

ANNALES de DIDACTIQUE et de SCIENCES COGNITIVES

Revue internationale de didactique des mathématiques

Rédacteurs en chef invités :

VALENTINA CELI, CAROLINE LAJOIE, FRÉDÉRICK TEMPIER

Les Annales thématiques, numéro 1

**Les pratiques de formation à l'enseignement des
mathématiques**

**Une approche par la recherche en didactique
2022**

IREM de Strasbourg

Université de Strasbourg

ANNALES de DIDACTIQUE et de SCIENCES COGNITIVES

ISSN 0987-7576 (imprimé) – ISSN : 2804-2514 (en ligne)

Rédacteurs en chef

Philippe R. RICHARD, Université de Montréal, Montréal, Canada

Laurent VIVIER, Université Paris Diderot, Paris, France

Conseillers scientifiques

Raymond DUVAL

Lille, France

Athanasios GAGATSIS

Université de Chypre, Nicosie, Chypre

Alain KUZNIAK

Université Paris Diderot, Paris, France

Eric RODITI

Université Paris Descartes, Paris, France

Comité de rédaction

Alain BRONNER

Université de Montpellier, France

Lalina COULANGE

Université de Bordeaux, France

Iliada ELIA

Université de Chypre, Nicosie, Chypre

Cécile De HOSSON

Université Paris Diderot, Paris, France

Inés M^a GOMEZ-CHACON

Université Complutense, Madrid, Espagne

Nadia HARDY

Université Concordia, Montréal, Canada

Fernando HITT

Université du Québec à Montréal, Canada

Catherine HOUEMENT

Université de Rouen, France

Maria Alessandra MARIOTTI

Université de Sienne, Italie

Asuman OKTAÇ

CINVESTAV, Mexico, Mexique

Luis RADFORD

Université Laurentienne, Sudbury, Canada

Jean-Claude REGNIER

Université Lumière, Lyon, France

Maggy SCHNEIDER

Université de Liège, Belgique

Denis TANGUAY

Université du Québec à Montréal, Canada

Laurent THEIS

Université de Sherbrooke, Canada

Carl WINSLOW

Université de Copenhague, Danemark

Moncef ZAKI

Université de Fès, Maroc

Responsable de publication

Mohamed ATLAGH

Directeur de l'IREM de Strasbourg

Conseil éditorial

Charlotte DEROUET

Université de Strasbourg, France

Secrétariat d'édition

Bruno METZ

IREM de Strasbourg

Éditeur

IREM de Strasbourg – Université de Strasbourg

7, rue René Descartes 67084 Strasbourg CEDEX

Tél. : +33 (0)3 68 85 01 30

irem@math.unistra.fr

Bibliothèque et édition électronique

Christine CARABIN

Tél : +33 (0)3 68 85 01 61

<http://irem.unistra.fr>

SOMMAIRE

FRÉDÉRICK TEMPIER, CAROLINE LAJOIE, VALENTINA CELI (France, Québec) <i>Les pratiques de formation à l'enseignement des mathématiques : une approche par la recherche en didactique</i>	7
PATRICIA MARCHAND, VINCENT MARTIN, MATHIEU THIBAUT, CAROLINE BISSON (Québec) <i>Postures et gestes de personnes formatrices exploitant les jeux de rôles comme dispositif de formation à l'enseignement des mathématiques : analyse de récits de pratiques</i>	19
CLAIRE GUILLE-BIEL WINDER, CAROLINE LAJOIE, CHRISTINE MANGIANTE-ORSOLA, PASCALE MASSELOT, FRÉDÉRICK TEMPIER (France, Québec) <i>Priorités et stratégies d'un formateur lors de la mise en œuvre d'un jeu de rôles en mathématiques.....</i>	55
CLARA AUCLAIR (France) <i>Une analyse des pratiques de formation initiale à l'algorithmique et à la programmation à destination des enseignants du premier degré</i>	91
CAROLINE LAJOIE, NADINE BEDNARZ, MIREILLE SABOYA, VANESSA HANIN, LILY BACON (Québec, Belgique) <i>Logiques d'action de conseillers pédagogiques en mathématiques au primaire dans l'accompagnement d'enseignants à la résolution de problèmes en contexte d'enseignement.....</i>	119
LILY BACON, MIREILLE SABOYA (Québec) <i>La supervision des stages en enseignement des mathématiques au primaire et au secondaire : analyse des objets et des dynamiques d'interaction entre les acteurs de la formation</i>	167
BLANDINE MASSELIN, FRÉDÉRIC HARTMANN, MICHÈLE ARTIGUE (France) <i>Étude du rôle des facilitateurs dans un dispositif de Lesson Study adapté</i>	213
MAHA ABBOUD, ALINE ROBERT, JANINE ROGALSKI (France) <i>Interroger les pratiques de formation des professeurs de mathématiques : orientations de recherche et perspectives (un agenda)</i>	261

CHRISTINE CHOQUET (France) <i>Comprendre les effets des choix de formateurs sur les pratiques de professeurs de mathématiques débutants</i>	287
ISABELLE DEMONTY (Belgique) <i>Approche par problème et formation d'enseignants de mathématiques : comment se diffusent, en formation, les résultats de la recherche ?</i>	315
CÉCILE ALLARD, MAIRA MAMEDE (France) <i>Étude des conditions nécessaires pour favoriser l'exercice de la vigilance didactique des formateurs en formation initiale ciblée sur les liens entre apports théoriques et pratiques en classe</i>	341
LUCIE DEBLOIS, ALINE ROBERT (France, Québec) <i>Avancées et nouvelles questions sur les pratiques de formation en enseignement des mathématiques</i>	377

FRÉDÉRIC TEMPIER, CAROLINE LAJOIE, VALENTINA CELI

LES PRATIQUES DE FORMATION À L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES : UNE APPROCHE PAR LA RECHERCHE EN DIDACTIQUE

Abstract. Training practices in mathematics teaching: a mathematics education research approach. While research in mathematics education has invested many questions related to teacher training, the role of the teacher trainer remains little developed. It is a matter of questioning the trainer's practices, the possible effects on the professional development of the trainees, the knowledge or conceptions that he/she mobilizes, the constraints he/she is confronted with, his/her interactions with other actors, etc. This thematic issue brings together original studies using a variety of approaches that reflect emerging issues and mobilize various theoretical and methodological tools, with the aim of contributing to the development of this field of research.

Keywords. teacher training practices, teacher trainer, mathematics teaching, mathematics education

Résumé. Alors que la recherche en didactique des mathématiques a investi de nombreuses questions liées à la formation des enseignants, la prise en compte du rôle du formateur reste peu développée. Il s'agit notamment d'interroger les pratiques du formateur, leurs effets possibles sur le développement professionnel des formés (étudiants, stagiaires, ...), les connaissances ou conceptions qu'il mobilise, les contraintes auxquelles il est confronté, ses interactions avec d'autres acteurs, etc. Ce numéro thématique rassemble des études originales mobilisant des approches variées témoignant de questions émergentes et mobilisant divers outils théoriques et méthodologiques, visant à contribuer au développement de ce champ de recherche.

Mots-clés. pratiques de formation, formateur, formatrice, enseignement des mathématiques, didactique des mathématiques

Les formateurs d'enseignants cherchent à développer chez les formés des connaissances mathématiques, didactiques, pédagogiques et des savoir-faire professionnels en lien avec les référentiels de leur pays ou de leur province. Ils s'adressent à des enseignants débutants ou confirmés et peuvent avoir eux-mêmes différents statuts, plus ou moins proches de la classe. En France et au Québec, par exemple, il existe des formateurs à l'université, dont certains sont aussi chercheurs, et des formateurs de « terrain », chacun ayant ses propres contraintes institutionnelles et des rapports différents à la recherche en didactique des mathématiques. Ils jouent un rôle important dans la transposition des résultats de la recherche en didactique

ANNALES de DIDACTIQUE et de SCIENCES COGNITIVES, numéro thématique 1, p. 7 - 18. © 2022, IREM de STRASBOURG.

vers l'enseignement et peuvent aussi contribuer à nourrir la connaissance des chercheurs sur des problématiques issues du « terrain », notamment dans le cadre de travaux collaboratifs.

Alors que les sciences de l'éducation se sont emparées de questions sur les formateurs d'enseignants depuis plusieurs années (par exemple, Altet, Paquay & Perrenoud, 2002), il semblerait qu'en didactique des mathématiques, malgré une place importante dédiée au domaine de la formation des enseignants dans ce champ de recherche, les pratiques de formation commencent seulement à émerger comme objet d'étude à part entière.

Les premières recherches en didactique des mathématiques se sont en effet surtout intéressées aux situations d'apprentissage, aux élèves et aux savoirs en jeu, laissant dans l'ombre le rôle de l'enseignant. Plus tard, comme le rappelle Robert (2009, p.13), les chercheurs de ce domaine ont été amenés à « donner une place aux enseignants dans [les] analyses ». Pour ce numéro thématique, nous proposons de nous pencher sur la place du formateur dans les travaux de recherche en didactique des mathématiques. En paraphrasant Robert (*ibidem*), et en transposant ses propos au cas de la formation, nous interrogeons les liens entre formation et enseignement des mathématiques en prenant notamment en compte ce qui se passe effectivement au cours d'une formation, les activités des enseignants provoquées par le formateur comme son discours. Quel est le rôle du formateur dans le développement professionnel de l'enseignant ? Comment caractériser et analyser ses pratiques ?

On peut identifier différentes orientations dans les travaux de recherche portant sur les pratiques des formateurs d'enseignants dans le domaine des mathématiques. D'une part, certains chercheurs se sont intéressés aux stratégies de formation (Houdement & Kuzniak, 1996), question qui a été ensuite élargie à celle des pratiques de formation (Sayac, 2012). Dans le contexte francophone, ce type d'études est souvent abordé par la double approche didactique et ergonomique (Robert & Rogalski, 2002) avec des adaptations pour l'étude des pratiques des formateurs. Elles sont parfois liées à un contenu particulier comme l'utilisation des TICE (Abboud & Emprin, 2009) ou un aspect spécifique des pratiques comme l'évaluation (Celi, Masselot & Tempier, 2019). Elles mettent, par exemple, en évidence la diversité des pratiques des formateurs, le poids des contraintes institutionnelles et peuvent conduire à une identification de genres professionnels. Certaines études s'appuyant sur ce cadre théorique interrogent également la formation des formateurs et ses enjeux spécifiques (Robert & Vivier, 2013 ; Rogalski & Robert, 2015).

D'autre part, dans des travaux plutôt non francophones, un autre champ important de questionnement porte sur les connaissances des formateurs (Beswick & Goos, 2018). Ces travaux visent à mieux comprendre les connaissances que les formateurs doivent mobiliser pour former à l'enseignement des mathématiques ainsi que les

spécificités de ces connaissances par rapport à celles des professeurs. Ce type d'étude s'appuie principalement sur des cadres théoriques portant sur les connaissances des enseignants (Shulman, 1986 ; Ball, Thames & Phelps, 2008) avec des adaptations permettant d'étudier celles des formateurs en introduisant de nouveaux éléments et en portant l'attention sur certaines spécificités liées au métier de formateur. Dans ce cadre, la question du développement professionnel des formateurs est regardée à travers des questions liées à l'acquisition des connaissances des formateurs (pour des exemples, voir Jaworski & Wood, 2008). Il y a un intérêt croissant à l'échelle internationale pour la formation des formateurs d'enseignants, mais il existe encore peu de recherches et certains (par exemple Even, 2014) appellent à un effort de recherche sur la formation et le développement professionnel des formateurs d'enseignants.

Pour ce numéro thématique, nous avons choisi de nous intéresser à la première orientation, celle portant sur les pratiques de formation, qui est aussi un champ de recherche à investir si l'on veut mieux comprendre ce qui se joue dans les formations. Aborder ce champ par la didactique des mathématiques permet de s'appuyer sur ses cadres théoriques et résultats accumulés portant sur l'apprentissage et l'enseignement des contenus mathématiques à différents niveaux scolaires, mais nécessite également d'ouvrir de nouvelles portes pour étudier des questions originales et spécifiques à la formation.

Dans les recherches sur les pratiques de formation, du fait de la multiplicité des rôles et statuts des formateurs, une attention particulière est à porter sur la prise en compte du contexte d'exercice des formateurs dont les pratiques ou les connaissances sont étudiées, leur statut, leurs rapports à la recherche en didactique et à la pratique professionnelle, leurs interactions avec d'autres acteurs de la formation ou avec des chercheurs dans des dispositifs de formation, etc. Il est par ailleurs courant que les formateurs impliqués dans l'étude soient les chercheurs eux-mêmes. C'est l'un des défis auquel doivent faire face les chercheurs : les pratiques des formateurs étudiées étant souvent celles des auteurs des études, une mise à distance de leur activité de formation est donc nécessaire aux chercheurs pour problématiser et analyser des questions qui peuvent être parfois liées à leur activité quotidienne. Un autre défi de taille concerne la complexité des phénomènes étudiés qui tient notamment à la mise en jeu de trois dimensions liées à l'apprentissage des élèves, aux pratiques d'enseignement et aux pratiques de formation et à leur imbrication dans les phénomènes de formation.

Ce numéro thématique assume une visée exploratoire vers des questions de recherche émergentes dans le champ de la didactique des mathématiques. Il rassemble des travaux mobilisant des approches originales faisant appel à divers outils théoriques et méthodologiques, qu'ils soient adaptés de cadres ou

méthodologies déjà éprouvés pour étudier des questions d'enseignement ou conçus spécifiquement pour aborder des questions sur les pratiques de formation.

Ce numéro thématique est organisé en deux parties et se termine par un article de synthèse.

Dans une **première partie**, composée de six textes, les auteurs interrogent et analysent des pratiques de formateurs liées à la mise en œuvre d'un dispositif ou d'une modalité de formation, comme un jeu de rôles, une étude collective de leçon (« lesson study »), un scénario de formation initiale, un accompagnement en stage (formation initiale) ou sur le terrain (formation continue).

Dans leur article « Postures et gestes de personnes formatrices exploitant les jeux de rôles comme dispositif de formation à l'enseignement des mathématiques : analyse de récits de pratiques », **Patricia Marchand, Vincent Martin, Mathieu Thibault et Caroline Bisson** cherchent à décrire et à comprendre l'agir professionnel de formateurs mobilisant le dispositif du jeu de rôles, dans la formation initiale à l'enseignement des mathématiques au Québec. Les auteurs s'appuient et adaptent le cadre théorique de Jorro (2016), enrichi par Pana-Martin (2015), afin d'analyser des postures de formateurs et les gestes professionnels associés. Ils ont fait le choix d'interroger leurs propres pratiques de formateurs à partir de récits de pratiques. Leurs analyses permettent de dégager d'importantes similitudes dans ces postures et gestes mobilisés pour la mise en œuvre des différentes phases d'un jeu de rôles, avec toutefois des différences liées au pilotage du dispositif.

Dans l'article intitulé « Priorités et stratégies d'un formateur lors de la mise en œuvre d'un jeu de rôle en mathématiques », **Claire Guille-Biel Winder, Caroline Lajoie, Christine Mangiante-Orsola, Pascale Masselot et Frédérick Tempier** reviennent sur un scénario de formation basé sur le dispositif du jeu de rôles (Lajoie et al., 2019). Ils se focalisent sur les pratiques du formateur dont l'analyse peut être révélatrice de ce qui guide ses choix, notamment les manières de considérer les gestes professionnels qui émergent, les connaissances des formés ou encore celles qu'il cherche à installer. À travers une étude de cas, les auteurs cherchent à comprendre comment, dans le cadre de la mise en œuvre d'un jeu de rôles, la formatrice observée peut contribuer à développer chez les formés l'exercice de leur vigilance didactique (Charles-Pezard, 2010). Ces analyses s'appuient sur la double approche didactique et ergonomique (Robert & Rogalski, 2002 ; Vandebrouck, 2008) et prennent en compte l'existence de trois systèmes didactiques emboîtés au sein desquels des savoirs mathématiques, didactiques et pédagogiques circulent et s'articulent les uns avec les autres. Les résultats des analyses menées conduisent les auteurs à penser que l'étude de la mise en œuvre d'un scénario de formation basé sur un dispositif particulier, tel que le jeu de rôles, pourrait être une entrée pertinente pour l'étude de pratiques ordinaires d'un formateur.

La réapparition, en 2015, de l'algorithmique et de la programmation dans les programmes de l'école élémentaire française est à l'origine de la recherche de **Clara Auclair**. Dans son article « Une analyse des pratiques de formation initiale à l'algorithmique et à la programmation à destination des enseignants du premier degré », l'auteure vise à comprendre les enjeux et les modalités de la formation initiale à l'algorithmique et à la programmation, à destination de professeurs des écoles stagiaires. Les pratiques de trois formateurs français sont analysées en adaptant le cadre de la double approche didactique et ergonomique (Robert & Rogalski, 2002) aux situations de formations ; l'analyse de la composante de médiation est complétée par la prise en compte des postures épistémologiques, au sens de Sayac (2012). Le contenu disciplinaire met en jeu un logiciel de programmation, ici Scratch : l'auteure prend en compte la dimension instrumentale et appuie ses analyses sur le travail d'Abboud et Rogalski (2017), ces dernières proposant une analyse des tensions et des perturbations observées dans l'itinéraire cognitif. Les résultats de cette étude de cas semblent converger avec ceux issus d'autres travaux de recherche sur les formations et interrogent les effets possibles de la formation initiale des professeurs des écoles en algorithmique et programmation, son efficacité et les retombées éventuelles sur les pratiques des enseignants débutants.

Dans l'article intitulé « Logiques d'action de conseillers pédagogiques en mathématiques au primaire dans l'accompagnement d'enseignants à la résolution de problèmes en contexte d'enseignement », **Caroline Lajoie, Nadine Bednarz, Mireille Saboya, Vanessa Hanin et Lily Bacon** cherchent à mieux comprendre le métier de conseiller pédagogique en mathématiques au Québec, en particulier leur activité d'accompagnement d'enseignants « sur le terrain ». Pour cela, dans le cadre d'une recherche collaborative, elles étudient l'activité professionnelle de trois conseillers pédagogiques du primaire afin de dégager les raisons qu'ils ont d'agir comme ils le font dans le cadre de leurs accompagnements. Cette étude mobilise et articule des concepts théoriques issus de la didactique professionnelle et de la sociologie de l'expérience comme ceux de concepts organisateurs (Pastré, Mayen & Vergnaud, 2006) et de logique d'action (Dubet, 1994). Les analyses montrent de quelle manière les formes d'accompagnement privilégiées par ces trois formateurs, teintées de leurs parcours professionnels respectifs, reposent sur trois logiques d'action distinctes.

Dans l'article intitulé « La supervision des stages en enseignement des mathématiques au primaire et au secondaire : analyse des objets et des dynamiques d'interaction entre les acteurs de la formation », **Lily Bacon et Mireille Saboya** s'intéressent à l'accompagnement d'enseignants en stage dans le cadre de leur formation initiale au Québec. Les actrices concernées par cet accompagnement sont une formatrice de terrain (« enseignante associée »), qui exerce dans le milieu

scolaire, et une formatrice universitaire : elles sont amenées à collaborer pour amener la stagiaire à développer des compétences professionnelles. L'enjeu de cette recherche exploratoire est d'étudier la collaboration entre ces trois actrices dans le cadre des entretiens post-leçon en dégagant ce qui est abordé au sujet de l'enseignement des mathématiques. Les chercheuses ont mené une étude de cas sur deux triades, l'une au primaire et l'autre au secondaire. Elles s'appuient sur la didactique professionnelle (Mayen, 2002 ; Pastré, 2004 ; Vinatier, 2013) pour envisager le développement professionnel du stagiaire et le rôle des deux formatrices impliquées, afin d'analyser les discussions au sein de chaque triade. Elles sollicitent également le concept de polyphonie (Bakhtine, 1970) afin d'étudier les interactions entre les deux formatrices et la contribution de chacune au développement professionnel de la stagiaire. L'étude met au jour certaines dynamiques qui s'installent dans les échanges entre les deux actrices de la formation qui rendent compte de leur collaboration et de leurs points de vue respectifs sur les situations d'enseignement observées. Les auteures montrent que ces dynamiques sont à même d'enrichir et de donner du sens aux apports de connaissances mathématiques et didactiques de la formatrice universitaire.

Dans l'article intitulé « Étude du rôle des facilitateurs dans un dispositif de Lesson Study adapté », **Blandine Masselin, Frédéric Hartman et Michèle Artigue** étudient le rôle des facilitateurs dans des Lesson Study adaptées (LSa, par la suite) au contexte français de formation. Pour ce faire, ils adoptent une approche systémique qui leur permet de prendre en considération différents acteurs du dispositif évoluant dans des institutions et collectifs variés. Différentes notions théoriques sont convoquées pour soutenir cette approche systémique : l'institution et la position institutionnelle (Chevallard, 2019), le franchissement de frontière et l'objet frontière (Star & Griesemer, 1989) et l'infrastructure paradidactique (Miyakawa et Winsløw, 2019). L'analyse d'une série de six Lesson Study adaptées réalisées à partir d'une même situation permet aux chercheurs de mettre en évidence la diversité des rôles endossés par deux des facilitateurs et les franchissements de frontières associés, en se centrant plus particulièrement sur la circulation de trois objets frontières identifiés au cours de l'élaboration et d'implémentations successives du dispositif, soit l'avatar, la vidéothèque et la feuille de route.

Dans une **deuxième partie** de ce numéro thématique, composée de quatre textes, les pratiques de formation sont interrogées et étudiées en lien avec les besoins des formés et les interactions entre formateurs et formés. Même si cela reste sous forme d'hypothèses, les effets possibles de ces pratiques sont aussi interrogés. Dans l'article intitulé « Interroger les pratiques de formation des professeurs de mathématiques : orientations de recherche et perspectives (un agenda) », **Maha Abboud, Aline Robert et Janine Rogalski** proposent d'interroger les pratiques de formation des enseignants de mathématiques du secondaire et de dresser quelques

orientations et perspectives pour l'étude de ces pratiques. Elles présentent d'abord un état des lieux non exhaustif de ces pratiques, en France et ailleurs, en mettant en évidence leur diversité. Puis, en s'appuyant entre autres sur le cadre de la double approche didactique et ergonomique (Robert, 2001 ; Robert & Rogalski, 2002 ; Rogalski, 2003) et sur le modèle de la zone proximale de développement professionnel, elles présentent une orientation pour mener des recherches sur le déroulement de séances de formation. Elles illustrent leur démarche à l'aide de deux exemples esquissés sur des formations continues d'enseignants du secondaire en France. L'article, qui, comme le rappellent les auteures, est basé sur une hypothèse à propos du développement des pratiques plutôt que sur des données effectives, se termine avec des perspectives pour la recherche et la formation.

Dans l'article intitulé « Comprendre les effets des choix de formateurs sur les pratiques de professeurs de mathématiques débutants », **Christine Choquet** rend compte d'une recherche menée par un enseignant-chercheur et des formateurs intervenant dans la formation initiale de professeurs débutants de mathématiques du secondaire en France. Cette recherche vise à repérer, décrire et comprendre les effets des choix des formateurs – ceux réalisés en cours de formation – sur les pratiques des professeurs débutants. Le cadre théorique utilisé pour les analyses est celui de la double approche didactique et ergonomique (Robert & Rogalski, 2002). Ces analyses permettent à l'auteure d'éclairer, en matière de composantes des pratiques, l'influence des pratiques des formateurs sur les pratiques en construction des professeurs de mathématiques débutants.

Dans son article « La diffusion de résultats de recherche dans la pratique enseignante : analyse de l'impact des activités suscitées par les chercheurs sur les interactions entre enseignants et chercheurs autour des connaissances pour enseigner l'algèbre », **Isabelle Demonty** choisit le cadre d'analyse de la *transposition métadidactique* (Arzarello et al., 2014). Plus précisément, elle mobilise les concepts de *courtage* et d'*objet frontière* (Monod-Ansaldi, 2019) pour étudier la manière dont les connaissances pour enseigner l'algèbre sont échangées dans un programme de formation réunissant neuf enseignants de mathématiques et deux chercheurs spécialisés en didactique de l'algèbre. L'auteure s'interroge ici sur la manière dont les interactions entre les enseignants et les chercheurs lors d'une formation contribuent à exploiter les connaissances issues de la recherche. Les résultats permettent alors de mettre en évidence l'intérêt de favoriser, dans la formation à l'enseignement des mathématiques, une meilleure articulation entre les savoirs issus de la recherche et ceux issus de l'expérience des enseignants.

Dans l'article « Étude des conditions nécessaires pour favoriser l'exercice de la vigilance didactique des formateurs en formation initiale ciblée sur les liens entre apports théoriques et pratiques en classe », **Cécile Allard et Maira Mamede** adaptent la définition de la vigilance didactique des enseignants (Charles-Pezard,

2010) pour penser les conditions de la vigilance du formateur, en formation initiale d'enseignants affectés en maternelle. Les auteures associent ainsi l'exercice d'une certaine vigilance du formateur au lien entre théorie et pratique chez les formés. L'exercice de cette vigilance didactique du formateur exige des conditions particulières pour saisir les besoins des formés. À cette fin, les auteures ont mis au point un scénario de formation. L'analyse des données produites par sa mise en œuvre montre entre autres que, pour tisser les liens entre théorie et pratique, il faudrait proposer des temps longs de formation et, autant que possible, contextualiser les exemples en s'appuyant sur des moments réellement vécus par les formés dans leurs classes. Elles mettent ainsi en évidence que la connaissance que le formateur a du métier d'enseignant ne peut pas se réduire à celle de la discipline qu'il représente.

Enfin, dans leur article intitulé « Avancées et nouvelles questions sur les pratiques de formation en enseignement des mathématiques », **Lucie DeBlois et Aline Robert** ont accepté¹ de relever le défi de faire **une synthèse** de ce numéro thématique en dégagant différentes façons dont la didactique des mathématiques peut être mobilisée dans l'analyse du travail du formateur. Les résultats des recherches de ce numéro thématique sont alors interrogés et discutés à travers la question « Comment former au métier ? ». Leur conclusion permet de revenir sur la portée et les limites de ces études et sur des perspectives de recherche.

En vous souhaitant une bonne lecture, nous espérons que l'ensemble des articles de ce numéro thématique permettront de contribuer au développement et à l'approfondissement des recherches sur les pratiques de formation.

Remerciements

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé à la conception de ce numéro thématique : les rédacteurs en chef des *Annales de didactique et de sciences cognitives*, Philippe R. Richard et Laurent Vivier, qui nous ont témoigné leur

¹ Ces auteures, par leur domaine de recherche respectif, couvrent un champ assez large concernant les questions abordées dans ce numéro thématique. Lucie DeBlois, professeure associée à l'Université Laval, a travaillé sur le développement de la compréhension en mathématiques chez des élèves qui rencontrent des difficultés durant leur apprentissage au primaire et au secondaire pour élaborer un modèle d'interprétation des activités cognitives des élèves, puis développer des recherches sur la formation initiale et continue à l'enseignement des mathématiques au primaire et secondaire. Aline Robert, professeure honoraire à Cergy-Paris Université, a contribué à élaborer puis à animer une formation de formateurs diplômante pour les enseignants du secondaire en mathématiques inspirée de la didactique de mathématiques. Ses recherches ont porté sur l'apprentissage des mathématiques au début de l'Université et sur les pratiques des enseignants de mathématiques du secondaire puis sur leur formation professionnelle.

confiance en acceptant notre proposition de numéro thématique, les auteurs des articles pour leurs contributions originales, ainsi que les évaluateurs² pour leurs expertises.

Bibliographie

ABBOUD-BLANCHARD, M. & EMPRIN, F. (2009). Pour mieux comprendre les pratiques des formateurs et de formations TICE. *Recherche et formation*, 62, 125-140.

ABBOUD-BLANCHARD, M. & ROGALSKI, J. (2017). Des outils conceptuels pour analyser l'activité de l'enseignant « ordinaire » utilisant des technologies en classe. *Recherches en didactique des mathématiques*, 37(2), 161-216.

ALTET, M., PAQUAY, L. & PERRENOUD, P. (dir.) (2002). *Formateurs d'enseignants. Quelle professionnalisation ?* Bruxelles : De Boeck.

ARZARELLO, F., ROBUTTI, O., SABENA, C., CUSI, A., GARUTI, R., MALARA, N., & MARTIGNONE, F. (2014). Meta-didactical transposition: A theoretical model for teacher education programmes. Dans *The mathematics teacher in the digital era* (p. 347-372), Springer, Dordrecht.

BAKHTINE, M. (1970). *La poétique de Dostoïevski*, traduit de la 2^e édition russe par Isabelle Kolitcheff, Éditions du Seuil.

BALL, D. L., THAMES, M. H. & PHELPS, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.

BESWICK, K. & GOOS, M. (2018). Mathematics teacher educator knowledge: What do we know and where to from here? *Journal of Mathematics Teacher Education*, 21, 417-427.

² Nous remercions les personnes qui ont accepté d'expertiser les articles de ce numéro thématique : Gilles Aldon, Caroline Bulf, Denis Butlen, Stéphane Clivaz, Claudia Corriveau, Lalina Coulangue, Fabien Emprin, Patrick Gibel, Magali Hersant, Catherine Houdement, Anne-Cécile Mathé, Edith Petitfour, Julia Pilet, Jérôme Proulx, Luis Radford, Carine Reydy, Eric Roditi, Laurent Theis, Céline Vandeira-Maréchal et Fabienne Venant. Nous remercions aussi certains des auteurs de ce numéro qui ont accepté de contribuer chacun et chacune à l'évaluation d'un article : Cécile Allard, Michèle Artigue, Christine Choquet, Lucie DeBlois, Claire Guille-Biel Winder, Vanessa Hanin, Christine Mangiante, Patricia Marchand, Vincent Martin, Janine Rogalski et Mireille Saboya.

CELI, V., MASSELOT, P. & TEMPIER, F. (2019). L'évaluation en mathématiques des professeurs des écoles débutants : quelles alternatives face aux contraintes de la formation ? *Actes du colloque de l'Espace Mathématique Francophone (EMF) 2018* (p.115-123). Paris : IREM de Paris.

CHARLES-PEZARD, M. (2010). Installer la paix scolaire, exercer une vigilance didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 30(2), 197-261.

CHEVALLARD, Y. (2019). Introducing the anthropological theory of the didactic: an attempt at a principled approach. *Hiroshima Journal of Mathematics Education*, 12, 71-114.

DUBET, F. (1994). *Sociologie de l'expérience*, Paris : Seuil.

EVEN, R. (2014). Challenges associated with the professional development of didacticians. *ZDM, The International Journal of Mathematics Education*, 46, 329-333.

HOUEMENT, C. & KUZNIAK, A. (1996). Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 16/3, 289-322.

JAWORSKI, B. & WOOD, T. (2008). *The International Handbook of Mathematics Teacher Education: The Mathematics Teacher Educator as a Developing Professional (Volume 4)*, Sense Publishers.

JORRO, A. (2016). Postures et gestes professionnels de formateurs dans l'accompagnement professionnel d'enseignants du premier degré. *eJRIEPS*, 38, 114-132.

LAJOIE, C., MANGIANTE-ORSOLA, C., MASSELOT, P., TEMPIER, F. & WINDER GUILLE-BIEL, C. (2019). Former à aider un élève en mathématiques : une étude des potentialités d'un scénario de formation basé sur un jeu de rôles, *Revue canadienne d'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies / Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education (numéro spécial intitulé Dispositifs de formation à l'enseignement des mathématiques)*, 19(2), 168-188.

MAYEN, P. (2002). Le rôle des autres dans le développement de l'expérience. *Éducation permanente*, 151, 87-107.

MONOD-ANSALDI, R., VINCENT, C., & ALDON, G. (2019). Objets frontières et brokering dans les négociations en recherche orientée par la conception. *Éducation et didactique*, 13(2), 61-84.

- MIYAKAWA, T. & WINSLOW, C. (2019). Para-didactic infrastructure for sharing and documenting mathematics teacher knowledge: a case study of “practice research” in Japan. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 22, 281–303.
- PANA-MARTIN, F. (2015). *Les gestes professionnels des formateurs d'enseignants en situation d'accompagnement individualisé* [Thèse de doctorat]. Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris.
- PASTRÉ, P. (2004). Introduction. Dans R. Samurçay et P. Pastré (dir.), *Recherches en didactique professionnelles* (p.1-13), Éditions Octarès.
- PASTRÉ, P., MAYEN, P. & VERGNAUD, G. (2006). La didactique professionnelle. *Revue française de pédagogie, Recherches en éducation*, 154, 145-198.
- ROBERT, A. (2001). Les recherches sur les pratiques des enseignants et les contraintes de l'exercice du métier d'enseignant. *Recherches en didactique des mathématiques*, 21(1/2), 57-80.
- ROBERT, A. & ROGALSKI, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *Revue Canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 2(4), 505-528.
- ROBERT, A. & VIVIER, L. (2013). Analyser des vidéos sur les pratiques des enseignants du second degré en mathématiques : des utilisations contrastées en recherche en didactique et en formation de formateurs – quelle transposition ? *Éducation et didactique*, 7-2, 115-144.
- ROGALSKI, J. (2003). Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l'activité de l'enseignant comme gestion d'un environnement dynamique ouvert. *Recherches en didactique des mathématiques*, 23(3), 343-388.
- ROGALSKI, J. & ROBERT, A. (2015). De l'analyse de l'activité de l'enseignant à la formation des formateurs Le cas de l'enseignement des mathématiques dans le secondaire. Dans *Analyse du travail et formation dans les métiers de l'éducation* (p. 93-113). <https://www.cairn.info/analyse-du-travail-et-formation-dans-les-metiers--9782804194079-page-93.htm>
- SAYAC, N. (2012). Pratiques de formateurs en mathématiques dans le premier degré. Les savoirs de la formation. *Recherche et formation*, 71, 115-130.
- SHULMAN, L. S. (1986) Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- STAR, S. L. & GRIESEMER, J. R. (1989). Institutional ecology, translations and boundary objects : amateurs and professionals in Berkeley's museum of vertebrate zoology, 1907-39. *Social Studies of Science*, 19(3), 387-420.

VINATIER, I. (2013) *Le travail de l'enseignant. Une approche par la didactique professionnelle*, Bruxelles : De Boeck, 128 p.

VANDEBROUCK, F. (dir.) (2008). *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants*, Toulouse : Octarès.

FRÉDÉRIC TEMPIER

Laboratoire de Didactique André Revuz, CY Cergy Paris Université,
Univ.de Paris, Univ. Paris Est Créteil, Univ. Lille, UNIROUEN

frederick.tempier@cyu.fr

CAROLINE LAJOIE

Université du Québec à Montréal (UQAM)

lajoie.caroline@uqam.ca

VALENTINA CELI

Lab-E3D (Laboratoire Épistémologie et Didactiques des Disciplines) EA 7441,
Université de Bordeaux

valentina.celi@u-bordeaux.fr

PATRICIA MARCHAND, VINCENT MARTIN, MATHIEU THIBAUT,
CAROLINE BISSON

POSTURES ET GESTES DE PERSONNES FORMATRICES
EXPLOITANT LES JEUX DE RÔLES COMME DISPOSITIF DE
FORMATION À L'ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES : ANALYSE
DE RÉCITS DE PRATIQUES

Abstract. Postures and gestures of mathematics educators using roleplaying as an education design: analysis of practice narratives. For several years, roleplaying has been used as a device with preservice teachers in mathematics education. Although the potential of roleplaying in teacher education has been studied, the role of the mathematics educator in roleplaying remains poorly documented. In this paper, through teacher education practice narratives written by the authors of this text and with a framework, we describe the professional postures and gestures adopted by the mathematics educators in the different phases of the roleplaying design. Despite some differences in operating the device, important similarities emerge in the postures and gestures adopted by the mathematics educators through the four phases of roleplaying.

Key words. pre-service teacher education, role play, professional postures, professional gestures

Résumé. Depuis plusieurs années, les jeux de rôles (JdR) sont exploités comme dispositif pour la formation initiale à l'enseignement dans des cours de didactique des mathématiques. Bien que le potentiel des JdR dans la formation ait été étudié, le rôle de la personne formatrice lors des JdR reste peu documenté. Dans cet article, à partir de récits de pratiques de formation rédigés par les personnes auteures de ce texte et en s'appuyant sur un cadre de référence, nous décrivons les postures et gestes professionnels adoptés par les personnes formatrices dans les différentes phases du dispositif des JdR. En dépit de différences liées au pilotage du dispositif, d'importantes similitudes se dégagent dans ces postures et gestes dans les quatre phases du dispositif des JdR.

Mots-clés. formation initiale, jeu de rôles, postures professionnelles, gestes professionnels

1. Introduction

Cette recherche prend sa source dans une réflexion individuelle et collective sur notre agir professionnel comme personnes formatrices en didactique des mathématiques visant à questionner notre rôle dans la formation initiale des personnes étudiantes en enseignement. Alors que plusieurs volets de leur formation les amènent à prendre du temps pour réfléchir et planifier des interventions liées à l'enseignement des mathématiques, peu d'occasions (autre les stages) semblent

favoriser leur préparation à (ré)agir dans l'action. Cette composante nous semble importante dans le quotidien de toute personne enseignante, notamment pour se préparer aux relances dans le feu de l'action et à l'anticipation (Bednarz et al., 2019).

Ce besoin nous a incités à revoir nos pratiques en intégrant les jeux de rôles (JdR) comme dispositif de formation auprès de ces personnes étudiantes. Ce dispositif est d'ailleurs utilisé comme moyen de formation en éducation depuis plusieurs années (Chamberland & Provost, 2008). En effet, le JdR « amène des futurs enseignants à se glisser dans la peau d'enseignants plongés dans une situation donnée reflétant leurs tâches au quotidien en ce qui a trait aux mathématiques [et à agir] exactement comme le feraient, selon eux, des enseignants en service » (Lajoie et al., 2019, p.169). Selon Chamberland et al. (1995), cette interprétation par la personne apprenante du rôle d'un personnage en situation hypothétique peut permettre de mieux comprendre les motivations qui justifient les comportements.

Au Québec, des dispositifs de formation sollicitant les JdR sont exploités en formation initiale entre autres par des personnes formatrices en didactique des mathématiques à l'Université du Québec à Montréal (Lajoie, 2010, 2018, 2020 ; Lajoie & Maheux, 2011, 2013 ; Lajoie & Pallascio, 2001), à l'Université de Sherbrooke (Marchand et al., 2012) et plus récemment à l'Université du Québec à Trois-Rivières et à l'Université du Québec en Outaouais. Un des défis de la formation, exprimé à la fois par les personnes formatrices et étudiantes, est de rendre opérationnels les contenus didactiques qui y sont présentés, ou du moins de faire le pont entre les contenus des cours et le développement de compétences professionnelles. Les JdR ont ce potentiel de créer un espace où les pratiques éventuelles des personnes étudiantes peuvent s'articuler à une réflexion didactique en ouvrant une fenêtre sur la complexité d'agir dans le moment (Lajoie, 2010). Ils permettent de « faire entrer l'expérience professionnelle en classe universitaire » (Marchand et al., 2012, p. 198).

