Alors Céline alors toi est-ce que tu as trouvé combien il y a dedans ? Oui ? »

Céline n'ose pas parler

Ens : « Qu'est-ce qui te pose souci ? Tu arrives à nous parler d'habitude. Clothilde tu as réussi aussi ? »

Clothilde : Oui

Ens : « Alors qui pense avoir trouvé ? »

Des élèves : Moi

Seuls deux ou trois élèves ne lèvent pas la main (dont Céline)

Ens : « Céline alors on n'est pas trop sûrs, tu peux me dire ce que j'ai fait avec cette boîte ? »

Céline : « T'as mis 4 pions dans la boîte »

Ens : « C'est tout ce qui s'est passé dans cette boîte noire depuis que tu es arrivée ? »

1.2 Conduire à expliciter

Quelques échanges ultérieurs dans la même séance :

Ens : Il y a 11 jetons ? Est-ce que tu peux expliquer comment tu as trouvé que cela faisait 11 ?

Eloi : Parce que j'ai calculé ; au départ j'ai compté 7 jetons, après j'ai compté les 4 jetons et je me suis dit que ça faisait 11.

Ens : D'accord, comment tu fais quand tu dis j'ai calculé ; qu'est-ce que tu fais ?

Eloi : J'ai compté dans ma tête

Ens : Tu peux le faire pour que l'on comprenne ce que ça veut dire avec le 7 et le 4 comme tu as fait ; vas-y !

Eloi : j'ai compté.

L'élève bouge les doigts en même temps qu'il dit mais de façon peu visible.

Ens : Vas y fais le avec tes mains si c'est avec tes mains

Eloi : J'ai fait déjà 7.

L'élève fait 7 mais avec les mains contre sa table et avec les manches qui cachent presque les mains.

Ens : montre avec tes doigts, les autres ne peuvent pas voir, montre-leur comment tu as fait 7 avec tes doigts, vas-y !

2 Questions posées sur les ressources :

En regardant le descriptif d'ERMEL CP pour lequel cette activité est considérée comme un des « petits problèmes » préalable à la situation « Le nombre-cible » il est indiqué dans le déroulement de l'étape 1 :

« Un élève est invité à mettre x objets (x est annoncé à la classe et/ou écrit au tableau) dans la boîte ; un autre élève met à son tout y objets (y est annoncé à la classe et/ou écrit au tableau) dans la boîte sans les mettre un à un ; la boîte est fermée et il est demandé aux élèves de trouver combien il y a d'objets dans la boîte. Il est annoncé qu'on vérifiera ensuite en comptant dans la boîte. Au départ les nombres sont compris entre 1 et 20 et y un nombre compris entre 1 et 5 ».

Et sept lignes plus loin :

« La taille des nombres joue un rôle important dans le choix des procédures de résolution ; ainsi on favorisera l'utilisation du surcomptage en proposant d'abord d'ajouter à x un petit nombre : 1,2 ou 3, par exemple (avec x assez grand pour éviter le surcomptage) »

Ici c'est à l'enseignant de choisir les valeurs, dans ces champs numériques, et ceci est illustré par des exemples, ainsi que les modalités possibles de déroulement (en collectif, en atelier…) ; la durée des activités et les interventions de l'enseignant relevant de ses initiatives. Aussi, comme nous voulons donner une place plus importante à cette situation pour les apprentissages numériques, nous nous interrogeons sur les décisions que peut prendre l'enseignant si elles ne figurent pas dans le descriptif, bien qu'elles puissent être exposées de façon plus générale dans des parties théoriques de l'ouvrage.

IV - DES CHOIX SUR LA PRODUCTION DE RESSOURCES

Cette double interrogation sur la compréhension des apprentissages possibles et sur les marges de manœuvre d'un enseignant, notamment débutant, par rapport à un descriptif nous a conduit à présenter un certain nombre de choix que doit faire un enseignant au fur et à mesure du déroulement de la situation. De plus il nous paraît nécessaire d'expliciter non seulement les variables didactiques, mais aussi les choix d'organisation, les médiations nécessaires de l'enseignant. Nous cherchons donc à rendre visibles les interventions nécessaires de l'enseignant selon, par exemple, les productions des élèves. Présenter l'intégration du savoir visé dans une progression globale ; proposer des choix de progressions en explicitant leur statut ; décrire les situations en prenant en compte les compétences professionnelles en construction (par exemple pour un débutant en début d'année…) nous semble à privilégier avec le choix d'une description précise des actions de l'enseignant garantissant une activité robuste, des adaptations nécessaires selon les caractéristiques de la classe.

Ces gestes professionnels mis en œuvre dans des situations sont-ils généralisables ? Notre objet d'analyse n'est pas seulement constitué par un recueil des actions d'enseignants observées mais aussi par l'analyse de ce que des dispositifs d'enseignement supposent comme prises de décision.

V - DÉBAT

Nous transcrivons ci dessous des éléments des échanges qui ont eu lieu durant la présentation.

1 Proposition de questions précises pour amorcer le débat

Notre choix de proposer un descriptif plus précis est-il approprié ?

Notre hypothèse d'une description fine des compétences professionnelles est-elle partagée ?

La mise en œuvre de situations (pas seulement les nôtres) conduit-elle à des développements repérables de compétences professionnelles ?

Comment ces questions pourraient-elles être prises en charge au sein de la communauté didactique ?

2 Des interactions langagières… au rôle du maître[1]

Remarque : vous parlez de gestes pédagogiques et de gestes didactiques et à la lecture des diapos il y a quelque chose qui apparaît ici, ce sont les gestes professionnels et langagiers et l'importance des interactions langagières, si on fait le parallèle avec ce qui est dit en français, par exemple les interactions langagières, les travaux de Goigoux cela apparaît aussi. En didactique du français, les interactions langagières sont toujours là, alors que pour nous avec les situations didactiques nous plaçons aussi les élèves dans le faire, dans l'action …

Réponse : En effet, ici il n'y a pas que du langagier : par exemple dans boîte-noire il faut fermer la boite. Et aussi, c'est tout un art pour le maître de présenter comme il faut (exemple du recouvrement cité en géométrie), cela pose toute la question de savoir comment on va le dire. Quelquefois, dans les situations didactiques on voit beaucoup l'interaction entre la situation et l'élève, mais l'enseignant est dehors ; nous on veut s'obliger à décrire cette part de silence… ou cette part d'activation langagière.

[1] Nous résumons sous la rubrique « remarque » les principales remarques ou questions formulées par les participants et en général sous la rubrique « réponses » les commentaires des intervenants

3 Relation entre expérience spatiale et apprentissage géométrique

Remarque : Opposition entre expérience et apprentissage

Réponse : dans les apprentissages spatiaux et géométriques, dès l'analyse a priori il y a un certain nombre de savoirs géométriques qui sont présents portant par exemple sur l'alignement, sur les formes, sur les transformations… Est-ce qu'une institutionnalisation va se faire lors de la situation ? Ou beaucoup plus tard ? Par exemple dans cette situation, si un élève dit « droit » est-ce que cela ne vaut pas le coup d'aller plus loin ; « droit » cela conduit à explorer la polysémie du terme, c'est une chose, mais en faire un objet d'apprentissage pour tous ?

Pourtant on repère tant dans les productions que dans les formulations liées à leur explication ou leur justification que les élèves ont mis en œuvre des connaissances de différents ordres (perception de la rectitude, propriété de figures, recours à des instruments et à un vocabulaire). Et si on ne vise pas un savoir déclaratif comment les acquisitions des élèves s'inscrivent-elles dans des apprentissages à plus long terme ? Et comment qualifier les contributions de ces problèmes ?

Actuellement nous essayons de construire une grille d'analyse des actions de l'élève concernant certains apprentissages spatiaux…

4 Sur la forme des ressources

Remarque : si on en reste à de l'écrit, on va passer de 3 à 4 pages à quelque chose de conséquent… il y a des situations dans lesquelles le verbal n'est pas forcément le plus efficace : des fois une vidéo est préférable.

Réponses : par rapport à l'état actuel d'ERMEL cela nous semblerait important de réduire tous les choix qui ne sont pas déterminants. Ensuite que la tâche de l'enseignant soit, si nécessaire, précisée, puis que les techniques pour mettre en place ces tâches puissent être décrites ; dans un troisième temps il peut y avoir un discours qui lui permette de comprendre que ces techniques ne sont pas locales.

Perez et l'équipe de Bordeaux dans un document de 1985 «Construction et utilisation d'un code de désignation d'objets à l'école maternelle » retracent les échanges dans une classe. C'est un exemple de document qui peut être utilisé par un enseignant débutant ou en formation pour comprendre comment l'enseignant « agit » et « réagit ».

Remarque : moi, je salue l'initiative, par rapport à la question, de l'appropriation. Vous pointez du doigt quelque chose de fondamental : l'idée de prendre la chose dans l'autre sens, ne pas présenter cela de façon trop théorique, éviter ce qui est parasite…

Cette dernière remarque nous permet de revenir sur une des questions du départ : quelle place peut prendre le questionnement sur l'appropriation des produits de la recherche, dans le travail de la communauté des didacticiens ?

VI - BIBLIOGRAPHIE

ERMEL. (2006). Apprentissages géométriques et résolution de problèmes au cycle 3, Hatier.

ARGAUD H.-C, BARBIER L., DOUAIRE J., EMPRIN F., GERDIL-MARGUERON G., VIVIER C. (2016). « Ressources pour la résolution de problèmes et les apprentissages géométriques au cycle 2 : une approche spatiale des figures courbes et du cercle » . Actes du XLIIe colloque COPIRELEM, Besançon, 2015.

ARGAUD H.-C,, COMBIER G., DOUAIRE J., DUSSUC M.-P., EMPRIN F., GERDIL-MARGUERON G., MAZUY C., VIVIER C. (2014). « Angle droit à l'articulation du cycle 2 et du cycle 3». Actes du XLe colloque COPIRELEM, Nantes, 2013.

DOUAIRE J., EMPRIN F., . (2015). Quels critères de validité, quelle appropriation par les enseignants de ressources issues de recherches en didactique. Actes du XLI e colloque de la COPIRELEM, Mont-de-Marsan, 2014.

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

Ludovic TISSERAND[1]
PEMF, Academie de Paris
ludovic.tisserand@ac-paris.fr

Anne BILGOT et Emmanuelle SERVAT
PRAG-PESPE, ESPE de Paris
anne.bilgot@espe-paris.fr
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.

Ce texte présente un travail issu de plusieurs Ateliers de Pratique Professionnelle (APP) en mathématiques conduits ces dernières années à l'ESPE de Paris auprès d'étudiants de M1. Ces ateliers sont des dispositifs de formation de quinze heures, conduits sous la responsabilité conjointe d'un maître formateur et d'un formateur en mathématiques de l'ESPE. Ces ateliers se déroulent dans la classe du maître-formateur. Nous présentons succinctement ce dispositif, en mentionnant d'autres dispositifs de formation des maîtres en mathématiques, se déroulant également dans des classes, que l'on peut trouver dans la littérature. Nous détaillons ensuite les objectifs de formation que nous avons à ce jour assignés à ces ateliers, en nous appuyant sur plusieurs exemples d'ateliers conduits ces dernières années en maternelle. Nous présentons d'abord le point de vue d'un maître-formateur, puis celui de deux formatrices en mathématiques, à travers des exemples d'ateliers portant sur la construction du nombre. Nous terminons en explicitant pourquoi selon nous ce dispositif de formation est bénéfique, tout en dégageant des questions qu'il suscite.

[1] Le travail présenté lors de la communication est le fruit de plusieurs collaborations : il a été élaboré avec Christine Bajard et Laurence Gaudet, maître-formatrices, et avec Caroline Girardot et Jean-Baptiste Mayenson, formateurs à temps partagé en mathématiques à l'ESPE de Paris, que les auteurs remercient vivement.

I - FORMER LES PROFESSEURS DES ÉCOLES EN MATHÉMATIQUES EN LES ACCOMPAGNANT DANS DES CLASSES : QUELQUES DISPOSITIFS

Plusieurs travaux rédigés ces dernières années présentent des dispositifs de formation des professeurs des écoles en mathématiques dans lesquels le formateur accompagne les formés dans des classes. Nous recensons rapidement quelques-uns de ces exemples, en formation continue puis en formation initiale, sans chercher cependant à détailler ici leurs modalités : nous invitons le lecteur intéressé à se référer aux articles cités. Nous présentons ensuite l'organisation de notre dispositif de formation : les Ateliers de Pratique Professionnelle que nous menons à l'ESPE de Paris.

1 Quelques dispositifs de formation en mathématiques des PE dans les classes

1.1 En formation continue

Eysseric (2014) décrit les *Chantiers Maths'Ernelle* mis en place dans plusieurs circonscriptions des Bouches du Rhône. Une douzaine de professeurs des écoles volontaires et un formateur ESPE travaillent ensemble durant une année. Quatre modalités sont utilisées : des temps de formation en présentiel pour le choix des thèmes travaillés, la présentation de ressources, puis la présentation des travaux réalisés ; des temps à distance d'échanges autour des préparations ; des temps de préparations individuelles ; et enfin, dans les écoles, des temps d'observation et d'analyse avec le formateur ESPE. Ces chantiers ont débouché sur la diffusion de matériel et de séquences, par exemple pour la construction du nombre en maternelle.

Batteau (2015) décrit le dispositif des *Lesson Studies* expérimenté dans le canton de Vaud. Un petit groupe d'enseignants (par exemple huit) construit une leçon qui pose des difficultés pour les élèves ou les enseignants. Cette leçon est ensuite mise en œuvre dans la classe d'un des enseignants du groupe et est observée par les autres membres du groupe. Le groupe peut ensuite décider d'essayer d'améliorer la leçon et la boucle recommence.

1.2 En formation initiale

Mangiante (2007) présente et analyse un scénario de formation : les Ateliers d'Analyse de Pratique Professionnelle, alors conduits à l'IUFM d'Orléans-Tours avec des stagiaires PE2, avant leurs stages en responsabilité. Vingt heures étaient consacrées à ces ateliers pour les mathématiques. Les stagiaires, par petits groupes (de quatre à sept), concevaient, mettaient en œuvre puis analysaient des séances dans la classe d'un maître-formateur, avec l'appui d'un formateur IUFM. Les séances étaient filmées.

Clivaz (2015) décrit une adaptation à la formation initiale des *Lesson Studies* pratiquées dans le canton de Vaud, auprès d'étudiants-stagiaires. Le dispositif, centré sur l'observation et l'analyse des erreurs des élèves, est présenté de la manière suivante : "*un groupe de quatre étudiants étudie une erreur typique en calcul réfléchi produite par un élève réel et planifie une interaction avec cet élève afin de le guider dans son apprentissage, en particulier en utilisant des éléments de métacognition. Un des étudiants vivra ensuite cette interaction dans sa classe de stage avec l'élève concerné, enregistrera et transcrira cette interaction. Cette transcription sera analysée par le groupe en séminaire afin d'identifier les effets des interventions de l'enseignant sur les apprentissages des élèves et de préparer une nouvelle version de l'interaction qui sera vécue par un deuxième étudiant avec un autre élève la semaine suivante, et ainsi de suite.*"

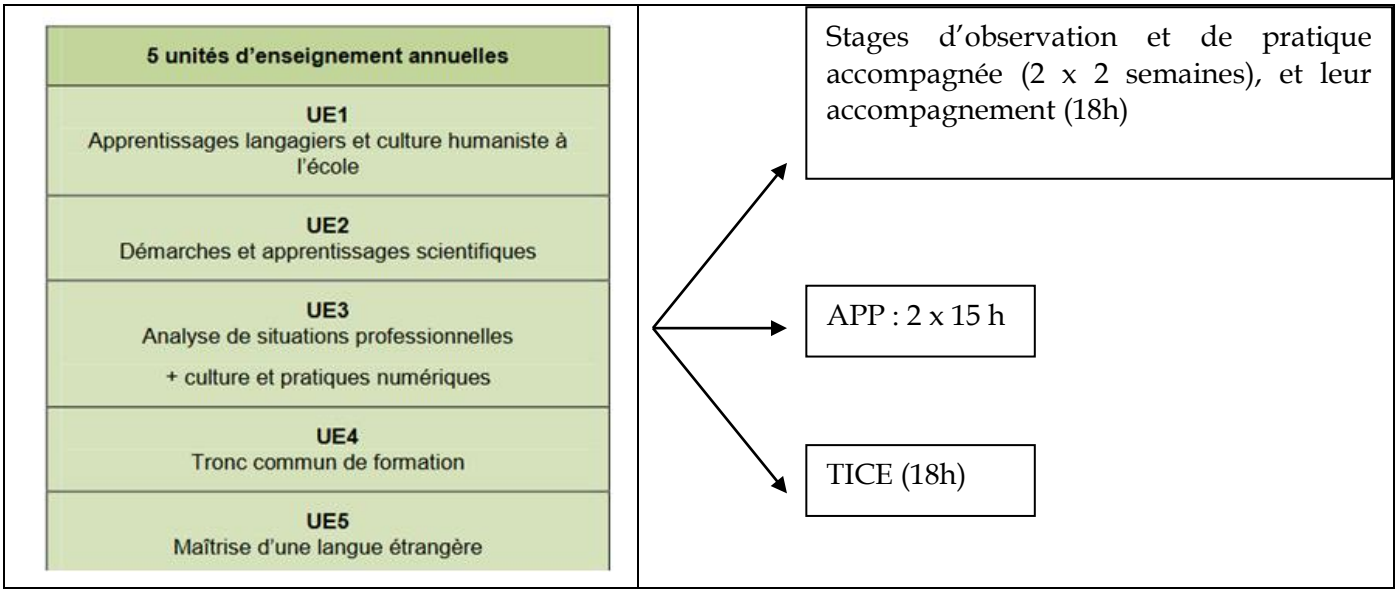
2 Notre dispositif

Par rapport aux dispositifs que nous avons recensés ci-dessus, les Ateliers de Pratique Professionnelle (APP) auxquels nous nous intéressons dans ce texte sont aussi des dispositifs de formation dans les classes, mais sont destinés à des étudiants de M1, qui ne sont donc pas encore stagiaires.