Selon Lajoie et al. (2012), le dispositif de JdR est constitué de quatre phases¹. Premièrement, lors d'une séance de JdR, la personne formatrice présente une *mise en situation* (par exemple, aider un élève qui rencontre des difficultés dans l'application d'un algorithme), en ciblant un contenu mathématique (par exemple, l'algorithme d'addition) et son intention didactique qui peut être explicitée ou non au départ pour les personnes étudiantes (par exemple, partir du raisonnement de l'élève). Deuxièmement, les personnes étudiantes ont un temps de *préparation*, qui peut être variable selon les modalités choisies par la personne formatrice, durant lequel elles réfléchissent individuellement ou discutent en équipes des difficultés possibles de l'élève et des interventions possibles de la personne enseignante.

¹ Voir Lajoie (2020) pour une description plus détaillée de ces phases du dispositif de JdR.

Troisièmement, c'est la *réalisation* du ou des JdR, où les personnes étudiantes jouent un des rôles (personne élève, enseignante ou observatrice) en lien avec la mise en situation. Cette phase peut se faire de manière centralisée ou décentralisée. Ainsi, elle est dite centralisée lorsque des personnes jouant les rôles de la personne enseignante et de l'élève viennent devant la classe de formation universitaire pour réaliser le JdR et que les autres personnes étudiantes du groupe sont observatrices. Elle est décentralisée lorsque plusieurs JdR sont réalisés simultanément en sous-groupes dans la classe (Chamberland et al., 1995). Nous retrouvons alors des personnes enseignantes, élèves et observatrices dans chacun des sous-groupes. Quatrièmement, il y a un *retour* collectif sur le JdR où la personne formatrice et les personnes étudiantes partagent leurs observations et analysent les interventions réalisées et les difficultés rencontrées.

L'intention principale des personnes formatrices derrière l'exploitation des JdR est généralement d'« articuler la formation didactique à la pratique enseignante, et ce, de l'intérieur même de cette formation en mettant les étudiants dans le contexte simulé mais réaliste d'une approximation de la situation de classe » (Lajoie & Maheux, 2011, p. 23). Bien que cette intention semble commune aux personnes formatrices exploitant ce dispositif, une souplesse dans la mise en place des quatre phases (mise en situation, préparation, réalisation et retour) donne lieu à des dispositifs et à des pratiques de formation variés (Marchand et al., 2012). En comparant ces dispositifs mis en place par différentes personnes formatrices, Lajoie (2020) a observé que, pour un JdR donné :

les formateurs n'organisent pas la mise en scène de la même manière, qu'ils ne prennent pas en compte de la même manière ce que font les étudiants pendant la mise en scène, ni les points qu'ils soulèvent lors du retour, qu'ils ne relèvent pas les mêmes gestes professionnels, qu'ils n'institutionnalisent pas les mêmes savoirs et qu'ils ne légitiment pas les savoirs de la même manière. (Lajoie, 2020, p. 26)

L'agir professionnel des personnes formatrices auquel Lajoie (2020) fait ici référence peut être abordé sous différents angles, entre autres selon les gestes du métier d'un individu au travail (Clot, 1999), selon les composantes cognitives, médiatives et sociales de la pratique de la personne enseignante (Robert & Rogalski, 2002 ; Roditi, 2005) ou plus spécifiquement par la caractérisation des activités proposées par la personne formatrice dans la formation de personnes enseignantes (Mangiante et al., 2019). Pour notre part, nous choisissons de considérer les postures et les gestes professionnels à partir des travaux de Jorro (2016) et de Pana-Martin (2015) pour faire l'étude de l'agir professionnel de personnes formatrices.

2. Les postures et gestes professionnels

L'agir professionnel des personnes formatrices est ici étudié par le biais des postures et gestes professionnels, tel que définis par Jorro (2016) et Pana-Martin (2015). Dans ce contexte,

[le] formateur est alors considéré comme un acteur social engagé dans un champ de pratiques formatives. Il agit en fonction des expériences réfléchies comme étant déterminantes pour les enseignants et dans la perspective de leur développement professionnel. Son agir professionnel se spécifie par les finalités propres du métier de formateur. C'est donc un agir singulier qui puise dans un genre professionnel qui n'est pas stabilisé (faute d'une reconnaissance des institutions) mais qui tend à apparaître avec l'émergence de plusieurs secteurs d'activités, en particulier le champ de la formation d'adultes, le champ de la santé où existent les référentiels de compétences du formateur, le titre professionnel de formateur d'adultes. (Jorro, 2016, p. 116)

Jorro (2016) a analysé l'agir professionnel de personnes enseignantes, ce qui lui a permis de mettre en évidence des postures adoptées par des personnes formatrices dans un processus d'accompagnement professionnel. En référence aux travaux de Ardoino (1990), l'auteure définit une posture comme un système interne d'attitudes dans une situation donnée. Elle souligne que la posture indique « la manière dont l'acteur se positionne dans un contexte social donné » (p. 118) et avance que « la posture extériorise une intention d'agir qui se manifestera non seulement dans l'action auprès d'autrui mais aussi à travers des actes précis que sont les gestes professionnels » (p. 118). Il existe donc une relation étroite entre la posture et les gestes professionnels d'une personne formatrice, puisque le geste professionnel dépend d'une intention actualisée par la médiation d'une posture. L'auteure a donc défini cinq postures pour caractériser l'activité de la personne formatrice auprès d'une personne enseignante stagiaire, puis Pana-Martin (2015) a complété la description des différents gestes associés à ces postures. La Figure 1 présente les cinq postures et les gestes associés avec lesquels nous avons travaillé dans le cadre de l'étude. Nous définissons ensuite ces postures et gestes, qui sont inspirés des travaux de Jorro (2016) et Pana-Martin (2015), mais que nous avons adaptés lors de notre démarche d'analyse.

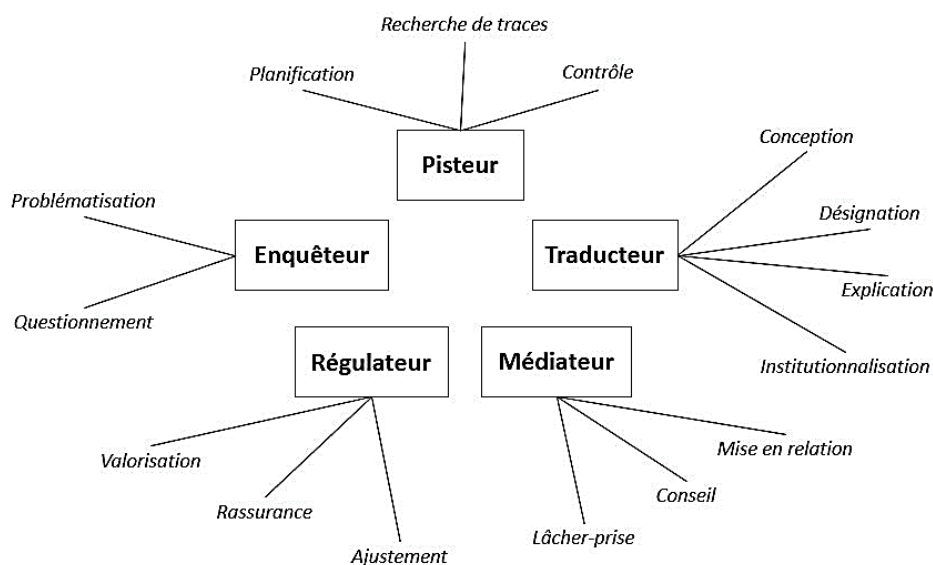


Figure 1. Les postures et gestes professionnels de la personne formatrice, adaptés des travaux de Jorro (2016) et Pana-Martin (2015)

Dans la **posture de pisteur**, la personne formatrice balise et organise les aspects logistiques du dispositif en précisant la place et le rôle de chaque personne étudiante. De cette manière, elle permet aux personnes étudiantes de s'approprier les « règles du jeu » et de s'engager le plus sereinement possible dans le dispositif. Ce faisant, la personne formatrice peut a) organiser ou présenter le travail à réaliser (et les règles du jeu) par un *geste de planification* ; b) collecter des traces de l'activité des personnes apprenantes (pour les utiliser dans une phase ultérieure du dispositif) par un *geste de recherche de traces* ; et c) vérifier ou diriger le travail des personnes étudiantes à travers un *geste de contrôle*.

Dans la **posture de traducteur**, la personne formatrice explicite auprès des personnes étudiantes des notions ou des aspects conceptuels qui semblent échapper à leur compréhension. Elle cherche à rendre « accessible des points non problématisés, à débusquer des impensés ou encore à identifier des représentations erronées à propos d'un champ disciplinaire, d'une notion à enseigner » (Jorro, 2016, p. 124-125). Ce faisant, la personne formatrice peut a) anticiper, formuler et structurer les contenus mathématiques et didactiques par un *geste de conception* en amont et pendant la séance ; b) montrer ou nommer un contenu mathématique ou didactique (ou apposer une étiquette) par un *geste de désignation* ; c) décrire ou clarifier un contenu mathématique ou didactique par un *geste explicatif* ; et d) valider un contenu mathématique ou didactique à travers un *geste d'institutionnalisation*. Soulignons que le *geste de conception* est un geste que nous ajoutons ici par rapport

aux travaux de Jorro (2016) et Pana-Martin (2015), car nous trouvons important de faire ressortir le travail de nature didactique réalisé en amont et pendant l'activité de formation par la personne formatrice. Il s'agit plus spécifiquement de ses intentions didactiques, du choix du contexte de la situation, du choix de la situation et des enjeux didactiques et professionnels pouvant y être exploités. Ce geste est guidé par l'analyse conceptuelle et didactique des savoirs mathématiques en jeu qui est réalisée en amont de la séance et qui guide la personne formatrice tout au long du JdR. Nous considérons que ce geste est d'une autre nature que le *geste de planification* (associé à la **posture de pisteur**), qui se centre plutôt sur l'organisation du travail et non la prise en compte de la situation en elle-même et des variables didactiques des situations en jeu.

Dans la **posture de médiateur**, la personne formatrice tente d'amener les personnes étudiantes à faire des liens, entre autres avec des ressources didactiques et avec des personnes-ressources qui pourraient être utiles dans le cadre de leurs activités professionnelles. Ce faisant, la personne formatrice peut a) référer à une ressource (texte, cours, personne, etc.) afin d'amener les personnes étudiantes à faire des liens avec la situation vécue par un *geste de mise en relation* ; b) aménager un espace de liberté pour les personnes étudiantes en leur remettant la responsabilité de la tâche (par exemple à chercher à provoquer la dévolution de la situation) par un *geste de lâcher-prise* ; et c) exposer ou partager son expérience ou son point de vue face à une situation à travers un *geste de conseil*. Il convient de remarquer que, dans le cadre de Pana-Martin (2015), le geste de *mise en relation* se nomme geste de reliance, mais il est décrit comme un geste permettant de « faire des liens » avec un pair ou une personne-ressource. Par conséquent, l'appellation *mise en relation* nous paraît mieux traduire ce geste. Par ailleurs, nous tenons à souligner que le geste de *lâcher-prise* ne provient pas du cadre de Jorro (2016) et Pana-Martin (2015). Il est plutôt issu des travaux de Bucheton et Soulé (2009), qui se sont aussi intéressées aux gestes professionnels et au jeu des postures de la personne enseignante dans la classe. Nous avons jugé pertinent de l'ajouter à notre cadre pour circonscrire un geste spécifique de la **posture du médiateur** que nous posons dans nos pratiques de personnes formatrices liées aux JdR.

Dans la **posture de régulateur**, la personne formatrice vise à induire chez les personnes étudiantes un regard d'autoévaluation ou de co-évaluation afin qu'elles repèrent leurs points d'appui et qu'elles puissent entrevoir des pistes d'action. De plus, la personne formatrice peut également chercher à valoriser les réussites des personnes étudiantes et à les rassurer sur les enjeux de développement professionnel, afin de les amener à déconstruire un regard déficitaire ou empreint d'insécurité qu'elles portent parfois sur leur propre activité professionnelle. Ce faisant, la personne formatrice peut a) engager les personnes étudiantes dans l'adaptation ou l'adoption d'une action à travers un *geste d'ajustement* ; b) soutenir les personnes

apprenantes sur le plan émotif par un *geste de rassurance* ; et c) mettre en évidence les points d'appui (par exemple les bons coups) dans le travail des personnes apprenantes par un *geste de valorisation*. Au sujet de la posture de **régulateur**, il convient de souligner que nous n'avons pas pris en compte le geste de mise en rapport identifié par Pana-Martin (2015), par lequel la personne formatrice cherchait à confronter un fait avec un souhaitable, étant donné son rapprochement avec celui de *mise en relation* de la posture de **médiateur**. De plus, remarquons que le geste de *rassurance*, qui nous semble occuper une place particulière dans notre pilotage du dispositif des JdR, constitue un ajout par rapport au cadre de Jorro (2016) et Pana-Martin (2015). Enfin, dans le cadre de Pana-Martin (2015), le geste de soutien était lié à la posture de **médiateur**. Ce geste fait référence au soutien des efforts accomplis par les personnes étudiantes et de leur engagement. Ce geste nous semble très proche du geste de *valorisation* en termes de sens, alors il nous semble difficile de les distinguer. De plus, le geste de *valorisation* (qui englobe le geste de soutien du cadre de Pana-Martin, 2015) semble appartenir davantage à la posture de **régulateur**.

Enfin, dans la **posture d'enquêteur**, la personne formatrice mobilise une écoute active et constructive. Elle cherche à entendre la parole de la personne étudiante, elle s'intéresse aux non-dits, aux significations cachées. Comme le dit Jorro (2016), cette « posture renvoie à l'art [...] du questionnement qui cherche à interpeller les évidences, les idées préconçues de l'enseignant » (p. 124). Elle suppose de la part de la personne formatrice une lecture critique, bienveillante et exigeante de la situation. Il convient de remarquer que Jorro (2016) nomme plutôt cette posture « contradicteur ». Dans notre cadre, nous considérons que le rôle de « contradicteur » (ou d'avocat du diable) relève davantage d'un geste que d'une posture et par conséquent, nous avons renommé cette posture en termes de posture d'**enquêteur**. Cette nomination a d'ailleurs émergé des propos de Jorro (2016), qui dit que « Les gestes de questionnement et de problématisation tendent à montrer l'attitude d'enquêteur tenue par le formateur » (Jorro, 2016, p. 127). Ainsi, en adoptant cette posture, la personne formatrice peut chercher a) à connaître les réflexions des personnes étudiantes par un *geste de questionnement* ; et b) à souligner un décalage entre les actions et les paroles ou réflexions des personnes étudiantes ou pointer un défi d'une situation à travers un *geste de problématisation*.

Dans l'objectif de documenter notre agir professionnel de personnes formatrices exploitant les JdR, nous avons opté pour l'analyse de nos récits de pratiques de formation respectifs sous l'angle de ces cinq postures et des gestes professionnels associés que nous avons adaptés à partir du cadre de Jorro (2016) et Pana-Martin (2015). En fonction de ces choix, voici la question de recherche ciblée dans cet article : *Quelles postures et quels gestes adoptent des personnes formatrices dans les différentes phases du JdR comme dispositif de formation initiale à l'enseignement des mathématiques ?*

3. Méthodologie

Cette étude vise à documenter notre agir professionnel en tant que personnes formatrices en didactique des mathématiques en formation initiale. La méthodologie retenue prend appui sur celle proposée par le Groupe de recherche sur la formation à l'enseignement des mathématiques (GREFEM, 2018) pour réaliser une analyse à postériori de récits de pratiques de formation de personnes formatrices. Comme les personnes auteures de cette recherche en sont aussi les sujets, nous avons eu recours à une démarche qualitative inspirée de l'autoethnographie, fondée sur la réflexivité et le point de vue de l'acteur (Rondeau, 2011). En effet, nous sommes des personnes formatrices en didactique des mathématiques intervenant notamment en formation initiale à l'enseignement et nous utilisons le dispositif des JdR dans deux universités québécoises, soit l'Université de Sherbrooke et l'Université du Québec en Outaouais. Le Tableau 1 présente les grandes lignes de nos profils de personnes formatrices (nommées F1, F2, F3 et F4).

Tableau 1. Portrait des personnes formatrices

F1	F2	F3	F4
Expérience en formation initiale de personnes enseignantes			
10 ans	6 ans	23 ans	12 ans
Expérience avec le dispositif de JdR			
Participation à la conception du dispositif mis en place de manière décentralisée Animation à deux reprises comme auxiliaire d'enseignement dans un cours de didactique des mathématiques Animation à neuf reprises dans un cours de didactique des mathématiques	Animation comme auxiliaire d'enseignement dans un cours de didactique des mathématiques, puis utilisation dans trois cours de didactique des mathématiques	Animation comme auxiliaire d'enseignement dans un cours de didactiques des mathématiques Conceptrice du dispositif mis en place de manière décentralisée. Animation à trois reprises dans un cours de didactique des mathématiques	Quelques participations sporadiques, puis utilisation dans deux cours de didactique des mathématiques à la formation initiale et un groupe de travail avec des personnes formatrices universitaires

Pour compléter ce portrait des quatre personnes formatrices, il faut aussi souligner que nous partageons la même philosophie de formation des futurs personnes enseignantes par la didactique (Lajoie & Saboya, 2013). Dans ce sens, nous cherchons à amener les personnes étudiantes à réfléchir sur l'enseignement-

apprentissage des mathématiques, notamment par le travail sur des situations riches conceptuellement, mais pas forcément robustes. Il ne s'agit donc pas de former à la *didactique* où des théories et concepts didactiques sont explicitement enseignés. Nous percevons, conséquemment, les JdR comme une méthodologie permettant aux personnes étudiantes d'alimenter leur réflexion mathématique, didactique et pédagogique liée à l'enseignement des mathématiques.

Pour chacune des personnes formatrices, un JdR a été identifié comme point de référence pour réaliser le récit de pratique. Ces quatre JdR sont résumés en annexe où nous avons indiqué certaines de nos intentions didactiques exemplifiées pour chacune des phases. Comme ces synthèses des JdR l'illustrent, nos pratiques de formation respectives ne traitent pas nécessairement des mêmes contenus mathématiques (géométrie, probabilités, statistique et algèbre) ou des mêmes intentions didactiques (par exemple, questionner le recours à du matériel ou l'usage de ressources didactiques, faire réfléchir sur les injonctions ministérielles, interroger l'adéquation ou l'acceptabilité d'un processus personnel de calcul, etc.). L'organisation du dispositif diffère également (centralisé ou décentralisé). Nos pratiques liées aux JdR ne se déploient pas au même moment de la formation (par exemple en 2^e année ou en 4^e année de formation, selon le programme de formation) et ne s'adressent pas non plus aux mêmes personnes étudiantes (en enseignement au préscolaire et au primaire ou en adaptation scolaire et sociale). Malgré ces distinctions, nous avons choisi de poser un regard sur les postures et gestes que nous adoptons dans notre propre agir professionnel pour ce même dispositif de formation, soit les JdR. De manière volontaire, nous (les quatre personnes auteures) avons rédigé individuellement un récit de nos pratiques de formation, qui constituent les données à la base de notre analyse. Nous avons choisi d'être nos propres sujets de recherche, car nous concevons que la recherche et la formation se nourrissent de manière dialectique en regard de nos activités de recherche et de formation.

Prud'homme et al. (2012) ainsi que Marcel (1999) expliquent que le récit de formation est un outil méthodologique pertinent pour retracer les moments importants d'une formation, du point de vue de la personne formatrice ou des personnes participantes. Il s'agit ainsi d'un exercice d'écriture à la fois descriptif et analytique qui cherche à reconstituer l'expérience de formation de manière relativement détaillée et à illustrer ou expliciter les premiers constats qui émergent de ce traitement initial des données (Prud'homme et al., 2012). Nous nous sommes donc inspirés des considérations méthodologiques reliées aux récits de formation pour expliciter nos expériences des JdR sous la forme de ce que nous appelons nos récits de pratiques (de formation).

Ces récits de pratiques ont donc été rédigés en rétrospective des JdR vécus dans le cadre de nos expériences en formation initiale des dernières années (voir Tableau 1).

Plus spécifiquement, nous avons convenu que ces récits de pratiques d'une dizaine de pages devraient inclure la description du contexte de formation, du déroulement de chacune des phases du JdR, des postures adoptées par la personne formatrice et d'une ouverture (formulée sous forme de questionnements et d'un bilan) sur le pilotage de ce dispositif.

Une fois les récits de pratiques écrits, nous avons choisi le cadre d'analyse, afin que la rédaction de nos récits ne soit pas influencée par un cadre précis. Lorsque le cadre des postures et gestes professionnels de Jorro (2016) et Pana-Martin (2015) a été retenu, une première analyse a été réalisée. Ce processus a été effectué en quatre temps (T1, T2, T3, T4). Dans un premier temps (T1), nous avons lu l'un des récits de pratiques (un récit différent pour chaque personne) et réalisé un codage de celui-ci pour identifier les passages qui reflétaient les diverses postures du cadre en justifiant leur choix par l'identification des gestes réalisés. Dans un deuxième temps (T2), nous avons clarifié les postures et les gestes qui semblaient émerger de ce codage et réalisé une première adaptation du cadre de référence. Ensuite, dans un troisième temps (T3), nous avons repris cette étape pour les deuxième et troisième récits, mais en prenant en compte cette fois le codage antérieur de chacune des personnes formatrices. Dans un quatrième temps (T4), nous avons stabilisé les postures et les gestes de ce cadre de référence afin de pouvoir réaliser de manière uniforme le codage de notre propre récit. Pour ce dernier récit, chacune des personnes formatrices a analysé son récit en prenant en compte les codages réalisés précédemment par les trois autres personnes. Finalement, une rencontre a eu lieu afin de discuter et raffiner notre compréhension des postures et des gestes professionnels, ce qui nous a permis de prendre des décisions collectives sur les quelques passages où tous ne s'entendaient pas sur le codage². La figure 2 présente une schématisation de notre processus de rédaction et de codage de nos récits de pratiques de formation.

² Il est à noter que nous n'avons pas modifié nos récits de pratiques lors du codage et de l'analyse, afin de rester fidèles aux éléments saillants que nous avons identifiés lors de notre rédaction individuelle du récit de nos propres pratiques de formation.

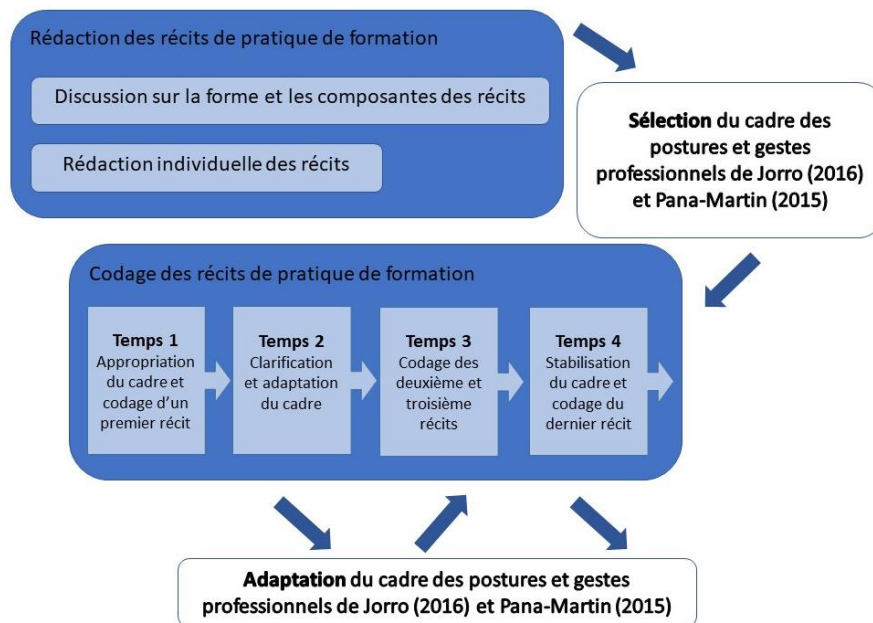


Figure 2. Schématisation du processus de rédaction/codage des récits de pratiques

4. Résultats

Nous présentons maintenant les résultats issus de l'analyse de nos récits de pratiques à l'aide de notre adaptation du cadre de Jorro (2016) et Pana-Martin (2015) en lien avec la question de recherche, soit les postures et gestes adoptés par les quatre personnes formatrices ayant exploité les JdR comme dispositif de formation à l'enseignement des mathématiques, et ce, pour chacune des quatre phases de ce dispositif. L'accent est mis sur les tendances communes remarquées entre les personnes formatrices (nommées F1, F2, F3 et F4 dans la présentation des résultats). Chacun des récits de pratiques a d'abord été codé en identifiant les passages manifestant une posture et, plus spécifiquement, un geste. La tendance a alors été caractérisée en compilant le nombre de ces passages pour chacune des postures et chacun des gestes.

4.1. Phase de mise en situation

La première phase amène les personnes formatrices à choisir la façon de présenter leur mise en situation d'un JdR (à l'oral ou à l'écrit), ce qui inclut un choix des concepts à cibler, du matériel à utiliser, du contexte à mettre en scène, ainsi que du déroulement des phases suivantes (voir l'annexe). Durant cette phase, deux postures

sont majoritairement adoptées par les personnes formatrices, alors que près de la moitié des passages codés sont reliés à la posture de **pisteur** et que près du quart sont reliés à la posture de **traducteur**.

En ce qui concerne la posture de **pisteur**, nous remarquons à plusieurs occasions que les quatre personnes formatrices cherchent à organiser le travail des personnes étudiantes, par un geste de *planification*, en encadrant l'élaboration du JdR. Elles balisent ainsi le déroulement du JdR en présentant les « règles du jeu » :

[Dans la mise en situation fournie aux personnes étudiantes, on] retrouve un bref contexte, un problème à résoudre de niveau primaire, puis des indications concernant le rôle des élèves (« Quels pourraient être les raisonnements erronés des élèves ? ») et le rôle de la personne enseignante (« Comment intervenir pour accompagner les élèves dans l'apprentissage visé, en partant de ce que les élèves comprennent ? »). (Extrait de F2, **pisteur**, *planification*)

Lors de cette phase, le niveau d'encadrement fourni par la personne formatrice peut être libre ou plus directif. En ce sens, toujours dans la posture de **pisteur**, trois personnes formatrices optent pour un geste de *contrôle*, en organisant ou balisant le rôle de la personne qui jouera l'élève dans le JdR, dont voici un exemple :

Lors [de la mise en situation], mon intention est de bien préparer les personnes étudiantes aux rôles qu'elles devront jouer lors du jeu de rôles qui s'en vient. Dans cette phase, je suis plus directive : les personnes étudiantes ont peu de choix [dans la sélection des difficultés et raisonnements des élèves]. (Extrait de F1, **pisteur**, *contrôle*)

Par un geste de *contrôle*, les personnes formatrices balisent les rôles des élèves afin de s'assurer que le JdR soit riche conceptuellement. Des élèves ayant des erreurs d'inattention ne permettent pas de discuter des enjeux conceptuels ou didactiques et donc une attention très particulière est portée au potentiel didactique des erreurs (voir annexe). Pour la posture de **traducteur**, trois personnes formatrices cherchent à quelques reprises à anticiper, formuler et structurer les contenus, par un geste de *conception*, en préparant une mise en situation de façon à organiser les savoirs en jeu selon une analyse didactique préalable de cette situation. En voici deux extraits :

Lorsque je conçois une mise en situation pour un JdR, cela me force à expliciter mes intentions, qui guident mes choix, qu'elles soient reliées au problème à résoudre (et les erreurs possibles), au matériel à utiliser ou encore au contexte. (Extrait de F2, **traducteur**, *conception*)

[J]'ai réfléchi et choisi le « contexte réaliste » et les huit erreurs reliées au domaine de la statistique pour que puissent être mis en scène les JdR. (Extrait de F4, **traducteur**, *conception*)

Ce geste de *conception* est guidé, pour ces personnes formatrices, par une analyse conceptuelle et didactique de la mise en situation choisie. Par exemple, les huit

erreurs choisies par F4 sont issues d'une analyse conceptuelle liée à l'apprentissage de la statistique au primaire. Il en est de même pour les trois autres personnes formatrices pour les erreurs, mais aussi les raisonnements et les interventions possibles pour la mise en situation choisie.

Par ailleurs, en ce qui concerne la posture de **médiateur**, qui est mobilisée moins fréquemment dans cette phase, deux personnes formatrices cherchent à référer les personnes étudiantes vers des ressources, par un geste de *mise en relation*, pour les amener à faire des liens avec des éléments déjà travaillés, comme l'illustre cet extrait :

Je leur donne aussi accès à des textes complémentaires, par rapport aux textes reçus lors de leur cours de didactique précédent en lien avec l'exploitation de ces matériels et je les invite également à se construire le matériel pour ce JdR. (Extrait de F3, **médiateur**, *mise en relation*)

Deux personnes formatrices ont également recours à la posture du **régulateur**, puisqu'elles cherchent à soutenir émotivement, par un geste de *rassurance*, afin de diminuer l'anxiété des personnes étudiantes par rapport aux JdR : « Ma posture ici, tout comme ceci est le cas pour les autres JdR, est de les rassurer sur l'expérience qu'elles vont vivre » (Extrait de F3, **régulateur**, *rassurance*).

Dans cette même posture, deux personnes formatrices cherchent aussi ponctuellement à mettre en évidence les points d'appui, par un geste de *valorisation*, en rassurant les personnes étudiantes par rapport à leurs inquiétudes et préoccupations, comme l'illustre cet extrait :

[Je] leur mentionne qu'il n'y a pas d'intervention parfaite, qu'il faut toujours donner le meilleur de nous-mêmes, d'ajuster les interventions en fonction des points forts et faibles et d'admettre que parfois nous faisons des erreurs. (Extrait de F3, **régulateur**, *valorisation*)

4.2. Phase de préparation

Dans la deuxième phase, les personnes formatrices cherchent à amener les personnes étudiantes à se préparer à jouer différents rôles lors d'une séance spécifique de JdR. Pour trois des personnes formatrices, cette phase se déroule à la fois individuellement à l'extérieur du cours durant la semaine qui précède la séance et en équipe au début de la séance de JdR, ce qui vise à favoriser une préparation réfléchie et élaborée. Pour l'autre personne formatrice, cette phase se déroule en classe, en quelques minutes et en équipes, juste avant la réalisation des JdR afin d'encourager les réactions dans l'action à partir d'une préparation plus intuitive et spontanée.

Dans le cadre de cette phase, la posture de **pisteur** est adoptée principalement par les quatre personnes formatrices puisque la moitié des passages codés y font référence. La posture de **régulateur** (adoptée par l'ensemble des personnes

formatrices) ainsi que la posture de **médiateur** (adoptée par trois personnes formatrices) apparaissent aussi durant cette phase du dispositif, mais dans une moindre mesure.

D'abord, la posture de **pisteur** se manifeste par des gestes de *planification* et de *contrôle* chez toutes les personnes formatrices. Voici des extraits illustrant respectivement ces gestes :

Lors de la phase de préparation, je répartis les rôles de personnes élève et enseignante aux personnes étudiantes, en séparant habituellement la classe en deux. Cela signifie qu'environ la moitié du groupe (c'est-à-dire quelques équipes de 3-4 personnes) se prépare à l'éventualité de réaliser le JdR dans le rôle de l'élève, ce qui implique d'envisager des erreurs possibles (et crédibles) d'élèves. L'autre moitié du groupe se prépare plutôt pour le rôle de la personne enseignante, ce qui implique d'envisager aussi des erreurs d'élèves en plus des interventions qui leur seraient associées. (Extrait de F2, **pisteur**, *planification*)

Chaque personne étudiante choisit un cas d'élève qu'elle va jouer et elles ont comme devoir de m'écrire un courriel m'expliquant brièvement comment elles vont jouer cet élève. [...] Le fait qu'elles m'envoient leur rôle me permet de voir si elles ont bien cerné la difficulté de cet élève et si elles n'ont pas ajouté d'autres difficultés connexes. (Extrait de F3, **pisteur**, *contrôle*)

Le geste de *planification* est davantage de nature pédagogique, mais il est possible de voir ici aussi que le geste de *contrôle* est guidé par l'analyse conceptuelle des savoirs mathématiques en jeu.

Ensuite, dans la posture de **médiateur**, trois personnes formatrices posent un geste de *mise en relation* au cours de cette phase du dispositif. En voici un exemple :

Dans le cas de la préparation, j'espère que les personnes étudiantes « enseignantes-observatrices » réinvestissent les connaissances apprises en cours et en stage afin de pouvoir mieux anticiper les difficultés des élèves et les interventions pour leur venir en aide. Souvent la [phase de préparation] leur permet de réaliser ce qu'elles ont appris lors des cours de didactique. C'est le moment de réaliser qu'elles connaissent des interventions. (Extrait de F1, **médiateur**, *mise en relation*)

Par ce geste de *mise en relation*, l'intention est de mettre en relation des savoirs didactiques vus précédemment et également de mettre en relation ces savoirs aux interventions réalisées.

De plus, un geste de *lâcher-prise*, qui relève également de la posture de **médiateur**, est aussi rapporté par deux des personnes formatrices. Ce geste signifie notamment de donner la responsabilité ou le contrôle d'une partie de la tâche (par exemple la préparation des erreurs à mettre en scène dans les rôles d'élèves) aux personnes étudiantes, comme cet extrait l'illustre :

Je les relance souvent et donc je leur redonne le contrôle de cette partie [la phase de préparation]. Je veux aussi que les personnes étudiantes prennent confiance en elles, en leurs compétences professionnelles. (Extrait de F3, **médiateur**, *lâcher-prise*)

Par ailleurs, trois personnes formatrices posent un geste de *rassurance* dans la posture de **régulateur** au cours de cette phase du dispositif, dont voici un exemple :

J'ai aussi eu à accompagner certaines personnes étudiantes dans la gestion de leur « trac », les rassurant et prodiguant quelques bons mots pour reconnaître leurs compétences (renforcement positif). (Extrait de F4, **régulateur**, *rassurance*)

Toujours dans la posture de **régulateur**, deux personnes formatrices posent également un geste de *valorisation* en exposant par exemple que toutes les interventions sont perfectibles. En voici un exemple :

En ce sens, plusieurs avenues sont possibles, il faut en être conscient, et il faut surtout être en mesure de prendre du recul face à cette action [envisagée] afin de la caractériser, d'en dégager les bons et moins bons choix et de les prendre en considération pour d'éventuelles interventions. Ma posture est aussi dans l'optique qu'il n'y a pas d'intervention idéale ou une intervention unique pour chaque élève. (Extrait de F3, **régulateur**, *valorisation*)

4.3. Phase de réalisation

Dans la troisième phase du dispositif, le JdR est réalisé. Pour trois personnes formatrices, c'est le moment où une personne enseignante intervient auprès d'une personne élève présentant une difficulté à l'intérieur d'une équipe (modèle décentralisé). Pour l'autre personne formatrice, la personne enseignante intervient auprès d'un ou deux élèves devant l'ensemble de la classe (modèle centralisé). Dans ces deux cas de figure, les personnes étudiantes qui ne jouent pas un rôle d'élève ou de personne enseignante sont amenées à jouer le rôle de personnes observatrices.

La posture du **pisteur** est celle qui a été le plus souvent identifiée lors de cette phase en représentant la moitié des passages codés, et ce, pour les quatre personnes formatrices. Le seul geste de cette posture qui revient dans tous les récits de pratiques et celui de *recherche de traces*. En effet, comme la phase de réalisation est un moment où la place est davantage donnée aux personnes étudiantes, la personne formatrice se retire un peu afin d'observer et de prendre des notes, c'est-à-dire être à la *recherche de traces* de l'activité des personnes étudiantes, comme le montre l'extrait suivant :

Lors de cette phase, il faut souligner que ce sont les deux personnes élèves et la personne enseignante qui animent le « show », mais je demeure moi aussi très actif durant la réalisation du JdR. En effet, durant ces quelques minutes, je tente d'être le plus attentif possible afin de saisir les éléments que je souhaite relever lors du retour), ce qui est loin d'être évident ! (Extrait de F2, **pisteur**, *recherche de traces*)

Comme traces, nous pensons ici à des exemples de verbalisation à retravailler, à des analogies boiteuses (« additionner des pommes avec des pommes » pour illustrer l'addition de termes semblables dans une expression algébrique), à des erreurs mathématiques (épistémologiques, liées à l'enseignement, ...) ou didactiques commises (choix du matériel didactique, contre-exemples numériques, ...), à des occasions manquées de repartir du point de vue de l'élève, aux moments-clés des interventions (avoir un regard critique sur le matériel).

La posture de **médiateur** est utilisée par trois personnes formatrices qui posent alors un geste de *lâcher-prise*. En effet, les personnes formatrices n'interviennent pas dans l'immédiat : elles n'arrêtent pas l'action au moment où quelque chose qui leur semble intéressant se produit, mais patientent en prévision de la phase de retour. L'extrait suivant présente un exemple de ce geste : « [Je] laisse aller l'action sachant que nous y revenons à posteriori » (Extrait de F3, **médiateur**, *lâcher-prise*).

La posture de **régulateur** est adoptée par trois personnes formatrices par un geste de *rassurance* ou de *valorisation*, comme dans les deux extraits suivants :

Je joue aussi le rôle affectif, en restant calme et confiante durant cette période, et en rassurant chacune et chacun dans le déroulement – rôle d'une figure rassurante. Je les rassure aussi entre chacune des séquences, lors des transitions. (Extrait de F3, **régulateur**, *rassurance*)

Dans les deux moments d'échange en équipe [après la réalisation de quelques JdR], j'ai cherché à relever des points forts ou des faits marquants au fil des JdR [...] pour amener les membres de l'équipe à en prendre conscience. (Extrait de F4, **régulateur**, *valorisation*)

4.4. Phase de retour

Dans cette dernière phase, un retour collectif permet d'abord aux personnes formatrices de donner la parole aux personnes étudiantes afin d'entendre leur point de vue sur l'expérience du JdR qu'elles viennent de vivre et ainsi leur offrir un lieu d'échange constructif et critique. Ensuite, une période de discussion est entamée afin de revisiter les contenus mathématiques, didactiques et professionnels qui ont émergé des JdR. Selon la personne formatrice, différentes sources peuvent être privilégiées pour alimenter la discussion, mais celles-ci ont toutes pour but d'amener les personnes étudiantes à réfléchir, à exercer un jugement critique et à provoquer le besoin chez elles de justifier davantage leurs paroles, leurs actions, etc.