Ces ateliers se déroulent dans la classe d'un maître formateur qui co-encadre l'APP avec un formateur de l'ESPE. Ils ont lieu une matinée par semaine pendant cinq semaines consécutives (soit 15 heures de formation par étudiant). Les groupes sont formés d'environ huit étudiants.

En général, une séance d'APP se découpe de la manière suivante : la première heure et demie a lieu en classe avec les élèves ; la seconde partie de la matinée est consacrée à l'analyse et au bilan de la séance, puis à la préparation de la séance suivante, sans les élèves mais en présence des deux formateurs (en général, la classe du maître-formateur est prise en charge par le directeur de l'école). Lors de la première séance, le maître formateur conduit la classe et les étudiants observent, puis les semaines suivantes, les étudiants, souvent en binôme, prennent le relais. La préparation des séances menées en classe par les étudiants est donc découpée en deux temps : un temps en présence du groupe après la séance en classe ; puis un temps à distance, avec des échanges et des régulations par courrier électronique avec les deux formateurs autour des documents demandés (préparations, documents ou matériel à fabriquer…).

Ces APP s'intègrent dans la maquette de l'année de formation de M1 à l'ESPE de Paris comme le décrit le schéma suivant (organisation 2014 - 2017) :



Au cours de leur année de M1, les étudiants choisissent deux APP (par un système de vœux), souvent dans deux disciplines différentes, et effectuent la plupart du temps un APP en maternelle et un en élémentaire. Globalement, à peu près un tiers des étudiants ont la possibilité de faire un APP en mathématiques au cours de l'année de M1, et un peu moins de la moitié de ceux-ci le font en maternelle.

Les étudiants de M1 ont par ailleurs actuellement dans leur formation 93 heures de mathématiques (enseignement disciplinaire et didactique, réparties en 18 heures de cours magistraux et 75 heures de travaux dirigés) au cours desquelles ils ont à peu près 6 heures de formation portant sur le nombre en maternelle (ce volume variant selon les formateurs)).

Dans la suite, nous nous appuyons essentiellement sur trois APP, pour lesquels nous nous proposons d'analyser, *a posteriori*, le travail que nous avons conduit. Ces trois APP portent sur la construction du nombre en maternelle. Plus précisément : l'un de ces APP, en GS, porte sur la situation de référence du nombre comme mémoire de quantité : "aller chercher juste ce qu'il faut", sous différentes contraintes. En MS-GS un second APP s'intéresse aux problèmes de comparaisons de quantités. Enfin, un dernier APP porte sur l'utilisation de jeux pour construire le nombre en GS. Nous présentons d'abord le point de vue d'un maître-formateur ayant participé au deuxième APP, puis le point de vue de deux formatrices ESPE, ayant participé respectivement au premier et aux deux derniers APP.

II - QUELS OBJECTIFS DE FORMATION POUR UN APP EN M1 ? LE POINT DE VUE D'UN MAÎTRE - FORMATEUR

L'APP est pour la grande majorité des étudiants une première approche de la classe et des élèves de l'école maternelle. Pour le PEMF c'est un dispositif de formation qui offre des possibilités concrètes pour réfléchir à ce qu'il veut montrer d'une pratique possible, et qui soulève des questions : comment rendre « lisible » la séance que je vais proposer à l'observation ? Comment y insérer les prémices d'une réflexion sur les idées préconçues, les « stéréotypes » associés à ce que serait « forcément » l'Ecole Maternelle ?

Notre réflexion s'appuie sur le rapport de l'IGEN sur l'École Maternelle paru en octobre 2011 (Bouysse, Claus, et Szymankiewicz). Celui-ci questionne certaines facettes de la pédagogie développée à l'Ecole Maternelle ces dernières années : les ateliers, les « fiches », les « rituels », l'habillage des situations, etc. et plus généralement la question de l'apprentissage *vs* l'activité.

1 Les modalités de mise en activité des élèves

Le rapport souligne que l'organisation pédagogique de l'École Maternelle peut sembler immuable : un accueil, un regroupement prétexte à des activités collectives ritualisées (pour fournir des repères aux élèves), des ateliers (groupes d'enfants souvent sollicités par des tâches individuelles, ateliers « tournants », de « couleur »…) et un regroupement pour dresser un bilan des différentes activités réalisées. L'APP est selon nous l'occasion de questionner ces habitudes, et de montrer et mettre en œuvre une organisation qui peut se moduler en fonction des apprentissages envisagés.

1.1 Le « regroupement » et les moments collectifs

C'est un moment complexe à gérer pour les PE, que ce soit pour capter l'attention des élèves ou pour proposer des contenus d'apprentissages adaptés à chacun. En APP, nous orientons l'observation des M1 d'une part sur la forme : l'organisation spatiale, la légère théâtralisation de l'enseignant, la modulation de la voix, la présence de repères visuels. Nous explicitons d'autre part des choix relatifs au contenu de ces moments. Nous distinguons ainsi des activités véritablement collectives (chants, comptines, lectures, jeux mathématiques préparant au calcul mental), sur lesquelles il faut selon nous s'appuyer dès la Petite Section, des mises en communs construites et régulées d'apprentissages qui ont eu lieu à d'autres moments de classe (avec la mise en mots de procédures et/ou de découvertes…), qui ne peuvent selon nous être introduites en classe que progressivement.

Nous faisons également vivre des « rituels », que nous interrogeons. Comme l'indique le rapport de 2011, *« les « rituels » de début de journée ne sont imposés par aucun texte. Ils s'inscrivent pourtant dans tous les emplois du temps. On y traite systématiquement de la présence et de l'absence des élèves et de leur dénombrement, de la date du jour, parfois du comptage de ceux qui déjeunent sur place, parfois du temps qu'il fait. »*. Lors d'un APP, nous nous attachons à expliciter les intentions liées à ces rituels (par exemple travail sur le dénombrement, sur la construction de repères temporels, mais aussi sur la construction de la cohésion du groupe-classe), sans masquer auprès des M1 les difficultés liées à ces moments : comment prendre en compte les différences significatives entre élèves ? Comment inscrire ces « rituels » dans des apprentissages structurés prenant en compte d'autres moments de classe (accueil, jeux, situations fonctionnelles) ?

1.2 La nécessité d'envisager différentes formes pour les moments individuels et/ou par groupes

Le rapport (Bouysse, Claus, et Szymankiewicz) de l'IGEN de 2011 insiste sur l'aspect sclérosant de certains dispositifs de mise en activité de l'élève, notamment les groupes de « couleur » ou « ateliers tournants » (des petits groupes d'élèves ayant une tâche à effectuer, souvent en individuel, et qui auront à réaliser l'ensemble des activités prévues à un moment de la journée et/ou de la semaine). Lors d'un APP, nous questionnons cette habitude de fonctionnement de l'école maternelle, en la faisant vivre pour en dégager des avantages (du point de vue de la répartition du matériel dans la classe, et du

développement de l'autonomie des élèves), mais aussi pour en cerner les limites évoquées dans le rapport, en proposant d'autres dispositifs possibles :

- nous proposons ainsi des moments où les élèves travaillent par îlots, mais où l'activité (jeu, problème) est la même pour tous : par exemple un jeu de bataille, inspiré de celui qui est proposé en moyenne section dans un extrait du DVD réalisé pour *Cap Canal* par Lemaître et Meirieu (2007), que nous évoquons dans la partie III à suivre ;

- nous proposons également des moments où une même compétence est travaillée par tous mais avec des modalités (individuel, par groupe) et des supports différents : par exemple un travail commun sur la comparaison de quantités, dont des éléments sont également détaillés dans la suite de cet article.

2 Les modalités d'apprentissage

L'APP permet de questionner ce qu'est apprendre pour un élève de 3 à 6 ans : remplir une fiche permet-il d'apprendre ? Si ce n'est pas le cas comment construire la progressivité nécessaire à l'élaboration des connaissances ? Quelles modalités d'apprentissage proposer pour des élèves ne sachant ni lire ni écrire ?

2.1 Fiches vs manipulation

Le rapport (Bouysse, Claus, et Szymankiewicz) de l'IGEN de 2011 souligne les points suivants : « *Avec de jeunes enfants, s'il n'y a pas un ancrage dans la manipulation, dans la progressive symbolisation à partir de l'observation, de la manipulation ou du « vécu », il y a de fortes chances que l'on aboutisse non pas à une formalisation de l'expérience (les mots prenant sens à partir de l'expérience) mais à un formalisme dénué de sens pour les enfants et qui ne laissera ni trace ni structure en mémoire. […] Avec les fiches en particulier, les résultats deviennent plus prégnants que les procédures et les stratégies, la méthodologie est peu enseignée. S'il n'y a pas un temps d'explicitation des bonnes procédures, des voies sans issue, des relations entre des moyens et un but, etc., il ne peut y avoir structuration d'acquisitions transférables.* »

Lors de la séance inaugurale de l'APP menée par le PEMF, nous choisissons souvent de proposer un travail sur fiche (par exemple en mathématiques, sur une feuille A4 où six arbres sont représentés, on demande « Dessine 3 pommes dans chaque arbre »). Cette fiche est ensuite analysée afin d'en montrer des limites en terme d'apprentissage :

- pas de possibilité d'essai, d'ajustement en cas d'erreur ;
- un accent mis sur la tâche (dessiner) au détriment de ce que l'on veut véritablement travailler (constituer une collection de cardinal donné) ;
- la possibilité qu'un manque de connaissance (représentation d'un arbre/du fruit inconnue des élèves) empêche la mobilisation du savoir-faire en jeu.

Une alternative est ensuite suggérée : par exemple préparer des collections de trois objets avec différents matériels (jeux de construction, jetons, etc.) permettant des rectifications en cas d'erreurs, et un travail explicite sur la quantité « trois » présentée sous différents aspects.

2.2 La place du jeu

Le rapport (Bouysse, Claus, et Szymankiewicz) de l'IGEN de 2011 formule des préconisations quant à la place du jeu dans les apprentissages à l'école maternelle : « *Ces apprentissages qualifiés d'a-didactiques, le plus souvent régulés par l'enfant, pourraient s'enrichir plus encore si l'enseignant prenait le temps de jouer avec les enfants pour complexifier les rôles, expliciter et faire comparer des manières de faire, aider à prendre conscience des stratégies gagnantes, etc. Il n'est pas sûr que beaucoup d'enfants aient des expériences de jeu avec un partenaire compétent dans la vie courante ; nombre d'enseignants assurent que des enfants ne savent plus jouer… sans considérer qu'ils seraient dans leur rôle en leur apprenant à jouer pour que ces enfants puissent ensuite apprendre en jouant, et que ce ne serait pas du temps perdu.* »

Dans la continuité de ce texte, les programmes de 2015 et notamment le document d'accompagnement *Jouer et apprendre* (MENSR, 2015) insistent sur la place du jeu à l'école maternelle et proposent des modalités de mise en œuvre du jeu à l'école maternelle. Ce document insiste notamment sur la

nécessaire progression du jeu libre au jeu structuré, et propose une démarche : la trame M.A.R.T., « Mise en situation – Action – Retour sur action – Trace » (détaillée page 11 de MENSR, 2015).

L'APP est selon nous une occasion d'illustrer ce passage du jeu libre au jeu structuré : il est par exemple possible lors de la séance inaugurale de laisser les élèves utiliser librement un matériel, puis de faire introduire progressivement des règles par les étudiants au cours des séances suivantes. Un exemple est présenté en partie III, avec l'évolution d'un jeu de construction vers une situation de construction d'une collection de cardinal donné.

3 PE en maternelle : Un positionnement spécifique de l'enseignant(e)?

Un objectif du dispositif de formation qu'est l'APP est d'aider à la construction de gestes professionnels adaptés à l'âge des élèves, dont un qui nous paraît essentiel : se laisser du temps pour observer, écouter et analyser les énoncés et les procédures des élèves pour agir ensuite plus efficacement. Il s'agit presque d'une posture « à la périphérie », d'inspiration Montessorienne. Pour sensibiliser les étudiants de M1 à cette démarche, nous avons fait le choix de privilégier dans les APP les moments où les étudiants travaillent avec un petit groupe d'élèves, souvent suivis d'une séance à l'autre, plutôt que de privilégier un travail de gestion du groupe entier. Ce choix, sur lequel nous reviendrons dans la partie IV, n'est cependant pas partagé par tous les formateurs : certains voient l'APP comme un moment dans lequel chaque étudiant doit s'entraîner à gérer une classe comme s'il était seul dans cette classe.

III - QUELS OBJECTIFS DE FORMATION POUR UN APP EN M1 ? LE POINT DE VUE DE DEUX FORMATEURS EN MATHÉMATIQUES

Les APP constituent pour nous des moments importants pour apporter des éléments de formation initiale sur l'enseignement des mathématiques en maternelle, aussi bien pour la préparation au concours que pour la préparation au métier. A ce titre, leur préparation soulève donc des questions : comment les articuler avec les heures « classiques » de cours et de TD ? Quels objectifs leur assigner ?

Lors de la préparation de cette communication, nous avons analysé les APP que nous avons conduits ces dernières années. Il en ressort qu'en l'état actuel des choses, les APP sont pour nous des dispositifs permettant :

- de faire travailler les étudiants sur des problèmes de référence, en faisant conduire une réflexion sur les variables didactiques associées à ces problèmes, et en faisant observer et analyser des procédures, des difficultés et des erreurs d'élèves ; dans la suite, parmi ces problèmes, nous développons des exemples autour de la construction du nombre : des problèmes autour de la constitution d'une collection équipotente à une collection donnée et des problèmes de comparaison de deux collections du point de vue de la quantité ;
- d'illustrer les différentes modalités de travail en mathématiques à l'école maternelle identifiées par Houdement et Peltier (1992), à savoir des « situations spécifiques », des « situations rituelles » et des « situations fonctionnelles ».

Nous détaillons ces axes de travail dans les deux paragraphes qui suivent.

1 Apporter ou renforcer des éléments didactiques sur la construction du nombre en APP (problèmes de référence, variables didactiques, difficultés et erreurs des élèves)

Les APP de M1 que nous conduisons se déroulent en général sur deux périodes : certains ont eu lieu à l'automne, avant que la construction du nombre n'ait été abordée dans les séances de mathématiques du master (dans la progression commune, nous abordons en général ce thème en janvier) ; d'autres ont lieu en mars-avril, alors que la construction du nombre a déjà été abordée.

Selon la période, nous cherchons soit à introduire, soit à renforcer la compréhension des éléments présentés en cours ou en TD sur la construction du nombre, et à leur donner de l'authenticité : en faisant témoigner lors des cours ou des TD des étudiants ayant participé aux APP de l'automne, ou en faisant mettre en œuvre des situations présentées auparavant en cours ou en TD dans l'année pour les APP du

printemps. Dans cette partie, nous illustrons à travers quelques exemples de moments vécus en APP comment nous travaillons sur la construction du nombre.

1.1 Premier exemple : construction d'une collection équipotente à une collection donnée.

Après analyse des APP sur le nombre que nous avons conduits ces dernières années, nous avons constaté que le problème de la construction d'une collection équipotente à une collection donnée a été présent systématiquement dans nos APP, de deux manières : en fil rouge ou de manière ponctuelle ; nous présentons dans la suite plusieurs exemples d'exploitation de ce problème.

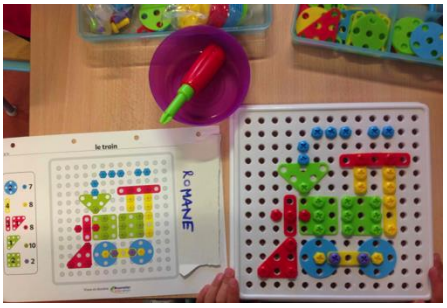
L'un de nos APP a été construit intégralement autour de ce problème, comme une introduction à des éléments traditionnels d'un cours de M1 sur la construction du nombre, tels qu'on peut les observer par exemple dans les différentes étapes de la vidéo « Voitures et garages » (Briand, 2000).

L'objectif était alors d'illustrer les effets des variables didactiques classiques dans ce type de problème (éloignement ou non des deux collections ; nombre de voyages autorisés ; nécessité ou non d'une commande, et le cas échéant, commande orale ou écrite). Le planning des séances était alors planifié *a priori* par le binôme de formateurs, et au fil des cinq séances, les nouvelles contraintes étaient imposées aux étudiants. Nous pouvons donc considérer avoir choisi de conduire un apprentissage « par imprégnation » sur ces variables didactiques auprès des étudiants ; le travail de ces derniers portait alors essentiellement sur la formulation des consignes et des bilans.

Dans un autre APP, nous avons utilisé ce problème de manière ponctuelle, comme un exemple de situation spécifique portant sur la reconnaissance des très petites quantités, préalable au travail sur le dénombrement par comptage. Nous l'avons fait mettre en œuvre en suivant le scénario proposé par (Fénichel, Mazollier 2011) dans la situation dite de *La boîte à remplir,* illustrée ci-contre.

Deux étudiants devaient travailler avec quelques élèves de début de MS, en difficulté relativement à la reconnaissance des très petites quantités (le diagnostic ayant été effectué préalablement par le maître-formateur de la classe). Le travail des étudiants portait alors sur la mise en œuvre de la situation, à travers les tâches de formulation des consignes et de verbalisation des actions des élèves. Il fut l'occasion d'appréhender la diversité des réactions qui peuvent être rencontrées auprès d'un petit groupe d'élèves pour une même situation : un élève exécute la tâche demandée et enchaîne sans difficulté des commandes successives formulées par l'adulte ; un autre éprouve de la lassitude au bout de deux commandes et refuse de continuer ; un autre refuse d'emblée d'entrer dans la tâche (adulte inconnu ? tâche qui ne fait pas sens - pourquoi aller chercher des jetons pour les ranger dans des boîtes d'œufs ? …)

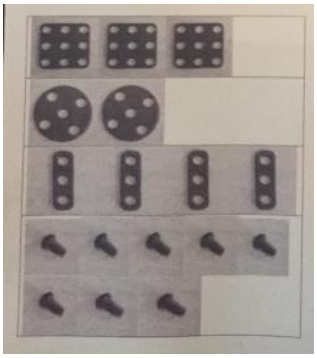
Dans ce même APP, d'autres étudiants travaillaient avec d'autres élèves sur une adaptation d'un jeu de construction présent dans la classe et connu des élèves. Dans la version initiale du jeu, un assemblage de formes planes est dessiné sur un modèle et doit être reproduit en vissant différentes pièces sur un support quadrillé. Sur le modèle figure également le nombre de pièces de chaque forme mobilisées dans l'assemblage (illustration ci-contre).