En ce qui a trait aux postures qui se sont manifestées pour cette phase des JdR, deux semblent plus prégnantes, à savoir les postures d'**enquêteur** et de **traducteur**. Les postures de **régulateur** et de **médiateur** ont aussi été adoptées par les quatre personnes formatrices, mais dans une moindre mesure.

La posture d'**enquêteur** se manifeste d'abord par un geste de *questionnement* de la personne formatrice à l'égard des personnes étudiantes. Ce questionnement peut notamment porter sur l'expérience des JdR en elle-même et sur des enjeux mathématiques et didactiques qui ont été observés par la personne formatrice lors de la réalisation du JdR (voir des traces possibles en 4.3). Voici un extrait illustrant ce geste : « Ici, mon but est de provoquer des discussions tant sur le plan mathématique, didactique que sur la profession (rôle, obligation...). Afin d'y arriver, je peux poser des questions » (Extrait de F1, **enquêteur**, *questionnement*).

Cette posture se manifeste aussi fréquemment par un geste de *problématisation* en soulignant les décalages entre les actions et les paroles ou réflexions des personnes étudiantes en prenant position de façon critique sur un enjeu didactique visé par les JdR ou en présentant des contre arguments ou positions opposées aux propos tenus par celles-ci. Voici un exemple : « Cette posture de formateur critique [...] m'amène à fournir de la rétroaction constructive [pour] encourager une réflexion envers les éléments à retravailler » (Extrait de F2, **enquêteur**, *problématisation*). Dans le cas du JdR de F2 (voir annexe), l'intention didactique est de développer un sens critique face au choix du matériel. Dans le cas du JdR de F3, une des intentions est d'aborder les verbalisations à valoriser et à éviter dans la manipulation algébrique (ex. : je dois « changer de bord mon x ») afin de donner du sens à cette activité mathématique.

La posture de **traducteur** est aussi adoptée par les quatre personnes formatrices. Elle se manifeste surtout par le geste de *désignation*, dont voici un exemple : « Je peux aussi faire de courtes présentations pour clarifier un élément par exemple expliquer rapidement la construction de la formule d'aire du trapèze » (Extrait de F1, **traducteur**, *désignation*).

Cette posture se manifeste aussi fréquemment à l'aide du geste d'*institutionnalisation* qui amène la personne formatrice à expliquer ou valider des contenus didactiques ou mathématiques. C'est aussi l'occasion de proposer une réflexion critique des interventions observées pour expliciter des non-dits mathématiques et didactiques. Voici un extrait illustrant ce geste :

Il s'agit d'un temps aussi où je vais revenir sur des verbalisations ou explications importantes – si je vois que des personnes étudiantes l'ont bien fait lors du JdR, je leur demande de venir le faire en avant de la classe, sinon, je me permets de le faire pour clore leur formation (sachant qu'elles l'ont vu précédemment). (Extrait de F3, **traducteur**, *institutionnalisation*)

Dans un autre exemple, F1 mentionne qu'elle peut réexpliquer, au tableau, la construction de la formule de l'aire du trapèze à l'aide d'un schéma et d'une verbalisation à valoriser. Il s'agit ici d'une reprise de l'institutionnalisation mathématique et didactique de ce concept mathématique vu précédemment par les personnes étudiantes.

Le geste *explicatif* est aussi adopté par deux personnes formatrices en fournissant des explications d'aspects qui peuvent échapper aux personnes étudiantes ou des explications sur des concepts mathématiques ou didactiques qui ont émergé durant les JdR ou au fil des échanges : « [J'ai] fait référence à des interactions dont j'avais été témoin et qui étaient survenues durant les JdR de la séance, en plus d'évoquer des résultats de recherche et de mobiliser des concepts de la didactique des mathématiques » (Extrait de F4, **traducteur**, *explicatif*). Durant cette phase, la posture de **régulateur** s'est surtout traduite par le geste de *valorisation* :

Le but est d'établir une atmosphère de confiance afin que la discussion ne se passe pas dans le jugement. Je rappelle aux personnes observatrices qu'il peut être facile d'être « gérant d'estrade » lorsque nous sommes à l'extérieur de la situation, que nous avons d'emblée un pas de recul. Parfois, je vais aussi reconnaître que la séance n'a pas semblé simple pour plusieurs afin de désamorcer un peu la situation et permettre un dialogue. Je peux aussi mettre l'accent sur de bons coups observés afin d'amorcer les échanges sur une note plus positive. (Extrait de F1, **régulateur**, *valorisation*)

À ce geste s'ajoute celui de *rassurance* pour deux personnes formatrices :

Enfin, j'ai également eu à accueillir avec empathie les émotions exposées de manière explicite par certaines personnes étudiantes qui ont vécu des difficultés ou ressenti de la colère ou du découragement ou de l'impuissance lorsqu'elles jouaient un rôle de personne enseignante. [...] Selon les circonstances, il m'est aussi arrivé d'offrir des formes d'empathie au sujet des émotions négatives ou des erreurs commises ou des difficultés vécues par la personne étudiante dans le cadre des JdR. (Extrait de F4, **régulateur**, *rassurance*)

Enfin, la posture de **médiateur** se manifeste principalement par les gestes de *mise en relation* : « Ce faisant, j'ai régulièrement injecté des éléments didactiques dans les échanges, par exemple en évoquant des contenus des cours de didactique des mathématiques ou en faisant des liens avec des résultats de recherche » (Extrait de F4, **médiateur**, *mise en relation*). Le geste de *lâcher-prise* est aussi adopté par deux personnes formatrices :

Je pense qu'ici je dois prendre du recul et exercer un certain lâcher-prise sur le fait que c'est leur dernière occasion d'apprendre [puisque'il s'agit de leur dernier cours de didactique des mathématiques en formation initiale]. Je dois me questionner s'il est plus « payant » de discuter en profondeur d'un ou deux éléments que de lister une liste d'épicerie rapidement à la fin. Lors de la dernière année, je pense avoir davantage réussi à lâcher prise et à leur donner plus de place pour leur préoccupation. Cela m'a semblé apprécié des personnes étudiantes. (Extrait de F1, **médiateur**, *lâcher-prise*)

4.5. Regard général sur les quatre phases du dispositif de JdR

Pour clore cette analyse, nous présentons dans le Tableau 2 une vision globale des quatre phases du dispositif de JdR ainsi que les principaux gestes et postures que

nous y retrouvons, afin d'en dégager une caractérisation de l'agir professionnel des quatre personnes formatrices.

Tableau 2. Synthèse des postures et gestes adoptés par les personnes formatrices dans chacune des quatre phases

Posture	Geste	Mise en situation	Préparation	Réalisation	Retour
Pisteur	<i>Planification</i>	☑ ☑ ☑ ☑	☑ ☑ ☑ ☑	☑ ☑	☑ ☑
	<i>Recherche de traces</i>	☑	☑ ☑	☑ ☑ ☑	☑
	<i>Contrôle</i>	☑ ☑ ☑	☑ ☑ ☑	☑ ☑	☑
Traducteur	<i>Conception</i>	☑ ☑ ☑	☑	☑	☑
	<i>Désignation</i>	☑	☑ ☑	☑ ☑	☑ ☑ ☑
	<i>Explicatif</i>	☑ ☑	☑ ☑	☑	☑ ☑
	<i>Institutionnalisation</i>	☑	☑	☑	☑ ☑
Médiateur	<i>Mise en relation</i>	☑ ☑	☑ ☑ ☑	☑ ☑	☑ ☑ ☑
	<i>Lâcher-prise</i>	☑	☑ ☑	☑ ☑ ☑	☑ ☑
	<i>Conseil</i>	☑	☑	☑	☑
Régulateur	<i>Valorisation</i>	☑ ☑	☑ ☑	☑ ☑	☑ ☑ ☑
	<i>Rassurance</i>	☑ ☑	☑ ☑ ☑	☑	☑ ☑
	<i>Ajustement</i>	☑	☑	☑	☑
Enquêteur	<i>Questionnement</i>	☑	☑	☑ ☑	☑ ☑ ☑ ☑
	<i>Problématisation</i>	☑	☑	☑	☑ ☑ ☑

Dans ce tableau, quatre crochets désignent des gestes très présents qui sont posés par les quatre personnes formatrices. Trois crochets désignent des gestes assez présents qui sont posés par au moins trois personnes formatrices. Deux crochets désignent des gestes plus ponctuels qui sont posés par deux personnes formatrices. Lorsqu'il y a un crochet, ce sont alors des gestes très ponctuels qui sont posés par une seule personne formatrice. Afin de faire ressortir davantage la tendance chronologique de la manifestation de ces postures, nous avons compilé les occurrences des codes associés aux postures dans chacune des phases. Cette évolution des occurrences des postures à travers les phases des JdR est illustrée à la Figure 3.

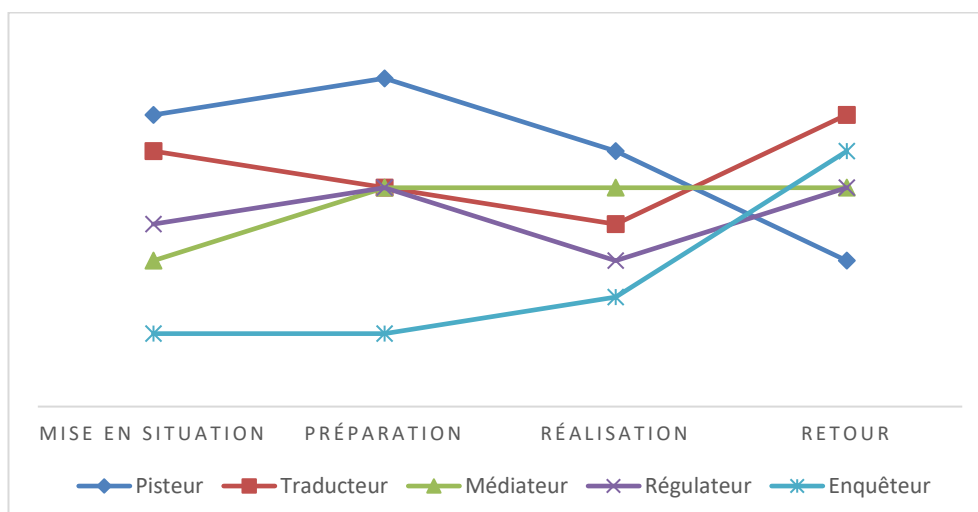


Figure 3. Évolution des occurrences des postures à travers les phases des JdR

Premièrement, pour la phase de mise en situation, nous retrouvons principalement la posture de **pisteur** par les gestes de *planification* et de *contrôle*, ainsi que la posture du **traducteur**, surtout par un geste de *conception*. Ces deux postures et ces trois gestes qui en découlent sont guidés principalement par l'analyse conceptuelle et didactique en amont de cette séance pour les quatre personnes formatrices. Les postures de **médiateur** et de **régulateur** sont moins présentes et celle d'**enquêteur** est presque absente dans cette phase. Deuxièmement, pour la phase de préparation, la posture de **pisteur** est à nouveau la principale posture par les gestes de *planification* et de *contrôle*. Les postures de **médiateur** et de **régulateur** occupent une plus grande place par les gestes respectifs de *mise en relation* et de *rassurance*. Nous avons d'ailleurs mentionné que le geste de *mise en relation* était sollicité principalement pour mettre en relation des savoirs didactiques vus précédemment ou encore de les mettre en relation avec l'intervention vécue. La posture de **traducteur** est moins présente et, enfin, la posture d'**enquêteur** est à peu près absente. Troisièmement, pour la phase de réalisation, la posture de **pisteur** reste la principale posture adoptée par les personnes formatrices, mais elle se manifeste à présent surtout par la *recherche de traces*, ce qui n'était pas le cas pour les deux phases précédentes. La posture de **médiateur** se traduit principalement par un geste de *lâcher-prise*. Les postures de **traducteur** et de **régulateur** sont présentes, mais dans une moindre mesure, puis la posture d'**enquêteur** est à nouveau presque absente. Quatrièmement, pour la phase du retour, la posture de **pisteur** apparaît très peu, alors qu'on retrouve avant tout les postures de **traducteur** et d'**enquêteur**, par les gestes respectifs de *désignation*, puis de *questionnement* et de *problématisation*, tous guidés par l'analyse mathématique et didactique réalisée dans les phases précédentes du

dispositif (*conception* de la mise en situation et *contrôle* des rôles d'élèves) et pendant la réalisation du JdR (*à la recherche de traces*). La posture de **médiateur** se manifeste ici encore surtout par la *mise en relation* et celle de **régulateur** par les gestes de *valorisation*.

5. Discussion

Le but de ce projet était d'en apprendre davantage sur notre agir professionnel en tant que personnes formatrices intervenant dans la formation initiale à l'enseignement des mathématiques par une caractérisation des postures et des gestes de nos propres pratiques liées aux JdR. Le cadre de Jorro (2016) et Pana-Martin (2015) a permis de dégager des tendances communes pour chacune des phases de manière transversale au regard de nos pratiques de formation dans les JdR.

De plus, il nous a aussi été possible d'observer que les savoirs didactiques et mathématiques en jeu à travers ce dispositif occupaient une place centrale puisque les quatre récits les ont mis en évidence dans leurs propos, qu'ils sont venus teinter chacune des quatre phases du dispositif, qu'ils sont sollicités par les principales postures et les principaux gestes de ces personnes formatrices et qu'ils nous ont permis d'enrichir le sens attribué aux gestes comme ceux de *contrôle*, de *conception*, de *mise en relation*, de *recherche de traces*, de *questionnement*, de *problématisation*, de *désignation*, d'*explication* et d'*institutionnalisation*. D'ailleurs, cette couleur didactique se retrouve parmi d'autres gestes autant en amont, durant et en aval des JdR. Par exemple, nos récits de pratiques mettaient en exergue ce geste de *conception* à la fois dans la mise en situation des JdR (par exemple, dans le choix des tâches ou du matériel), dans la préparation (par exemple, pour cibler des difficultés, raisonnements ou interventions conceptuellement riches par un geste de *mise en relation* et de *contrôle*), dans la réalisation (par exemple, par la *recherche de traces* sur les éléments didactiques ciblés précédemment qui mériteront d'être abordés collectivement lors de la phase de retour) et le retour (par exemple, pour traiter et débattre de ces éléments par des gestes de *questionnement* et de *problématisation*).

D'ailleurs, la finalité du geste de *problématisation* semble prendre une orientation différente dans ce contexte de développement de compétences professionnelles. Cette orientation va au-delà de la contextualisation de la situation afin d'en faire ressortir des défis liés à l'activité d'enseignement. Par ce geste, lors de la phase de retour, la personne formatrice cherche à amener les personnes étudiantes à se décentrer des interventions réalisées lors des JdR. Il s'agit de traiter d'un cas singulier, la pratique réalisée lors des JdR, et d'en faire un cas générique afin de poser les problématiques que celle-ci peut impliquer dans une pratique éventuelle d'enseignement. Cette prise de distance liée à l'intervention réalisée a aussi été observée par Adihou et al. (2019) lors d'entretiens entre la personne formatrice et la personne stagiaire dans le contexte d'une visite de supervision en classe. Le geste de

questionnement sur l'intervention réalisée peut amener la personne formatrice à poser un geste de *problématisation* pour d'éventuelles interventions pouvant faire suite à celle vécue. Enfin, les gestes de *rassurance* et de *lâcher-prise* ont émergé de l'analyse de nos récits de pratiques et nous faisons l'hypothèse que ceux-ci pourraient être liés à des caractéristiques spécifiques du dispositif des JdR et aux rapports parfois négatifs envers les mathématiques que peuvent ressentir ces personnes étudiantes destinées à devenir des personnes enseignantes du primaire ou d'adaptation scolaire (Marchand, 2010). Ce dispositif revêt un caractère émotif élevé, étant donné la mise en action des personnes étudiantes et l'imprévisibilité des interactions qui surviendront durant cette action. D'une part, la personne étudiante doit donc accepter de plonger et de se soumettre à l'incertitude. D'autre part, la personne formatrice doit accepter un certain *lâcher-prise* puisque l'orientation de la discussion peut bifurquer à tout moment et s'éloigner de ce qui était prévu.

Par un regard croisé sur ces récits de pratiques de formation, une caractérisation de notre agir professionnel dans le cadre des JdR en termes de postures et de gestes (Jorro, 2016 ; Pana-Martin, 2015) nous permet de dégager une certaine tendance en termes d'apports et de limites pour le développement professionnel et didactique des personnes étudiantes. Ces tendances semblent liées davantage au dispositif de formation des JdR qu'aux contenus mathématiques et didactiques impliqués puisqu'ils diffèrent d'une personne formatrice à l'autre. En revanche, les contenus mathématiques et didactiques guident chacune de ces personnes formatrices durant les quatre phases du dispositif en termes de postures et de gestes. Cette caractérisation semble également avoir permis une articulation de la formation didactique à la formation pratique simulée dans le cadre des JdR auprès des personnes étudiantes. D'ailleurs, Lajoie et Maheux (2011) avaient fait ressortir des composantes pour le développement professionnel des personnes étudiantes qui semblent se retrouver en filigrane des postures et gestes adoptés au fil de nos pratiques de formation dans le cadre des JdR. Nous pensons notamment au fait d'amener les personnes étudiantes à s'imaginer et à vivre une situation se rapprochant de ce qu'ils vivront dans leur profession, d'appriivoiser l'inconnu pouvant survenir dans l'action des interactions de classe, de mieux comprendre le point de vue de l'élève pouvant vivre des difficultés et d'obtenir une rétroaction de collègues et de la personne formatrice valorisant une prise de recul et un regard critique sur ces pratiques d'enseignement. Ces composantes peuvent être mises en parallèle avec les compétences professionnelles visées par le référentiel ministériel comme celles liées à la conception, au pilotage d'une leçon, à l'adoption de celles-ci ou encore la compétence liée au travail collaboratif (Gouvernement du Québec, 2020).

L'analyse de nos récits de pratiques de formation nous a ainsi permis d'alimenter notre propre développement professionnel de personnes formatrices. En effet, ce

cadre nous a permis de prendre conscience des postures et des gestes que nous adoptons dans ce dispositif (voir Tableau 2 et Figure 3) et qui étaient jusqu'alors (surtout) implicites pour nous. Cette prise de conscience nous permettra à l'avenir de cibler plus judicieusement nos actions en tant que personnes formatrices et aussi de faire des choix plus conscients et mieux éclairés pour soutenir les personnes étudiantes dans leur formation. Les postures et gestes adoptés mettent aussi en lumière la manière par laquelle nous prenons en charge les JdR, en amont et en aval de la réalisation de ceux-ci, ainsi que les choix didactiques que les personnes étudiantes devront considérer dans le vif de l'action. Ils définissent également la manière par laquelle nous encadrons leur développement professionnel lors du retour sous forme de gestes de *questionnement* et de *problématisation*. Enfin, il en ressort également que cette phase de retour semble complexe à gérer pour la personne formatrice dans la mesure où il s'agit de la phase pour laquelle nous avons adopté le plus grand nombre de postures différentes pour chacun de nous. Ce constat semble être une autre tendance commune.

6. Conclusion

Cette étude avait pour but de décrire et de comprendre davantage l'agir professionnel de personnes formatrices mobilisant un dispositif de JdR dans la formation initiale à l'enseignement des mathématiques afin d'en obtenir une vision plus riche et nuancée, tout comme l'ont proposé les membres du GREFEM (2018) en illustrant comment sont liés les postures et les gestes professionnels dans ce dispositif de formation. Pour ce faire, nous avons analysé nos propres récits de pratiques de formation pour dégager des tendances communes relatives aux postures et gestes que nous adoptons, comme personnes formatrices, à travers l'exploitation de ce dispositif.

Nous souhaitons que notre démarche puisse alimenter les réflexions collectives sur l'agir professionnel singulier de la personne formatrice (Bucheton & Soulé, 2009 ; Jorro, 2016 ; Pana-Martin, 2015), qui sont de plus en plus nombreuses en didactique des mathématiques (par exemple, Adihou et al., 2019). Dans ce contexte, la personne formatrice exerce un métier aux finalités multiples et cruciales pour le développement professionnel des personnes enseignantes, mais elle manque encore aujourd'hui d'un encadrement et d'une reconnaissance institutionnelle (Jorro, 2016) qui contribueraient à clarifier le genre professionnel (Clot, 2017) duquel ce métier relève. Dans ce contexte, les travaux de Jorro (2016) et de Pana-Martin (2015) nous ont permis d'adapter un cadre pour décrire nos pratiques de formation en termes de postures et de gestes des personnes formatrices, ce qui constitue en soi une contribution. Cette opérationnalisation du cadre a permis de préciser le sens qu'il est possible d'attribuer aux gestes professionnels définis par ces autrices dans le cadre de nos pratiques en contexte de JdR pour la formation initiale en didactique des

mathématiques. Ainsi, un des apports de cette étude est le fait que cette lunette didactique a permis de définir ces gestes en lien avec les savoirs didactiques et mathématiques en jeu dans les JdR. Elle a aussi permis une bonification de ces gestes par l'ajout de trois gestes spécifiques : le premier est lié au caractère didactique de ce dispositif (conception – analyse conceptuelle), le deuxième est en lien avec un choix didactique commun valorisant une dévolution des savoirs en jeu vers les futures personnes enseignantes (lâcher-prise) et le troisième relève plutôt du caractère affectif qu'implique ce type de dispositif de manière récurrente pour ces personnes étudiantes (rassurance). De plus, notre intention didactique de vouloir faire le pont entre la formation didactique de ces personnes et leur pratique future par l'exploitation des JdR est mise en lumière par la précision des définitions issues de ces cadres d'analyse et constitue une autre contribution de cette étude pour l'avancement des connaissances pour ce type de dispositif de formation.

Bien entendu, notre démarche présente certaines limites méthodologiques, notamment liées à la rédaction (assez ouverte) des récits de pratiques, ce qui a donné lieu à des différences dans leur forme, ainsi qu'au processus de codage (par exemple, au regard de la taille des unités de sens utilisées et ayant pu influencer le nombre d'occurrences de certains codes). Une importante part de subjectivité reliée à la démarche d'analyse autoethnographique de nos récits de pratiques (et aux inférences qui en ont parfois découlé) pourrait également être vue comme une limite de notre démarche. Toutefois, cette démarche, qui visait notamment à soutenir notre propre développement professionnel de personnes formatrices, se détourne « d'une recherche de vérité absolue pour prendre racine dans un projet évocateur amarré à une quête signifiante au cœur de la construction identitaire » (Rondeau, 2011, p. 48). À nos yeux, notre démarche témoigne d'un choix de « refus délibéré d'objectivité, de distance, de maîtrise totale de l'objet et du processus » (Monbaron, 2005, p. 371), d'où la pertinence qui justifie l'intérêt de documenter le dispositif de formation de l'intérieur, par l'analyse de notre propre agir professionnel.

En terminant, si le dispositif des JdR peut offrir un fort potentiel pour la formation de personnes étudiantes qui constituent la génération montante de personnes enseignantes, il y a fort à parier qu'il pourrait également recouvrir un potentiel intéressant pour soutenir le développement des personnes formatrices par l'explicitation et la caractérisation des postures et des gestes qu'elles adoptent auprès de ce type formation. Des expérimentations récentes, notamment rapportées par Winder-Guille-Biel et al. (2020) et par Holm et Martin (2019), témoignent d'ailleurs de pistes prometteuses offertes par ce dispositif, non seulement pour la formation à l'enseignement, mais également pour la formation de personnes formatrices à l'enseignement des mathématiques. Il semble donc pertinent que se poursuivent les réflexions et les travaux sur ce dispositif complexe et versatile aux multiples potentialités.

Bibliographie

ADIHOU, A., GIBEL, P. & BLANQUART-HENRY, S. (2019). Méthodologie pour l'étude didactique d'un entretien formateur / professeur stagiaire en mathématiques dans le cadre d'une visite de classe. *Canadian Journal of Science Mathematics and Technology Education*, 19(2), 143-167.

ARDOINO, J. (1990). Les postures ou impostures respectives du chercheur de l'expert et du consultant. Dans J. Ardoino et G. Mialaret (dir.), *Actes du colloque international francophone : Les nouvelles formes de la recherche en éducation* (p. 22-34). Matrice Andsha.

BEDNARZ, N., MAHEUX, J-F., BACON, L., SABOYA, M., LAJOIE, C. & THIBAUT, M. (2019). Regards chercheurs-conseillers pédagogiques sur les interactions en contexte de résolution de problèmes mathématiques en classe, *Éducation et francophonie*, 47(3), 140-162.

CHAMBERLAND, G., LAVOIE, L. & MARQUIS, D. (1995). *20 formules pédagogiques*. Presse de l'université du Québec.

CHAMBERLAND, G. & PROVOST, G. (2008). *Jeu, simulation et jeu de rôle*. Presse de l'université du Québec.

CLOT, Y. (1999). *La fonction psychologique du travail*. Presses universitaires de France.

CLOT, Y. (2017). *Travail et pouvoir d'agir*. Presses universitaires de France.

GOUVERNEMENT DU QUEBEC (2001). *La formation à l'enseignement. Les orientations. Les compétences professionnelles*. Ministère de l'Éducation.

GOUVERNEMENT DU QUEBEC (2020). *Référentiel de compétences professionnelles : profession enseignante*. Québec : Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur.

GREFEM (2018). Contextualiser pour enseigner les mathématiques : un enjeu de formation. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 23, 69-105.

HOLM, J. & MARTIN, V. (2019). Enseigner les premiers concepts mathématiques à l'école primaire... Quelles mathématiques ? Quelles avenues pour la formation à l'enseignement ? Teaching primary school mathematics. What mathematics? What avenues for teacher training? Dans J. Holm et S. Mathieu-Soucy (dir.), *Actes de la rencontre annuelle 2019 du Groupe canadien d'étude en didactique des mathématiques* (p. 41-58). St. Francis Xavier University, Nouvelle-Écosse.

JORRO, A. (2016). Postures et gestes professionnels de formateurs dans l'accompagnement professionnel d'enseignants du premier degré. *eJRIEPS*, 38, 114-132.

LAJOIE, C. (2010). Les jeux de rôles : une place de choix dans la formation des maîtres du primaire en mathématiques à l'UQAM. Dans J. Proulx et L. Gattuso (dir.), *Formation des enseignants en mathématiques : tendances et perspectives actuelles* (p. 101-127). Éditions du CRP.

LAJOIE, C. (2018). Learning to act in-the-moment: Prospective Elementary Teachers' roleplaying on numbers. Dans K. Hino et G. J. Stylianides (dir.), *Research advances in the mathematical education of preservice elementary teachers: An international perspective* (p. 231-244). ICME-13 Monographs. Springer.

LAJOIE, C. (2020). Le jeu de rôles pour former à enseigner les mathématiques : potentialités et limites selon différents points de vue. *Revue de mathématiques pour l'école*, 233, 16-27.

LAJOIE, C. & MAHEUX, J.-F. (2011). Jeux de rôles pour préparer à enseigner les mathématiques au primaire : intentions des formateurs et impressions des futurs maîtres. *Actes du colloque du GDM* (p. 22-28), UQTR, Trois-Rivières.

LAJOIE, C. & MAHEUX, J.-F. (2013). Richness and complexity of teaching division: prospective elementary teachers' roleplaying on a division with remainder. *Actes du Eight congress of european research in mathematics education (CERME8)*, Manavgat-Side, Turquie.

LAJOIE, C., MAHEUX, J.-F., MARCHAND, P., ADIHO, A. & BISSON, C. (2012). Le jeu de rôles comme approche de formation à l'enseignement des mathématiques. Quels choix ? Pour quelles intentions ? Pour quelle formation ? *Actes du colloque du GDM* (p. 48-56), Université Laval, Québec.

LAJOIE, C., MANGIANTE-ORSOLA, C., MASSELOT, P., TEMPIER, F. & WINDER GUILLE-BIEL, C. (2019). Former à aider un élève en mathématiques : une étude des potentialités d'un scénario de formation basé sur un jeu de rôles. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19(2), 168-188.

LAJOIE, C. & PALLASCIO, R. (2001). Le jeu de rôle : une situation-problème en didactique des mathématiques pour le développement des compétences professionnelles. *Actes du colloque GDM* (p. 120-132), Université de Montréal, Montréal.

LAJOIE, C. & SABOYA, M. (2013). La recherche en didactique mise à profit dans la formation à l'enseignement des mathématiques : le cas du cours « Raisonnement proportionnel et concepts associés » à l'Université du Québec à Montréal. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 13(1), 49-69.

- MANGIANTE, C., MASSELOT, P., PETITFOUR, É., TEMPIER, F. & WINDER, C. (2019). Proposition d'un cadre d'analyse de situations de formation de professeurs des écoles. Dans I. Verscheure, M. Ducrey Monnier et M. Pelissier (dir.) *Enseignement et formation : éclairages de la didactique comparée* (p. 131-142). Presses Universitaires du Midi.
- MARCEL, J.-F. (1999). La démarche de recherche-formation : propositions pour un trait d'union entre la recherche et la formation dans le cadre de la formation continue des enseignants. *Recherche et formation*, 32, 89-100.
- MARCHAND, P. (2010). Quelle formation mathématique en formation des maîtres au primaire et en adaptation scolaire et sociale ? Dans J. Proulx et L. Gattuso (dir.), *Formation des enseignants en mathématiques : Tendances et perspectives actuelles* (p.11-30). Éditions CRP.
- MARCHAND, P., ADIHOUE, A., LAJOIE, C., MAHEUX, J.-F., & BISSON, C. (2012). Les jeux de rôles en formation initiale : Mettre les compétences professionnelles en action dans la formation didactique. *Actes du colloque de l'AIPU* (p. 198-208). UQTR, Trois-Rivières.
- MARY, C. & GATTUSO, L. (2005). Trois problèmes semblables de moyennes pas si semblables que ça! L'influence de la structure d'un problème sur les réponses des élèves. *Statistics Education Research Journal*, 4(2), 82-102
- PANA-MARTIN, F. (2015). *Les gestes professionnels des formateurs d'enseignants en situation d'accompagnement individualisé* [Thèse de doctorat]. Conservatoire National des Arts et Métiers, Paris.
- PRUD'HOMME, L., SAMSON, G., LACELLE, N. & MARION, C. (2012). Apprendre à différencier les pratiques d'enseignement au secondaire autour d'un objet transversal : la lecture. *Les Dossiers des Sciences de l'Éducation*, 26, 13-32.
- ROBERT, A. & ROGALSKI, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants en mathématiques : une double approche. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 2(4), 505-528.
- RODITI, E. (2005). *Les pratiques enseignantes en mathématiques. Entre contraintes et liberté pédagogique*. L'Harmattan.
- RONDEAU, K. (2011). L'autoethnographie : une quête de sens réflexive et consensuée au cœur de la construction identitaire. *Recherches Qualitatives*, 30(2), 48-70.
- WINDER-GUILLE-BIEL, C., LAJOIE, C., MANGIANTE-ORSOLA, C. & TEMPIER, F. (2020). Mise en abyme d'un jeu de rôles pour la formation de formateurs. *Revue de mathématiques pour l'école*, 233, 151-162.

PATRICIA MARCHAND

professeure, Université de Sherbrooke
patricia.marchand@usherbrooke.ca

VINCENT MARTIN

professeur, Université de Sherbrooke
vincent.martin@usherbrooke.ca

MATHIEU THIBAUT

professeur, Université du Québec en Outaouais
mathieu.thibault@uqo.ca

CAROLINE BISSON

chargée de cours, Université de Sherbrooke
caroline.bisson@usherbrooke.ca

ANNEXE³**Le JdR mobilisé par chacune des quatre personnes formatrices pour réaliser leur récit de pratique**

F1 Les JdR sont vécus en 4^e année d'un baccalauréat en adaptation scolaire et sociale (profil primaire et secondaire) avec trois groupes de 25 à 32 personnes étudiantes participantes. Il y a cinq JdR décentralisés en lien avec les domaines de l'arithmétique (un sur les nombres naturels et un sur les nombres rationnels), de la statistique et des probabilités, de la géométrie et de la mesure puis de l'algèbre. Le JdR présenté ici est celui en lien avec le domaine de la géométrie et de la mesure.

Phase n° 1 : La mise en situation

Une semaine avant le JdR une présentation de la mise en situation est faite aux personnes étudiantes. Celle-ci présente les objectifs du JdR (Être sensibilisé à l'écart qu'il peut y avoir entre les intentions de l'enseignement et les résultats de celui-ci. Et identifier et analyser sous divers aspects des erreurs commises en contexte de géométrie et intervenir auprès des élèves qui auraient pu commettre ces erreurs), la mise en situation en tant que tel (L'enseignant en classe d'adaptation scolaire propose à ses élèves un questionnaire sur la classification des quadrilatères et des triangles, l'aire et le périmètre des figures et l'aire et le volume des solides qu'il a trouvés dans un matériel qu'on lui a donné lors d'une journée de formation. L'enseignant, qui croit ses élèves capables de répondre aux questions, réalise qu'ils n'y arrivent pas.) et des pistes de réflexion pouvant être exploitées par les personnes étudiantes (en lien avec les connaissances géométriques et spatiales, les raisonnements possibles, les pistes d'interventions ou encore ce qu'il faut faire et ce qu'il faut éviter comme intervenant).

Suite à la présentation de la mise en contexte, l'équipe qui jouera le rôle d'élèves peut se préparer durant la semaine à leur rôle. Une rencontre entre la personne formatrice et les personnes étudiantes est organisée afin de présenter les difficultés qui seront à mettre en scène.

1. Un élève éprouve des difficultés avec les relations dans la classification des quadrilatères.
2. Un élève éprouve des difficultés avec la relation entre le périmètre et l'aire.
3. Un élève éprouve des difficultés avec la relation entre l'aire latérale d'un solide et son volume.
4. Un élève éprouve des difficultés en lien avec les formules d'aire et de volume.
5. Un élève éprouve des difficultés en lien avec les développements de solides.
6. Un élève éprouve des difficultés avec les relations dans la classification des triangles.
7. Un élève éprouve des difficultés en lien avec les bases de figures et des polyèdres

³ Cette annexe présente un sommaire d'un JdR tiré de la pratique de chacune des personnes formatrices de ce projet. Elle ne constitue pas les récits de pratiques dont il est question dans la méthodologie de cette recherche.

Phase n° 2 : La préparation

À l'aide d'une synthèse portant sur les contenus vus précédemment dans le cours de didactique de la géométrie et de la mesure ainsi que de quelques textes recommandés liés au domaine, les personnes étudiantes ayant le rôle d'intervenant/observateur (4 équipes sur 5) peuvent se préparer durant la semaine et lors des premières vingt minutes de la séance.

Lors des premières vingt minutes, une discussion avec l'équipe qui jouera le rôle d'élève est effectuée afin de clarifier les consignes et répondre aux dernières questions. À la fin de cette période, un rappel est fait concernant les modalités ainsi que la mise en situation présentée la semaine précédente.

Phase n° 3 : La réalisation

Les JdR sont effectués de manière décentralisée et durent 10 minutes chacun (il y a six séquences de 10 minutes). Une gestion stricte du temps est faite pour la durée des JdR, les transitions et les moments de retour (il y a un moment de retour en équipe après les trois premières séquences de JdR, un deuxième moment de retour en équipe après les trois dernières séquences de JdR et un dernier retour a lieu à la toute fin en grand groupe). De plus, une écoute active des échanges est réalisée afin de prendre en note les éléments didactiques qui pourraient être intéressants à relever lors du retour (par exemple : les effets de contrat observés, l'utilisation judicieuse du matériel...).

Phase n° 4 : Le retour

Un retour en grand groupe d'environ 40 minutes est fait afin de partager les expériences et réflexions des personnes étudiantes. La personne formatrice relance la discussion, amène les personnes étudiantes à approfondir leurs réflexions (en lien avec les contenus impliqués et les origines des erreurs, avec l'utilisation du matériel dans un contexte de géométrie et mesure par exemple), fait des liens avec des éléments théoriques (comme les effets de contrats) ou des éléments de son vécu pratique. Certains enjeux discutés pourraient davantage faire écho aux milieux de pratiques qu'aux éléments théoriques et ils sont accueillis et discutés.

F2 Les JdR sont vécus en 2^e année d'un baccalauréat en adaptation scolaire et sociale (profil primaire) avec des groupes d'environ 13 personnes étudiantes. Il y a huit JdR centralisés en lien avec les probabilités et la statistique. Le choix d'expérimenter des JdR centralisés repose sur « le pari que l'apprentissage se fera sur un plan davantage collectif, en ce sens qu'on apprendra des bons et mauvais coups des autres » (Lajoie et al., 2012, p. 53).

Phase n° 1 : La mise en situation

Voici la mise en situation du JdR ciblé, telle que présentée aux personnes étudiantes pendant à peine une minute avant de les lancer dans la tâche :

Une enseignante offre une récupération à 2 de ses élèves de 6^e année du primaire, dans l'intention de revoir la recherche de valeurs manquantes en probabilités, en ayant recours aux pourcentages, aux fractions et aux nombres décimaux. Voici le problème qu'elle leur demande de résoudre :

Dans une roulette à 5 couleurs, voici les probabilités d'obtenir certaines couleurs :

- Bleu : 0,2 ;
- Jaune : $\frac{1}{4}$;
- Cyan : 30 %.

Sachant que les secteurs rouge et mauve sont équiprobables, quelle est la probabilité d'obtenir « rouge » sur cette roulette ?



La difficulté d'une élève se situe en probabilités, alors que c'est en arithmétique pour la deuxième élève.

L'enseignante dispose de diverses roulettes, du simulateur <https://monurl.ca/roulette> ainsi que d'autre matériel de manipulation pour donner du sens à la résolution de ce problème.

Rôle des élèves : *Quels pourraient être les raisonnements erronés des élèves ?*

Rôle de l'enseignante : *Comment intervenir pour accompagner les élèves dans l'apprentissage visé, en partant de ce que les élèves comprennent ?*

Phase n° 2 : La préparation

Une durée de 15-20 minutes est habituellement accordée aux personnes étudiantes pour résoudre le problème sur le plan mathématique, puis l'analyser sur le plan didactique pour réfléchir aux erreurs/interventions. Pendant que les personnes étudiantes se préparent, en prenant des notes sur la feuille de mise en situation reçue, je circule afin de répondre à leurs questions (surtout celles concernant la compréhension de l'énoncé de la mise en situation) et je tente de cibler les erreurs/interventions qu'elles envisagent de manière à valider au moins une erreur qui offrirait suffisamment de potentiel pour le JdR. Par exemple, l'élève pourrait affirmer que la probabilité d'obtenir « rouge » sur cette roulette est de 50%, en s'appuyant sur le fait que « les secteurs rouge et mauve sont équiprobables », mais sans considérer qu'il y a cinq couleurs et que c'est le pourcentage complémentaire aux trois autres couleurs réunies qui doit être séparé également entre les deux secteurs rouge et mauve. Cette erreur est bien différente d'une erreur arithmétique procédurale (par exemple, de faire une erreur de calcul dans la division par deux à la fin) ou conceptuelle (par exemple, de considérer $\frac{1}{4}$ comme 1,4) et je voulais faire ressortir cette distinction dans le JdR.