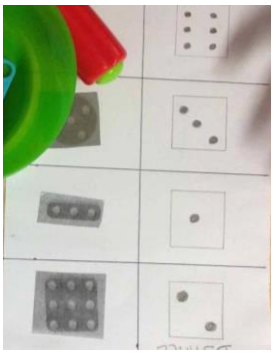
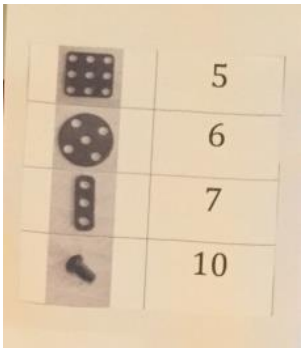


Dans le cadre de l'APP, nous avons proposé aux étudiants de travailler sur une adaptation de ce jeu, en en reprenant le matériel, mais en transformant la tâche de reproduction en une tâche de construction sous contraintes : chaque élève se voyait remettre un bon de commande, et devait aller chercher en une

seule fois « juste ce qu'il fallait » de pièces pour avoir exactement les pièces commandées ; il devait ensuite construire un assemblage de son choix avec les formes ainsi obtenues.

Le travail demandé aux étudiants consistait alors à préparer des bons de commande, et était pour nous l'occasion de travailler sur différentes désignations d'une même quantité (photographies à l'échelle ou non des pièces du jeu, puis représentations analogiques de la quantité sous forme de collections-témoins, puis recours à l'écriture chiffrée). Des exemples de bons de commande obtenus figurent ci-dessous.



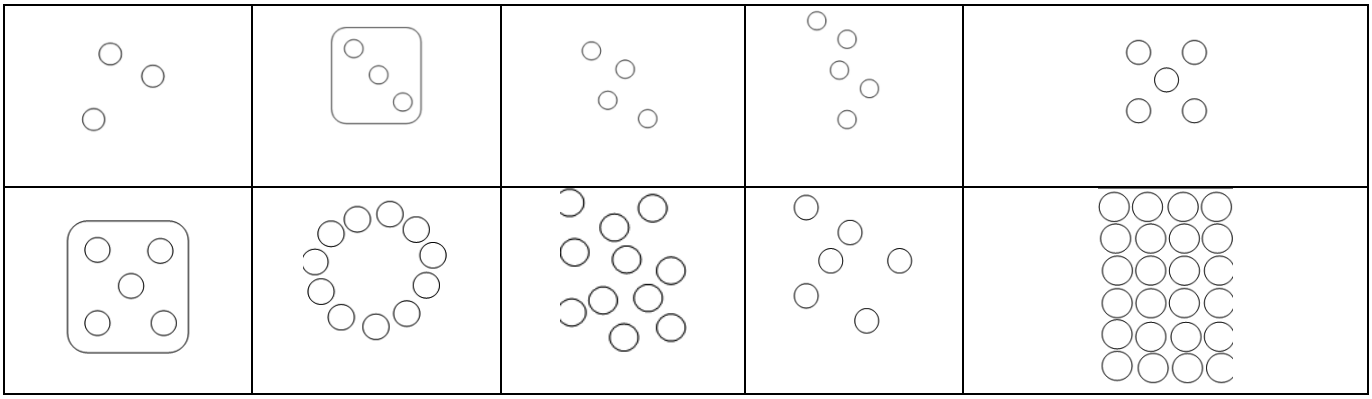



Les désignations étaient adaptées aux élèves et choisies en fonction de compétences préalablement repérées par le maître-formateur de la classe : pour les deux premiers bons de commande ci-dessus, les élèves devaient préparer des collections de pièces équipotentes aux collections photographiées (avec des pièces en taille réelle et donc une superposition possible, puis avec une taille réduite) ; pour les deux autres bons de commande, les élèves devaient se référer à la seule désignation de la quantité pour préparer la commande demandée. Cet APP s'étant déroulé en tout début d'année de M1, le choix des désignations fut très guidé par les formateurs. Ici encore nous pouvons considérer que nous avons conduit auprès des étudiants un travail sur différentes désignations d'une même quantité « par imprégnation », ainsi qu'une sensibilisation à une modalité de différenciation pédagogique.

Dans un troisième APP, effectué celui-ci au printemps, nous avons utilisé le problème de construction d'une collection équipotente à une collection donnée sous la forme d'un dispositif de diagnostic de compétences numériques chez des élèves de MS/GS, puis comme un dispositif se prêtant facilement en classe à un travail différencié, à partir du scénario de la situation « Juste assez » dont le lecteur pourra trouver un descriptif dans (Hersant et Thomas, 2015) ou sur le site primaths.fr (consulté en septembre 2017).

Le travail des étudiants dans le cadre de l'APP consistait alors en l'analyse du matériel proposé par les formateurs lors de la première séance (les planches à remplir), puis en la fabrication de nouvelles planches pour les séances suivantes, en fonction de difficultés constatées chez les élèves lors de tâches de dénombrement.

Des exemples de planches ainsi construites sont fournies ci-dessous : les six premières ont été construites pour mettre en évidence les procédures de dénombrement utilisées par les élèves pour des collections de petites quantités (reconnaissance immédiate ou non, favorisée ou non par la présence d'un cadre pour les constellations du dé ; recours ou non à un comptage) ; les suivantes ont été pensées pour mettre au jour les stratégies d'énumération utilisées (ou non) par les élèves dans des tâches de dénombrement de collections plus grandes.



Ce travail d'analyse et de fabrication de matériel nous a permis d'aborder ou de revenir avec les étudiants sur les différentes procédures de dénombrement travaillées à l'école maternelle, sur les principes énoncés par Gelman et Gallistel (1986) pour mener à bien un dénombrement par comptage, et sur la nécessité de conduire le travail sur l'énumération identifié et décrit par Briand (2000) : pour remédier à des difficultés liées à l'énumération d'une collection fixe, constatées par les étudiants chez des élèves lors de la situation du « Juste assez ». Nous avons ainsi ensuite présenté des situations visant à travailler sur l'énumération, situations que les étudiants ont expérimenté avec les élèves lors de séances ultérieures.

Lors de la conférence qu'elle a faite pendant le colloque (Wozniak 2016), F. Wozniak a défendu l'idée qu'un formateur doit être soucieux de proposer aux étudiants et aux stagiaires des problèmes dont la résolution passe par une réflexion sur des variables didactiques essentielles pour l'enseignement des contenus mathématiques dont la formation fait l'objet. Il nous semble qu'une tâche de fabrication de matériel dans un souci de différenciation, telle que celle que nous venons de décrire, peut fournir un point de départ pour un scénario de formation initiale construit avec cette préoccupation : le besoin de s'intéresser aux principales variables didactiques associées à des problèmes de dénombrement à l'école primaire émerge selon nous naturellement.

Signalons enfin que dans ce troisième APP au cours duquel, nous, formateurs, expérimentions pour la première fois en classe la situation « Juste assez », nous avons constaté l'appropriation extrêmement rapide par les élèves du dispositif (le matériel est suffisamment inducteur pour que la phase de dévolution soit quasi instantanée, et il est auto-validant), et une utilisation spontanée et autonome par les élèves de ce matériel lors de l'accueil des matinées qui ont suivi son introduction. Ceci nous a donc permis de proposer aux étudiants un exemple de situation permettant un travail autonome des élèves, situations dont on connaît d'une part le besoin fréquemment exprimé par les enseignants débutants, et d'autre part la difficulté d'élaboration.

1.2 Deuxième problème de référence : comparaison de deux collections du point de vue de la quantité

L'objectif initial de l'un des APP que nous avons conduits était de faire travailler les étudiants autour d'une diversité possible de situations pour travailler une même compétence dans une classe de MS/GS hétérogène, la compétence étant « comparer des quantités ». Nous expliquons succinctement dans la suite comment nous avons travaillé avec les étudiants dans ce cadre, en expliquant comment nous avons essayé d'amener les étudiants à s'intéresser à différentes variables didactiques dans un problème de comparaison, sous une contrainte, que nous nous étions fixés : partir de jeux présents dans la classe, connus des élèves, et les faire évoluer (comme déjà décrit dans le deuxième exemple du paragraphe précédent).

Le jeu du serpent

Le premier jeu que nous avons choisi d'adapter était le « jeu du serpent », un jeu de cumul dans lequel, dans sa version initiale, chaque joueur lance un dé à constellations, puis gagne autant de jetons que de

points indiqués sur le dé, afin de recouvrir progressivement les cases de son serpent…. le serpent devant à la fin être complété exactement, sans surplus de jetons.

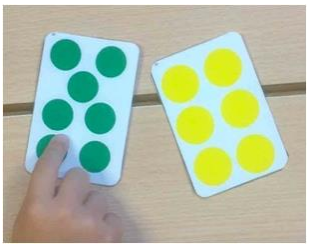
Nous avons demandé aux étudiants d'introduire un deuxième dé, de telle sorte que l'élève, après avoir lancé les deux dés, soit mis en position de choisir le dé portant la quantité « la plus intéressante ». Dans un premier temps les dés étaient deux dés à constellation, puis, dans un second temps, un seul portait des constellations, l'autre ayant des écritures chiffrées (l'idée d'utiliser simultanément les deux codages revenant à Laurence Gaudet et ayant été testée dans un précédent APP, à l'occasion d'un travail sur l'introduction progressive de stratégie dans les jeux de hasard).

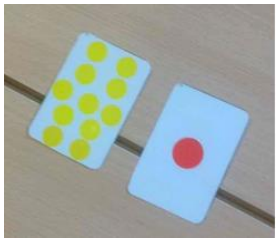
Le travail demandé aux étudiants consistait alors essentiellement à produire une grille d'observation des procédures des élèves, en fonction des désignations et des quantités rencontrées. Pour certains élèves, cette situation a semblé être un déclencheur de la prise de conscience qu'une écriture chiffrée code une quantité (au début, certains élèves préféraient choisir un dé avec quatre points plutôt qu'un dé avec le seul symbole « 6 », puis, en s'intéressant aux choix de leurs adversaires, ou sous l'étayage de l'adulte, ont remis en question ce choix) ; l'APP a été l'occasion pour les étudiants d'observer cette prise de conscience, puis d'accompagner la prise en main par les élèves d'une bande numérique individuelle avec les deux codages, mise à leur disposition pour la première fois à cette occasion.

Le jeu de la bataille

Lors du lancement de l'APP, certains élèves de GS connaissaient les règles du jeu de la bataille, et savaient jouer avec un jeu de cartes traditionnel. Ces élèves devaient apprendre à jouer à quelques élèves de MS. Au cours de cette séance, les étudiants ont d'abord pu observer cette modalité d'apprentissage, "entre pairs" et en grand groupe. Ils ont également pu constater que les difficultés rencontrées par les élèves de MS pouvaient relever d'un défaut de connaissances numériques (de 9 ou de 7, quel est le plus grand ?), mais également d'obstacles créés par l'habillage d'un jeu de carte traditionnel, fréquemment observés par le maître-formateur : en cas d'ignorance de l'écriture chiffrée et de recours à une collection-témoin pour déterminer la valeur portée par la carte, quelle collection choisir comme collection-témoin ? (une carte d'un jeu traditionnel comporte en effet des éléments parasites : l'écriture chiffrée, présente deux fois, et le symbole miniature de la famille, présent également deux fois).

Après analyse collective de ces difficultés, nous avons demandé aux étudiants de construire un nouveau jeu de cartes, spécifiquement conçu pour un travail sur les comparaisons de quantités, sans la présence des écritures chiffrées (des exemples figurent ci-dessous).





Par ce travail, nous avons pu aborder des variables didactiques dans des problèmes de comparaison de collections fixes (les cardinaux des collections, mais aussi l'organisation des collections, la taille des objets …). Nous avons également demandé aux étudiants de construire une grille d'observation des procédures observées, en fonction des cartes comparées (comparaison perceptive, appui sur la comptine

et les désignations orales des cardinaux, appui sur la bande numérique après marquage des deux quantités en jeu).

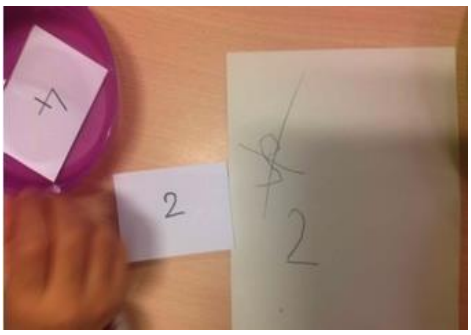
Signalons au passage que cette tâche de construction de matériel a permis de soulever une autre question : celle de l'habillage des situations proposées en maternelle. Spontanément, le binôme d'étudiants chargé de construire les jeux de cartes a proposé des cartes utilisant comme symboles des personnages de marques commerciales, avec l'intention (bienveillante) de susciter l'enthousiasme et l'enrôlement des élèves…

Les boîtes empilées, boîtes alignées

Lors de la première séance de l'APP, un groupe d'élèves de GS constitué par le maître-formateur de la classe a joué pour la première fois à ce jeu décrit dans la collection ERMEL (Colomb, Charnay, Douaire, Valentin, Guillaume 2005). Ces élèves savaient déjà comparer sans difficulté des quantités inférieures à vingt, et la seule résistance que l'on pouvait envisager *a priori* se situait lors du passage à l'alignement des boîtes : les élèves allaient-ils élaborer une stratégie pour choisir à chaque tour la boîte contenant le plus d'objets parmi les boîtes encore disponibles ? Cet atelier a été dirigé par le maître formateur. Les élèves ont réussi sans difficulté à élaborer une stratégie.

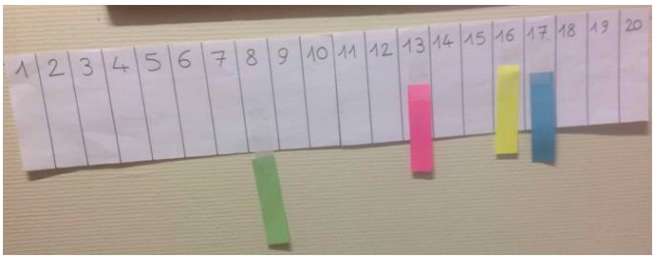
Pour rendre l'activité plus consistante, le maître formateur a alors demandé à chaque élève d'écrire à chaque tour sur une feuille combien de jetons il avait remporté. A la surprise des étudiants, c'est à ce stade que des erreurs sont apparues, avec beaucoup de chiffres tracés "en miroir" (un exemple est donné ci-contre). L'analyse de cette situation a ainsi permis de faire émerger la différence entre deux compétences parfois mal distinguées en formation initiale : associer la désignation orale et l'écriture chiffrée d'un nombre (compétence maîtrisée par les élèves du groupe), et savoir tracer les chiffres.

Lors de l'analyse de la séance, les étudiantes qui avaient observé l'atelier ont proposé spontanément une adaptation pour la semaine suivante : remplacer les collections présentes dans les boîtes par des écritures chiffrées et adapter la règle : la boîte n'est remportée que si l'écriture chiffrée est correctement recopiée.



Cette adaptation - que nous, formateurs, n'avions pas prévue *a priori* d'insérer dans l'APP– a fait surgir de nouveaux problèmes mathématiques : un premier, sans difficulté pour les élèves du groupe, de comparaison entre une quantité codée sur un dé à constellation, et une quantité codée par une écriture chiffrée dans les boîtes ; un second, qui, lui, a offert plus de résistance : une fois le jeu terminé, comment déterminer le vainqueur à partir des étiquettes cumulées par chacun ? Face à ce problème, les élèves ont spontanément cherché à déterminer leurs scores individuels, ce qui a permis aux étudiants d'observer des procédures de résolution de problèmes additifs par des élèves de grande section (avec par exemple

appui sur les doigts et la comptine orale). Les étudiants ont alors proposé d'utiliser la bande numérique pour stocker les scores de chacun et les comparer, comme illustré ci-dessous.



2 Faire pratiquer différentes modalités pour faire des mathématiques en maternelle

En complément des situations conçues spécifiquement pour faire des mathématiques que nous avons décrites dans la partie précédente, les APP permettent de montrer aux étudiants que l'on peut faire faire des mathématiques selon les deux autres modalités identifiées par Houdement et Peltier (1992) : des situations rituelles et des situations fonctionnelles.

2.1 Utiliser les rituels et l'accueil pour faire résoudre des problèmes de mathématiques

Dans les APP en maternelle que nous conduisons, les étudiants de M1 sont systématiquement mis en position d'observer puis de s'approprier un moment ritualisé dans la classe, autour de l'appel. Le travail d'analyse d'un rituel installé dans la classe consiste en général en un « décryptage » de ce moment structuré, dont le déroulement apparait comme fluide aux étudiants, avec une analyse des choix et des stratégies mis en place par le maître-formateur pour construire des apprentissages tout en gérant le grand groupe. D'un point de vue mathématique, pour l'analyse du moment de l'appel avec de « simples » tâches de dénombrement des absents ou des présents, nous orientons la plupart du temps l'attention des M1 sur les champs numériques en jeu, les méthodes de dénombrement utilisées par les élèves, les modes de désignations écrites des quantités et les supports utilisés (bande numérique présente ou non), les liens faits ou non entre les aspects cardinal et ordinal du nombre, en les mettant en comparaison avec des alternatives que l'on pourrait rencontrer dans d'autres classes.