Phase n° 3 : La réalisation

Le JdR commence habituellement avec la personne jouant le rôle d'élève, qui tente de résoudre le problème en exposant l'erreur qu'elle a choisie. La personne étudiante qui joue le rôle de la personne enseignante doit alors réagir dans l'action et intervenir auprès de ces erreurs. Durant les cinq minutes du JdR, je tente d'être le plus attentif possible afin de saisir les éléments (mathématique, didactique et pédagogique) que je souhaite relever lors du retour. L'erreur probabiliste jouée par une première élève était que le secteur rouge a une probabilité de $\frac{1}{5}$ d'être obtenue étant donné qu'il s'agit d'une couleur sur les cinq couleurs de la roulette. Du côté de la deuxième élève, l'erreur arithmétique est de dire que $0,2 + \frac{1}{4} + 30\% = \frac{31,2}{4}$, ce qui soutient à la fois une mauvaise compréhension du sens du nombre, autant pour les pourcentages ($30\% \neq 30$) que pour les fractions ($x + \frac{1}{4} \neq \frac{x+1}{4}$, sauf si $x = 0$). Il n'est évidemment pas simple d'intervenir en quelques minutes de façon profonde sur ces deux erreurs.

Phase n° 4 : Le retour

Durant environ dix minutes, la parole est d'abord donnée aux personnes étudiantes, afin qu'elles puissent exprimer ce qu'elles ont remarqué en lien avec ce JdR. En tant que formateur, je veux m'assurer que les échanges soient constructifs, mais tout de même critiques et je veille à mon tour à relever des éléments notés, en me souciant de souligner à la fois des éléments positifs et des éléments à retravailler. Par exemple, j'ai voulu revenir sur le fait que ni l'élève ni la personne enseignante n'a eu recours à la roulette virtuelle (<https://monurl.ca/roulette>). J'ai alors pu faire expliciter aux personnes étudiantes de quelle façon l'outil technologique pouvait être utilisé lors de l'intervention de la personne enseignante.

F3 Les JdR sont vécus dans le même contexte de formation que F1.

Phase n° 1 : La mise en situation

La mise en situation est exposée la semaine précédant le JdR. Les personnes étudiantes sont informées qu'elles travailleront la résolution, la simplification et la factorisation d'équations du premier degré à l'aide du matériel de manipulation (tuiles ou enveloppes). Le contexte est celui d'une classe d'adaptation scolaire où l'enseignant commence ces apprentissages et souhaite leurs donner du sens. Une feuille avec des exemples d'équations leur est fournie :

Simplification d'une équation : 1) $X + (X+3) + (X+5) =$ 2) $2u+4-3u-7u+7 =$ 3) $4z-2+6-(5z+8) =$
Résolution d'équations : 1) $4x+1 = 4x+3$ 2) $3x-2 = 2$ 3) $9 = 7x$
Factorisation : 1) $(x+1)(x-1) =$ 2) $(x+5)(x+7) =$ 3) $(x+3)^2 =$

Les personnes étudiantes ont aussi accès à des textes complémentaires en lien avec les deux types de matériel.

Phase n° 2 : La préparation

Les personnes étudiantes qui jouent le rôle d'une personne enseignante ont 30 minutes pour se préparer en sous-groupes. Elles échangent sur ce qu'elles savent de la situation, simulent le JdR, révisent les variables didactiques et les difficultés des élèves. Elles traitent ici surtout des deux types de matériel qu'ils auront à manipuler et du type d'équations que les élèves pourraient leur proposer. Elles se posent des questions sur la verbalisation qu'ils doivent utiliser (ex. : *change de bord*), sur les contenus mathématiques (ex. : j'arrive à $3x = 0$, que dois-je faire, à cette étape, pour trouver la valeur de x ?) ou didactiques (ex. : les tuiles sont dessinées sur les axes, ceci peut-il influencer le raisonnement de l'élève ?). Pour celles qui jouent le rôle des élèves, je les rencontre une semaine avant le JdR, environ 30 minutes, et à

partir de la mise en situation du JdR, nous discutons des cas d'élèves pouvant surgir. Chaque personne étudiante en choisit une : 1) un raisonnement qui fonctionne pour les premiers exercices, mais pas pour les suivants ; 2) un cas où le matériel est la source de la difficulté ; 3) un cas de concaténation ; 4) un élève qui applique la technique sans comprendre ; 5) un cas qui arrive à manipuler le matériel, mais n'arrive pas à l'équation recherchée. Chaque personne étudiante m'écrit un courriel, par la suite, en m'expliquant comment elle va jouer cet élève.

Phase n° 3 : La réalisation

Chacun des sous-groupes de personnes enseignantes s'installe pour accueillir un élève et les élèves établissent un trajet dans la classe afin de s'assurer qu'ils aillent dans chacun des sous-groupes. Le JdR dure 10 minutes et l'élève change de place. Habituellement, cinq séquences sont vécues en rafale avec une pause de 20 minutes au milieu pour discuter en sous-groupes. Durant cette pause, je circule dans les équipes enseignantes et je rencontre les élèves dans le couloir pour faire une mise au point (rôle, difficultés et interventions reçues). Je prends beaucoup de notes (bons coups ou non – des pommes avec des pommes ; des raccourcis pour simplifier l'équation, des expressions comme « fais-moi confiance et suis mon raisonnement » ; est-ce qu'ils donnent du sens au raisonnement de l'élève ? à leurs actions algébriques ? Quelle est leur verbalisation avec le matériel ?), mais je m'efforce pour ne pas fournir de rétroaction non-verbale ou verbale, je reste calme et rassurante.

Phase n° 4 : Le retour

Cette phase dure habituellement 45 minutes. Je commence avec une question très large (comment avez-vous vécu cette expérience ? Quelles sont vos remarques à chaud ?). S'il y avait des enjeux contextuels importants (ex. : comment devrions-nous réagir lorsqu'un élève a un bon raisonnement, mais que l'enseignante lui a demandé d'aller à l'aide au devoir ?), ils sont mentionnés spontanément par les personnes étudiantes et une discussion s'en suit. Ensuite, j'aborde des points didactiques, pour chacune des difficultés rencontrées (ex. : que devrions-nous faire avec l'élève qui ne comprenait pas pourquoi il doit changer de bord son x ?) et il m'arrive de reprendre ici des verbalisations (ex. : avec la gestion de l'égalité ou encore l'algorithme de division). Je reviens aussi sur mes intentions didactiques (ex. : comment le matériel peut appuyer le raisonnement de l'élève ?).

F4 Dans le cadre de mon récit, je rapporte le recours à des JdR qui ont été vécus en 3^e année d'un baccalauréat en éducation préscolaire et en enseignement primaire dans un groupe composé d'environ 40 personnes étudiantes. Cinq séances de JdR décentralisés ont été réalisés en cinq séances autour de cinq thèmes, dont une séance en lien avec le domaine de la statistique.

Phase n° 1 : La mise en situation

Voici les erreurs ou difficultés présentées une semaine à l'avance à l'équipe de personnes étudiantes qui devaient jouer des rôles d'élèves dans une séance fictive de récupération en tête à tête avec une personne enseignante.

1. L'élève est en mesure de faire le calcul de la moyenne, mais il n'arrive pas à lui donner du sens.	2. L'élève rencontre une difficulté avec le choix d'un diagramme à bandes ou à ligne brisée en fonction du type de données.
3. L'élève commet une erreur avec le calcul de la moyenne d'une distribution en rejetant les zéros.	4. L'élève rencontre une difficulté à exprimer des données en pourcentages (sens proportion) afin de les interpréter.
5. L'élève n'arrive pas à comparer deux distributions de données en utilisant la moyenne, la médiane et l'étendue.	6. L'élève rencontre une difficulté liée à l'interprétation de statistiques exprimées en pourcentages (sens proportion).
7. L'élève rencontre une difficulté avec l'interprétation d'un diagramme circulaire.	8. L'élève rencontre une difficulté à interpréter des données présentées en tableau où deux groupes à effectifs inégaux sont comparés.

De leur côté, les personnes étudiantes qui devaient jouer un rôle d'enseignante ou d'enseignant se sont préparées à intervenir au regard des concepts et processus statistiques à l'étude au primaire, à savoir essentiellement les différentes étapes de l'enquête statistique et la moyenne arithmétique, mais sans connaître à l'avance les difficultés ou erreurs spécifiques envisagées.

Phase n° 2 : La préparation

En plus de la préparation réalisée en amont de la séance de JdR, une dizaine de minutes est accordée aux personnes étudiantes pour échanger en équipe au début de la séance où sont vécus les JdR.

Pendant ce temps, je discute brièvement avec l'équipe qui doit jouer les rôles d'élèves, afin de leur rappeler les consignes générales et pour répondre à quelques questions de dernières minutes. Par exemple, l'étudiante qui doit mettre en scène la difficulté n°. 4 cherche à valider qu'elle a bien ciblé le sens de proposition des pourcentages dans son rôle.

Je fais aussi le tour des autres équipes pour répondre à quelques questions de nature conceptuelle, par exemple pour distinguer les caractéristiques des différents diagrammes (pictogrammes, bandes, ligne brisée) qui sont à l'étude au primaire.

Puis, en plénière, je rappelle rapidement le fonctionnement des JdR et les modalités opératoires de la séance. Finalement, j'expose le « contexte » des JdR de la séance, à savoir une séance de récupération portant sur le domaine de la statistique durant laquelle les interactions entre les personnes enseignantes et les élèves se déroulaient en tête à tête.

Phase n° 3 : La réalisation

Durant la réalisation des huit JdR décentralisés (d'une durée de 8 minutes chacun), je circule entre les équipes et j'écoute avec attention les échanges. De plus, je gère le temps des différents JdR et j'orchestre les transitions et les deux périodes de 10 minutes de discussion en équipe (une première période après les quatre premiers JdR et une deuxième après les quatre autres). Autant durant les JdR que durant les périodes de discussion en équipe, je consigne des observations et prends des notes afin de me préparer à la phase de retour.

Phase n° 4 : Le retour

Durant le retour (environ 45 minutes), j'interpelle les personnes étudiantes afin qu'elles partagent leurs constats ou réflexions en lien avec les JdR et les concepts et processus mis en scène dans les difficultés ou erreurs jouées. Ce faisant, je modère les échanges entre les

personnes étudiantes à mesure qu'elles cherchent collectivement à partager et à approfondir les réflexions didactiques ayant émergé durant les deux moments de discussion en équipe. Par exemple, un échange est porté par des personnes étudiantes qui discutent de l'importance de tendre vers un équilibre en la construction et l'interprétation de représentations graphiques par les élèves dans le cadre d'une enquête statistique.

De plus, pour faire progresser les échanges, je reformule des interventions faites, je fais référence à des interactions dont j'ai été témoin durant les JdR, ainsi que j'évoque des résultats de recherche et que je mobilise des concepts de la didactique des mathématiques. Par exemple, au sujet de l'erreur liée au calcul de la moyenne arithmétique par un élève qui n'en comprend pas nécessairement le sens, j'évoque un texte de Mary et Gattuso (2005) qui ont mis en lumière des difficultés inhérentes à l'apprentissage de ce concept statistique.

Dans l'ensemble, les échanges portent non seulement sur les JdR, mais aussi sur les contextes réels d'enseignement (à l'extérieur de la classe universitaire). Enfin, je dois également accueillir avec empathie les émotions exposées de manière explicite par certaines personnes étudiantes qui vivent des difficultés ou qui ressentent de la colère ou du découragement ou de l'impuissance au regard du rôle joué durant la séance.

CLAIRE GUILLE-BIEL WINDER, CAROLINE LAJOIE, CHRISTINE
MANGIANTE-ORSOLA, PASCALE MASSELOT, FREDERICK TEMPIER

PRIORITÉS ET STRATÉGIES D'UN FORMATEUR LORS DE LA MISE EN ŒUVRE D'UN JEU DE RÔLES EN MATHÉMATIQUES

Abstract. A teacher trainer priorities and strategies while implementing a role-play in mathematics. In previous work, we designed, implemented and analyzed a teacher-training scenario based on role-play, which immerses preservice teachers into a situation involving a primary school teacher helping a pupil with some mathematical task (Lajoie et al., 2019). We highlighted some potential offered to the teacher trainer to bring out, in preservice teachers, mathematical, didactic and pedagogical knowledge but we came to the conclusion that making the most of this potential involved demanding work on the part of the teacher trainer. In this paper, we investigate this dimension within the activity theory field, more precisely the way a teacher trainer who did not participate in the design of the scenario implements it, in particular the way she manages the collective discussion phases.

Keywords. training practices, role-play, support to a pupil, comparison of decimal numbers.

Résumé. Dans un travail précédent, nous avons conçu, mis en œuvre et analysé un scénario de formation basé sur le dispositif du Jeu de Rôles, qui plonge les futurs professeurs des écoles dans une situation d'aide à un élève (Lajoie et al., 2019). Nous avons fait ressortir des potentialités offertes au formateur pour faire émerger, chez de futurs enseignants, des connaissances d'ordre mathématique, didactique et pédagogique mais nécessitant un travail exigeant de la part du formateur. C'est cette dimension que nous interrogeons dans ce texte, en nous plaçant dans le cadre de la théorie de l'activité, plus précisément la manière selon laquelle une formatrice qui n'a pas participé à la conception du scénario le met en œuvre, notamment la manière dont elle gère les phases de discussion collective.

Mots-clés. pratiques de formation, jeux de rôles, aide à un élève, comparaison de nombres décimaux.

Suivant l'approche développée à l'Université du Québec à Montréal (UQAM) au milieu des années quatre-vingt-dix, le Jeu de Rôles (JdR) amène des futurs enseignants à se glisser dans la peau d'enseignants plongés dans une situation donnée reflétant leurs tâches au quotidien en ce qui a trait aux mathématiques (introduction d'une nouvelle notion, enseignement d'algorithmes, résolution de problèmes, intervention face à une erreur, utilisation du matériel, exploitation de la

calculatrice, ...) et à agir exactement comme le feraient, selon eux, des enseignants en classe (Lajoie et Pallascio, 2001 ; Lajoie, 2010). Un JdR suit quatre temps :

- *présentation d'une mise en situation* impliquant un enseignant et des élèves (en nombre variable, selon le JdR – parfois un seul) ;
- *préparation* organisée en équipes et soutenue par des consignes ainsi qu'éventuellement des apports didactiques ou mathématiques (portant sur les concepts en jeu, les conceptions d'élèves, les erreurs fréquentes, ...) ;
- *mise en avant* pendant laquelle le jeu a lieu (les différents acteurs provenant d'équipes différentes désignées par le formateur, de manière à éviter que ceux-ci ne s'entendent préalablement sur le déroulement) et les observateurs, tout comme le formateur, ont l'occasion d'observer l'enseignant et son/ses élève(s) en action ;
- *retour collectif* animé par le formateur, portant sur tout aspect pertinent ayant retenu son attention, celle des observateurs ou même celle des acteurs (identification de moments clés, clarification sur les concepts mathématiques ou didactiques impliqués, discussion à propos des choix effectués (par l'enseignant ou par l'élève) ou qui pourraient/devraient l'être dans le contexte d'un autre JdR ou dans celui d'une « vraie » classe).

Nous retenons de certains résultats de recherches sur le développement professionnel des professeurs des écoles (Robert, 2005 ; Butlen et Masselot, 2011 ; Mangiante-Orsola, 2012 ; Butlen, Mangiante-Orsola et Masselot, 2017 ; Butlen et Masselot, 2019) qu'un dispositif de formation visant le niveau local des routines et s'appuyant sur des observations de moments d'enseignement est susceptible d'enrichir les pratiques, c'est-à-dire d'amener le futur enseignant à envisager différentes alternatives, à « élargir la palette des possibles ». Un tel dispositif doit permettre de rester au plus près de la « logique » déjà en germe de l'enseignant de manière à ce que le formateur puisse entrer en résonance avec cette « logique » et se situer dans la « zone proximale de développement des pratiques » (Abboud-Blanchard et Robert, 2015).

Dans le contexte de la formation initiale en France, il peut s'avérer difficile d'avoir accès aux pratiques d'enseignement des stagiaires dans leur classe. Il est alors tentant pour des formateurs de s'appuyer sur des dispositifs permettant d'importer des traces de ces pratiques en formation. Une telle manière de faire permet, dans un premier temps, d'initier chez les formés un questionnement prenant en compte à la fois leurs besoins ressentis et ceux identifiés ou déjà connus par les formateurs.

C'est ce que nous avons montré dans un travail précédent (Lajoie, Mangiante-Orsola, Masselot, Tempier et Winder Guille-Biel, 2019) au cours duquel nous avons conçu, mis en œuvre et analysé un scénario de formation basé sur une succession de JdR plongeant les formés dans une situation d'aide à un élève rencontrant une difficulté dans une tâche portant sur les nombres décimaux. Nous avons alors pu souligner la richesse de ce dispositif en faisant ressortir des potentialités pour faire émerger certaines connaissances et pratiques chez des futurs enseignants. Nous avons notamment montré que l'utilisation de ces JdR offre de multiples possibilités au formateur pour travailler sur les gestes professionnels visant à aider un élève, sur les nombres décimaux, sur l'utilisation didactique d'un support, etc. Nous considérons que ce type de dispositif peut constituer un point d'appui en formation pour amener les professeurs à exercer une certaine vigilance didactique que Charles-Pézard (2010) définit comme « une sorte d'ajustement didactique permanent de la part du professeur qui fait ainsi fonctionner des connaissances mathématiques et didactiques » (Op. cité p. 210) et qu'elle situe « en amont de l'action en classe, pendant l'action en classe ou après la classe » (Ibid.). Un enjeu essentiel de formation serait alors d'améliorer, d'enrichir l'exercice de la vigilance didactique des professeurs (Celi, Masselot et Tempier, 2019).

Pour qu'un dispositif tel que le JdR permette de réaliser cet objectif en allant au-delà de la dimension « mise en activité » des étudiants, nous avons conclu de notre première étude qu'un travail exigeant semblait nécessaire de la part du formateur. Nous avons pointé la complexité de ce travail, considérant notamment que c'est au formateur, en fonction de ce qu'il relève et de ce qui est relevé par les étudiants, mais en fonction aussi de ce qu'il considère comme pertinent au regard de son expérience ainsi que des principes ou théories sur lesquels il appuie son enseignement, d'attirer l'attention des formés sur différents points et d'envisager des manières de faire évoluer les connaissances et gestes qui émergent par le biais du JdR. Nous avons identifié les moments de *retour* collectif qui suivent la *mise en avant* comme des moments clés du dispositif JdR et du travail du formateur, car le questionnement de ce dernier lors des phases collectives donne accès aux interprétations à chaud des formés et peut même permettre de faire évoluer celles-ci. Le questionnement peut alors porter sur les intentions de l'« enseignant » (celles qu'il avait réellement mais aussi celles qu'il aurait pu ou dû avoir), sur la pertinence de certains de ses choix (de questions, de mots, de supports, de modes de représentation, d'actions, ...), en fonction des savoirs visés et des difficultés rencontrées par l'élève, sur la nature, les points d'appui, l'efficacité de l'aide apportée à l'élève, sur la pertinence du choix des supports en fonction des savoirs en jeu, sur la façon de s'y prendre pour rapprocher l'élève d'une utilisation correcte des savoirs visés, etc. Il est aussi possible pour le formateur d'intervenir de manière plus explicite et directe, que ce soit pour attirer l'attention des formés sur des points forts de l'intervention ou, à l'opposé, sur des points faibles pour donner des

conseils, pour proposer une synthèse des éléments à retenir du JdR, pour institutionnaliser certaines connaissances, etc. L'étude de la mise en œuvre de ces phases de discussion collective (*retours*) nous semble alors une entrée intéressante pour l'analyse des pratiques des formateurs car elle peut être révélatrice de ce qui guide prioritairement les choix du formateur dans sa gestion des situations de formation, notamment la façon dont il prend en compte les gestes professionnels qui émergent, les connaissances des formés ou encore celles qu'il cherche à installer.

Dans cette perspective, nous avons proposé le scénario que nous avons conçu (annexes 1 et 2) à une formatrice qui ne l'a jamais utilisé auparavant. Nous nous proposons d'en étudier ici la mise en œuvre en nous centrant sur la gestion des phases de discussion collective par cette formatrice. Nos questions de recherche sont alors les suivantes : Comment investit-elle les potentialités d'un JdR ? Quels enjeux de formation exploite-t-elle (en termes de savoirs mathématiques, didactiques et de gestes professionnels) ? Comment exploite-t-elle ce qui se passe effectivement dans la mise en avant et dans le retour collectif ? Notre recherche vise ainsi à comprendre comment, dans le cadre de la mise en œuvre d'un JdR, des formateurs peuvent contribuer à développer chez les formés l'exercice de leur vigilance didactique, développement qui est, selon nous, l'enjeu principal de la formation. Après avoir explicité les éléments théoriques sur lesquels nous nous appuyons pour étudier les pratiques de la formatrice (partie 1), nous présentons notre scénario, le déroulement de l'expérimentation ainsi que notre méthodologie d'analyse (partie 2). Nous poursuivons avec une analyse *a priori* de la tâche d'enseignement au cœur du scénario (partie 3) et nous réalisons ensuite, en deux temps, l'étude de la mise en œuvre de celui-ci avec un groupe d'étudiants en formation initiale : l'analyse détaillée d'une partie de la séance (partie 4) et la synthèse des analyses des autres parties de la séance complétée par des éléments apportés lors des entretiens avec la formatrice ou dans sa fiche bilan (partie 5).

1. Points d'appui théoriques pour l'étude des pratiques de formation

Pour étudier les pratiques de la formatrice au cours d'une séance visant à préparer des futurs enseignants à enseigner les mathématiques, nous prenons appui sur différents cadres que nous explicitons ci-après.

1.1. Une inscription en théorie de l'activité

En appui sur la théorie de l'activité, la double approche didactique et ergonomique (Robert et Rogalski, 2002 ; Vandebrouck, 2008) se propose d'étudier les pratiques d'enseignement des mathématiques en considérant que l'enseignant exerce un métier et que ses activités sont influencées par des finalités diverses, qui ne se réduisent pas à ce qui est directement lié aux apprentissages des élèves, ce qui

amène notamment à prendre en compte des déterminants sociaux, institutionnels et personnels pour comprendre les pratiques. Dans une première tentative d'utilisation et d'adaptation de ces références théoriques pour l'analyse de pratiques de formation, nous nous centrons sur un seul scénario et nous prenons en compte principalement ce qui se passe pendant la classe, ce qui nous amène à adopter un point de vue « micro » sur ces pratiques. En référence à Robert (2008a), nous utilisons le mot « pratiques » (de formation pour nous) pour qualifier tout ce que le formateur pense, fait ou non, dit ou non, avant, pendant et après la classe. Nous reprenons également la distinction entre tâche et activité de Vandebrouck et Robert (2017) :

L'activité est [...] ce que développe le sujet lors de la réalisation de la tâche (actions, interactions visibles mais aussi inférences, hypothèses, décisions, non actions, manières de gérer le temps, état personnel...). (Op. cité pp. 336-337)

Dans une situation de formation, l'imbrication entre différents niveaux d'activité (de formation, d'enseignement et mathématique) nous amène à spécifier les tâches et activités que nous prenons en compte dans notre scénario et lors de sa mise en œuvre.

Par ailleurs pour analyser l'activité du formateur, nous avons besoin de préciser les enjeux de formation visés en termes de développement de l'exercice de la vigilance didactique du professeur des écoles. Or :

Exercer une certaine vigilance didactique met en jeu des connaissances mathématiques et didactiques nécessaires pour enseigner. Les connaissances mathématiques ne sont pas seulement académiques, elles doivent être finalisées pour l'enseignement. Les connaissances didactiques contribuent à une bonne perception des enjeux d'apprentissage des situations et de leur organisation en vue de l'enseignement de savoirs mathématiques. (Charles-Pézard 2010, p. 210)

Atteindre ces enjeux nécessite de travailler au niveau des gestes professionnels qui sont « des manières, pour le professeur, de réaliser au quotidien des tâches élémentaires » (Butlen, Mangiante-Orsola et Masselot, 2017, p. 27), voire au niveau des routines¹. Ces gestes professionnels, souvent implicites, sont « finalisés par la réalisation de buts, éventuellement de sous-buts (...) [qui] ont à voir avec l'activité, projetée ou effective, de l'élève » et qui « renvoient aux choix généraux de l'enseignant, aux stratégies adoptées » (Charles-Pézard, Butlen et Masselot, 2011, p. 40).

¹ « Les routines sont des manières de réaliser des tâches plus complexes » (Op. cité p. 27), par exemple la tâche « aider un élève », manières qui se répètent régulièrement dans différentes séances, pour un même individu et qui sont révélatrices de grands choix et de stratégies de l'enseignant concerné.

La situation de formation de type JdR offre des potentialités pour travailler au niveau des gestes professionnels en formation. Dans Lajoie et al. (2019), en appui sur Houdement (2013), Briand et Chevalier (1995), nous proposons une modélisation d'un scénario de formation basé sur les jeux de rôles.

1.2. Une modélisation d'un scénario de formation de type Jeu de Rôles

Nous considérons l'existence de trois systèmes didactiques emboîtés (dans le sens où la situation S_1 est le support de la situation S_2 , qui elle-même est le support de la situation S_3), au sein desquels circulent des savoirs mathématiques, didactiques et pédagogiques² en lien les uns avec les autres (Mangiante-Orsola et al., 2019).

Dans le système constitué du formateur et des formés (noté S_3 sur le schéma de la figure 1), la tâche de formation, ou tâche du formateur (T_F), consiste à « former à la réalisation d'une tâche d'enseignement » (par exemple, former à aider un élève à réaliser une tâche en lien avec les nombres décimaux). La tâche du formé, que celui-ci soit appelé à jouer un rôle ou à observer, consiste à envisager une manière d'accomplir la tâche d'enseignement (par exemple, aider un élève). L'activité des formés met en jeu des gestes professionnels qui s'appuient sur des savoirs mathématiques, didactiques et pédagogiques.

Dès lors que le jeu est mis en place, un autre système est en jeu (S_2), emboîté dans le précédent. Ce système est constitué d'un formé en posture d'enseignant (l'« enseignant ») et d'un autre en posture d'élève (l'« élève »). La tâche de chacun se précise. Pour le premier, il s'agit d'une tâche d'enseignement (T_E) (par exemple aider cet « élève » qui rencontre cette difficulté). Pour le second, il s'agit plutôt d'une tâche mathématique (T_M) à accomplir avec l'aide de l'« enseignant ». Les savoirs en jeu dans S_2 sont mathématiques, didactiques et pédagogiques.

Un troisième système (S_1) se distingue des précédents car il est seulement évoqué, il s'agit du système enseignant/élève(s) qui est décrit dans la situation initiale donnant lieu au JdR, soit celui de la réalisation de la tâche mathématique T_M . Les savoirs en jeu dans S_1 sont alors mathématiques.

² Ces « savoirs utiles pour enseigner » ont été identifiés par Houdement (2013) : le savoir mathématique correspond aux mathématiques nécessaires à l'enseignant pour préparer, réguler et évaluer sa séance et ses élèves ; le savoir didactique est nourri par les recherches en didactique des mathématiques et plus particulièrement celles qui portent sur le primaire, il est transposé pour être rendu accessible en centre de formation ; le savoir pédagogique ou « savoir d'expérience » (Portugais 1995) oscille entre deux pôles, « l'un théorique mais parfois très éloigné de la pratique future des étudiants (...), l'autre proche du sens commun et de la pratique, mais privé de l'adaptabilité d'un modèle plus théorique » (Houdement 2013, p. 13). Dans notre étude, nous nous focalisons essentiellement sur les savoirs didactiques et mathématiques.

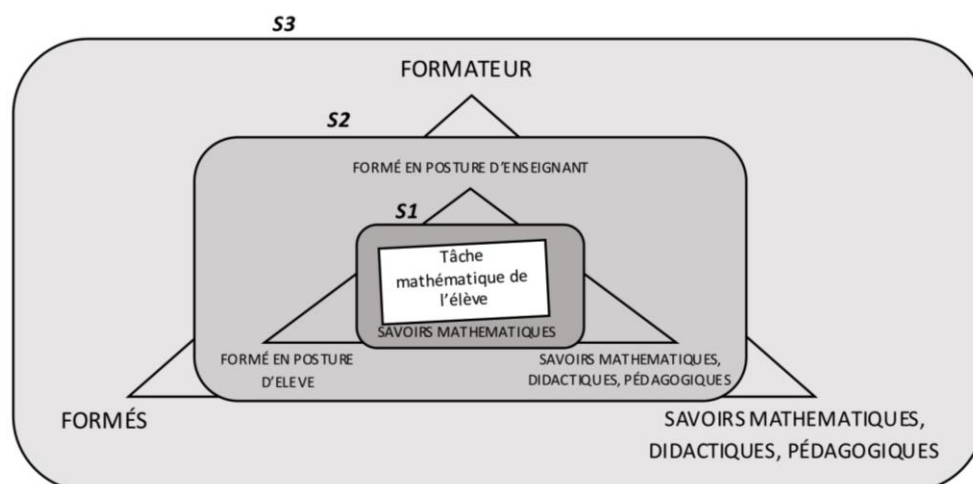


Figure 1. Modélisation du scénario de formation basé sur les JdR

Dans cette étude, nous nous centrons sur l'activité du formateur, donc en particulier sur S_3 (situation de formation impliquant le formateur et les formés) et T_F (tâche de formation), en relation toujours avec les systèmes S_1 et S_2 ainsi que les tâches T_M et T_E . Dans le système S_3 , l'activité du formateur est à la fois influencée par son projet de formation, ses pratiques usuelles de formation et son observation de l'activité des formés dans la situation qu'il propose (JdR). Dans le système S_2 , l'activité des formés concerne à la fois la tâche d'enseignement (T_E) et la tâche mathématique (T_M). L'activité d'enseignement pour la tâche T_E s'observe quand les formés agissent en tant qu'enseignants dans la mise en avant et aussi quand ils réagissent, discutent, réfléchissent à propos de cette mise en avant lors des discussions. L'activité mathématique (pour la tâche T_M) s'observe quand les formés agissent en tant qu'élèves dans la mise en avant et quand ils réagissent, discutent des mathématiques en jeu lors de la mise en avant et/ou des discussions.

2. Expérimentation et méthodologie d'analyse

Après avoir présenté le scénario proposé ainsi que les ressources fournies, nous situons le contexte de l'expérimentation, puis précisons notre méthodologie d'analyse de l'activité du formateur.

2.1. Présentation du scénario et des ressources fournies

Un JdR comporte généralement au moins quatre phases. Le scénario que nous avons élaboré propose deux phases supplémentaires : une phase préalable conduisant à des rappels mathématiques et didactiques à propos des nombres décimaux et une phase finale d'institutionnalisation. Après que le formateur a

présenté les supports matériels ainsi que le problème professionnel impliquant un enseignant et un élève (phase 1), les formés préparent l'intervention (phase 2) en petits groupes. Puis la mise en avant a lieu (phase 3), suivie d'un retour collectif (phase 4). En réalité, plusieurs jeux impliquant à chaque fois un nouveau duo enseignant/élève et une nouvelle tâche mathématique se succèdent, entrecoupés de discussions collectives. Enfin lors d'un dernier temps collectif (phase 5), le formateur propose une institutionnalisation d'éléments à retenir.

Dans un premier temps, une ressource présentant la situation *JdR sur les nombres décimaux* a été mise à disposition de neuf formateurs (envoi des documents) avec possibilité de nous demander des précisions³. Cette ressource était constituée de supports à destination des étudiants (questionnaire, synthèse sur les nombres décimaux, travaux d'élèves, matériel), d'une proposition de déroulement « clés en main » (phases du déroulement, consignes, organisation, ...) et de documents pouvant nourrir l'observation et donner des pistes sur les éléments à institutionnaliser (voir annexes 1 et 2). Parmi les formateurs ayant accepté de mettre en œuvre le scénario de formation, nous avons retenu une formatrice expérimentée qui exerce en France dans un INSPÉ⁴ depuis plusieurs années. Nous pensons, en effet, que nous pourrions avoir plus de difficultés à déceler les priorités que se donne un formateur débutant dont les pratiques pourraient être davantage déstabilisées par la nouveauté et la complexité de la mise en œuvre d'un jeu de rôles. Nous présentons maintenant les conditions de l'expérimentation.

2.2. Expérimentation et recueil de données

La formatrice a mis en œuvre le JdR avec trois groupes de formés en formation initiale (deuxième année de master Éducation Enseignement et Formation) sur une durée variant entre deux et trois heures. Les séances de formation ont été enregistrées (enregistrement vidéo), puis transcrites. À l'issue des mises en œuvre, deux entretiens de type semi-directif (enregistrés et transcrits) ont été menés par deux des auteurs, pour revenir sur les séances et/ou répondre aux interrogations de la formatrice. Ils sont orientés par les points suivants : le contexte de la mise en œuvre du scénario (le groupe d'étudiants, la durée de la mise en œuvre) ; les différents rôles (le choix des élèves, de l'enseignant, l'organisation de l'observation) ; l'organisation de la classe (l'usage du tableau, l'organisation spatiale) ; le déroulement de la séance ; le contenu des discussions et de la synthèse

³ Pour une présentation détaillée du scénario et des documents, le lecteur pourra se référer à (COPIRELEM 2019, pp. 83-113).

⁴ Institut National Supérieur du Professorat et de l'Éducation, instituts de formation des professeurs en France.

finale ; les retours des étudiants. Le premier entretien a lieu avant la mise en œuvre de la séance analysée alors que le second a lieu après. Il est à noter qu'au moment de réaliser le premier entretien, la formatrice a déjà mis en œuvre le même scénario avec un autre groupe. Elle a aussi rédigé une fiche bilan de ses séances qu'elle nous a communiquée.

Nous avons retenu la séance avec le troisième groupe car la formatrice a alors déjà acquis une première expérience du JdR proposé. Le groupe concerné comporte des « stagiaires » (formés en charge d'une classe en alternance ayant réussi le concours de recrutement de professeurs des écoles) ainsi que des « étudiants » (formés ayant échoué une première fois au concours et qui le retentent pendant l'année). La première partie de la séance commence par une présentation brève des supports en posant des questions : « Est-ce que vous connaissez ces supports ? », « Qu'est-ce qui est représenté là ? », « Pour travailler les décimaux, comment va-t-on faire ? », « Si on prend le carré comme unité, combien représente la bande ? Quelles sont les pièces que vous connaissez ? Ensuite vous avez... des graduations, ... ». Puis la formatrice propose une phase en groupes en deux temps : analyse des productions des élèves sur les six tâches proposées (numérotées de T_{M1} à T_{M6}), suivie de la préparation d'une intervention pour l'une des tâches. Dans cette phase de préparation, elle fait le choix de groupes « mixtes » constitués d'étudiants et de stagiaires. Comme suggéré dans le déroulement proposé à la formatrice (annexe 1), les trois tâches mathématiques (T_{M1} , T_{M2} , T_{M5}) sont travaillées à tour de rôle avec à chaque fois une mise en avant suivie d'une discussion collective. Pour la mise en avant lors de cette séance, la formatrice choisit comme « élèves » trois stagiaires en charge d'une classe de CM1, et comme « enseignants » deux étudiants et une stagiaire en charge d'une classe de maternelle. Il est à noter qu'au moment de réaliser cette troisième expérimentation, la formatrice a déjà réfléchi à différents critères d'observation ainsi qu'à la manière de les proposer. Cela se traduit par une observation libre, par les formés, lors de la première mise en avant (tâche mathématique T_{M1}), suivie d'une observation guidée par des critères imposés par la formatrice pour les mises en avant suivantes (tâches T_{M2} et T_{M5}). La formatrice réalise une synthèse lors d'une séance ultérieure. Dans cet article, nous nous intéressons aux trois jeux correspondant aux tâches mathématiques T_{M1} , T_{M2} , T_{M5} (annexe 2).

2.3. Méthodologie d'analyse de l'activité de la formatrice

Nous réalisons une analyse de la séance de formation en trois temps. Une analyse *a priori* de la tâche d'enseignement à jouer (aider un élève à réaliser une tâche en lien avec les nombres décimaux) permet de dégager ses potentialités en termes d'enjeux de formation. Une analyse de la tâche d'enseignement effectivement jouée (la mise en avant pour chacune des trois tâches mathématiques) conduit à repérer, parmi les potentialités dégagées *a priori*, les points d'appui qui s'offrent

réellement au formateur et aux formés pour la discussion. Une analyse de la discussion collective suivant chacune des mises en avant met en évidence les potentialités exploitées par la classe (à l'initiative de la formatrice ou des formés).

L'analyse *a priori* de la tâche d'enseignement à jouer s'appuie sur des éléments déjà présentés dans (Lajoie et al., 2019). L'analyse de la tâche d'enseignement jouée est découpée en trois parties, chacune correspondant à l'une des trois tâches mathématiques étudiées à travers le scénario (T_{M1} , T_{M2} , T_{M5}) : nous analysons la transcription de la mise en avant et identifions les principales potentialités qui s'en dégagent au regard des objectifs annoncés de ce JdR (aider un élève et prendre appui sur des supports).

L'analyse de la discussion collective suivant chacune des mises en avant est menée épisode par épisode, un épisode correspondant à un thème de discussion. Nous précisons qui initie le thème de la discussion, nous explicitons la manière dont la formatrice « rebondit » ainsi que celle dont les connaissances (mathématiques, didactiques, pédagogiques) sont amenées. Afin de commencer à cerner les priorités de la formatrice, nous repérons les thèmes abordés à son initiative et les mettons en regard des potentialités dégagées *a priori*. Nous relevons aussi les régularités dans la manière dont ces thèmes sont traités par la formatrice, notamment en regardant si ce qui s'est passé durant la mise en avant est évoqué ou pas, si les difficultés (de l'élève, de l'enseignant) constatées lors de la mise en avant sont exploitées ou pas, de manière à cerner sa stratégie de pilotage de la discussion.

Le croisement des informations qui se dégagent de l'étude de la fiche bilan et de la transcription des entretiens ainsi que l'analyse de la discussion nous fournissent des éléments susceptibles de nous aider à caractériser l'activité de la formatrice en termes de priorités et de stratégie de pilotage de la discussion.

3. Analyse *a priori* de la tâche d'enseignement

L'analyse *a priori* de la tâche d'enseignement à jouer vise à mettre en évidence les potentialités offertes en termes d'enjeux de formation. Nous identifions d'emblée trois buts entremêlés que peut avoir l'enseignant en réalisant cette tâche, buts qui peuvent permettre d'interpréter ses actions : aider un élève, tirer profit d'un support et consolider les connaissances sur les nombres décimaux. L'analyse *a priori* est organisée selon ces trois buts déclinés en intentions (ou sous-buts) des gestes professionnels pouvant être mis en œuvre par l'enseignant. La figure 2 présente ces intentions de manière synthétique.

Buts	Intentions (sous-buts) des gestes professionnels.
Aider un élève	A1. Gérer le rapport entre la place de l'enseignant et celle de l'élève durant les échanges.
	A2. Prendre des informations sur les connaissances de l'élève.
	A3. Prendre appui sur les propositions de l'élève : sur l'erreur de l'élève ou sur son raisonnement, ou sur ses connaissances.
	A4. Guider l'élève pour réussir la tâche. Rappeler/faire rappeler un procédé/une technique (aide procédurale).
	A5. Expliciter/faire expliciter une procédure de l'élève, justifier/faire justifier une procédure de l'élève.
	A6. Utiliser un langage adapté (entre proximité avec les formulations de l'élève et rigueur mathématique).
	A7. Prendre en compte / s'appuyer sur différents registres de représentations (oral, écrit, support matériel) et faire des liens entre ces registres.
	A8. Expliciter/faire expliciter des connaissances en jeu dans la mise en œuvre d'une procédure (aide à visée constructive).
	A9. Valider/faire valider : faire émerger l'adéquation ou l'inadéquation d'une procédure.
	A10. Réaliser une synthèse : verbaliser (ou faire verbaliser) ce qui est à retenir, écrire (ou faire écrire) ce qui est à retenir.
	A11. Décontextualiser/recontextualiser, vérifier la capacité de l'élève à réinvestir.
Tirer profit d'un support	S1. Choisir un support matériel adapté à la tâche et aux savoirs visés. Adapter son usage et prendre en compte les limites liées à l'usage d'un support matériel.
	S2. Utiliser un support matériel pour faire réussir la tâche (aide procédurale).
	S3. Utiliser le potentiel sémiotique d'un support matériel pour faire comprendre, ou pour « donner à voir » les connaissances mathématiques; accompagner l'élève dans la mise en lien entre la tâche réalisée à l'aide du support matériel et les savoirs en jeu (aide à visée constructive).
Consolider les connaissances sur les nombres décimaux	D1. Travailler/s'appuyer sur le principe décimal de la numération décimale de position (relations entre unités de numération).
	D2. Travailler/s'appuyer sur le principe positionnel de la numération décimale de position (valeur des chiffres dans l'écriture du nombre).
	D3. Travailler/s'appuyer sur les différentes désignations des nombres décimaux (orales et écrites).
	D4. Faire émerger/s'appuyer sur des techniques (s'appuyant sur des règles) qui permettent de réaliser une tâche concernant les nombres décimaux (par exemple une technique de comparaison de nombres décimaux).

Figure 2. Synthèse de l'analyse *a priori* selon les buts et intentions de l'intervention de l'« enseignant » pour les tâches mathématiques T_{M1} , T_{M2} et T_{M5}

Dans la partie 4, nous présentons en détail le déroulement du JdR associé à la tâche mathématique T_{M1} et les différentes étapes de notre analyse afin de permettre au lecteur de s'approprier notre méthodologie. Pour alléger la lecture, les analyses des tâches T_{M2} , T_{M5} et de la synthèse ne seront pas présentées en détail dans ce texte mais elles seront évoquées dans la partie 5.

4. Analyse de la tâche d'enseignement jouée (tâche mathématique T_{M1})

Après avoir présenté le déroulement et l'analyse de la mise en avant pour T_{M1} , nous analysons la discussion collective associée.

4.1. Déroulement et analyse de la mise en avant

La formatrice suit le scénario proposé (annexe 2) pour la tâche mathématique T_{M1} (figure 3).

Entoure les écritures qui représentent 14/10 (<i>réponse de l'élève en gras</i>) :					
140	1,40	1 + 4/10	1,04	1,4	0,14

Figure 3. Tâche mathématique T_{M1} avec réponse d'un élève

Pour la mise en avant (voir transcription, annexe 3), la formatrice désigne un étudiant pour jouer le rôle de l'enseignant (Ens1) et une stagiaire pour jouer celui de l'élève (El1). Ces deux personnes proviennent d'équipes différentes. Elle les fait s'asseoir en avant et leur demande de placer leur feuille et leur matériel sous la visionneuse. Elle ne donne pas de critères d'observation particuliers aux observateurs. La mise en avant se déroule en deux temps, séparés par une interversion des rôles élève / enseignant. Dans un premier temps, Ens1 souligne que El1 n'a pas donné toutes les bonnes réponses et l'incite à énoncer les différents nombres en « unités de numération décimale ». El1 s'exécute et montre qu'elle possède des connaissances concernant le principe de position. Elle énonce alors (à bon escient) la même dénomination pour 14/10, 1 + 4/10 et 1,4 (« une unité et quatre dixièmes »), mais ne conclut rien car « elle ne se souvient plus de ce qu'[elle a] dit ». Ens1 se retrouve démuni : il ne sait ni quoi dire, ni quel matériel utiliser et la formatrice accepte un échange de rôle enseignant / élève (d'où un nouveau couple Ens2 / El2). Ens2 utilise les bandes en réalisant elle-même la correspondance entre ce matériel et les unités, dixièmes et centièmes. Puis elle écrit ces correspondances en mots mais fait un contre-sens en écrivant « 10 dixièmes = 1 centième » puis un autre en écrivant « 10 centièmes = 1 unité ». Elle est corrigée la première fois par un observateur et la deuxième par la formatrice. Ens2 demande alors à El2 de prendre les bandes qu'il faut pour réaliser le nombre, mais ne lui demande pas explicitement de réaliser une bande de cette longueur. El2 place donc les petites bandes (« dixièmes ») sous la grande (« unité »). Ens2 revient ensuite sur l'égalité écrite « 1 dixième = 10 centièmes » et réalise l'échange des quatre bandes « dixième » par quatre bandes découpées en 10 centièmes. La mise en avant se termine lorsque Ens2 incite El2 à « lire le nombre » obtenu et à le retrouver sur sa feuille.

En nous appuyant sur l'analyse *a priori* de la tâche d'enseignement, nous identifions des potentialités de la mise en avant pour T_{M1} susceptibles de nourrir la discussion collective. Nous exprimons ces potentialités en termes d'intentions de gestes professionnels posés par Ens, organisées selon les trois buts principaux : aider, tirer profit d'un support et consolider les connaissances sur les nombres décimaux.

Concernant l'aide à un élève : les aides proposées par Ens1 et Ens2 sont assez contrastées, Ens1 laissant une place plus importante à l'élève que Ens2 (A1) ; Ens1 demande à El1 s'il comprend ce que signifie « cent quarante unités » (A2) ; Ens1 et Ens2 posent des questions à l'« élève » et essaient de le faire avancer en tenant compte de ses réponses (A3) ; si Ens1 avait noté les expressions littérales énoncées par El1 à côté des nombres, celui-ci aurait déjà pu constater l'égalité des écritures $14/10$, $1 + 4/10$ et $1,4$ (A7) ; Ens1 et Ens2 ont tendance à valider les propositions de l'« élève » (« Voilà », « Très bien ») (A9) ; Ens2 s'appuie dans son aide sur une trace écrite portant sur les relations entre unités (A10).

Concernant le choix et l'utilisation d'un support : Ens2 utilise les bandes qui permettent de faire des liens avec les longueurs et les savoirs de numération (S1), de revenir sur le sens des égalités entre les différentes unités de numération et d'établir des égalités entre différentes écritures (« Dix dixièmes vaut un centième » [elle écrit $10 \text{ dixièmes} = 1 \text{ centième}$]) (S3).

Concernant les connaissances sur les nombres décimaux à consolider : Ens2 explique par exemple qu'il y a dix dixièmes dans une unité et demande ce qu'il y a dans un dixième (D1) ; Ens1 demande une lecture des nombres en unités de numération et cherche à mettre en relation l'écriture des nombres et la façon de les dire (D3).

4.2. Analyse de la discussion collective

Pour réaliser l'analyse de la discussion qui a suivi la mise en avant pour la tâche T_{M1} , nous avons pris appui sur la vidéo et la transcription de la séance. Voici un synopsis abrégé de la discussion (tableau 1).

Tableau 1. Synopsis abrégé de la discussion pour la tâche T_{M1}

Épisode		Descriptif
1	Remarques générales (1 min 22 s)	À l'invitation de la formatrice, les formés font quelques remarques générales. Elles portent sur la formulation orale et les liens entre les unités de numération. La formatrice qualifie ces remarques d'importantes, les reformule et les note au tableau.
2	Discussion sur les supports choisis/utilisés (38 s)	La formatrice sollicite des observations sur le choix et l'usage des supports en demandant si le support était adapté. Elle profite des observations des formés pour faire ressortir une idée importante, soit le lien à faire entre les différents modes de représentation.

3	Une remarque sur la lecture du nombre (1 min 6 s)	Une formée soulève la difficulté rencontrée par l'enseignant du premier duo à aller chercher une formulation adaptée au support.
4	Support adapté ? Quel usage du support ? (5 min 7 s)	La formatrice revient sur les supports. Un observateur soulève un point fort des bandes (le fait qu'elles permettent d'exploiter le sens de la mesure), un autre soulève un point faible (le fait qu'elles ne soient pas de même hauteur). Des observateurs posent ensuite des questions à la formatrice à propos de la manière d'utiliser les bandes et de la séquence à suivre dans le choix des supports. Celle-ci répond aux questions. Elle termine par une synthèse sur l'usage des supports.
5	Observations sur la prise en compte de l'élève dans l'aide (1 min 58 s)	La formatrice sollicite des observations à propos de l'intervention de l'enseignant du premier duo. Une formée note que Ens1 est parti de ce que l'élève avait trouvé : cette remarque reçoit l'approbation de la formatrice, qui complète par des apports sur l'aide.

4.2.1 Analyse des potentialités de la mise en avant exploitées par la formatrice dans la discussion collective

La discussion a porté principalement sur l'utilisation des supports, la formatrice se permettant à l'occasion de relancer explicitement la discussion sur ce thème. Elle amène l'idée d'un support adapté (ou non). Des observateurs s'interrogent sur la pertinence du support retenu. Elle conclut que l'utilisation du support doit être réfléchie en fonction de ce qu'on souhaite faire (S1). Elle interroge également les formés sur ce qui est intéressant dans la manière d'utiliser le support. Une observatrice suggère que celui-ci devrait permettre de travailler le nombre comme une grandeur, ici une longueur. La formatrice souligne la nécessité de faire le lien entre la construction du nombre et les bandes (le fait qu'on les mette bout à bout) (S3). À la fin de la discussion, certaines interventions de Ens1 relatives à l'aide ont également été traitées. La formatrice met en évidence que la prise d'information réalisée par Ens1 permet aussi à l'élève de verbaliser ses procédures qui ne sont pas forcément explicites (A2/A5). Elle fait remarquer que Ens1 est parti de ce que l'élève avait fait et qu'il l'a fait verbaliser. Elle mentionne que c'est intéressant de procéder ainsi « plutôt que de souligner simplement les difficultés » (A3). Une observatrice s'interroge sur l'ordre dans lequel il faut utiliser les supports : « il faut d'abord montrer la fraction comme le partage d'une grande unité donc montrer des longueurs en fait ou il faut plutôt passer par la droite graduée ? En fait est-ce qu'il y en a un qui doit passer avant l'autre ou en fait il faut varier ? ». La formatrice

reprend cette idée de variété des supports, en précisant la nécessité de faire des allers-retours entre diverses représentations pour donner du sens aux nombres décimaux (A7). Enfin plusieurs propositions de Ens2 relatives aux connaissances sur les nombres décimaux sont reprises. L'aspect décimal, abordé par un observateur est souligné par la formatrice : « Retravailler donc la conversion entre les unités de numération. Le lien entre les unités de numération. Ça c'est quelque chose d'important » (D1). L'aspect positionnel, évoqué par une observatrice, ne sera pas exploité par la formatrice, probablement parce qu'elle juge qu'une remarque supplémentaire au formé qui jouait Ens1 pourrait être mal acceptée (D2).

Le schéma (figure 4) met en évidence les potentialités offertes par la mise en avant qui ont été abordées (fond gris), voire explicitées par la formatrice (fond noir) lors de la discussion. Celles qui ne l'ont pas été (elles ne pouvaient pas toutes l'être) apparaissent sur fond blanc. Enfin, des intentions qui n'avaient pas été relevées comme potentialités ont surgi (en italique), comme le principe positionnel (D2).

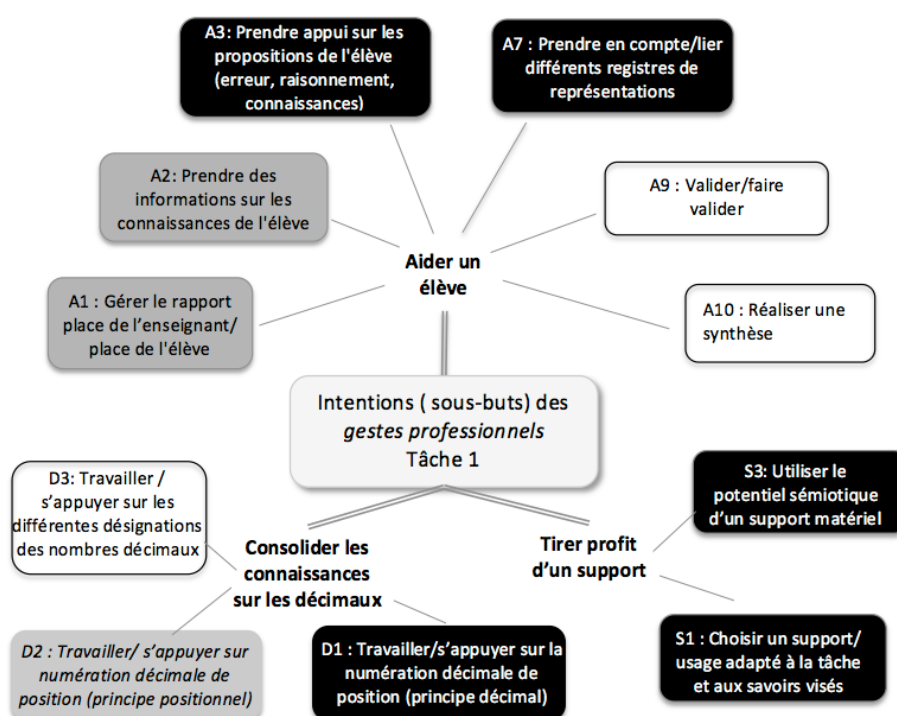


Figure 4. Les potentialités de la mise en avant et/ou exploitées lors de la discussion (T_{M1})

4.2.2 Analyse du pilotage de la discussion collective par la formatrice

La mise en œuvre de la discussion collective pour la tâche T_{M1} fait apparaître une alternance entre deux modes de pilotage complémentaires de la part de la formatrice. Le premier lui permet de faciliter la discussion en garantissant une certaine bienveillance vis-à-vis des acteurs, peut-être pour maintenir l'engagement des formés ou ne pas les décourager à jouer un rôle dans l'avenir. Le deuxième l'amène à proposer des thèmes pour structurer la discussion, en pointant des éléments importants ou en faisant des apports. Le « poids » de chacun de ces modes est différent selon le thème : elle laisse s'exprimer les observateurs sur les supports alors qu'elle va plus vite vers des apports pour l'aide.

Le pilotage général de la discussion se fait à partir de thèmes d'observation amenés par la formatrice. Elle sollicite d'abord des remarques d'ordre général puis demande des observations sur l'usage et le choix des supports. Elle relance les formés plusieurs fois sur ce thème et termine en portant l'attention des formés sur la prise en compte de l'élève dans l'aide. Elle laisse toutefois les formés formuler leurs commentaires sur le déroulement de l'aide puis reprend ensuite ces commentaires, les reformule et les valorise en se plaçant au niveau des intentions.

La formatrice cherche à éviter les remarques qui remettent en cause l'intervention de Ens. Dans l'épisode 3, elle semble chercher à éviter les commentaires susceptibles de dévaloriser l'intervention de Ens1. Cela n'empêche toutefois pas la classe de revenir sur des limites de cette intervention à travers des remarques qui interrogent son effet sur l'élève et des questions pour la formatrice.

Elle relève régulièrement des éléments, pointe des observations à propos de gestes posés par l'« enseignant » comme étant « importantes » et propose des apports. Dans l'épisode 5, par exemple, elle réagit à une remarque à propos du fait que Ens1 est parti de ce que l'élève avait trouvé :

Ce qui est intéressant c'est de partir de ce qu'elle a fait et de partir des réussites, partir de « cette réponse-là est juste » et faire verbaliser. Il lui a demandé « comment tu as procédé ? ». Ça permet à l'enseignant d'avoir des informations mais ça (...) oblige aussi l'élève à verbaliser ses procédures qui ne sont peut-être pas explicites.

Des formés détournent parfois la demande d'observations en posant une question. La formatrice apporte alors des éléments de réponse. Dans l'épisode 4, par exemple, une formée demande s'il faut « d'abord montrer la fraction comme le partage d'une grande unité donc montrer des longueurs en fait [ou] plutôt passer par la droite graduée ». La formatrice répond en donnant un ordre à privilégier mais en insistant surtout sur l'importance d'un aller-retour entre les supports.

Après avoir recueilli des observations des formés, elle fait des apports sur le choix et l'usage des supports ainsi que sur la prise en compte de l'élève dans l'aide. Ainsi

dans l'épisode 5, après avoir répondu à une question sur l'ordre à privilégier dans le choix des supports, elle insiste sur les nécessaires allers-retours entre les différents supports pour donner du sens et précise : « Il n'y a pas UN support idéal qui va permettre à l'élève de comprendre mais c'est effectivement la multiplicité des représentations qui construisent petit à petit le sens ».

5. Analyse globale de la séance

Dans cette partie, nous présentons une synthèse de notre analyse de la tâche d'enseignement jouée pour l'ensemble des tâches mathématiques (T_{M1} , T_{M2} , T_{M5}) et de la synthèse de la séance.

5.1. Analyse des potentialités exploitées par la formatrice

Dans un premier temps, nous portons notre attention sur les enjeux de formation exploités par la formatrice. Nous synthétisons (figure 5) les potentialités issues successivement des trois mises en avant (cases hachurées dans les colonnes *M. av* du tableau), ainsi que celles qui ont été abordées (cases grisées), voire explicitées et/ou approfondies (cases noircies) au moment des discussions collectives associées (colonnes *Disc.*) ainsi que lors de la synthèse de la séance (colonne *Synth*).

Nos analyses montrent que la formatrice réussit à traiter chacun des trois buts principaux – aider, tirer profit d'un support, consolider les connaissances sur les nombres décimaux – au cours des retours collectifs et dans la synthèse. De plus, elles révèlent un traitement différent selon le but poursuivi. Concernant l'aide à un élève, elle ne reprend pas dans la synthèse ce qui a été explicité/institutionnalisé auparavant, mais met en exergue une intention potentielle de Ens dans la deuxième mise en avant, qui n'avait pas été abordée dans la discussion collective (A4). Cependant, durant toute la séance, elle veille à revenir sur presque toutes les potentialités de la mise en avant que nous avons dégagées (seule A10 n'est jamais reprise par la formatrice). Concernant les supports, nous notons une réelle articulation entre ce qui se passe pendant les mises en avant et ce qui s'explique lors des retours collectifs et de la synthèse (en particulier, S1 est systématiquement exploitée). Concernant la consolidation des connaissances sur les nombres décimaux, la formatrice articule également mises en avant, retours collectifs et synthèse même si, lors de cette dernière, elle fait le choix d'insister sur la nécessité de faire travailler les élèves sur les différentes désignations des nombres décimaux (D3).

Nous constatons par ailleurs que certaines intentions sont assez souvent reprises par la formatrice (c'est le cas notamment de A4, S1 et D1 qui sont abordées ou reprises dans la synthèse). C'est le cas aussi d'autres intentions non reprises en synthèse (comme A1, puis A7 et S3).

Nous relevons également des différences dans l'exploitation des potentialités des trois mises en avant. En effet, la deuxième semble exploitée « au maximum » : presque deux tiers des potentialités initialement identifiées sont traitées pendant le retour collectif, comparativement à au mieux la moitié pour les deux autres. Concernant la première, nous émettons l'hypothèse qu'elle constitue un « tour de chauffe » pour des formés qui n'ont jamais vécu les JdR. Lors de la troisième mise en avant, nous avons constaté que Ens mettait en œuvre des gestes professionnels mieux adaptés que lors des mises en avant précédentes. Le retour collectif se révélerait-il alors plus ardu lorsque les choses se passent bien ?

Buts	Intentions	JdR1		JdR2		JdR3		Synth.
		M. av	Disc.	M. av	Disc.	M. av	Disc.	
Aider un élève	A1. Gérer le rapport place enseignant/élève							
	A2. Prendre des informations							
	A3. Prendre appui sur les propositions							
	A4. Guider pour réussir la tâche.							
	A5. Expliciter/justifier une procédure.							
	A6. Utiliser un langage adapté.							
	A7. Prendre en compte les registres de représentations/Faire des liens.							
	A8. Expliciter les connaissances en jeu							
	A9. Valider/faire valider							
	A10. Réaliser une synthèse							
	A11. Décontextualiser/Reinvestir							
Tirer profit d'un support	S1. Choisir/adapter un support matériel							
	S2. Utiliser un support matériel							
	S3. Utiliser potentiel sémiotique d'un support							
Consolider les connaissances sur les nombres décimaux	D1. Travailler/s'appuyer sur le principe décimal							
	D2. Travailler/s'appuyer sur le principe positionnel.							
	D3. Travailler/s'appuyer sur les désignations des nombres décimaux.							
	D4. Faire émerger/s'appuyer sur des techniques concernant nombres décimaux							

Figure 5. Les potentialités et leur exploitation au cours de la séance

5.2. Analyse du pilotage des discussions collectives et de la synthèse par la formatrice

Les caractéristiques du pilotage concernant les JdR associés aux tâches mathématiques T_{M2} et T_{M5} sont identiques à celles déjà décrites : pilotage général de la discussion à partir de thèmes d'observation amenés par la formatrice ; observations et commentaires provenant des formés ; évitement des remarques qui remettent en cause directement l'intervention de Ens ; éléments régulièrement relevés par la formatrice et/ou apports sur des points importants.

La formatrice continue d'alterner entre deux modes de pilotage complémentaires : faciliter la discussion collective et orienter la réflexion des formés en proposant des thèmes pour structurer la discussion et en réalisant des apports. Elle laisse toujours plus de place aux observations et remarques sur le thème des supports ; elle réalise un pilotage plus guidé sur le thème de l'aide. En réponse à sa demande d'observations et de remarques, les formés posent de plus en plus souvent des questions. En général, elle fait préciser celles-ci ou les renvoie vers les autres formés avant d'apporter des éléments de réponse. Par exemple, concernant la tâche T_{M5} , une formée interroge l'efficacité d'une aide plus « magistrale » consistant à montrer avant de faire manipuler. Sa réponse est nuancée ; elle fait des liens avec des questions sur le thème de l'aide en général. Au fil de la dernière discussion, les échanges s'éloignent peu à peu de la mise en avant observée pour aller vers des questions plus générales qui préoccupent les formés.

La formatrice conclut sa séance par une synthèse collective. De manière similaire, le pilotage de la synthèse diffère en fonction du thème abordé : sur le thème de l'aide, elle ne s'appuie pas sur des éléments apportés par les formés, contrairement à ce qui se passe sur les autres thèmes. Elle amène ces thèmes en s'appuyant parfois sur des éléments apportés par les formés et en faisant des apports sur différents points. Elle prend en compte les interrogations des formés : ainsi, la fin de la synthèse s'oriente davantage vers des questions générales sur l'enseignement des décimaux. La formatrice revient toutefois sur la question d'un support (le tableau de numération), en lien avec les discussions ayant eu lieu précédemment. Nous remarquons que les apports sur les supports sont plus en lien avec les discussions antérieures que ceux sur l'aide.

5.3. Compléments apportés par la fiche bilan de la formatrice et les deux entretiens

5.3.1 À propos des objectifs de la formatrice

Comme le révèle la fiche bilan remise lors de l'entretien, les objectifs de la formatrice au cours de la séance sont centrés sur la question du choix et de l'usage des supports : s'assurer une appropriation des différents supports matériels par tous

les étudiants ; les amener à choisir le support en fonction de l'objectif d'apprentissage ; les faire réfléchir sur l'usage du support pour amener le(s) élève(s) à une meilleure appropriation de la notion visée. Elle nomme par ailleurs lors de l'entretien un autre objectif important pour elle : la façon de lire les nombres décimaux. Comme le suggère cet extrait de sa fiche bilan, ces objectifs semblent définis à partir de sa connaissance des conceptions des étudiants :

Les étudiants associent souvent aide à un élève en difficulté et « manipulation » ou « matériel », mais peu d'entre eux sont précis dans le matériel à utiliser et surtout dans le « comment ». La phase de verbalisation est souvent passée sous silence.

Cela se confirme dans l'entretien, alors que la formatrice réfère à un travail précédent au cours duquel les formés envisageaient, en réponse à une difficulté d'un élève, de lui faire manipuler « du » matériel : « Quel matériel, comment, alors là, on ne sait pas, et en TD, c'est toujours 'on prend le matériel' ! ». Elle dit vouloir profiter de ce JdR pour montrer qu'on ne peut pas utiliser n'importe quel matériel de n'importe quelle façon. Cela pourrait expliquer qu'elle amène ce JdR vers les supports plutôt que vers l'aide : « C'était clairement l'utilisation du matériel, peut-être pas l'élève en difficulté. Moi je m'en suis servie un peu pour ça » (entretien).

La formatrice nous confie sa satisfaction vis-à-vis de ces objectifs à la suite de la mise en œuvre de cette séance mais considère qu'elle n'a pas tout « attrapé au vol » et que des compléments seront nécessaires. Par exemple, elle ressent la nécessité de faire le point sur ce qu'est une rétroaction : « Je voudrais le reconstruire proprement parce que là, j'ai été prise de court et ça mérite d'être posé ».

Elle évoque aussi le manque de connaissances mathématiques chez certains formés, leur manque d'expérience professionnelle, ou encore ses propres observations de choses non pertinentes dans les classes. Elle cherche à répondre à leurs besoins différents qui semblent parfois inconciliables. Cela influence ses objectifs et explique notamment le fait qu'elle ait privilégié les décimaux au détriment de l'accompagnement de l'élève en difficulté. Elle explique d'ailleurs en entretien qu'« On ne peut pas avoir le même objectif [quand les formés sont faibles mathématiquement] ». Elle cherche à répondre aux attentes des formés, mais celles-ci diffèrent selon leur statut : la mise en œuvre de séances répond aux préoccupations des « stagiaires » mais moins à celles des « étudiants » ; *a contrario* des interventions portant sur les mathématiques intéressent ces derniers alors que « les stagiaires ont l'impression, entre guillemets, de perdre leur temps ». Elle est donc confrontée à une tension entre le développement de connaissances mathématiques et celui de connaissances didactiques ou professionnelles. Elle cherche alors à s'assurer d'un minimum de maîtrise des connaissances mathématiques tout en répondant aux attentes diverses des formés. Elle explique : « Si eux-mêmes ne savent pas placer des centièmes sur la droite graduée, ils vont avoir des soucis (...) il faut quand-même que cela soit en place ».

Enfin, la formatrice se dit moins outillée sur le plan théorique pour la question de l'aide que pour celle des décimaux ou des supports, ce qui peut expliquer la différence dans leur traitement précédemment mise au jour.

5.3.2 *À propos de la mise en œuvre du JdR*

La formatrice déclare ne pas avoir été déstabilisée car elle a déjà conçu et mis en œuvre d'autres situations de type « Jeu de Rôles » sur un autre thème (calcul mental) avec un déroulement un peu différent. Conformément à ce que révèlent nos analyses, elle déclare s'appuyer sur ce que le JdR permet de faire émerger « naturellement » :

Il y a des choses qui ont émergé naturellement. Ça, là-dessus ça a été vraiment intéressant [...] Je pense que le questionnement des uns et des autres a apporté aussi. Moi globalement je trouve que ça fonctionne comme situation. (entretien)

Elle reconnaît aussi vouloir provoquer les discussions :

J'ai choisi des gens qui n'avaient pas utilisé le même tableau de numération. Et personne n'a bougé, et c'est après, moi j'ai dit, mais attendez, vous n'avez pas choisi le même, est-ce que vous pouvez justifier ce choix ? Tu vois, j'ai fait des choix aussi comme ça au fur et à mesure, en fonction de ce que je voyais. (entretien)

Cela pourrait relever d'une tension entre diriger plus ou moins le travail des formés. Cette tension s'exprime notamment quand la formatrice parle du rôle des observateurs. Elle attend que des remarques viennent d'eux, qu'ils alimentent la discussion, mais elle veut aussi faire émerger des observations sur les thèmes visés, qui pourraient ne pas arriver spontanément :

Est-ce que vraiment on donne absolument aucun critère au début en disant vous observez ? [...] Est-ce que l'on donne des choses assez précises ? Ça c'est des questions que je me pose. (entretien)

Elle s'interroge donc sur la façon d'amener les critères d'observation. Son expérience des JdR lui montre l'intérêt de définir ces critères dès le début :

Ou alors [...] je distribue des petits papiers mais qui sont cachés. [...] Ça fait plus quelque-chose de dirigé mais en même temps, c'est très efficace. [...] quand on lit tes critères d'observation on sait ce vers quoi tu veux aller ; ils observent des choses que peut-être spontanément ils n'auraient pas observées. (entretien)

Elle attache de l'importance à ces observations qui lui permettent de construire des points d'appui pour les discussions collectives parce qu'il n'est pas possible, contrairement à une vidéo par exemple, de revenir exactement sur ce qui s'est passé.

La formatrice fait un bilan positif des échanges entre formés pendant les discussions et souligne la bienveillance des étudiants. Elle constate cependant que

cette bienveillance peut aussi constituer un obstacle à une analyse constructive de la mise en avant. Elle soulève ce point lorsqu'elle évoque la question du choix de l'Ens pour cette mise en avant :

J'ai envoyé tout de suite des gens [...] dont je savais qu'ils étaient quand même solides, parce que c'est un petit peu ce que je craignais [...] tu vois, si j'envoyais quelqu'un qui me dit une grosse ânerie, quelque chose contre lequel je ne suis pas du tout d'accord, les autres n'osent pas forcément, enfin voilà qu'il y ait un consensus sur quelque-chose qui me plaise pas. (entretien)

Cette déclaration soulève la question de la validité de ce qui est montré dans la mise en avant et de l'éventuelle difficulté pour les formés d'en faire une analyse, voire d'invalider. Ceci pourrait relever d'une tension entre montrer une « bonne pratique » et en laisser émerger une moins adaptée sur laquelle faire réfléchir les formés.

6. Conclusion

6.1. Synthèse de nos analyses

L'analyse de l'activité de la formatrice en appui sur l'analyse *a priori* des potentialités du JdR, permet de révéler ses priorités et de cerner ses stratégies de pilotage lors des discussions collectives.

Nous avons tout d'abord réalisé une analyse des potentialités des trois phases de mise en avant (avant les discussions collectives) qui montre que les pratiques simulées mises en œuvre pour aider un élève font émerger des gestes professionnels mettant en jeu des connaissances mathématiques et didactiques pouvant nourrir le travail à réaliser ensuite avec les formés. Cela confirme les potentialités déjà identifiées lors de la mise en œuvre de ce scénario dans un autre contexte (Lajoie et al., 2019) et pourrait permettre de qualifier de robuste ce scénario de formation.

Nos analyses des trois phases de discussion au cours d'une séance et de l'entretien qui a suivi tendent à montrer que la formatrice se centre sur l'utilisation des supports en réponse à des besoins identifiés, des conceptions à « faire bouger ». Ce scénario lui permet principalement de s'assurer de l'appropriation des différents supports matériels par tous les étudiants afin qu'ils sachent les utiliser, les choisir à bon escient (en fonction de l'objectif d'apprentissage) et les exploiter dans leur intervention auprès d'un élève pour donner du sens à l'écriture décimale. Dans sa gestion de la discussion, elle oriente la réflexion des formés sur ces questions de support, ce qui lui permet de structurer la discussion et de réaliser des apports à plusieurs moments. Mais elle cherche également à faciliter les échanges collectifs autour de ces questions en laissant une place importante au rôle des observateurs. Elle prend appui sur leur observation des gestes professionnels mis en œuvre,

prend garde à rester neutre, invite régulièrement les formés à s'exprimer. Elle fait ainsi preuve de « confiance » à leur égard et de « bienveillance » vis-à-vis du formé ayant joué le rôle de l'enseignant. Son attitude incite les formés à dépasser les jugements spontanés basés sur leurs propres normes personnelles et à donner un caractère plus professionnel à leurs commentaires.

La formatrice déclare dans l'entretien être moins à l'aise avec la question de l'aide à un élève, ce qui pourrait expliquer sa centration sur les questions de choix et d'usage de supports. Mais nous avons par ailleurs relevé une incidence sur son pilotage de la discussion : elle laisse plus de place aux observations et remarques sur les supports et réalise un pilotage plus guidé sur le thème de l'aide.

Globalement elle reste assez fidèle au scénario proposé par les concepteurs (seulement quelques adaptations logistiques comme le fait de projeter via une caméra...) et la mise en œuvre effective semble l'amener à questionner les arguments qu'elle utilise vis-à-vis de ses étudiants pour analyser les aides proposées. Ceci nous conduit à émettre l'hypothèse que les enjeux de formation en arrière-plan de ce type de situation ne sont pas trop éloignés de ceux qu'elle considère comme importants.

6.2. Discussion

Nous avons déjà rappelé en introduction la complexité du travail du formateur que pour qu'un dispositif tel que celui que nous avons conçu aille au-delà de la dimension « mise en activité » des formés et contribue à développer l'exercice de leur vigilance didactique. Nous n'avons pas les moyens d'évaluer les effets du travail de cette formatrice sur le développement de l'exercice de la vigilance didactique chez ses étudiants mais nous pouvons néanmoins discuter des effets possibles. En effet, dans cette séance, en réponse au problème professionnel qui leur est proposé, les formés sont amenés à mobiliser différents gestes, « soutenus » par différentes connaissances mobilisées (ou non) en actes, que la formatrice pointe, soumet à la discussion, conforte ou non, argumente ou fait argumenter... Nous proposons quelques exemples qui illustrent des éléments de la pratique de cette formatrice au cours de cette séance qui nous semblent susceptibles de contribuer au développement chez ses étudiants de l'exercice de leur vigilance didactique.

6.2.1 À propos de la manière dont elle prend appui sur les pratiques « effectives » observées

La formatrice accorde une importance avérée à l'observation par les formés de la mise en avant et nos analyses montrent que, lors de la phase de discussion, elle prend très régulièrement appui sur les propositions des formés et exploite les potentialités qui se dégagent des gestes professionnels mis en œuvre et / ou de ce

qui est dit à propos de ces gestes professionnels. Elle expose des connaissances en relation avec les pratiques observées, apporte des éléments d'analyse en interrogeant directement les pratiques montrées, sans porter de jugement. Elle aide à comprendre et à analyser les gestes observés permettant ainsi aux étudiants d'envisager des alternatives pas trop éloignées de celles spontanément proposées. Ce faisant, elle veille à accompagner progressivement les formés à observer, analyser, se questionner sur des gestes professionnels, ce qui nous semble une condition nécessaire au développement de l'exercice de la vigilance didactique.

6.2.2 À propos du choix et de l'utilisation des supports

Comme nous l'avons montré, la formatrice porte une attention particulière à l'usage des supports. Elle cherche à ce que les étudiants se questionnent sur leur choix et leur usage, les amène à mobiliser des connaissances mathématiques ou didactiques pour légitimer leurs propositions. C'est particulièrement le cas lorsqu'au cours de l'épisode 3, elle conduit le groupe à porter un regard critique sur le trait gras dans le tableau de numération et à établir que son absence amènerait à voir le nombre dans sa globalité. Cela lui donne l'occasion de rappeler le principe décimal de la numération et de montrer les avantages d'un autre tableau de numération qui permet davantage de faire le lien avec les mots (centièmes) et les écritures fractionnaires. En questionnant les choix de support des formés au regard de l'impact possible sur les apprentissages des élèves, la formatrice peut contribuer au développement de leur exercice de la vigilance didactique, qui s'exerce aussi lors du travail de préparation.

6.2.3 À propos de l'aide à apporter aux élèves

La formatrice souligne l'importance de certains gestes professionnels en lien avec des connaissances mathématiques ou didactiques. Par exemple, dans l'épisode 3, elle valorise cette remarque d'une observatrice : « Je trouve ça juste dommage qu'il [Ens1] ait abandonné la lecture du nombre parce que... il aurait juste fallu que tu fasses lire je pense 4 dixièmes, 0 centièmes pour... un quarante » (épisode 3). En pointant ainsi la formulation orale de l'écriture du nombre comme un élément qui a un impact fort sur le sens donné au nombre décimal, la formatrice amène les formés à mettre en relation les observations réalisées avec des connaissances didactiques.

De même, la formatrice met en avant l'importance de la prise en compte des erreurs des élèves. Elle fait par exemple remarquer (avec l'aide d'une formée) que l'enseignant s'appuie sur la réponse et la procédure de l'élève, le fait verbaliser en mobilisant les unités de numération, s'appuie sur ses réussites. Ces gestes sont valorisés par la formatrice qui indique qu'ils permettent à l'enseignant d'aller chercher des informations et à l'élève de verbaliser ses procédures. Elle généralise

en expliquant qu'il est préférable de partir de ce que fait l'élève (et de ses connaissances) plutôt que de souligner simplement ses difficultés.

Ainsi, elle amène les formés à prendre du recul sur les gestes professionnels observés pour aider un élève par la mise en relation avec des connaissances mathématiques et didactiques. Elle vise aussi un certain niveau de décontextualisation de ces connaissances pour permettre aux formés de mieux prendre en compte des connaissances des élèves.

6.3. Apports d'ordre méthodologique

La méthodologie mise au point pour analyser l'activité de cette formatrice dans ce JdR constitue un apport pour nos recherches et ouvre de nouvelles perspectives de questionnement.

L'analyse *a priori* des potentialités de cette situation de formation, qui repose sur la modélisation du dispositif en systèmes didactiques emboîtés, nous a permis de mettre au jour des indicateurs en termes de buts et intentions (sous-buts), susceptibles de caractériser l'activité de la formatrice. Nous pourrions réutiliser cette même méthodologie pour étudier les pratiques de cette formatrice sur un temps plus long et caractériser ses pratiques ordinaires.