L'un de nos APP, conduit dans la classe de Christine Bajard, nous a permis d'analyser un moment ritualisé de mathématiques allant « plus loin » qu'une tâche de dénombrement des absents et des présents. Dans la période dans laquelle se déroulait l'APP, les élèves avaient l'habitude, lors de l'accueil dans la classe, de placer leur étiquette-prénom dans l'un des six emplacements de l'une des maisons colorées (au choix, en séparant les filles et les garçons, comme illustré ci-contre).

Un élève, désigné comme responsable, devait ensuite désigner, par une écriture chiffrée, la quantité d'étiquettes contenue dans chaque maison. En grand groupe, les élèves devaient enfin vérifier le travail du responsable, puis répondre à une question devenue ritualisée : « Que peut-on dire des maisons ? ». Des petits problèmes mathématiques étaient alors abordés : les élèves, sans plus d'indication, comparaient, complétaient, ajoutaient les effectifs des maisons, voire en prenaient le double ….

Pour le rituel décrit ci-dessus, des axes d'analyse avec les étudiants de M1 ont été les suivants :

- pourquoi six emplacements par maison, alors que les élèves de la classe pouvaient en majorité dénombrer de plus grandes collections ? Nous avons alors pu évoquer la différence entre tâches de dénombrement « simples » et résolution de problèmes portant sur des quantités ;

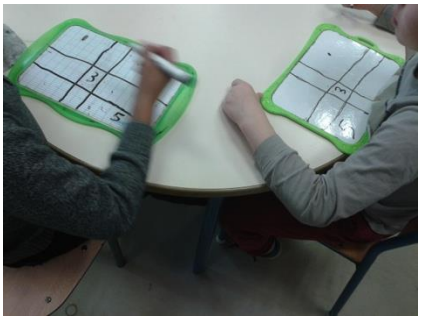
- cet affichage était-il présent depuis le début de l'année, allait-il perdurer ? Cette question a permis de revenir sur le caractère souvent « sclérosant » des rituels évoqué en partie I, dans (MENSR, 2011), et sur leur nécessaire évolution tout au long de l'année (ici, par exemple, une évolution avec un nouvel affichage comportant seulement deux maisons, pour travailler avec des quantités plus importantes, était prévue) ;

- pourquoi une question ouverte plutôt que des questions fermées dans ce travail en grand groupe ? L'intention – et la difficulté – de susciter l'implication du plus grand nombre et de récolter une diversité de réponses ont pu alors être abordées.

Dans la plupart des APP que nous avons encadrés, la conduite d'un moment ritualisé a été confiée à l'un des étudiants du groupe dès la deuxième séance - que ce soit le moment de l'appel, ou un moment de « jeu mathématique » comme « Je suis Ping, tu es Pong, je suis 8, tu es ? » (la réponse attendue étant alors le nombre suivant 8, donc 9). Ceci permet de faire prendre conscience aux étudiants que la fluidité observée en première séance n'est pas facile à conserver, et cela permet de soulever de nouvelles questions, en tête desquelles : comment conserver l'attention de tous les élèves pendant toute la durée du regroupement ? Les besoins et les risques suivants sont alors ressentis :

- besoin d'un certain rythme : quelle alternance mettre en place entre les tâches ? quelle durée passer sur un exercice en grand groupe ?
- besoin de supports visuels (et pratiques) : pour attirer l'attention des élèves, transmettre une partie de la consigne, permettre une correction rapide…
- risque de s'enfermer dans une relation duelle avec un élève qui donne sa solution, au détriment du groupe ;
- risque de ne prêter attention qu'à quelques élèves, en perdant de vue certains élèves moins « performants ».

Une fois ces difficultés perçues, nous proposons des alternatives aux M1, sans masquer le fait que la gestion de ces moments collectifs présente (même pour des enseignants expérimentés) des difficultés. Nous travaillons ainsi par exemple sur les modes de transmission des réponses dans ces moments collectifs, comme moyens de mettre les élèves en situation de travail individuel : plutôt que la désignation orale, on peut privilégier les désignations des quantités sur les doigts, ou les désignations écrites sur ardoise (support de travail que les étudiants n'envisagent pas toujours pour l'école maternelle).



Comme indiqué dans la partie I, avec notamment l'exemple du jeu de bataille, nous montrons également aux M1 qu'il est possible de confier la même tâche à tous les élèves de la classe, hors du coin regroupement : par exemple, dans la classe de Laurence Gaudet, les étudiants ont pu observer une situation d'entraînement ritualisée sur les écritures chiffrées et la structuration de l'espace dans un plan horizontal, avec une dictée des nombres allant de 1 à 9 sur quadrillage (sur ardoise) : « En haut à gauche, écrivez un ; en bas à droite, écrivez cinq ; … » etc. jusqu'à ce que huit cases sur les neuf soient remplies ; les élèves devaient alors compléter la dernière case avec le nombre manquant.

2.2 Montrer l'intérêt de situations fonctionnelles (pour montrer aux élèves l'efficacité de certains outils mathématiques)

Lors de chacun de nos APP, nous faisons en sorte que les étudiants puissent observer ou mettre en œuvre au moins une situation de la vie de la classe ou d'une autre discipline dans laquelle les mathématiques interviennent comme outil de résolution de problèmes. Cela peut être par exemple à l'issue d'une séance de motricité (dénombrement de points, comparaison de scores), pour la préparation

d'un goûter d'anniversaire (deux élèves doivent préparer juste ce qu'il faut d'assiettes pour les présents), ou pour une situation provoquée par l'APP : nous proposons en effet parfois, lors de la dernière séance d'APP, un parcours de quatre ou cinq ateliers mathématiques reprenant des situations travaillées « avec les maîtres et les maîtresses » présents dans la classe pendant l'APP. Les élèves de la classe, répartis en équipe, cumulent des points, sous forme de gommettes, au cours des ateliers ; au fil du parcours, il s'agit alors de déterminer l'équipe qui a obtenu le plus de points, ou de ranger les équipes par ordre croissant de points.

Ceci permet de faire ressortir l'intérêt particulier de ces situations fonctionnelles, qui montrent concrètement aux élèves l'efficacité de certains outils mathématiques : on peut alors aborder la question du sens – pour les élèves – des situations proposées en classe. Il est également possible, à partir de ce type de situation, de montrer le « phénomène » du transfert des procédures et connaissances des élèves : le comptage réussi avec des jetons peut ne plus l'être avec des ballons, « trop gros » ou plus difficiles à énumérer ; un enrôlement dans la tâche de dénombrement peut être réussi en salle de motricité (on veut savoir qui a gagné) et peut échouer dans une situation spécifique en classe. Ceci nous permet aussi d'en montrer les limites (faible proportion d'élèves impliqués dans la tâche mathématique lors d'une situation fonctionnelle, par exemple).

IV - CONCLUSION

Nous avons présenté dans ce texte des axes de travail que nous avons cherché à développer au cours de nos APP. Cependant des questions qui nous paraissent essentielles restent ouvertes, en lien avec l'efficacité de ces dispositifs dans la formation des étudiants : nous en mentionnons trois pour conclure ce texte, avant de mentionner les apports que ces dispositifs nous paraissent procurer aux formateurs.

1 Des questions soulevées par ce dispositif de formation

1.1 Apprendre à travailler avec un petit groupe ou apprendre à gérer la classe ?

Nous (auteurs de ce texte) avons fait le choix dans nos APP de M1 de faire en sorte que chaque étudiant soit chargé de préparer (en binôme) pour chacune des séances un travail avec un petit groupe d'élèves. Nous faisons ce choix avec trois objectifs : laisser du temps aux étudiants pour observer des élèves, pour s'entraîner à prendre progressivement en charge un groupe d'élèves en ayant la possibilité de le faire chaque semaine, et favoriser un travail d'équipe au sein du groupe d'étudiants ; c'est *tout* le groupe qui est chargé de la préparation de chacune des séances. Par conséquent, dans nos APP, en pratique, il y a rarement un élève laissé en autonomie, et sauf pour quelques moments de travail en grand groupe, un étudiant de M1 n'est pas placé dans la situation réelle d'un professeur des écoles seul dans sa classe.

Ce choix n'est pas celui qui est fait par tous les formateurs de notre ESPE. Certains en élémentaire comme en maternelle, choisissent d'approcher au plus près la situation d'un P.E. dans sa classe, et confient la mise en œuvre exclusive d'une matinée à un ou deux étudiants. Nous ne disposons pas à ce jour d'éléments nous permettant de trancher en faveur de l'un ou l'autre des dispositifs.