Le recours à cette méthodologie peut aussi permettre de comparer les pratiques de plusieurs formateurs lors de la mise en œuvre d'un même scénario. Les caractéristiques du JdR (ouvert, complexe et orienté vers la pratique) constituent en effet un accès privilégié à ce qui guide prioritairement leurs choix dans la gestion des situations de formation, notamment la façon dont ils prennent en compte les gestes professionnels qui émergent, les connaissances des formés ou encore celles qu'ils cherchent à installer. Par ailleurs, de la façon dont ces éléments sont mis en relation par le formateur pourraient émerger des hypothèses sur le développement de l'exercice de la vigilance didactique des formés.

Enfin, la démarche (modélisation, analyse *a priori* des potentialités, indicateurs, analyse de l'activité) nous semble transférable à d'autres dispositifs de formation.

6.4. Nouvelles questions de recherche

En théorie de l'activité, il est fréquent de rechercher les origines d'écarts constatés entre le projet initial (ici celui d'un formateur) et le projet effectivement réalisé (ici la séance de formation observée). Ainsi, nous pourrions prolonger notre étude en questionnant plus avant les choix des formateurs. Il serait notamment intéressant d'interpréter les écarts constatés comme résultant de tensions sous-jacentes que les formateurs auraient à gérer et qui les amèneraient à faire des compromis. Dans le cadre de la présente étude, nous avons constaté que la formatrice cherchait à maintenir un équilibre entre : veiller à maintenir l'engagement des formés et mettre

en évidence ce qui « ne va pas ». En tant que formateur, il est en effet légitime de veiller à ne pas trop remettre en question les propositions des formés au risque de les voir se détourner de l'activité proposée. Il pourrait être intéressant de savoir si cette tension est caractéristique des pratiques de cette formatrice en l'observant dans d'autres situations. Mais il est aussi envisageable que l'existence de cette tension soit liée à certaines spécificités d'une situation de type JdR et il conviendrait d'observer des mises en œuvre par d'autres formateurs.

Par ailleurs, pour mieux rendre compte de la complexité du travail des formateurs, à travers leurs choix lors de la mise en œuvre de ce scénario, nous avons l'intention de les aborder d'un autre point de vue, celui de l'exercice de leur propre vigilance didactique. Ceci nécessitera alors de préciser la transposition de la notion de vigilance didactique des professeurs des écoles aux formateurs à la suite de Houdement et Masselot (2019) : comment définir l'exercice de la vigilance didactique d'un formateur ? Quelles sont les connaissances mises en actes pour l'exercer ? Comment en dégager des traces à partir de l'analyse des pratiques effectives ? ...

Enfin, l'expérimentation par des formateurs de notre scénario pourrait nous permettre de mieux comprendre les conditions de diffusion de ce type de dispositif. À la suite du Québec, cette diffusion commence à se faire en France, par exemple à travers COPIRELEM (2019) qui propose une description argumentée du JdR sur les décimaux étudié dans cet article. Il y a un enjeu important d'accompagnement des formateurs pour leur permettre d'utiliser ce dispositif de façon optimale.

Bibliographie

- ABBOUD-BLANCHARD, M. et ROBERT, A. (2015). Former des formateurs d'enseignants de mathématiques du secondaire : un besoin, une expérience et une question d'actualité. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 20, 181-206.
- BRIAND, J. et CHEVALIER, M.C. (1995). *Les enjeux didactiques dans l'enseignement des mathématiques*. Hatier, Paris.
- BUTLEN, D., MANGIANTE-ORSOLA, C. et MASSELOT, P. (2017). Routines et gestes professionnels, un outil pour l'analyse des pratiques effectives et pour la formation des pratiques des professeurs des écoles en mathématiques. *Recherches en Didactiques*, 24, 25-40.
- BUTLEN, D. et MASSELOT, P. (2019). Enjeux et modalités de formation pour les professeurs des écoles en didactique des mathématiques. *Revue canadienne d'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies / Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education* (numéro spécial

intitulé Dispositifs de formation à l'enseignement des mathématiques), 19(2), 168-188.

CHARLES-PEZARD, M. (2010). Installer la paix scolaire, exercer une vigilance didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 30(2), 197-261.

CHARLES-PEZARD, M., BUTLEN, D. et MASSELOT, P. (2011). *Professeurs des écoles débutants enseignant les mathématiques en ZEP : quelles pratiques ? Quelle formation ?* Grenoble : La pensée Sauvage.

CELI, V., MASSELOT, P. et TEMPIER, F. (2019). L'évaluation en mathématiques des professeurs des écoles débutants : quelles alternatives face aux contraintes de la formation ? *Actes du colloque EMF 2018* (p.115-123), Paris : IREM de Paris.

COPIRELEM (2019). *Construire une expertise pour la formation à l'enseignement des mathématiques à l'école primaire : Situations-Ressources-Analyses, Tome 1*, Arpeme.

HOUEMENT, C. et MASSELOT, P. (2019). La vigilance didactique, un concept à interroger pour les formateurs d'enseignants. Communication orale au colloque Réseau Education et Formation (REF 2019) – Symposium : Le formateur dans les dispositifs de formation, à l'interface entre recherche en didactique et enseignement des mathématiques, Toulouse, 8-11 juillet 2019.

HOUEMENT, C. (2013). *Au milieu du gué : entre formation des enseignants et recherche en didactique des mathématiques*. Note pour l'Habilitation à Diriger des Recherches. Université Paris Diderot.

LAJOIE, C. (2010). Les jeux de rôles : une place de choix dans la formation des maîtres du primaire en mathématiques à l'UQAM. Dans J. Proulx et L. Gattuso (dir.) *Formation des enseignants en mathématiques : tendances et perspectives actuelles* (p. 101-113), Sherbrooke : CaÉditions du CRP.

LAJOIE, C., MANGIANTE-ORSOLA, C., MASSELOT, P., TEMPIER, F. et WINDER GUILLE-BIEL, C. (2019). Former à aider un élève en mathématiques : une étude des potentialités d'un scénario de formation basé sur un jeu de rôles, *Revue canadienne d'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies / Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education* (numéro spécial intitulé *Dispositifs de formation à l'enseignement des mathématiques*), 19(2), 168-188.

LAJOIE, C. et PALLASCIO, R. (2001). Role-play by pre-service elementary teachers as a means to develop professional competencies in teaching mathematics, *Proceedings of SEMT '01 - International Symposium Elementary Mathematics Teaching*, Charles University, Prague.

MANGIANTE-ORSOLA, C. (2012). Une étude de la cohérence en germe dans les pratiques de professeurs des écoles en formation initiale puis débutants. *Recherches en didactique des mathématiques*, 32(3), 289-331.

MANGIANTE-ORSOLA, C., MASSELOT, P., PETITFOUR, E., SIMARD, A., TEMPIER, F. et WINDER, C. (2019). Proposition d'un cadre d'analyse de situations de formation de professeurs des écoles. Dans Verscheure I., Ducrey Monnier M., Pelissier M. (dir.) *Enseignement et formation : éclairages de la didactique comparée* (p. 131-142). Toulouse : Presses Universitaires du Midi.

PORTUGAIS, J. (1995). *Didactique des mathématiques et formation des enseignants*, Bern : P. Lang.

ROBERT, A. (2005). Des recherches sur les pratiques aux formations d'enseignants de mathématiques du second degré : un point de vue didactique, *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 10, 209-249.

ROBERT, A. (2008a). Le cadre général de nos recherches en didactique des mathématiques. Dans F. Vandebrouk (dir.) *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (p. 11-22), Toulouse : Octarès Editions.

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

VANDEBROUCK, F. (Ed.) (2008). *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants*, Toulouse : Octarès.

VANDEBROUCK, F. et ROBERT, A. (2017). Activités mathématiques des élèves avec les technologies numériques, *Recherches en didactique des mathématiques*, 37(2/3), 333-382.

CLAIRE GUILLE-BIEL WINDER

ADEF (UR 4671), Aix-Marseille Université (AMU)

claire.winder@univ-amu.fr

CAROLINE LAJOIE

Université du Québec à Montréal (UQAM)

lajoie.caroline@uqam.ca

CHRISTINE MANGIANTE-ORSOLA

LML (UR 2462), Université d'Artois

Université de Lille

christine.mangiante@univ-lille.fr

PASCALE MASSELOT

LDAR, CY Cergy Paris Université, F-95000 Cergy, France

Universités de Paris, Artois, Paris Est Creteil, Rouen

pascale.masselot@cyu.fr

FRÉDÉRICK TEMPIER

LDAR, CY Cergy Paris Université, F-95000 Cergy, France

Universités de Paris, Artois, Paris Est Creteil, Rouen

frederick.templier@cyu.fr

Annexe 1 - Trame pour fiche de préparation

Objectifs

- Aspects mathématiques et didactiques. Les nombres décimaux : définitions, propriétés mathématiques, difficultés des élèves, continuité et ruptures avec les entiers, potentialités didactiques de différents supports.
- Professionnels : Aide aux élèves et utilisation de supports pour l'apprentissage des nombres décimaux.

Grandes lignes du déroulement

1. Quelques rappels sur les décimaux (en groupes ou individuel), discussion collective et synthèse : définition d'un nombre décimal, progression fractions et décimaux, continuité et ruptures avec les nombres entiers.
2. Présentation du JdR : la consigne puis les différents supports (voir annexe 2).
3. Travail en deux temps (par groupes de 3 ou 4 environ) : analyser les productions d'élèves (comprendre les raisonnements, repérer les erreurs, faire des hypothèses sur l'origine de ces erreurs), puis se préparer à intervenir (JdR avec un enseignant + un élève d'un autre groupe) sur une ou plusieurs tâches indiquées. Répartir les tâches entre les groupes de façon à ce qu'il y ait au moins deux groupes différents qui travaillent sur une même tâche.
4. Mises en avant. Rappel de l'enjeu du JdR: identifier des critères pour une intervention judicieuse auprès d'un élève. Rappeler qu'il s'agit d'éviter de traiter l'erreur en surface. Désignation d'un étudiant pour jouer le rôle d'un élève et d'un autre pour jouer celui de l'enseignant. Celui qui joue le rôle de l'élève est dans un autre groupe (mais il a travaillé sur la même tâche). Tous les autres étudiants sont les « observateurs ». Pour les observateurs, il est possible de donner les critères d'observation avant le premier JdR ou bien de les amener progressivement (laisser libre l'observation pour le premier JdR, après la discussion qui suit le premier JdR, interroger sur des critères à prendre en compte puis donner quelques critères d'observation à chaque groupe). Trois ou quatre mises en avant consécutives : tâches 1, puis 2, puis 5 et plus si le temps le permet. Après chacune : analyse de la mise en œuvre observée en utilisant les critères donnés ; compléments, par exemple autres pistes d'aide (apports des autres groupes qui ont travaillé sur la même tâche) ?
5. Synthèse et ouverture. L'institutionnalisation peut commencer à partir de questions du type : quels conseils pourriez-vous donner à un enseignant débutant pour aider des élèves pour ces tâches ? (pour le moment conseils généraux et contextualisés). Reprendre chacun des critères (exemples en annexe 2), en essayant

de les voir sous forme de propositions pour l'enseignant cette fois. Des éléments de réponse concernant les supports matériels et les aides sont proposés ci-dessous. Discuter aussi des tâches pour lesquelles nous n'avons pas observé de JdR. Puis dégager des éléments décontextualisés sur les difficultés des élèves sur les décimaux, sur l'importance de leur compréhension par l'enseignant pour agir mais aussi sur l'utilisation des supports proposés dans le JdR et leur intérêt et limite pour aider les élèves. Demander ensuite aux étudiants de lire un document présentant des exemples d'aides sur la comparaison des décimaux et de relever des stratégies d'aide. Faire le point avec eux après.

Supports matériels. Le choix du support matériel est judicieux *s'il permet d'illustrer ce que l'élève doit faire et doit comprendre*. L'enseignant prend appui sur le support matériel pour amener l'élève à mieux comprendre... en mettant en relation les actions sur le matériel et la procédure de l'élève (comprendre son erreur, la mettre en défaut) ou celle visée (comprendre les apprentissages visés). Si le matériel permet des rétroactions ça peut être intéressant (mais ne suffit pas toujours à aider à dépasser les erreurs). Remarque importante : Ce n'est pas toujours l'action sur du matériel par l'élève qui importe mais le changement de point de vue qu'il permet. Si l'élève traite le nombre décimal comme deux entiers séparés par une virgule, il faut « sortir » du point de vue « écriture » pour aller vers un autre permettant de donner du sens à cette écriture : mesure de longueur, mesure d'aire, graduation, ... ou bien rappeler la signification de la valeur des chiffres par le tableau de numération (mais risque d'astuce). Ainsi on peut se contenter parfois de faire référence au matériel pour favoriser une anticipation de l'action.

Aides. L'enseignant amène l'élève à comprendre son erreur *en partant de ce que l'élève a fait, en comprenant sa logique et en lui demandant d'explicitier* (démarche ascendante : des connaissances de l'élève vers les savoirs visés) pour ne pas chercher à tout reconstruire avec l'élève depuis le début mais essayer de comprendre où il en est. On peut aussi partir des savoirs en les faisant rappeler (démarche descendante) et voir si l'élève les a appliqués correctement, mais plutôt pour un élève en réussite qui a fait une erreur ponctuelle. L'enseignant évite de trop guider « pas à pas » l'élève *en laissant certaines choses à la charge de l'élève* comme par exemple en demandant comment il pourrait utiliser tel matériel pour vérifier, ... L'enseignant fait en sorte que l'élève puisse réinvestir ce qu'il a appris *en terminant l'aide par un retour sur la procédure et/ou les avoirs en jeu*. Ne pas se contenter de l'aider à réussir la tâche mais lui permettre de comprendre les savoirs mathématiques en jeu (aide productive/aide constructive).

Annexe 2 - Jeu de rôles sur les nombres décimaux

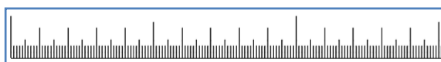
Consigne

Vous avez proposé à vos élèves de CM1 ou de CM2 les tâches et exercices suivants, qui font tous intervenir des nombres décimaux. Vous avez sous les yeux des solutions d'élèves à ces tâches et exercices. Vous souhaitez aider ces élèves à ne plus commettre ces erreurs et vous êtes bien entendu soucieuses et soucieux de ne pas régler les problèmes en surface seulement mais plutôt en profondeur. Vous cherchez donc à comprendre les erreurs commises par les élèves, et donc à comprendre le raisonnement fait par chacun de ces élèves. Enfin, cherchez un moyen d'intervenir en utilisant du matériel, des dessins, ... *Attention : vous devez éviter de donner des trucs !!! Vos élèves doivent donner du sens le plus possible à ce qu'ils font.* Chaque enseignant.e désigné.e aura quelques minutes pour identifier une erreur commise par un élève au tableau, pour identifier son raisonnement et pour débiter son intervention (en partant de l'erreur et du raisonnement de l'élève et non en partant à neuf !). Par groupes de 4 environ, vous allez donc faire une analyse de ces productions d'élèves afin de comprendre les raisonnements sous-jacents et planifier une intervention auprès de ces élèves, en utilisant les supports proposés ou des dessins... Voici quelques critères qui guideront l'analyse de vos interventions : le choix du support matériel est-il judicieux ? L'enseignant prend-il appui sur le support matériel pour amener l'élève à mieux comprendre ? L'enseignant amène-t-il l'élève à comprendre son erreur ? L'enseignant évite-t-il de guider « pas à pas » l'élève ? L'enseignant fait-il en sorte que l'élève puisse réinvestir ce qu'il a appris ?

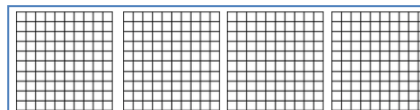
Supports proposés

Monnaie (pièces de 1 cent, 2 cents, 5 cents, 10 cents, 20 cents, 50 cents, 1 €, 2 €).

Plusieurs droites graduées du type ci-contre.



Une feuille présentant un ensemble de surfaces quadrillées.



Une feuille présentant un ensemble de bandes.



Deux tableaux de numération

Partie entière									Partie décimale		
Millions			Milliers			Unités			Dixième 0,1	Centième 0,01	Millième 0,001
c	d	u	c	d	u	c	d	u			

1 000	100	10	1	1/10	1/100	1/1000
milliers	centaines	dizaines	unités	dixièmes	centièmes	millièmes

Tâches mathématiques proposées aux élèves et réponses d'élèves

Tâche T_{M1}

Entoure les écritures qui représentent $14/10$ (réponse de l'élève en gras) :

140	1,40	$1 + 4/10$	1,04	1,4	0,14

Tâche T_{M2}

Sur chaque ligne, entoure le plus petit des trois nombres (réponses de l'élève en gras et surligné) :

3,7	7,1	5,1
5,21	5,15	5,12
7,3	7,28	7,401
6,04	6,4	6,44

Tâche T_{M3}

Voici une liste de décimaux : 4,25 ; 3 ; 2,7 ; 4,2 ; 3,9 ; 2,12 ; 3,09.

Écris ces nombres du plus petit au plus grand dans les cases suivantes :

2,7	2,12	3	3,09	4,2	4,25	

Tâche T_{M4}

Par rapport à 7, quel est le nombre le plus proche : 6,9 ou 7,08 ?

Réponse de l'élève : **6,9**

Tâche T_{M5}

a- Peux-tu citer 3 nombres compris entre 1,8 et 2,4 ? Si oui, écris-les.

Réponse de l'élève : **1,9 – 2,3 – 2,2**

b- Même question entre 2,5 et 2,6 ? Réponse de l'élève : **On peut pas.**

c- Même question entre 2 et 2,01 ? Réponse de l'élève : **On peut pas.**

Tâche T_{M6}

$0,8 + 0,4 = \dots\dots$

Réponse de l'élève : $0,8 + 0,4 = \mathbf{0,12}$

Annexe 3 - Transcription de la mise en avant sur la tâche mathématique T_{M1}

L'enseignant de la prise 1, au moment d'utiliser du matériel, demandera d'arrêter. La formatrice acceptera un échange enseignant-élève. On passera alors à la prise 2 avec une enseignante.

Tâche 1 – prise 1

Ens. J'ai vu que tu avais entouré une seule bonne réponse. J'aimerais que tu me lises ce nombre-là.

Él. Ça se lit quatorze sur dix.

Ens. Si on utilise les termes de la numération décimale, qu'est-ce que ... comment on va s'exprimer ?

Él. Si j'ai dix au dénominateur, ça veut dire que je suis du coup dans les dixièmes.

Ens. Si tu relis en entier (*il pointe 14/10*)

Él. Du coup ça me fait un virgule 4 dixièmes.

Ens. Non. Relis vraiment... Alors ici on a le dénominateur (*il l'encercle*) et le numérateur (*il l'encercle*). Lis-moi juste le numérateur avec...

Él. Ça fait quatorze dixièmes.

Ens. Ok super. Donc notre nombre c'est quatorze dixièmes. Tu vas me relire tous les nombres de cette frise. On va essayer de comprendre un peu.

Él. Alors ... Cent quarante ; un virgule quarante ;

Ens. Je te laisse tous les lire.

Él. Un plus quatre dixièmes ; un virgule zéro quatre ; un virgule quatre ; zéro virgule quatorze.

Ens. Ok. Tu m'as lu en fait (*les nombres*) exactement comme tu avais lu le nombre de départ (*quatorze sur dix*). Donc j'aimerais que tu réutilises les termes de la numération décimale pour me relire chacun des nombres. En gros ça veut dire en séparant les unités, les dixièmes, les centièmes et que tu essaies de /

Él. Alors cent quarante unités.

Ens. Tu comprends ce que ça veut dire ?

Él. Oui, ça veut dire que j'ai cent quarante unités.

Ens. Voilà. Très bien. Ensuite.

Él. Une unité et quarante centièmes.

Ens. Super ! Une unité et quarante centièmes. Très bien.

Él. Ensuite j'ai une unité plus quatre dixièmes. Ensuite j'ai une unité et quatre centièmes.

Ensuite j'ai unité et quatre dixièmes. Zéro unité et quatorze centièmes.

Ens. Est-ce qu'il y en a qui ressembleraient à ce que tu as dit ici ?

Él. Je ne me souviens plus de ce que j'ai dit. (*On n'entend pas bien mais on décide de prendre du matériel.*)

Ens. Alors. Non, honnêtement, je ne sais pas. Je ne suis pas inspiré. Ce n'est pas le matériel que je comptais utiliser, je ne sais pas comment formuler, alors voilà.

Tâche 1 – prise 2

Ens. Une bande correspond à une unité. Les bandes, on les a coupées en dix parties et ça va te représenter ici des dixièmes. Du coup, une bande entière contient dix dixièmes (*elle compte*). Dix dixièmes, si tu remarques, ça te fait une unité. Donc tu peux t'écrire une

conversion... qu'une unité ça te fait dix dixièmes (*elle écrit : 1 unité = 10 dixièmes*)

Ens. Et ici qu'est-ce qui est représenté selon toi ? (*Elle pointe un dixième qui a été partagé en centièmes*).

Él. Ce qu'il y a à l'intérieur du dixième ?

Ens. Oui. Et qu'est-ce qu'il y a à l'intérieur du dixième ?

Él. Des centièmes ?

Ens. Très bien. Et combien il me faut de centièmes pour avoir un dixième ?

Él. Dix.

Ens. Très bien. Dix dixièmes vaut un centième (*elle écrit 10 dixièmes = 1 centième*).

Ensuite, selon toi, combien je vais avoir besoin de centièmes pour former une unité ?

Él. Dix.

Ens. Très bien. Donc...

Obs. C'est dix centièmes qui est égal à un dixième.

Ens. Ah oui, oui, oui, pardon. Merci. Dix centièmes est égal à une unité. Donc... Essaie avec ces bandes-là... (*On sent un brouhaha dans la classe et Form dit stop*) Pour former ce nombre-là, qu'est-ce que tu vas prendre comme bandes ?

Él. Alors... une bande entière et quatre dixièmes ou quatre petites bandes comme ça (*les dixièmes non subdivisés*).

Ens. Alors tu as ça (*on devine que c'est une bande unité*) et tu en as quatre comme ça (*on devine que c'est quatre dixièmes de bandes*)

Ens. Qu'est-ce que tu pourrais faire comme échange, par rapport aux rapports... par rapport aux conversions qu'on t'a données ? Qu'est-ce que tu pourrais faire ? (*pas de réponse*). On a dit par exemple qu'une unité c'était dix dixièmes (*Ens fait référence à ce qu'elle a écrit sur la feuille contenant les bandes*)

$1 \text{ unité} = 10 \text{ dixièmes}$ $1 \text{ dixième} = 10 \text{ centièmes}$ $100 \text{ centièmes} = 1 \text{ u}$

Donc par exemple, cette u/, cette bande-là (*elle pointe la bande unité*), tu aurais pu prendre dix dixièmes comme ça. On a vu aussi qu'un dixième ça fait dix centièmes. (*L'élève manipule alors les bandes*)



Oui, très bien. Donc si maintenant je t'enlève ceci (*elle enlève les quatre dixièmes qui n'ont pas été subdivisés en centièmes, et rapproche les petites bandes subdivisées de la grande bande...*) Lis-moi ce nombre.

Él. Une unité et (*il compte*) 1, 2, 3, 4, centièmes... et quarante centièmes.

Ens. Parfait. Est-ce que tu retrouves ce nombre sur ta... (*feuille*) ?

Él. Une unité et quarante centièmes (*en pointant*).



CLARA AUCLAIR

UNE ANALYSE DES PRATIQUES DE FORMATION INITIALE
L'ALGORITHMIQUE ET À LA PROGRAMMATION À DESTINATION DES
ENSEIGNANTS DU PREMIER DEGRÉ

Abstract. An analysis of initial training practices in algorithms and programming for primary school teachers. The didactic works whose object of study concerns training practices have relied on the tools developed for the analysis of teaching practices by specifying them in the context of the training (Houdement & Kuzniak, 1996; Emprin, 2007; Sayac, 2012). In this work, we reuse and cross-reference these methodological tools in order to understand the practices of training in algorithms and programming for trainee school teachers. This case study allows us to better understand the challenges of this second year of initial training by highlighting the training knowledge, the strategies used as well as the epistemological postures called upon.

Keywords. training practices, primary school, algorithms, programming, training knowledge, epistemological postures

Résumé. Les travaux didactiques dont l'objet d'étude concerne les pratiques de formation se sont appuyés sur les outils développés pour l'analyse des pratiques enseignantes en les spécifiant au contexte de la formation (Houdement & Kuzniak, 1996 ; Emprin, 2007 ; Sayac, 2012). Dans ce travail, nous réutilisons et croisons ces outils méthodologiques dans le but de comprendre les pratiques de formation en algorithmique et en programmation à destination des professeurs des écoles stagiaires. Cette étude de cas nous permet de mieux cerner les enjeux de cette seconde année de formation initiale par la mise en évidence des savoirs de formation, des stratégies utilisées ainsi que des postures épistémologiques convoquées.

Mots-clés. pratiques de formation, école primaire, algorithmique, programmation, savoirs de formation, postures épistémologiques

La réapparition du contenu d'algorithmique et de programmation dans les programmes de l'école élémentaire de 2015 en France est à l'origine de la question développée dans ce travail de recherche.

La présence d'un contenu d'informatique dans les programmes de l'école n'est pas un phénomène nouveau¹ mais sa réapparition dans les programmes actuels est le résultat d'une prise de conscience progressive par les acteurs de l'éducation de l'importance d'intégrer cet enseignement au curriculum des élèves, et cela dès les premières classes. Dans le rapport de l'Académie des Sciences de 2013, il est noté que « la décision essentielle à prendre est de mettre en place un enseignement de science informatique depuis le primaire jusqu'au lycée, orienté vers la compréhension et la maîtrise de l'informatique, et dépassant donc largement les seuls usages des matériels et logiciels ». Cependant, pour que cet enseignement soit possible, il ne suffit pas de modifier les programmes de l'école primaire, il faut que les enseignants soient capables d'intégrer ces contenus à leur enseignement. C'est pour cette raison que la question de la formation initiale et continue tient une place importante dans les différents rapports préconisant l'introduction de l'informatique. L'Académie des Sciences juge qu'« il est nécessaire d'inclure l'informatique dans les cursus de formation des professeurs des écoles, à l'instar des autres disciplines ». Cependant, les acteurs en charge de la formation initiale en mathématiques des professeurs des écoles que sont principalement les formateurs de mathématiques en Institut National Supérieur du Professorat et de l'Éducation (INSPÉ) n'ont pas toujours été formés eux-mêmes à l'algorithmique et à la programmation et, du fait de la nouveauté de ce contenu dans les programmes de l'école élémentaire et du collège, n'ont pas eu l'occasion - ou très peu -, de l'enseigner. De plus, ceux-ci ne disposent d'aucun savoir « savant » de formation sur lequel appuyer leurs propositions de formation. Les quelques recherches françaises disponibles dans ce domaine datent de plusieurs dizaines d'années et s'intéressent, pour la plupart d'entre elles, aux retombées possibles de ces activités sur les apprentissages mathématiques des élèves mais n'abordent pas la question de la formation des enseignants (Crahay, 1987). Par ailleurs, le matériel utilisé a beaucoup évolué. Il reste donc à charge aux formateurs INSPÉ un travail de réflexion et d'élaboration de formation nouveau : identifier les besoins de formation des enseignants-stagiaires (ES) relatifs à ce contenu pour mettre en place une formation professionnelle efficace en un temps contraint par la maquette de formation. Cette tâche est d'autant plus ardue que les programmes de l'école ne définissent pas réellement les enjeux d'apprentissage relatifs à ce nouveau contenu : en effet, l'analyse des différents programmes et textes officiels montre que si les contextes spatial et géométrique sont proposés pour cette initiation, les objectifs d'apprentissage pour les élèves de l'école élémentaire (mathématiques ou informatiques) ne sont pas précisés.

¹ Pour une étude approfondie de l'évolution des programmes depuis les années 80 concernant l'enseignement de l'informatique, se référer à Auclair (2018). Ce travail présente notamment l'évolution des textes institutionnels relatifs à ce contenu d'enseignement ainsi qu'une synthèse des différentes recherches françaises menées dans ce domaine depuis les années 80.

Le but de ce travail est de mieux comprendre les enjeux et les modalités de cette formation à l'algorithmique et à la programmation à destination des ES au cours de leur deuxième année de formation : quels sont les savoirs visés, quelles sont les stratégies mises en œuvre ?

Nous présenterons tout d'abord le cadre théorique et la méthodologie avant de donner, dans une dernière partie, quelques exemples des analyses menées dans le cadre de ce travail.

1. Cadre théorique

Pour tenter de comprendre ce qui se joue dans ces formations en algorithmique et programmation, nous avons choisi de mener une étude qualitative (par observations et entretiens) basée sur l'analyse de pratiques de formateurs intervenants dans la seconde année de formation initiale des professeurs des ES. Les ES concernés sont en alternance entre une pratique de classe en responsabilité à mi-temps et un mi-temps de formation à l'INSPÉ.

Notre analyse de ces formations s'appuie sur des outils théoriques qui ont été développés dans le champ de la didactique des mathématiques en France et conçus pour comprendre les pratiques d'enseignants et les situations d'enseignement. A l'instar d'autres recherches portant sur la formation (Emprin 2007 ; 2019), nous avons spécifié ces outils au contexte de la formation de façon à utiliser ces outils pour l'analyse des situations de formation. De plus, le fait que les formations observées mettent en jeu un logiciel de programmation (en l'occurrence le logiciel Scratch) nous a demandé de prendre en compte la dimension instrumentale de celles-ci. Il a donc fallu opérer une double spécification du cadrage théorique d'une part aux situations de formation et d'autre part à l'utilisation d'un logiciel, en l'occurrence au logiciel de programmation Scratch.

Le cadre de la double approche didactique et ergonomique (DADE), développé par Robert et Rogalski (2002), nous a permis d'opérer cette spécification. En effet, pour Robert (2008), ce cadre a été conçu dans le but de « présenter et de justifier un cadrage théorique pour mettre en place des recherches didactiques sur les formations professionnelles des enseignants de mathématiques ». On voit donc que l'enjeu initial du questionnement réside dans la formation professionnelle des enseignants, ce qui nous occupe dans cette recherche. Ce cadre nous invite à saisir les pratiques enseignantes par la recomposition de cinq composantes qu'Abboud-Blanchard (2013) présente de la façon suivante : « les deux premières composantes, cognitives et médiatives, permettent d'analyser les activités observées en prenant en compte les tâches proposées aux élèves (*itinéraire cognitif*) et la gestion des séances (*déroulement*). Une composante institutionnelle considère la gestion par l'enseignant des conditions et contraintes liées à l'institution. Une composante sociale correspond à ce qui est déterminé par le fait que sa profession a une dimension sociale. Enfin,

une composante personnelle est celle qui permet d'exprimer que l'enseignant étudié est un individu singulier ayant sa propre histoire, ses propres représentations sur les mathématiques, sur l'enseignement, et dans notre cas, sur les technologies ». Nous avons opéré une première spécification du cadre de la DADE aux situations de formation : l'enseignant est remplacé par le formateur et les enseignants, les élèves. Différents niveaux de pratique (Emprin, 2007) s'entrecroisent rendant complexe l'identification des *savoirs de formation* (Sayac, 2012) : en effet, ceux-ci peuvent concerner à la fois les savoirs disciplinaires comme les savoirs didactiques ou professionnels. Sayac (*ib.*) propose une classification qui prend en compte ces différents savoirs relatifs au métier d'enseignant en les organisant suivant deux dimensions : la dimension relative aux savoirs disciplinaires (notionnels D1, liés au curriculum de formation D2 et didactiques D3) et une dimension relative aux savoirs plus transversaux (gestes professionnels T1, connaissance des élèves T2 et du système éducatif T3). Nous avons, dans le cadre de ce travail, utilisé cette classification pour tenter de caractériser les différents savoirs visés par les formateurs au cours des séances de formation observées et d'avoir ainsi accès à la composante cognitive des formateurs. Enfin, nous nous sommes appuyée sur la typologie des *stratégies de formation* développée par Kuzniak et Houdement (1996) dont nous reprenons ici les définitions qu'ils proposent :

- les stratégies culturelles. J'ai nommé ainsi les stratégies qui privilégient l'accroissement des connaissances dans le domaine des mathématiques sans préjuger de la mise en œuvre opérée dans les classes par les étudiants. [...].
- les stratégies de recherche applicative. J'ai appelé ainsi les stratégies très ambitieuses qui visent à former les étudiants par la recherche [...]
- les stratégies basées sur l'autonomie. Dans ce cas, une très grande autonomie est laissée aux étudiants : ils doivent faire des exposés, traiter des thèmes du programme avec uniquement des pistes bibliographiques et ces exposés tiennent lieu d'évaluation. [...]
- les stratégies basées sur la monstration. Il s'agit de transmettre une pratique en la montrant à des étudiants et en les faisant imiter. [...]
- les stratégies basées sur l'homologie. C'est aussi un modèle fondé sur l'imitation, mais une imitation complexe et transposée par le formé. Ce dernier doit mettre en place un modèle de formation inspiré de celui qu'il a pu vivre en tant qu'étudiant dans la formation. [...]
- les stratégies basées sur la transposition. Elles s'opposent aux précédentes par l'insistance mise sur la distanciation théorique. Elles se proposent de

transmettre des savoirs de référence mais portant sur la pratique de classe ce qui les distingue des stratégies culturelles [...].

Enfin, pour compléter ces éléments qui rendent compte de la composante médiative, nous utilisons, dans notre analyse des formations, la notion de « posture épistémologique » proposée par Sayac (2012), à partir des travaux de DeBlois et Squalli (2002). Sayac définit ainsi trois types de postures dans lesquelles « le professeur stagiaire peut être engagé par le formateur » (Sayac, 2012, p. 122) : la posture d'élève quand le stagiaire est confronté à des activités qu'il doit réaliser de la même façon qu'un élève le ferait à l'école, la posture d'étudiant quand le stagiaire doit réaliser des activités qui vont lui permettre de se former en tant qu'enseignant et enfin et la posture d'enseignant quand le formateur le considère comme tel. Ces postures sont par ailleurs liées aux stratégies de formation choisies par le formateur.

La seconde spécification concerne les situations utilisant des outils technologiques : pour cela, nous nous sommes appuyée sur le travail d'Abboud et Rogalski (2017) qui proposent une analyse selon trois axes cognitif, pragmatique et temporel des *tensions* et des *perturbations* observées dans l'itinéraire cognitif. Ces tensions et perturbations sont « des manifestations de conflits entre la visée de l'enseignant (du formateur pour notre transposition) de maintenir l'itinéraire cognitif voulu et la nécessité de s'adapter aux phénomènes qui surgissent et qui sont dus à la dynamique de la situation de classe (de formation pour notre transposition). Ces tensions, lorsqu'elles ne sont pas gérées ou le sont de façon inappropriée conduisent à des perturbations qui éloignent le travail mathématique en classe de l'itinéraire prévu ».

Ces deux spécifications nous permettent d'adapter les outils didactiques existants pour l'analyse des situations d'enseignement à l'analyse de situations de formation utilisant un outil technologique.

2. Méthodologie

En premier lieu, nous avons pris des renseignements auprès des formateurs de mathématiques de deux INSPÉ (Versailles et Centre Val de Loire) pour savoir si les contenus d'algorithmique et de programmation étaient traités au cours de la seconde année de formation des ES, et, si oui, par quel type de formateur. Cette première exploration ou *enquête préliminaire* nous a permis plusieurs constats : tout d'abord que ce contenu n'est pas systématiquement proposé et, d'autre part, que différents « types » de formateurs sont susceptibles d'intervenir dans cette formation à l'algorithmique et à la programmation, lorsqu'elle existe : les formateurs des Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement (TICE) et les formateurs de mathématiques. Enfin, dans le cas où les deux formateurs de mathématiques et de TICE abordent « parallèlement » le contenu d'algorithmique et de programmation, il n'y a pas toujours de coordination de ces différentes

interventions ni même de connaissance mutuelle de ce qui est proposé. Ces premiers constats nous ont amenée à choisir d'observer les formations proposées par des formateurs de mathématiques mais aussi de TICE afin de comparer les approches. Cinq formateurs de mathématiques et de TICE aux profils assez divers (ancienneté dans la formation, expériences d'enseignement, domaines d'interventions, etc.) intervenant dans ces deux INSPÉ ont été sollicités : un entretien guidé par un questionnaire (annexe 2) a été mené avec chacun d'entre eux. Ces entretiens ont fait l'objet d'une transcription complète permettant une analyse détaillée des réponses.

Pour compléter cette première étude, nous avons mené trois observations de formations. Pour ces observations, nous avons choisi trois des formateurs interrogés, différents du point de vue de leur domaine d'intervention mais exerçant dans une même INSPÉ de façon à minimiser l'influence des composantes sociale et institutionnelle, ces formateurs utilisant la même maquette de formation. Nous avons ainsi observé la formation de Simon, formateur TICE, de Céline, formatrice à la fois de TICE et de mathématiques et de Tristan, formateur de mathématiques. Ces formations ont été filmées et analysées.

Le choix du cadre théorique de la double approche appelle une analyse des pratiques des formateurs par la recomposition des cinq composantes. Nous pouvons accéder aux éléments de la composante cognitive par l'analyse *a priori* du scénario de formation et des tâches proposées aux ES. L'analyse des déroulements, quant à elle, nous renseigne sur la composante médiative du formateur. Ces analyses sont réalisées à partir des vidéos des séances et des documents distribués aux ES pendant la séance. Chaque séance est ensuite chronométrée et découpée en épisodes² et chaque épisode est caractérisé en termes de savoirs de formation, de stratégie de formation et de posture épistémologique du formateur et des ES. Nous étudions ensuite le déroulement de la formation en identifiant les différentes tensions et perturbations que nous tentons d'expliquer en utilisant les trois axes définis par Abboud-Blanchard (2013), notamment l'axe temporel dans la mesure où « la chronologie nourrit l'analyse de la gestion des incidents, notamment quant à l'influence du temps qui passe » (Roditi, 2008) mais aussi en se référant aux déterminants des pratiques des formateurs.

En ce qui concerne les composantes à accès indirect, à savoir les composantes sociales, institutionnelles et personnelles, nous nous sommes appuyée sur les entretiens, menés à partir du questionnaire « guide » destiné à recueillir des informations concernant :

² Nous entendons la notion d'« épisode » au sens de Roditi (2008), à savoir un temps qui « correspond souvent à la réalisation d'une tâche, éventuellement de plusieurs tâches lorsque celles-ci répondent au même but pour l'enseignant ».

- le rapport du formateur à l'algorithmique et à la programmation ;
- le rapport du formateur au logiciel Scratch en particulier ;
- le rapport à l'enseignement de l'algorithmique et la programmation ;
- les contraintes institutionnelles ;
- les habitudes de formation ;
- la connaissance de la formation et du public des ES.

Les éléments d'information obtenus lors des entretiens nous ont donné quelques clés supplémentaires pour comprendre les choix des formateurs relatifs aux formations proposées.

Dans la partie qui suit, nous allons présenter l'analyse des formations.

3. Analyse des formations

Dans cette partie, nous allons tout d'abord détailler le cas particulier de la formation proposée par Tristan, formateur de mathématiques, puis nous ouvrirons sur les résultats obtenus grâce à l'analyse des deux autres formations observées, celles de Céline et de Simon.

3.1. Analyse de la formation de Tristan

La séance de formation de Tristan a duré trois heures et s'adresse donc à des ES. Il s'agit de l'unique séance de formation proposée par Tristan sur ce thème. Seule l'analyse de la première activité proposée sera présentée, à titre d'exemple du fonctionnement de la méthodologie utilisée. Cette analyse a été réalisée à partir de la vidéo et des documents distribués aux ES pendant la formation. Celle-ci a été complétée par les réponses de Tristan au questionnaire d'entretien qui sont présentées synthétiquement dans le tableau 1.

L'analyse de la formation, croisée avec les éléments déclaratifs recueillis lors de l'entretien nous permet d'accéder aux pratiques de formation par la recomposition, au moins partielle, des différentes composantes.

Tableau 1.

	Tristan
Domaine de formation	mathématiques
Formation initiale	mathématiques + concours d'enseignement de la fonction publique (agrégation mathématiques)
Expérience de formation	+10 ans
Expériences d'enseignement	second degré (collège)
Savoirs d'enseignement possibles	Les langages informatiques, l'algorithmique, l'approfondissement de certains contenus mathématiques (exemple du carré donné)
Pratique habituelle des TICE en formation	Montre aux ES des outils TICE ou des activités possibles utilisant les TICE à mettre en place dans leurs classes
Savoirs de formation	informatiques : initier les ES au logiciel Scratch professionnels et didactiques : donner aux ES des « idées » d'activités-élèves possibles avec le logiciel de programmation Scratch
Stratégie de formation	homologie avec transposition par confrontation et explicitation

3.1.1 Analyse a priori de la formation

Comme nous l'avons expliqué dans la partie II, nous étudions une pratique de formation en utilisant une transposition du cadre de la DADE. Pour cela, nous tentons de comprendre l'*itinéraire cognitif* que le formateur se propose de faire suivre aux ES. Cela nous permet de définir les *activités possibles* des formés en anticipant la manière dont ils vont pouvoir – ou non – utiliser leurs connaissances pour traiter les tâches qui leur sont proposées. Il s'agit donc de déterminer les procédures possibles, procédures qui conditionnent les apprentissages notionnels, didactiques et professionnels possibles pour les ES.

Pour réaliser cette analyse *a priori*, nous ne disposons que du document que Tristan a prévu de distribuer aux ES au début de la séance de formation. Ce document est visible en annexe 1.

Description des activités prévues par Tristan

Les activités d'algorithmique et de programmation prévues par Tristan pour sa séance de formation concernent toutes l'utilisation du logiciel de programmation Scratch qui utilise un langage de programmation simple (le code est inscrit dans la

langue maternelle sous forme de briques de couleurs) permettant notamment aux enfants de programmer le déplacement sur une scène d'un « lutin ». Ce langage de programmation est celui proposé dans les documents « Ressources » des Programmes de l'école et du collège depuis 2015.

Tristan propose une première activité géométrique : « Variations autour de la construction du carré » qui se décline en sept exercices. Ces exercices, présentés ci-dessous, portent notamment sur la construction du carré en position prototypique puis « penché » par rapport aux axes horizontaux et verticaux de la scène de Scratch.

Exercice 1.1 : Tracer un carré à l'aide des sommets

Les ES doivent choisir un nouveau lutin, lui associer un script qui est fourni, puis associer ce script au lutin « chat » et enfin modifier ce script pour obtenir une décomposition du mouvement.

Exercice 1.2 : Tracer un carré à l'aide de ses côtés

Les ES doivent écrire un script permettant le tracé d'un carré : les briques à utiliser sont fournies. Il s'agit des briques de mouvement « avancer de ... » et « s'orienter à... ».

Exercice 1.3 : tracer un carré en boucle à l'aide de ses côtés

Les ES doivent écrire un script similaire à celui de l'exercice 2 mais qui utilise une boucle. La brique de la boucle est donnée.

Exercice 1.4 : tracer un quadrilatère oblique qui pourrait être un carré

Les ES doivent recopier un script fourni, le tester, conjecturer sur la nature du quadrilatère obtenu puis réaliser la démonstration.

Exercice 1.5 : tracer un quadrilatère oblique qui est sûrement un carré

Les ES doivent justifier qu'un script donné permet bien d'obtenir un carré.

Exercice 1.6 : tracer un carré avec des briques créées pour qu'un élève puisse les utiliser

Les ES doivent créer des briques permettant de tourner d'un quart de tour, de s'orienter vers la droite et d'aller à d'un point de coordonnées (x ; y) à un point de coordonnées (x+a ; y).

Avec ces briques, les ES doivent ensuite produire le script de la construction d'un carré, script compréhensible par des élèves de l'école élémentaire.

Exercice 1.7 : tracer un carré plein

Les ES doivent proposer un script pour tracer un carré plein. Aucune indication n'est fournie aux ES.

Mise en évidence des savoirs possibles de formation

Concernant les savoirs informatiques, les exercices proposés permettent aux ES d'acquérir de façon progressive une capacité à comprendre le langage de programmation Scratch, à le prendre en main et à l'adapter à des besoins professionnels spécifiques (créations de briques adaptées pour des élèves de l'école élémentaire dans l'exercice 1.6). Les notions de « programme », de « script » et d'« instruction » sont présentes dans tous les exercices, même si elles restent très contextualisées au langage utilisé. Les tâches proposées pour le développement de ces savoirs sont variées et progressives : observer, comprendre, agencer, compléter, construire, créer. Pour cette initiation au langage et aux premiers concepts d'algorithmique et de programmation, Tristan choisit le contexte des déplacements spatiaux et des tracés géométriques (instructions de position et de mouvement), ce qui est en cohérence avec les programmes de l'école élémentaire. La notion de « boucle » est également envisagée dans l'exercice 1.3 comme une amélioration du script de la construction du carré, cette amélioration permettant d'éviter des répétitions d'instructions. Là encore, cette notion reste très contextualisée à l'instruction de répétition dans le langage Scratch. Cette introduction semble par ailleurs un peu artificielle dans ce contexte. En effet, on peut penser que ce nombre de répétitions (4) ne permettra pas aux ES de ressentir le besoin d'une instruction de répétition. La boucle apparaît davantage comme une contrainte extérieure venant du formateur que comme la réponse à un problème auquel les ES seraient confrontés. En conclusion, les notions informatiques vont être utilisées de façon très contextualisée au langage et comme outils pour générer des déplacements spatiaux, déplacements permettant le tracé de figures géométriques.

Le fait que les exercices 1.3 et 1.4 portent sur les éléments de justification de la nature de la figure obtenue laisse penser que les savoirs mathématiques, et en particulier les savoirs géométriques sur les propriétés du carré, constituent un des objectifs de la formation de Tristan. Les exercices concernent tous la construction d'un carré. Les exercices 1.1 et 1.4 mettent en jeu la construction d'un carré à partir de ses sommets et font, de ce fait, intervenir la notion de coordonnées de points dans un repère. Contrairement à ce qui se passe en contexte papier/crayon, l'interface impose de placer les points dans un certain ordre, l'action de tracer ayant lieu simultanément au placement des points. Dans l'exercice 1.4 se pose la question de la justification de la nature de la figure obtenue. Pour ce faire, une première possibilité est de travailler avec les vecteurs (orthogonalité et normes). Une deuxième possibilité est de tracer le carré « droit » dans lequel est inscrit le carré « penché » et d'utiliser le théorème de Pythagore dans les triangles rectangles qui apparaissent dans cette construction. Enfin, une dernière possibilité est de démontrer que les quatre triangles rectangles obtenus sont isométriques. Il est ensuite nécessaire de mener un raisonnement (assez élémentaire) sur les angles pour prouver qu'ils sont

droits. La deuxième justification est sans doute celle attendue par Tristan, les vecteurs n'étant pas une notion à la portée de tous les ES. Cependant, cette justification demande de nombreuses adaptations de connaissances³ de la part des ES. Les exercices 1.2, 1.3 et 1.5, quant à eux, mettent en jeu la construction du carré à partir de ses côtés, en utilisant les instructions « avancer de » et « tourner de ». La justification de la nature du quadrilatère obtenu dans l'exercice 1.5 est plus élémentaire puisqu'elle s'appuie sur les propriétés d'égalité des mesures des longueurs des côtés et des angles droits même si celle-ci demande de prendre en compte le contexte des déplacements spatiaux (les angles deviennent des pivotements). Dans l'exercice 1.6, intitulé « Tracer un carré avec des briques créées pour qu'un élève puisse les utiliser », Tristan vise la construction par les ES d'une nouvelle brique « tourner d'1/4 de tour ». L'introduction de cette nouvelle unité d'angle (le tour complet) permet ainsi d'éviter la mesure des angles en degrés, notion qui n'est pas présente dans les programmes de l'école élémentaire. La conception des nouvelles briques permettant ce changement d'unité peut cependant être complexe pour des ES. En effet, une nouvelle brique correspond à un programme informatique complet ; on peut donc penser que cette activité sera à l'origine d'une tension cognitive.

En conclusion, Tristan conçoit les activités autour de Scratch avec un double objectif pour les ES : les initier aux premiers concepts informatiques à travers la manipulation du logiciel Scratch et les amener à réfléchir sur certains contenus mathématiques de l'école élémentaire (le carré et ses propriétés dans cette première activité). On remarque cependant que certaines justifications mathématiques font intervenir des outils mathématiques qui ne correspondent pas aux mathématiques « à enseigner » au niveau élémentaire.

Enfin, concernant les contenus didactiques, Tristan compte certainement sur la démarche d'homologie de la part des ES. Aucun élément de transposition vers une pratique de classe n'est visible dans le document distribué même si l'exercice 1.6 montre que Tristan prend en compte certains besoins professionnels des enseignants en formation pour lesquels la problématique sera d'adapter cet outil informatique aux élèves de l'école élémentaire et au contexte des déplacements spatiaux (contexte des programmes de l'école).

³ Il s'agit ici d'une notion utilisée dans le cadre de la DADE. Pour Robert (2008, pp. 48-49), il existe sept types d'adaptations de connaissances qui correspondent « aux activités que les élèves peuvent avoir à faire à partir des connaissances brutes qui leur sont données et en distinguant ce qui est reconnaissance de propriétés, de certaines modalités d'application ou ce qui est introduction d'intermédiaire, qui nous semble être une autre activité très importante en mathématiques, en distinguant aussi tout ce qui est mélange, mise en relation, changement de cadre [...] ».

3.1.2 Analyse du Déroulement de la formation de Tristan

Pour réaliser l'analyse *du déroulement* en cohérence avec les outils théoriques convoqués, nous avons découpé la séance en épisodes que nous avons caractérisés en termes de savoirs de formation, de stratégie de formation et de posture épistémologique du formateur et des ES.

La succession des épisodes principaux est visible dans le tableau 2.

Tableau 2.

Nature travail : type, forme, durée	Interventions du formateur	Activités proposées aux ES	Savoirs de formation	Stratégie de formation	Posture de l'ES
Épisode 2 : activité préliminaire 17'30 (9'30)	Explique, montre	Expérimentent en même temps que le formateur	D1 : informatiques (instructions, script, lutin, scène)	Homologie	élèves
Épisode 3 : exercice1.1 50'05 (32'35)	Explique le script, détaille les étapes	Réalisent le script en même temps que le formateur Posent des questions	D1 : mathématiques (coordonnées / justification de la nature de la figure obtenue) et techniques	Homologie	élèves
Épisode 4 : exercice1.2 68'40 (18'35)	Présente, enrôle, corrige, institutionnalise	Réalisent le script Echangent, questionnent, font des remarques	D1 : informatiques et mathématiques (orientation notamment)	Homologie	élèves
Épisode 5 : exercice1.3 76'55 (8'15)	Explique le travail possible avec des élèves	Échangent avec le formateur	D1, D2 et D3	Monstration	étudiants

Épisode 6 : exercice1.5 83'40 (6'45)	Passe la consigne, sollicite une étudiante pour venir réaliser le script au TNI Engage une discussion sur la nature de la figure obtenue	Réalisent le script en même temps que la collègue / répondent aux questions du formateur / débattent / justifient mathématiquement la nature de la figure obtenue	D1 : adaptation du script pour obtenir un carré penché T1 : faire justifier aux élèves la nature des figures obtenues	Homologisation Quelques éléments de transposition	élèves
Épisode 7 : exercice1.4 96'55 (13'15)	Réalise les scripts de l'exercice1.4 Explique, interroge les ES	Étudient le script, discutent, débattent Écoulent	D1 : mathématiques (Justification de la nature du carré par la sur-figure)	Culturelle	élèves
Épisode 10 : création de nouvelles briques exercice1.6 147'40 (35')	Explique et montre la construction de nouveaux blocs pour les adapter aux élèves de l'école	Écoulent Répondent aux questions du formateur Anticipent les effets des nouveaux blocs	D1 : mathématiques Informatiques (fabrication des nouveaux blocs) T3 : adaptation des instructions aux élèves de l'école	Culturelle	élèves étudiants

Tristan organise l'activité des ES de façon assez traditionnelle sous forme d'une succession d'exercices à résoudre. Il présente la situation, laisse quelques minutes aux ES pour effectuer la tâche demandée puis organise une correction collective suivie d'une courte synthèse des éléments à retenir. Le fait que le travail se réalise sur un ordinateur a des conséquences sur la façon dont sont gérées chacune de ces étapes :

- Tristan a tendance à présenter les activités au tableau, en affichant des scripts préparés à l'avance ou en réalisant les scripts devant les ES ;
- Tristan a peu de visibilité sur ce que réalisent les ES ;
- l'aide apportée par Tristan est individualisée et essentiellement procédurale et manipulatoire : Tristan a tendance à prendre la souris pour modifier directement le script de l'ES en difficulté ;
- Tristan explique « en action » la construction du script, le rôle de chacune des briques, les effets attendus, etc.

Pendant la recherche, les ES échangent entre eux. En revanche, les ES participent peu à la correction et il y a très peu d'échanges collectifs ou de débats. En effet, la transcription du déroulement et le minutage des interventions montrent que le temps de parole de Tristan est très important : il donne des explications pendant la présentation des situations, pendant la correction et pendant la synthèse.

Plus la formation avance, plus Tristan a tendance à écourter les temps de recherche. A deux reprises, une ES est sollicitée pour venir réaliser le travail au tableau dès que la consigne est donnée. La modalité de travail choisie par Tristan impose un même rythme de travail pour tous les ES. Cette volonté de maintenir un rythme commun de travail est sans doute une façon qu'a Tristan de maintenir l'itinéraire cognitif prévu. Pendant toute la durée de cette première activité autour de la construction du carré, on remarque une accélération du travail, accélération due certainement à la volonté de Tristan de coller avec l'itinéraire cognitif prévu : en effet, il apparaît que Tristan souhaite absolument amener les ES jusqu'à l'activité de création de briques (épisode 10) car il considère que « c'est important ». Il va jusqu'à présenter aux ES en début de formation cette activité comme « le but du jour ». Pour atteindre ce but, il accélère donc, et sans doute inconsciemment, le temps consacré aux exercices de la première activité. Cette accélération se fait au détriment de la mise en activité des ES : en effet, Tristan laisse à peine le temps aux ES de chercher et propose très rapidement une correction en réalisant lui-même les scripts sur le TNI ou en sollicitant un ES pour le faire. On a donc une contraction des temps de recherche et de correction : les ES font en même temps que le formateur qui explique « en action ». On peut interpréter de la même manière le fait que Tristan introduise directement, sans recherche aucune de la part des ES, la notion de boucle. Présenter les savoirs de façon « descendante » en court-circuitant la phase de mise en activité et de recherche permet de gagner du temps. Par ailleurs, Tristan ne consacre qu'une seule séance de formation à l'algorithmique et à la programmation mais considère que c'est insuffisant. Il dit (en off) à la fin de la séance, qu'il serait nécessaire d'y consacrer plusieurs séances et à un autre moment qu'« il faudrait faire quatre ou cinq séances ». Le fait que Tristan choisisse de ne proposer qu'une seule séance s'explique sans doute par une tension temporelle plus globale relative au temps de formation des ES en mathématiques.

Comme nous l'avions supposé dans l'analyse *a priori* des contenus notionnels, les savoirs mathématiques constituent un enjeu important de la formation ; Tristan explique dès les premières minutes de la formation que son idée, c'est « de faire des mathématiques... » et il précise qu'ils vont « faire de la géométrie ». Il choisit donc de présenter les savoirs informatiques en lien avec le déplacement du lutin et montre très rapidement comment s'y prendre pour obtenir la trace du mouvement. Il insiste également sur les coordonnées du lutin dans l'espace de la scène. Les synthèses des exercices portent systématiquement sur des aspects mathématiques, en particulier

sur la nature des figures obtenues. En ce qui concerne la construction du carré à partir de ses sommets, les éléments de justification ne semblent pas familiers aux ES, ce qui génère une tension cognitive. Deux éléments de nature différente peuvent expliquer cette difficulté : d'une part, le contexte de construction à partir de déplacements spatiaux lié au logiciel Scratch n'est pas familier aux ES et d'autre part, les éléments mathématiques de justification mettent en jeu des objets mathématiques complexes pour les ES : en effet, montrer l'égalité des côtés nécessite de manipuler des coordonnées de points pour calculer des longueurs (les points étant sur un axe horizontal ou vertical) et la question des angles droits nécessite de recourir à la perpendicularité des axes du repère de la scène (les axes en question n'apparaissant pas explicitement sur la scène). Pour tenter de résoudre cette tension cognitive, Tristan a recours au contexte papier/crayon pour les aider à se représenter les actions effectuées, et par là-même, les propriétés utilisées : « si jamais on utilisait un crayon et une règle ? ça reviendrait à quoi faire ? [...] Ben ça reviendrait à placer les quatre points qui sont ici et à relier ces quatre points avec une règle... [...] Donc on lui donne les quatre sommets et on relie les quatre sommets ». Malgré ce changement de contexte, c'est Tristan qui doit formuler les éléments de justification, ce qui montre que les éléments mathématiques attendus ne sont pas disponibles par les ES et c'est finalement Tristan qui explicite lui-même les éléments de la démonstration :

Pourquoi c'est un carré ? On le voit bien... On a les traits horizontaux qui ont une longueur égale à 200 pixels : on va de (100 ; -100) à (100 ; 100) soit 200 pixels en hauteur donc évidemment, on a tourné, heu..., on a des angles de 90° parce qu'on se déplace sur l'axe des abscisses puis des ordonnées et les deux axes de coordonnées sont perpendiculaires donc on a quatre angles droits et on a évidemment quatre côtés qui ont exactement les mêmes longueurs.

Pour l'exercice du « carré penché », on a vu dans l'analyse *a priori* que les éléments de justification sont complexes puisque la démonstration de la nature du quadrilatère nécessite l'utilisation du carré « droit » dans lequel le carré « penché » est inscrit, ainsi que des considérations sur l'utilisation de triangles isométriques et sur les angles (et en particulier la somme des angles d'un triangle). Pour justifier de la nature du quadrilatère, certains ES proposent de réaliser des soustractions de coordonnées, sans arriver à préciser quelles valeurs prendre en compte : « Moi j'dirais bien une p'tite soustraction avec les coordonnées... ». Ils tentent en fait d'utiliser la procédure mise en place dans l'exercice précédent. Une autre ES remarque certains éléments de symétrie dans les couples de coordonnées mais cette idée est rapidement mise en défaut par les autres ES. Tristan reprend la main et présente des amorces de justification liées à l'utilisation du théorème de Pythagore puis des triangles isométriques. La façon dont il traite la démonstration laisse penser que, pour Tristan, ces éléments de justification ne constituent pas un objectif de formation mais permettent d'illustrer le fait que les problématiques liées à la construction du carré

peuvent mettre en jeu des connaissances mathématiques diverses, plus ou moins complexes.

Dans les exercices 1.2 et 1.3 qui mettent en jeu la construction du carré à partir de ses côtés, Tristan n'accompagne pas les ES dans le passage de la géométrie des déplacements à la géométrie papier/crayon habituelle (« tourner de 90° » correspond à tracer un angle droit).

Concernant les objectifs informatiques liés aux concepts de base d'algorithmique et la programmation, Tristan les explicite : il s'agit pour lui de rendre les ES « relativement autonomes pour faire des figures simples... ». Pour Tristan, cela demande de « savoir pas mal de choses » mais les concepts informatiques ne sont ni caractérisés, ni décontextualisés. Par ailleurs, un temps conséquent est consacré à l'activité de création de nouvelles briques. Pour Tristan, la « seule difficulté » réside dans la manipulation du logiciel, à savoir où trouver les nouveaux blocs, comment y insérer du texte ou des nombres, etc. Tristan ne voit dans cet épisode qu'une difficulté manipulative, qu'il a d'ailleurs tendance à minimiser ; en effet, quand il présente l'activité, il dit aux ES que « c'est très facile ». Il se trouve que, dans le déroulé, les ES semblent avoir de vraies difficultés à comprendre la façon dont ces nouvelles instructions sont construites et dont elles fonctionnent. Tristan n'explique pas que ces nouvelles instructions créées sont définies par des scripts qu'il faut concevoir. En effet, ces nouveaux blocs sont pluriels, composés d'une nouvelle instruction (d'un chapeau) et d'un programme associé qui la définit. Des difficultés liées à la compréhension du fonctionnement de ces nouvelles briques apparaissent. Tristan atténue cette nouvelle tension cognitive de deux façons : d'une part en apportant une aide manipulative procédurale importante dans la construction des briques et d'autre part en redonnant des explications sur les effets de ces briques. Cependant, le principe même de la conception (informatique) de ces nouvelles briques ne semble pas acquis pour la plupart des ES à l'issue de la formation. Or, cette compréhension conditionne leur capacité à adapter les briques à leurs élèves de l'école élémentaire.

3.1.3 Synthèse de la formation de Tristan

Les savoirs notionnels mis en avant par Tristan dans sa formation sont des savoirs de base en informatique contextualisés au langage Scratch et des savoirs géométriques en lien avec des objets géométriques travaillés à l'école élémentaire. Tristan insiste sur le fait que l'utilisation du logiciel de programmation Scratch permet, non pas de construire les notions, mais de les réinvestir et peut-être de les interroger dans un contexte nouveau avec des contraintes particulières imposées par l'interface de Scratch. De ce point de vue, ce que Tristan fait en formation est en cohérence avec ses réponses au questionnaire d'entretien (tableau 1). Le choix de placer les apprentissages mathématiques au centre de la formation à l'algorithmique

et la programmation peut s'expliquer par certains déterminants personnels de Tristan. Tristan est un formateur de mathématiques qui a une grande ancienneté dans la formation et une excellente connaissance du public des ES et des programmes de l'école. Ce qui l'intéresse (déclaratif), c'est de faire réfléchir les ES sur certaines connaissances mathématiques qui lui semblent fondamentales à enseigner : il a de ce point de vue une démarche militante ; il se sert donc de cette opportunité que représente l'apparition de l'algorithmique et la programmation dans les programmes de l'école pour travailler sur certaines notions mathématiques que les ES auront à enseigner. De ce point de vue, il est aussi en cohérence avec les Instructions Officielles qui inscrivent cette initiation à l'algorithmique et à la programmation dans les apprentissages mathématiques. Cependant, Tristan ne questionne pas le contexte nouveau des déplacements spatiaux pour produire des tracés géométriques, masquant ainsi les différences entre la géométrie dans un contexte papier/crayon et la géométrie des déplacements. Par ailleurs, certaines justifications attendues mettent en jeu des connaissances mathématiques de lycée qui ne sont pas toujours mobilisables par les ES et qui ne sont pas transférables à des pratiques de classe élémentaire. Les aides apportées (essentiellement procédurales manipulatoires) et l'évitement de certaines tensions cognitives peuvent laisser penser à Tristan que l'itinéraire cognitif est maintenu ; cependant, il n'en est rien et les ES, dans l'hypothèse où ils tenteraient de transposer ces pratiques, seraient confrontés de plein fouet aux tensions cognitives que Tristan a habilement su éviter.

Tristan propose également aux ES une initiation aux premiers concepts informatiques par la manipulation du logiciel Scratch. Les tâches que propose Tristan pour réaliser cette initiation sont progressives et variées, ce qui peut s'expliquer par la bonne connaissance que possède Tristan de cette interface et du public des ES. On peut remarquer néanmoins que le temps court de la formation et les tensions temporelles qui y sont associées poussent Tristan à adopter à de nombreuses reprises une stratégie culturelle sous forme d'apports « descendants » (comme au moment de l'introduction de la boucle). En revanche, Tristan choisit de consacrer un temps conséquent à faire en sorte que les ES puissent adapter l'interface à leurs besoins professionnels en leur proposant d'apprendre à construire des instructions adaptées à des élèves de l'école élémentaire. On voit à travers cette proposition que Tristan connaît les contraintes d'enseignement spécifiques à l'école élémentaire et prend en compte dans ses objectifs de formation cette dimension professionnelle. Cependant, là encore, les contraintes temporelles et pragmatiques sont un obstacle à l'outillage réel des ES.

Concernant les stratégies de formation, Tristan compte probablement sur les démarches d'homologie pour transmettre des savoirs didactiques aux ES. Néanmoins, bien qu'il évoque à de nombreuses reprises le transfert à des situations de classe avec les élèves, il ne place pas les ES dans la position de se poser de réelles

questions didactiques et pédagogiques. Les ES vivent la formation comme des élèves. Par ailleurs, on remarque qu'à plusieurs reprises, il existe un décalage entre les mathématiques nécessaires pour faire les exercices et les mathématiques à enseigner. Enfin, aucune activité proposée ne permet de développer une attitude réflexive sur l'enseignement de ce contenu. Les contraintes temporelles de la formation poussent Tristan à ne proposer qu'une seule formation de trois heures autour de Scratch et à aborder les aspects informatiques, mathématiques et didactiques simultanément ; cela génère d'ailleurs à plusieurs reprises des tensions qui ont des conséquences, notamment sur le temps de recherche des ES.

3.2. Présentation synthétique des deux autres séances de formation

Les tableaux 3 et 4 suivants présentent de façon synthétique les éléments obtenus grâce aux analyses des deux autres formations observées.

Tableau 3.

	Profil du formateur	Savoirs de formation inférés	Temps de formation	Logiciel utilisé
SIMON	Formateur TICE	D1 : informatiques événement, séquence, boucle, condition, parallélisme, opérateur, donnée, variable prise en main du logiciel de programmation, utilisation des fonctions de déplacements et d'échanges de messages	4h	Logiciel de programmation Scratch Contexte des déplacements spatiaux pour produire des tracés géométriques Contexte d'animation (envoi de messages)
TRISTAN	Formateur Mathématiques	D1 : mathématiques « revisiter » la notion de carré, de triangle, de polygone régulier, de cercle à partir de déplacements spatiaux prise en main du logiciel de programmation, utilisation de la fonction de déplacements et de tracés	3h	Logiciel de programmation Scratch Contexte des déplacements spatiaux pour produire des tracés géométriques
CELINE	Formatrice TICE et mathématiques	D1 : informatiques (concepts de base) prise en main du logiciel de programmation, utilisation de la fonction d'animation	3h	Logiciel de programmation Scratch Contexte des animations

Tableau 4.

	Stratégie majoritaire	Posture épistémologique principalement convoquée chez les ES	Tensions principales repérées
SIMON	Culturelle	Élèves	Tensions cognitives nombreuses dues à la quantité de nouveaux concepts Tensions temporelles
TRISTAN	Homologie	Élèves	Tensions temporelles locale et globale
CELINE	Culturelle Homologie (Démarche de projet)	Élèves	Tension temporelle globale

Ces deux tableaux illustrent en particulier les résultats suivants : les choix concernant le temps de formation consacré au contenu d'algorithmique et de programmation (qui occasionne dans tous les cas des tensions temporelles), le logiciel utilisé lors de ces formations ou encore les stratégies majoritairement utilisées par les formateurs sont communs aux trois formations observées. En revanche, les savoirs de formation identifiés diffèrent et semblent déterminées par le profil du formateur.

4. Conclusion

Notre objectif était d'étudier les enjeux et les modalités des formations initiales des professeurs des écoles stagiaires à l'utilisation de l'algorithmique et de la programmation. L'analyse de trois séances de formation (dont celle de Tristan qui a été davantage détaillée dans le cadre de ce travail) croisée avec les réponses de quatre autres formateurs au questionnaire d'entretien nous mène aux constats suivants.

Tout d'abord, on constate certains choix communs aux formateurs observés : le temps de formation consacré au contenu de l'algorithmique et de la programmation ainsi que le logiciel utilisé lors de ces formations. Les trois formateurs consacrent une seule séance de formation pour ce contenu, ce qui engendre des tensions temporelles identifiées tant au niveau local (le temps de la séance) qu'au niveau global (le temps de l'année de formation). Ces tensions temporelles, conjuguées à des tensions cognitives, provoquent diverses perturbations qui éloignent les formateurs de leurs objectifs initiaux et leur laisse une impression d'insatisfaction⁴.

⁴ Deux d'entre eux formulent au cours de l'entretien qu'il faudrait y passer beaucoup plus de temps.

Cela explique sans doute qu'un certain nombre de formateurs INSPÉ, qu'ils soient formateurs de mathématiques ou de TICE, font le choix de ne pas aborder ce contenu avec les ES dans le cadre de la formation initiale des professeurs des écoles⁵. Le fait qu'ils choisissent tous de s'appuyer sur le logiciel Scratch est sans doute lié au fait que ce logiciel est mis en avant dans les documents institutionnels d'accompagnement des programmes pour le cycle 4 ainsi que dans les épreuves écrites du concours de professorat des écoles. Le choix de présenter et d'utiliser un seul logiciel explique que l'initiation aux concepts informatiques qui est proposée pour deux de ces formations reste très contextualisée au langage de programmation Scratch, les concepts étant utilisés comme des outils pour produire une animation ou un tracé.

Le second résultat de ce travail concerne les savoirs de formation. Ceux-ci concernent presque exclusivement les savoirs disciplinaires, ce qui rejoint les résultats de Sayac (2012) quand elle explique que « les formateurs privilégient l'axe disciplinaire des savoirs professionnels à transmettre en formation initiale par rapport à l'axe transversal ». Parmi ces savoirs disciplinaires, les savoirs notionnels (D1) sont largement majoritaires. Cependant, ces savoirs notionnels diffèrent d'un formateur à l'autre : Tristan utilise cette initiation à l'algorithmique et à la programmation pour amener les ES à se questionner sur certains objets géométriques qui relèvent des programmes de l'école élémentaire tandis que Simon et Céline visent des savoirs notionnels informatiques, le contexte mathématique pouvant même aller jusqu'à disparaître dans le cas de la formation de Céline. Cette absence de savoirs de référence partagés est à l'origine d'une définition « personnelle » de ces savoirs, définition qui semble liée aux déterminants des pratiques des formateurs.

Enfin, le dernier résultat concerne les stratégies de formation utilisées par les formateurs pour aborder ce contenu. Les stratégies culturelles et d'homologie sont majoritairement utilisées dans ces formations et les ES sont presque toujours engagés dans une posture d'élèves. On peut remarquer qu'il n'est pas toujours aisé de différencier ces deux postures, les ES étant novices du contenu informatique et du langage Scratch. Dans le cas des stratégies d'homologie, les éléments de transfert restent le plus souvent implicites et la stratégie d'homologie ne se différencie dans ce cas-là de la stratégie culturelle que par la nature des concepts et des objets mobilisés par le formateur. Ce résultat sur les postures majoritaires observées vient confirmer l'hypothèse de Sayac (2012) selon laquelle les stratégies seraient « dépendantes des notions mathématiques traitées pendant les séances (homologie pour les notions méconnues des étudiants, transposition et monstration pour les notions plus familières) ». Dans l'étude réalisée, les ES ne sont pas familiers du contenu et les formateurs utilisent donc majoritairement les stratégies culturelles et

⁵ Résultat obtenu lors de l'enquête préliminaire.

d'homologie, ce qui engage quasi exclusivement les ES dans une posture d'élèves. Ce constat peut également s'expliquer par les nombreuses tensions temporelles relevées. En effet, dans la mesure où la majorité des ES découvrent l'algorithmique et la programmation, il semble difficile pour le formateur, sur le temps d'une séance de formation, de les faire sortir de la posture d'« élèves » pour les amener à adopter une attitude réflexive sur ce contenu, condition nécessaire pour permettre une approche de savoirs didactiques et professionnels. Il apparaît par ailleurs que, sur ce contenu nouveau, les ES eux-mêmes soient en demande de cette posture d'« élèves », rompant ainsi avec l'idée que se font les formateurs des attentes des ES en lien avec la pratique de classe.

Enfin, l'entretien nous apprend que les formateurs interrogés manquent eux-mêmes d'expériences d'enseignement de ce contenu devant élèves, ce qui rend difficile d'assumer une approche professionnelle devant les ES. Nous avons également mis en évidence avec le cas de Simon notamment que, même si le formateur a lui-même une pratique de classe relative au contenu, cette pratique ne peut servir la formation qu'à condition que le formateur soit en mesure d'une réelle prise de recul par rapport à sa propre pratique et donc d'une certaine dépersonnalisation du contenu. Nous rejoignons ici un résultat d'Abboud qui constate que différents facteurs pesant sur le formateur (et notamment l'absence de savoirs de formation) se traduisent dans les formations « par une forte personnalisation des contenus et un manque de distanciation entre le formateur et le contenu de la formation » (Abboud-Blanchard, 2013, p. 45).

Bien que cette étude soit limitée à quelques formateurs, les éléments communs mis en avant dans ce travail ainsi que la convergence de certains résultats avec ceux issus d'autres travaux de recherche sur les formations nous laissent penser que la formation des professeurs des écoles en algorithmique et programmation dans le temps extrêmement contraint de la formation initiale est vouée à manquer d'efficacité et à n'avoir que des retombées minimales sur les pratiques des enseignants débutants.

Bibliographie

ACADEMIE DES SCIENCES (2013). *L'enseignement de l'informatique en France : il est urgent de ne plus attendre*. Institut de France.

ABBOUD-BLANCHARD, M. (2013). *Les technologies dans l'enseignement des mathématiques. Etudes des pratiques et de la formation des enseignants. Synthèses et nouvelles perspectives*, Note de synthèse pour l'Habilitation à Diriger des Recherches, Université Paris Diderot.

ABBOD-BLANCHARD, M., & ROGALSKI, J. (2017). Des outils conceptuels pour analyser l'activité de l'enseignant « ordinaire » utilisant des technologies en classe. *Recherche en didactique des mathématiques*, 37/2-3, 161-216, La pensée sauvage, Paris.

BARLET-AUCLAIR, C. (2018), *Une étude des pratiques de formation initiale en algorithmique et programmation des professeurs des écoles*, mémoire de master 2 de Didactique des mathématiques, Université Paris-Diderot (publication interne à l'université).

CRAHAY, M. (1987). Logo, un environnement propice à la pensée procédurale ? *Revue française de pédagogie*, 80(1), 37-56.

DEBLOIS, L., & SQUALLI, H. (2002). Implication de l'analyse de production d'élèves dans la formation des maîtres. *Educational Studies in Mathematics*, 50, 212-237.

EMPRIN, F. (2007). *Formation initiale et continue pour l'enseignement des mathématiques avec les TICE : cadre d'analyse des formations et ingénierie didactique*, Thèse de doctorat, Université Paris-Diderot – Paris VII.

EMPRIN, F. (2019). *La question des savoirs dans la formation des enseignants aux mathématiques. De l'analyse des pratiques de formation à la simulation informatique en formation*, Note de synthèse pour l'Habilitation à Diriger des Recherches, Université de Reims Champagne Ardenne (URCA).

HOUEMENT, C., & KUZNIAK, A. (1996). Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 16/3, 289-322

ROBERT, A. (2008). Une méthodologie pour analyser les activités (possibles) des élèves en classe. In *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* Dir. (Vandebrouck). Octarès Editions, Coll. Formation, Toulouse.

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.

RODITI, E. (2008). Des pratiques enseignantes à la fois contraintes et personnelles et pourtant cohérentes. In *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* Dir. (Vandebrouck). Octarès Editions, Coll. Formation, Toulouse.

SAYAC, N. (2012). Pratiques de formateurs en mathématiques dans le premier degré. *Recherche et formation*, 71, 115-130.

CLARA AUCLAIR

CY Cergy Paris Université, Université Paris Cité, Univ Paris Est Creteil, Univ.
Lille, UNIROUEN, LDAR, F-95000 Cergy-Pontoise, France

`clara.auclair@cyu.fr`

Annexe 1

Algorithmique et programmation avec Scratch

Activité 1: Variations autour de la construction du carré

■ Exercice 1: Tracer un carré à l'aide des sommets

Réaliser le script ci dessous associé au lutin  lancer le programme et proposer un script amélioré permettant une décomposition du mouvement à associer au lutin .



■ Exercice 2: Tracer un carré à l'aide des côtés

Ecrire un programme en Scratch pour que l'éditeur trace un carré de côtés 200 en partant du point $(-100, 100)$ et en utilisant les briques:



On pourra utiliser une fois au début puis une fois à la fin la brique  pour déterminer le point de départ du tracé et le point de garage après le tracé

■ Exercice 3: Tracer un carré en boucle à l'aide des côtés

Ecrire un programme similaire au précédent mais qui utilise une boucle:



■ Exercice 4: Tracer un quadrilatère oblique qui pourrait être un carré

Réaliser le script ci dessous associé puis lancer le programme. Quelle est la nature de la figure obtenue? Justifier.

2 | 00 Scratch 11 et 18 janvier 2018 -TAF.nb



■ **Exercice 5: Tracer un quadrilatère oblique est sûrement un carré**

Proposer un script permettant de réaliser un carré oblique avec une justification élémentaire.