1.2 Planifier précisément à l'avance la séquence ou la construire au fur et à mesure avec les étudiants ?

Les APP que nous avons évoqués dans ce texte ont été construits selon deux modalités :

- certains avec l'intention de faire vivre aux étudiants sur cinq semaines les différentes phases d'une « séquence », de l'évaluation diagnostique à l'évaluation finale, en essayant de rendre les plus explicites possible les différentes étapes. Dans ce cas la séquence est planifiée à l'avance par le binôme de formateurs, présentée lors de la séance inaugurale, et les étudiants doivent ensuite la mettre en œuvre, étape par étape. Un objectif associé à ce dispositif est d'apporter aux étudiants de M1 des éléments « structurants » pour la préparation de la classe. Nous en avons cependant éprouvé une limite : dans cette planification d'une séquence sur 5 semaines, les M1 ne sont pas placés en situation de prendre

véritablement en compte les réactions des élèves. En effet, dans nos expériences, suite aux séances en classe, les étudiants formulaient des remarques sur les réussites et échecs des élèves, mais ne pouvaient pas réellement les prendre en compte dans leur préparation, enfermés dans la structure initialement fixée (les remédiations éventuelles étant prises en charge entre deux séances d'APP par le maître-formateur de la classe) ;

- d'autres avec l'intention de laisser en priorité de la place à l'observation des élèves et à la prise d'initiative des étudiants : la première séance est préparée par le binôme de formateurs, les grandes lignes des séances suivantes sont également envisagées avant le début de l'APP, mais la séquence n'est pas présentée aux étudiants au début de l'APP ; seul un thème de travail est énoncé (par exemple « problèmes de comparaison », ou « jouer pour apprendre le nombre »). Un avantage de cette stratégie est selon nous de favoriser la prise d'initiative des étudiants : les formateurs anticipent à chaque fois un contenu possible pour la séance suivante, mais lors des temps de travail de fin de matinée, les étudiants peuvent proposer *d'abord* des idées pour la suite, en fonction de ce qu'ils ont observé dans la première partie de la matinée (cf. par exemple ce que nous avons décrit pour le *jeu des boîtes empilées et alignées*). Une limite réside dans l'apparence un peu « improvisée » qui peut s'en dégager, et son caractère sans doute « peu structurant » en formation initiale (qui va en tout cas à l'encontre des exigences de planification en termes de séquence souvent formulées en M2).

1.3 Quelles régulations entre deux séances ?

Entre deux séances d'APP, les étudiants sont chargés de rédiger des documents de préparation, qu'ils envoient par courrier électronique aux formateurs ; ces derniers les relisent, et les commentent, puis les étudiants reprennent, si nécessaire, des éléments de leur préparation.

Un point sur lequel les régulations des formateurs portent fréquemment concerne les consignes, les étudiants en proposant souvent de trop compliquées. Nous avons ainsi pu insister entre deux séances sur l'intérêt d'une même question répétée dans des situations différentes, qui permet d'intégrer facilement la consigne ; sur le problème des implicites dans les consignes ; sur l'importance d'utiliser un vocabulaire précis et spécifique pour l'apprentissage des élèves ; sur le rôle des supports matériels.

Concernant la formation en mathématiques, ces relectures nous permettent d'évaluer ce que nos étudiants ont compris et retenu des séances de TD ou des précédentes régulations : nous avons ainsi pu observer de manière récurrente la difficulté de compréhension de l'intérêt de la consigne « aller chercher juste ce qu'il faut » par rapport à « aller chercher le bon nombre de … ». Nous observons également fréquemment des difficultés de distinction entre « procédures de résolution » et « procédures de validation ».

Il nous semble cependant que lors de ces régulations les formateurs sont tiraillés entre deux stratégies :

- donner aux étudiants de M1 les moyens d'expérimenter lors d'une séance leurs préparations spontanées, et de prendre conscience par eux-mêmes de leurs maladresses ou erreurs éventuelles (consigne trop compliquée, matériel mal conçu, …). Nous avons fait ce choix pour quelques APP ; ceci conduit alors à peu réagir lors de la réception des documents de préparation, mais nécessite, selon nous, un contrat clair avec les étudiants : vous devez préparer, nous vous laissons vous tromper, et se tromper n'est pas dramatique ; ceci nous paraît « formateur », mais pose un problème : les élèves sont placés dans des conditions d'apprentissage parfois peu favorables ;

- proposer aux élèves de la classe des situations d'apprentissage qui se déroulent dans les meilleures conditions possibles *a priori* ; ceci conduit les formateurs à commenter parfois abondamment les préparations des étudiants. Il nous semble cependant qu'alors, outre le fait que l'étudiant ne pourra pas prendre conscience par lui-même de ses maladresses, on prend le risque de dénaturer complètement la préparation de l'étudiant, qui, par conséquent, peut avoir beaucoup de mal à s'approprier la nouvelle version de la préparation pour la mettre en œuvre.

En pratique, nous essayons de trouver un compromis entre les deux stratégies, mais cette question, comme les deux précédentes, constituent pour nous des axes de travail pour enrichir notre dispositif de formation.

2 Des éléments que les APP peuvent apporter aux formateurs

Conçus pour la formation des étudiants, les APP sont aussi des moments, qui, nous semblent-ils, sont profitables aux formateurs, et contribuent à leur formation. Nous terminons ce texte en mentionnant quelques-uns des apports que nous avons identifiés :

- côté PEMF : un APP permet d'observer ses élèves dans un autre contexte ; il permet également de revisiter et compléter sa formation disciplinaire et didactique ; il permet de questionner ses propres pratiques en classe ;
- côté PESPE : un APP permet de voir ses étudiants dans un autre contexte (des étudiants effacés en TD se « révèlent » en APP) ; il permet de récolter des traces (photos, vidéos) de travaux d'élèves et procure des « expériences de terrain » en maternelle (observation d'élèves, fabrication de matériel, ...), qui permettent ensuite en formation hors classes, d'apporter des éléments pragmatiques. Plus généralement, il permet de compléter sa formation relativement à des gestes professionnels, et permet de se pencher sur des éléments didactiques d'autres domaines que ceux de sa discipline ;
- de manière croisée, enfin : un APP permet de partager des ressources et d'initier et développer des collaborations, au moins pour la préparation d'autres formations, conduites, idéalement, ensemble….

V - BIBLIOGRAPHIE

BATTEAU V. (2015) Le dispositif de formation continue Lesson Study : présentation d'un travail mené autour d'une leçon de numération en CE2, in *Actes du 42e colloque COPIRELEM*, ARPEME.

BRIAND J. (2000) Enseigner l'énumération en moyenne section, *Grand N*, **66,** IREM de Grenoble.

BRIAND J., LOUBET M., SALIN M.H. (2004) *Apprentissages mathématiques en maternelle*, Hatier.

BOUYSSE V., CLAUS P., SZYMANKIEWICZ C. (2011) L'école maternelle*, Rapport de l'Inspection générale de l'éducation nationale et de l'inspection générale de l'administration, de l'éducation nationale et de la recherche au Ministre de l'éducation nationale, de la recherche et de la vie associative,* **2011-108**.

COLOMB J., CHARNAY R., DOUAIRE J., VALENTIN D., GUILLAUME J.-C. (2005) *Ermel - Apprentissages numériques et résolution de problèmes Grande Section*, Hatier.

CLIVAZ S. (2015) Les Lesson Study, Kesako ?, *Math-Ecole (web)*, **224,** Math-Ecole Neuchâtel, Suisse.

EYSSERIC P. (2014) Les mathématiques en formation continue, *Cahiers Pédagogiques*, **517**, Paris : Cercle de Recherche et d'Action Pédagogiques (CRAP).

FÉNICHEL M. ET MAZOLLIER M.-S (2011) *Enseigner les mathématiques en maternelle*, CRDP de Créteil.

GELMAN R. ET GALLISTEL C.R. (1986) *The Child's Understanding of Number*. London : Havard University Press.

HERSANT, M. ET THOMAS, Y. (2015) *Maths à grands pas,* Paris : Retz.

HOUDEMENT C. ET PELTIER M.-L.(1992) Du rite de l'appel … à des activités mathématiques en grande section d'école maternelle, *Grand N*, **51**, IREM de Grenoble.

LEMAÎTRE, M.-T. ET MEIRIEU, P. (2007) *Les mathématiques dès la maternelle*. CRDP de Lyon, Cap Canal, 2007.

MANGIANTE C. (2007) Etude d'un scénario de formation centré sur l'analyse de pratiques, in *Actes du XXXIIIe colloque COPIRELEM*, CRDP de Versailles, CDDP de l'Essonne.

MENSR - MINISTÈRE DE L'EDUCATION NATIONALE, DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE (2015) *Ressources maternelle. Jouer et apprendre*. *Cadrage général.* Paris : Direction générale de l'enseignement scolaire (DGESCO).

WOZNIAK F. (2016) Former les professeurs : « Aller à l'idéal et comprendre le réel », in *Actes du 43e colloque COPIRELEM,* ARPEME.

Titre : Actes du 43ème Colloque de la COPIRELEM
Le Puy les 12, 13 et 14 Juin 2016

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

Auteurs : Conférenciers, orateurs de communication et animateurs d'atelier du Colloque, COPIRELEM

Mots-Clefs : Formation des enseignants, didactique des mathématiques, ressources, problème, géométrie.

Dépôt légal : 17/01/2018

Nombre de pages : 558 pages A4

Editeur : ARPEME

ISBN : 978-2-917294-18-5
EAN : 9782917294185
Public Concerné : Formateurs de mathématiques chargés de la formation des professeurs des écoles

Résumé : Cette brochure contient les textes complets des conférences de Floriane Wozniak, Jean-François Chesné et Laurent Theis ainsi que les textes des ateliers et communications du colloque.