■ **Exercice 6: Tracer un carré avec des briques créées pour qu'un élève puisse les utiliser**

Ecrire un script permettant de réaliser un carré mais qui utilise les 3 briques à créer ci dessous:

◦ "tourner de 1/4 de tour" dans le sens que vous voulez ◦ "s'orienter vers la droite" ◦ "Aller à x: et y: ."

en y mettant que des nombres positifs

De cette manière le programme peut être compris par un élève d'école primaire

■ **Exercice 7: Tracer un carré plein**

Proposer un script permettant de réaliser un carré "plein"

Annexe 2**QUESTIONNAIRE****I. Pôle enseignant**

- Depuis combien de temps es-tu formateur(trice) ?
- Quelles sont tes connaissances « théoriques » en algorithmique et en programmation ? (formation initiale)
- Considères-tu t'être formé(e) à Scratch ? Si oui, avec quels outils ?
- As-tu enseigné dans le primaire ? Dans le secondaire ?
- As-tu mené des activités d'algorithmique/programmation avec tes classes ?
- Si oui à la question précédente, te sers-tu de cette expérience en formation ?
- Que penses-tu de l'apparition de ce logiciel dans les programmes de mathématiques ?
- Dirais-tu que Scratch est un nouveau contenu d'enseignement ou plutôt un nouvel outil pour des contenus déjà existants ?
- Quelles sont, selon toi, les difficultés, les freins à la mise en œuvre des séances Scratch dans les classes ?

Dis si tu es d'accord ou pas d'accord avec les affirmations suivantes :

Es-tu d'accord avec les affirmations ci-dessous ? Oui / Non

1. La confrontation des élèves à Scratch permet des apprentissages. Si oui, lesquels ?
2. La programmation permet de mieux comprendre le monde qui nous entoure
3. La programmation permet de développer la créativité des élèves
4. L'utilisation du logiciel Scratch améliore la motivation des élèves
5. L'objectif de la programmation à l'école est de former de futurs programmeurs
6. L'informatique est une discipline clé qu'il faut enseigner

7. Le rôle de l'enseignant est d'apprendre à l'élève l'utilisation du logiciel Scratch

8. L'utilisation de Scratch permet de considérer l'erreur d'une nouvelle manière

9. La façon de faire des mathématiques va être impactée par l'utilisation de Scratch

10. Scratch permet la mise en œuvre d'un apprentissage collaboratif

- Quels devraient, selon toi, être les objectifs retenus par un enseignant lors de la mise en œuvre d'une séance Scratch :

Choisis en 3 parmi la liste proposée et classe-les par ordre d'importance :

1. Pratiquer l'utilisation d'un ordinateur

2. Comprendre comment fonctionne un ordinateur

3. Utiliser un programme

4. Comprendre la notion d'algorithme

5. Construire des algorithmes

6. Comprendre et pratiquer une démarche de résolution de problèmes

7. Comprendre la notion de langage de programmation

8. Apprendre à programmer dans les langages de programmation

9. Atteindre un objectif mathématique (si choisi par le stagiaire demander lequel)

10. Initier les élèves à la pensée informatique

11. Faire réfléchir les élèves sur les questions de propriété intellectuelle, de traces numériques

12. Développer la créativité

II. Pôle formateur

- Utilises-tu les TICE avec les stagiaires ? Si oui, peux-tu me décrire une utilisation que tu en fait dans un dispositif de formation ?

- Que sais-tu de ce que propose le formateur TICE dans le cadre de la formation ?

- As-tu mené une formation à Scratch l'an dernier ?

- Prévois-tu d'en mener une cette année ?

- Si oui aux deux questions précédentes, prévois-tu de la faire évoluer par rapport à celle de l'an passé ? Comment ? Pourquoi ?

- Si oui aux deux questions précédentes, quelle est la place des activités papier/crayon ?

- Comment mènes-tu les autres cours ? Quelles sont les différences ?

- Te sens-tu contraint(e) de former les stagiaires à Scratch ?

- Mettre en place une formation à Scratch te demande-t-il peu d'efforts, des efforts, beaucoup d'efforts ?

- Si tu rencontres un problème technique d'utilisation du logiciel pendant ta séance de formation, que fais-tu ?

- Y a-t-il des pré-requis pour tes stagiaires à la mise en place d'une formation à Scratch ?

- Selon toi, quelles sont les attentes des stagiaires relativement au logiciel Scratch ?

Choisis 4 affirmations et classe-les par ordre d'importance

Pour une bonne formation, il faut :

1. Présenter les effets de Scratch sur les élèves
2. Présenter des situations toutes faites sur Scratch
3. Expliquer comment les situations exposées ou fournies ont été construites
4. Expliciter les objectifs d'apprentissage des situations
5. Que les formés vivent eux-mêmes des situations durant la formation (en tant qu'élèves)
6. Qu'il y ait confrontation entre les stagiaires
7. Mettre l'accent sur les démarches d'apprentissage
8. Que des enseignants utilisateurs réguliers soient présents
9. Que des situations de classe filmées soient présentées et analysées
10. Que les liens avec les apprentissages mathématiques soient explicités
11. Construire ou reconstruire avec les stagiaires des situations
12. Des références à des ressources qui proposent des activités
13. Une initiation au logiciel et à ses fonctionnalités

CAROLINE LAJOIE, NADINE BEDNARZ, MIREILLE SABOYA, VANESSA
HANIN, LILY BACON

LOGIQUES D'ACTION DE CONSEILLERS PEDAGOGIQUES EN
MATHÉMATIQUES AU PRIMAIRE DANS L'ACCOMPAGNEMENT
D'ENSEIGNANTS À LA RÉOLUTION DE PROBLEMES EN CONTEXTE
D'ENSEIGNEMENT

Abstract. *Logic of action of pedagogical consultants in supporting elementary school teachers with mathematical problem solving in a teaching context.* Despite the importance, in Québec, of pedagogical consultants (PCs) for continuing education, little research has focused on understanding the PC profession, from within its practice. This is particularly the case in mathematics education where PCs are facing major challenges in relation to problem solving. Through collaborative research carried out with PCs intervening in elementary schools, we aimed at a better understanding of the support offered to teachers. Three contrasting cases presenting different accompaniments are here developed. Based on the framework of “professional didactics” and on the concept of “logic of action”, an emerging analysis puts in light the professional activity these CPs enact and the underlying reasons guiding their activity.

Keywords. logic of action, pedagogical consultants, teacher training, problem solving, elementary education, professional didactics

Résumé. Malgré l'importance que revêt, au Québec, le métier de conseiller pédagogique (CP) pour la formation continue des enseignants, peu de travaux de recherche se sont attardés à comprendre ce métier, de l'intérieur de sa pratique. C'est en particulier le cas en enseignement des mathématiques où les CPs sont pourtant confrontés à des défis de taille, en lien notamment avec la résolution de problèmes. À travers une recherche collaborative menée avec des CPs intervenant au primaire, nous nous sommes intéressées à cet accompagnement. Trois cas contrastés présentant des accompagnements différents sont ici développés. Prenant appui sur le cadre de la didactique professionnelle et sur le concept de logique d'action, une analyse émergente permet d'explicitier l'activité professionnelle que ces CPs mettent en œuvre et les raisons qu'ils ont d'agir en situation.

Mots-clés. logiques d'action, conseillers pédagogiques, accompagnement des enseignants, résolution de problèmes, enseignement primaire, didactique professionnelle

Les conseillers pédagogiques (CPs¹), au Québec, assument une part importante de la formation continue des enseignants, notamment de l'école primaire (6-12 ans), en les accompagnant au plus près de leur travail (Houle & Pratte, 2003). Appelés à intervenir dans la compréhension et la mise en œuvre d'éléments du programme ou de l'évaluation, ou dans le développement d'innovations, les CPs en mathématiques exercent ainsi un rôle clé dans l'accompagnement à l'enseignement des mathématiques, en particulier dans la réflexion didactique portant sur cet enseignement. Que sait-on de cet accompagnement ? Qu'est-ce qui guide ces formateurs dans leur accompagnement ? Nous nous sommes intéressées à ces questions dans le cadre d'une recherche collaborative (RC) menée avec huit CPs en mathématiques au primaire dans le contexte particulier de l'accompagnement des enseignants en résolution de problèmes (RP).

1. Les conseillers pédagogiques et l'accompagnement des enseignants à la résolution de problèmes en classe

Le terme « accompagnement » est celui utilisé par les huit CPs mentionnés précédemment pour désigner le travail qu'ils effectuent avec les enseignants. Le terme réfère donc à une variété de formes d'accompagnement, comme nous le verrons par la suite, rejoignant ainsi plusieurs travaux qui soulignent la nécessité pour l'accompagnateur de naviguer entre différentes pratiques et postures (Bucheton, 2014 ; Maes et al., 2018 ; Paul, 2016). L'accompagnement y est vu comme un processus relationnel et adaptatif (Paul, 2020) visant à soutenir la réflexion des enseignants, ici sur la résolution de problèmes en contexte d'enseignement. Quelques études mettent en évidence la complexité de cet accompagnement des CPs, notamment au regard de la diversité des objets abordés et des acteurs auprès desquels ils interviennent (Draelants, 2007 ; Duchesne, 2016 ; Gagnon, 2010 ; Houle & Pratte, 2007 ; Leroux, 2017 ; Lessard, 2008). Ces études pointent également la subtilité de leur travail avec les enseignants. Issus du corps enseignant, et généralement recrutés sur la base de leur expérience de pratiques innovantes, les CPs constituent, selon Draelants (2007), un « segment d'élite » de la profession enseignante, tout en se définissant comme des enseignants au service d'autres enseignants. Une identité en tension est ainsi au cœur de leur travail : entre pairs et experts, ils font face au dilemme consistant soit à offrir des solutions « toutes faites » aux enseignants pour répondre à leurs besoins du moment, soit à les engager dans un processus réflexif pour qu'ils puissent dégager leurs propres solutions (Duchesne & Gagnon, 2013). Malgré l'importance que revêt ce métier de CP, à l'interface entre la classe, la recherche/innovation et les prescriptions éducatives

¹ Cette abréviation sera conservée pour toute la suite du texte, ainsi que celles introduites plus loin.

(Daele & Sylvestre, 2020 ; Duchesne, 2016 ; Lessard, 2008), peu de travaux de recherche ont investigué ce métier et cherché à le comprendre, de l'intérieur de sa pratique professionnelle² (Daele & Sylvestre, 2020 ; Lachaine & Duchesne, 2019). Ceci est encore plus frappant dans un domaine précis comme celui de l'enseignement des mathématiques où les CPs sont pourtant confrontés à des défis de taille, notamment au regard de la résolution de problèmes (RP). Plusieurs recherches mettent, en effet, en évidence les difficultés vécues par les enseignants en lien avec l'exploitation des problèmes en classe et leur évaluation (Barry, 2009 ; Oliveira, 2008 ; Saboya Mandico, 2010), le caractère de plus en plus ambitieux des fonctions associées à la RP dans l'enseignement des mathématiques (Lajoie & Bednarz, 2016) ainsi que l'éclairage quasi inexistant fourni aux enseignants pour aborder ces tâches en classe (Lajoie & Bednarz, 2014). Nous avons cherché à éclairer cet accompagnement des enseignants mis en place par des CPs en mathématiques au primaire³ en lien avec la RP en classe, de manière à mieux comprendre cet espace de pratique, à travers l'activité professionnelle qu'ils mettent en œuvre et les raisons qu'ils ont d'agir ainsi en situation.

2. Repères méthodologiques et appuis théoriques

Notre étude se place dans une logique d'investigation, de type exploratoire. Il s'agit, dans cette recherche, de construire *avec les CPs* du sens à propos de leur pratique professionnelle, de chercher à comprendre leur travail de l'intérieur de cette pratique, plus spécifiquement au regard de la RP en contexte d'enseignement et de l'accompagnement des enseignants. Nous avons mené, à cette fin, pendant trois ans, une recherche collaborative (Bednarz, 2013a, 2013b ; Desgagné, 1998 ; Desgagné et al., 2001) avec huit CPs responsables du dossier mathématiques au primaire provenant de différents centres de service scolaires du Québec. Des entrevues individuelles ont de plus été réalisées avec chacun de ces CPs au tout début du projet. Celles-ci visaient à mieux comprendre leur métier tel qu'il s'exerce en contexte. Articulées autour de deux situations professionnelles choisies par eux, faisant état de leur accompagnement à la RP auprès des enseignants, ces entrevues constituent un matériau complémentaire aux données centrales provenant des rencontres de recherche collaborative. Notre présente contribution se centre sur le contenu de ces entretiens.

² « De l'intérieur » réfère au fait que nous sommes dans une démarche d'investigation avec les CPs, prenant en compte leurs points de vue.

³ Les CPs en mathématiques au primaire, au départ eux-mêmes enseignants, ne reçoivent pas de formation spécialisée en enseignement des mathématiques. Il n'y a pas de formation instituée à cette fonction.

2.1. Les entrevues : leur conception et réalisation

Rappelons que les entrevues visaient avant tout à mieux comprendre le travail d'accompagnement des CPs en contexte. Elles étaient centrées sur l'acteur et le sens émergeant de son discours, avec l'idée sous-jacente que l'acteur est le mieux placé pour livrer son univers de travail et le sens de son expérience, et reconstruire celle-ci dans le cadre de l'entretien. Préalablement, les CPs ont été invités à se replonger dans deux situations d'accompagnement de leur choix et à préparer quelques notes sur ces deux « situations professionnelles » vécues, qu'ils jugeaient représentatives de leur travail en lien avec l'accompagnement des enseignants en RP (annexe 1). L'idée sous-jacente était de les replonger au plus près de l'action telle qu'ils l'ont pensée et telle qu'elle s'est vécue.

Les entrevues se sont déroulées à partir d'un canevas global laissant place à la reconstruction par l'acteur de la situation professionnelle vécue. Ce canevas est guidé par deux thèmes principaux : la description des situations professionnelles et leur élaboration, par exemple ses intentions, ses éléments importants, les actions entreprises, les facteurs sous-jacents pris en compte, les motifs des décisions et actions, contraintes, enjeux, difficultés rencontrées, etc. (annexe 2). Ces entrevues s'inscrivent dans une démarche souple et émergente qui permet au chercheur, en partant des propos développés, de l'explicitation et de la réflexion que livrent les acteurs, de saisir la nature et la complexité de leur travail d'accompagnement dans un environnement spécifique.

Au moment des entretiens, d'une durée d'une heure à une heure et demie chacun, les CPs ont été invités à décrire chacune des situations choisies, à élaborer sur celles-ci et à revenir sur leur cheminement professionnel. Tous les enregistrements des rencontres ont été retranscrits sous forme de verbatims et constituent, avec les documents apportés par les CPs en lien avec les situations dont ils ont parlé, le matériau de l'analyse.

2.2. Données contextuelles

Les CPs proviennent de cinq centres de services scolaires couvrant différentes régions du territoire québécois (île de Montréal, Estrie, Laurentides, Rivière du Nord, Abitibi). Le métier de ces CPs s'exerce ainsi dans des contextes très différents : étendue géographique plus ou moins grande des régions couvertes, variété dans le nombre d'écoles desservies (de 15 à 143 écoles primaires), responsabilité de plusieurs dossiers (mathématiques au primaire, préscolaire et orthopédagogie ; mathématiques au primaire et secondaire ; mathématiques et sciences au primaire). Ces réalités contrastées influencent le rôle que ces CPs se donnent, en particulier dans les classes, comme le feront ressortir les entrevues. Leur travail prend ainsi des formes variées : formations ponctuelles sur des concepts ou approches, accompagnement d'équipes-écoles sur un long temps, réponse à des demandes

ponctuelles d'enseignants, observation dans les classes, expérimentations de situations en classe avec l'enseignant, appropriation de certaines situations pour la classe avec les enseignants, etc.

S'ils sont tous détenteurs d'une formation universitaire de 4 ans en enseignement primaire ou secondaire, les huit CPs se distinguent, d'une part, en termes d'expérience professionnelle (6 à 26 ans) et, d'autre part, comme le feront ressortir les entrevues (pour la partie ayant trait à leur cheminement professionnel) au niveau de la nature de leurs expériences professionnelles (formations complémentaires, expérience en recherche, etc.)⁴.

2.3. La démarche d'analyse

Une démarche d'analyse émergente (Blais & Martineau, 2006) a été engagée *a posteriori* par les chercheurs sur ce corpus de données⁵. Une première lecture des verbatim a permis d'identifier, pour rester au plus près de leur travail, les tâches que les CPs disent mener⁶ (figure 1).

Dans un deuxième temps, les épisodes associés à ces tâches ont été codés de manière à faire apparaître, dans une posture restitutive de la parole des acteurs, les constituants de l'activité qui se trouvent explicités. Le cadre de la didactique professionnelle a permis de donner un sens aux catégories émergentes qui se dégagent de l'analyse : les observations dont nous rendent compte les acteurs et qui sont déterminantes pour leur action, les finalités poursuivies qu'ils mettent en

⁴ Cette formation universitaire en enseignement préscolaire primaire (pour 6 d'entre eux), en orthopédagogie (1) ou en enseignement secondaire en sciences (1) suivie d'autres formations complémentaires rend compte de la variété d'expertises acquises : maîtrise en didactique (pour 3 d'entre eux) ou en psychopédagogie (1) ; certificat en conseillancé pédagogique (2), en efficacité cognitive (1), micro programme en enseignement des mathématiques (3), en éducation (1), en littérature jeunesse (1) ou diplôme d'études supérieures en administration scolaire (1). Enfin, plusieurs d'entre eux (5) ont déjà collaboré avec des chercheurs universitaires dans le cadre d'autres projets.

⁵ Nous avons eu recours, tout au long du processus, à une stratégie de triangulation permettant d'objectiver les pistes d'interprétation. Chaque codage émergent, pour un même cas, a ainsi été réalisé par deux chercheurs de l'équipe, suivi d'une comparaison de leurs interprétations. Une confrontation à l'ensemble des chercheurs a fait en sorte que les données ont été constamment validées par le groupe (triangulation du chercheur). De plus, les analyses ont été renvoyées aux CPs, dans l'esprit de la recherche collaborative, de manière à s'assurer de la crédibilité des interprétations pour les acteurs eux mêmes concernés (triangulation indéfinie, Mucchielli, 1996, p. 166)

⁶ Des tâches renvoyant à ce « ce qu'il y a à faire » et à l'activité mise en œuvre pour « faire ce qu'il y a à faire » (Rogalski, 2003).

évidence, les actions qu'ils explicitent. Des concepts organisateurs (pragmatiques, pragmatisés) et théorèmes-en-acte ont également été identifiés, dans une posture davantage analytique, mettant en évidence ce qui guide leur action (figure 1).

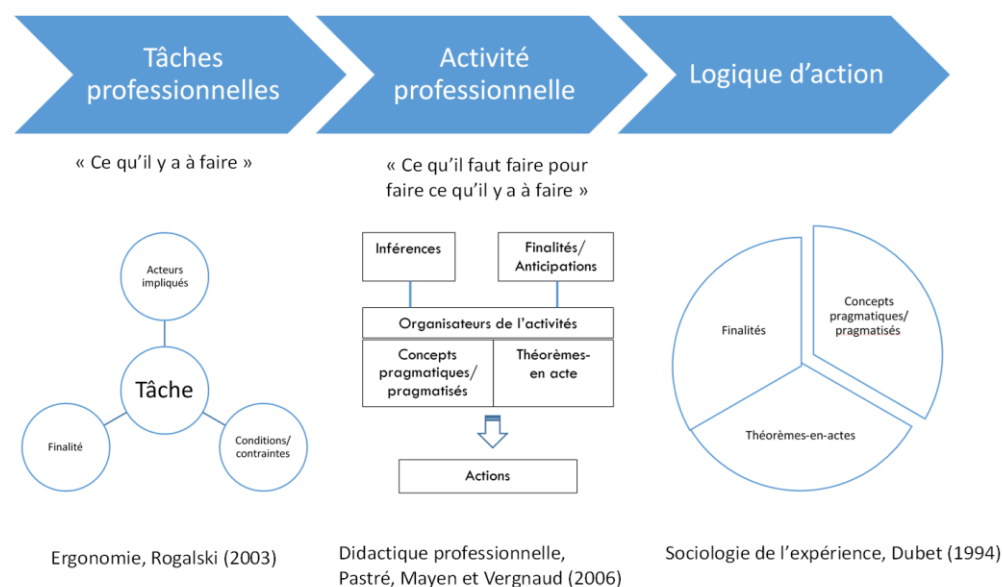


Figure 1. Démarche d'analyse

Dans un troisième temps, une lecture horizontale des différents constituants de l'activité se dégageant de l'analyse précédente a été menée, faisant apparaître des regroupements (de finalités, concepts organisateurs et théorèmes-en-acte) pour l'ensemble des tâches. Ces regroupements mettent en évidence une cohérence d'acteur qui dit quelque chose des raisons qu'il a d'agir ainsi dans l'accompagnement *in situ*⁷. Le concept de logique d'action est alors apparu porteur pour donner un sens à ces regroupements (figure 1). Ces différents concepts théoriques sont présentés à la section suivante afin de respecter leur apparition « après coup » dans le travail d'analyse. Ils se sont avérés porteurs pour dégager les constituants de l'activité, et les logiques internes à l'activité professionnelle de chacun des CPs.

⁷ Nous avons montré ailleurs les caractéristiques communes à l'activité des huit CPs, mettant en évidence un genre professionnel CP, ainsi que la manière dont chaque CP s'engage personnellement dans son métier et devient « unique en son genre », développant des styles selon les circonstances (Hanin et al., 2021).

2.4. Des appuis théoriques à l'analyse

Le cadre de la didactique professionnelle permet de décrire l'activité du praticien à partir d'une analyse de ce qu'il perçoit et le renseigne (des inférences renvoyant à des observations jugées pertinentes pour lui pour agir), de ce qui le guide (des finalités qu'il se donne, des anticipations qu'il envisage), de ce qu'il fait (ses actions, qui incluent les verbalisations et éventuellement la communication non verbale). Plus encore, la didactique professionnelle postule l'existence d'invariants opératoires qui orientent et organisent l'activité professionnelle du praticien : les concepts organisateurs, envisagés comme des caractéristiques des situations de travail dont la prise en compte est déterminante pour que l'action menée soit pertinente et viable, et les théorèmes-en-acte, qui sont des propositions tenues pour vraies en regard de la situation professionnelle, qui peuvent être tacites (purement « en acte ») ou explicités dans les interactions de travail.

Ces concepts organisateurs peuvent être issus de l'action (cas des concepts pragmatiques). Autrement dit, leur origine n'est pas théorique mais pratique ; ils proviennent de l'activité selon Pastré et al. (2006) et Pastré (2011). Les caractéristiques d'un concept pragmatique, selon ces auteurs, renvoient à trois propriétés liées à (1) son origine – il est issu de l'action, on ne le trouve ni dans les manuels ni dans les traités ; (2) sa fonction – il sert à orienter l'action, en assurant un diagnostic sur la situation ; (3) sa dimension sociale – d'une certaine manière, il se transmet par compagnonnage, par l'expérience dans le travail et par l'aide des « anciens » déjà expérimentés.

Ces concepts organisateurs peuvent aussi avoir pour origine des concepts scientifiques, dans le cas par exemple de situations de travail complexes, concepts qui ont été « pragmatisés », quittant le registre épistémique pour rejoindre celui de l'action et permettre un diagnostic de situation. Cette « pragmatisation » est le fruit d'une compréhension qui a rejoint l'action et peut désormais la guider (Pastré, 2002). Il est possible de bien percevoir cette différence entre concepts pragmatiques et pragmatisés à travers l'analyse que font Billon et al. (2016) d'un même phénomène (pilotage d'une activité en classe). Un concept pragmatique (celui d'anticipation des obstacles que les élèves vont probablement rencontrer) sous-tend les relances opérées par l'enseignant expérimenté, concept prenant son origine dans la construction de savoirs d'expérience (confrontation à des difficultés récurrentes d'élèves). Des concepts didactiques, rencontrés en formation initiale et pragmatisés, sous-tendent les gestes professionnels que pose l'enseignant débutant dans cette même relance.

Ces concepts organisateurs, pragmatiques et pragmatisés, rendent compte des interprétations des situations de travail, des représentations des actions, des finalités et des compromis à négocier selon les contraintes perçues (Pastré et al., 2006).

Nous empruntons également au domaine de la sociologie le concept de logique d'action (Dubet, 1994), qui lui réfère à l'articulation entre l'acteur et la situation d'action qui forme le cadre dans lequel se situe l'action. Il permet d'aborder la compréhension de l'activité des acteurs en situation, leurs « raisons d'agir », en prenant en compte la diversité des mobiles et des rationalités. Ces derniers ont, en effet, une connaissance des situations, de leurs décisions et de leurs choix, qu'aucun chercheur ne peut atteindre avec autant de précision. Ils disposent, comme nous le rappelle Dubet, de systèmes d'interprétation, plus ou moins structurés, de ces situations.

Les acteurs ont beau voir les choses par le « petit bout de la lorgnette », ils connaissent les enchaînements les plus fins de l'action, les séries de décisions et de choix, les calculs et les anticipations des actions dont ils sont les agents et, pour une part, les auteurs (Dubet, 1994, p. 234).

En ce sens, pour reconstituer la logique d'action de l'acteur en situation, il s'agit « d'explorer le lien entre l'intention et l'action », de retrouver la « piste sinueuse des choix opérés par l'acteur et rendre compte de ce qui les fonde » (Amblard et al., 1996/2005, p.198). La démarche d'analyse (figure 1) permet de retrouver cette cohérence entre intentions (finalités) et actions (concepts organisateurs et théorèmes en acte qui guident cette action).

Pour Dubet (1994), chaque acteur social est porté par plusieurs logiques d'action différentes « qui définissent simultanément une orientation visée par l'acteur et une manière de concevoir les relations aux autres » (p. 111). Même si, selon ce chercheur, chaque expérience sociale est mouvement et circulation entre ces logiques, il apparaît important sur un plan analytique de les distinguer de manière à mieux comprendre l'activité de l'acteur (Briot, 1998). C'est la perspective que nous avons adoptée.

3. Analyse des résultats

Nous présentons l'analyse de trois cas, le terme cas étant pris ici au sens de la méthodologie de l'étude de cas (Hamel, 1997). Chaque cas est ainsi envisagé comme un dispositif (renvoyant aux situations professionnelles dont nous parle le CP) par le moyen duquel un certain objet d'étude complexe et nouveau (le travail du CP) peut être étudié. Nous nous attardons à trois cas contrastés, choisis sur la base d'un premier repérage d'entrées différentes observées dans les accompagnements dont ils nous parlent. Dans le premier cas (Clémence), l'entrée se fait par des situations d'enseignement provenant de la recherche en didactique des mathématiques, dans le deuxième (Damien) elle se fait surtout via de « bons » problèmes mathématiques provenant d'une banque personnelle et dans le troisième (Chloé) elle se fait par des situations-problèmes (SP) provenant du terrain. Ces trois cas contrastés nous

permettent d'entrer sur une analyse détaillée et en profondeur d'un objet d'étude, le travail du CP, à travers un nombre limité de sujets.

Nous revenons, dans un premier temps, sur les constituants de l'activité tels qu'ils émergent de l'analyse menée sur quelques tâches, en développant davantage l'analyse pour l'un des cas⁸. Dans un deuxième temps, nous présentons pour chacun des cas, les différentes logiques d'action qui ressortent d'une analyse plus globale.

Deux grands types d'accompagnement ressortent de l'analyse des entrevues pour l'ensemble des CPs. Le premier est un accompagnement initié par une demande d'un enseignant ou d'un groupe d'enseignants à propos du choix d'un problème, du pilotage de sa résolution en classe ou encore de l'aide à apporter à des élèves en difficultés lors de cette résolution. L'accompagnement cherche alors à répondre à la demande sur une période relativement courte et prend place en dehors de la classe ou en classe (avec observation, animation ou coanimation, suivie d'échanges avec l'enseignant). Le deuxième type est initié par le CP lui-même auprès d'enseignants d'un niveau ou cycle donné provenant de plusieurs écoles et s'articule au travail des enseignants. L'accompagnement prend alors place en dehors de la classe, se déroule sur un temps long, avec, en cours de route, des observations ou expérimentations en classe et des retours. Nous retrouvons ces types d'accompagnement pour les cas présentés ci-dessous : accompagnement initié par le CP dans les cas de Clémence et Damien, prenant place auprès d'un groupe d'enseignants provenant de différentes écoles, accompagnement provenant d'une demande d'une enseignante dans le cas de Chloé.

3.1. Analyse de l'activité professionnelle : le cas de Clémence

3.1.1 Mise en contexte

Comme elle l'explicitera dans l'entrevue, lors du retour sur son parcours professionnel, Clémence exerce le métier de CP en mathématiques au primaire depuis plus de dix ans. Au préalable, elle a été enseignante au primaire durant 8 ans et orthopédagogue⁹ pendant une année. Elle a, de plus, accompagné des orthopédaugues comme CP, puis plus tard comme formatrice à l'université dans

⁸ Ce choix de restreindre la présentation à un cas et à quelques tâches tient au fait qu'il touche davantage à des aspects liés à la recherche en didactique des mathématiques qui peuvent présenter un intérêt pour ce numéro thématique (voir annexes 6 et 7 pour l'analyse des deux autres cas).

⁹ Au Québec, l'orthopédagogue a une fonction dans l'école, travaillant avec les élèves en difficultés d'apprentissage, dans des modalités qui peuvent varier (hors de la classe, en classe en collaboration avec l'enseignante, etc.).

des cours de didactique des mathématiques. Ce double intérêt pour l'accompagnement des enseignants et des orthopédagogues se retrouve au cœur des projets qu'elle a menés comme CP. Son parcours l'a, par ailleurs, conduite très tôt à s'intéresser à la recherche en didactique des mathématiques, en participant, dès sa maîtrise, à des projets de recherche collaborative réunissant des chercheurs universitaires et des enseignants du primaire. L'*accompagnement* dont elle nous fait part dans l'entrevue trouve sa source en partie dans cette collaboration passée avec la recherche, comme nous le verrons par la suite. Il s'adresse à un groupe de 20 enseignants volontaires *du préscolaire* (enfants de 4-5 ans). Il s'étale sur 3 ans (4 jours la première année, 4 jours la deuxième, deux demi-journées la troisième). L'accompagnement est mené conjointement avec une autre CP au préscolaire, non disciplinaire, et avec l'intervention occasionnelle d'une chercheure en didactique des mathématiques, notamment à l'an 2 où sont exploitées certaines situations d'enseignement provenant de la recherche. Au moment où prend place l'entrevue, 110 enseignants ont été accompagnés sur 5 ans.

Les tâches abordées par Clémence (qu'elle se donne, dont elle nous parle) dans l'entrevue et qui se dégagent de l'ensemble du verbatim sont les suivantes 1) penser l'accompagnement globalement sur les trois ans ; 2) *en amont de l'accompagnement ou entre les séances* : rechercher, choisir des situations, vidéos, textes, etc. (éléments qui deviendront des ressources durant l'accompagnement), expérimenter certaines des situations retenues dans des classes d'enseignantes du préscolaire¹⁰, réaliser un montage vidéo (à partir de cette expérimentation) à proposer en exploitation lors de l'accompagnement ; 3) *lors de l'accompagnement* : amorcer et mettre en route le travail à partir des pratiques usuelles des enseignants et de certaines ressources provenant du préscolaire, mettre en route et accompagner au pilotage de différentes situations d'enseignement, revenir sur les expérimentations réalisées en classe ; 4) *en parallèle à cet accompagnement* : mettre en place des conditions pour assurer le support de cet accompagnement et son suivi, notamment auprès des directions d'école ou d'autres enseignants (de 1^{ère} année primaire).

3.1.2 L'activité professionnelle du CP : analyse sur deux tâches

Pour pénétrer dans cette activité du CP, nous nous centrons sur une situation professionnelle qui prend place au cours de la deuxième année d'accompagnement, renvoyant à un ensemble de tâches que se donne le CP, avec des finalités, des conditions de réalisation et des contraintes. Cet accompagnement couvre quatre jours répartis sur l'année, à des moments clés de la planification des enseignants. Une

¹⁰ Il ne s'agit pas ici des classes des enseignantes qui participeront à l'accompagnement. On est en effet ici en amont de l'accompagnement, dans la préparation du matériel qui sera repris lors de l'accompagnement.

journée type d'accompagnement renvoie, comme l'explique Clémence ci-dessous, à un retour sur les expérimentations réalisées par les enseignants entre deux rencontres et à l'introduction d'une nouvelle situation d'enseignement (ainsi que d'activités complémentaires).

[Une] situation, on la fait une journée avec d'autres choses, il y a toujours une séquence d'enseignement avec des capsules (i.e. de petites activités, les mains, papier, dés, dominos, ce sont des capsules qu'ils vont travailler la même journée, qu'on fait avant ou après [la situation]. On a des jeux de dés, on a toutes sortes d'éléments qu'on présente [...] et on se revoit toujours après cette journée. L'idée c'est d'expérimenter. La journée a lieu un peu avant le moment où ils devraient expérimenter [la situation d'enseignement]. Donc ça arrive dans la planification à un moment clé.

Nous nous attardons plus spécifiquement sur une de ces situations d'enseignement, la « chasse aux trésors » (annexe 3), tirée d'une séquence élaborée dans le cadre d'une recherche en didactique des mathématiques menée au préscolaire (Ste Marie, 2013). Notre analyse du verbatim de l'entrevue de Clémence, rendant compte de l'accompagnement sur cette situation, met en évidence les constituants de l'activité professionnelle du CP, lors de la mise en route de cet accompagnement avec les enseignants et de son suivi (première tâche analysée) (annexe 4) et lors du retour sur le pilotage de cette situation en classe (deuxième tâche analysée) (annexe 5).

Ainsi les interactions avec les enseignants, rapportées par la CP à propos du pilotage de la « chasse aux trésors » en classe, font ressortir plusieurs inférences, comme autant d'observables (explicites) qui constituent une prise d'informations importante pour son action comme CP. Elles touchent à la relance par l'enseignant, que la CP qualifie de difficile (extrait ci-dessous) ; elles touchent également au travail collectif exigé par la situation, ou encore à la difficulté des retours en grand groupe au préscolaire (extraits de verbatim de l'annexe 4).

Un des enjeux soulevés par les enseignantes lorsque je présente cette RP, c'est le fait qu'ils ont de la difficulté à expliquer ou anticiper les procédures attendues parce qu'ils n'ont jamais mis les élèves dans ce type de contexte. Donc c'est très difficile pour elles [les enseignantes] d'anticiper les stratégies des élèves et, à la limite, de savoir comment elles vont intervenir et noter [évaluer] la situation. Qu'est-ce qu'on fait si l'élève ne comprend pas la tâche ? Qu'est-ce que je vais faire si l'élève me dit : ben moi je ne sais pas combien en mettre [de jetons] dans mes verres. Comment relancer la situation ?

Le couplage entre prise d'informations et action est visible à travers les opérations de recadrage qu'opère la CP et qu'elle explicite, en lien avec les questions des enseignants.

[à propos de questions portant sur le fait que les enfants peuvent se copier l'un l'autre]. Tu vas bien voir qu'il y en a qui vont reproduire [la stratégie de l'autre], mais ce n'est pas parce qu'ils reproduisent qu'ils vont comprendre. Le scénario d'après, comme les

variables changent, ils ne seront pas capables d'adapter leur stratégie nécessairement s'ils n'ont pas compris. Et donc on donnera un coup de pouce. Là je te parle [s'adressant à l'interviewer] de mes interventions en même temps que je te parle des enjeux.

Dans cette intervention, la CP replace la situation dans un scénario plus global, en relativisant cette observation des enseignants (le fait que les enfants puissent se copier l'un l'autre). Le changement de la valeur de la variable leur permettra de repérer les enfants qui seront en mesure de s'adapter. Son intervention comme CP prend ainsi appui sur certaines caractéristiques didactiques des situations proposées qu'elle explicite (ici les variables didactiques). L'analyse sur l'ensemble des tâches (voir notamment annexes 4 et 5) fera ressortir des invariants opératoires, prenant la forme de concepts organisateurs et théorèmes-en-acte qui guident les actions du CP. Des concepts pragmatiques vont être ici mis en évidence tels que celui de *variable didactique* (explicitement nommée par la CP à plusieurs reprises), qui constitue pour la CP, comme on peut l'entrevoir précédemment, un pivot central de la situation d'enseignement proposée, ayant un rôle important à jouer dans l'évolution des apprentissages des élèves.

Un autre concept organisateur pragmatique, celui de « rôle du milieu pour la validation »¹¹ (Brousseau, 1998) est également sous-jacent à la manière dont est pensée par la CP la situation en classe. Ce concept guide la rétroaction qu'elle apporte aux enseignants au regard des relances en classe (extrait ci-dessous).

Et là tu peux imaginer ce qui se passe [en référence à la chasse aux trésors lorsqu'elle se vit dans la classe]. Probablement qu'il y a [des enfants] qui mettent...Le premier [indice] ça très bien, compter jusque 4 par exemple, mais après. Ils mettent beaucoup [de jetons]. Il y a beaucoup [d'enfants] qui en mettent 8. Sauf que lorsqu'ils arrivent sur la bande, par exemple le petit garçon qui a préparé son 2ème indice et qui a mis 8 et voit l'autre enfant qui marche sur la bande, et continue après 8, il dit « non non, ça marche pas, moi je veux que tu arrêtes à 8 », et quand il se rend supposons à 11, parce que c'étaient 3 et 8, et qu'il regarde en dessous du 11 et [voit] qu'il est pas là [le trésor], il y a vraiment quelque chose qui se passe. C'est une situation auto-validante comme on appelle ça, la validation par la tâche.

Et en fait, moi je leur dis de ne pas relancer [...]. Je leur dis la situation est tellement bien faite, c'est vraiment un avantage de ces situations. Vous allez voir que quand les

¹¹ Le terme d'auto-validation utilisé par Clémence n'est pas un concept de la recherche en didactique des mathématiques. Cependant, dans les conditions pour qu'une situation puisse être vécue comme adidactique (Brousseau, 1998 ; Schneider & Mercier, 2005), on retrouve celle d'un milieu permettant des rétroactions pour la validation. La connaissance nouvelle qu'on cherche à faire acquérir est alors entièrement justifiée par la logique interne de la situation. C'est un peu cette idée (le « rôle du milieu pour la validation » qui semble être reprise (transformée) par Clémence. Ce concept pragmatique guide sa rétroaction.

élèves vont l'essayer sur la piste, ils vont se rendre compte [que ça ne fonctionne pas]. Laissez-les mettre 8 dans le verre et quand ça va arriver...

L'attention particulière que Clémence accorde à certaines caractéristiques de la situation d'enseignement proposée (les changements de valeurs numériques et de rôles joués par les enfants, les interactions entre les enfants jouant différents rôles) permet sans doute d'éclairer les raisons potentielles de ces deux concepts organisateurs qui se pragmatisent et guident son action comme CP. Ces concepts pragmatisés sont en effet chapeautés par un théorème-en-acte qui confirme en quelque sorte ce qui précède : faire confiance à la situation (avec ses caractéristiques), comme le met en évidence de manière explicite Clémence à plusieurs reprises, « *les situations sont complètes en soi, elles sont bien pensées : elles forcent une adaptation et une validation par les enfants* ». Elles constituent, en ce sens, dirions-nous dans les termes des didacticiens, des « situations didactiquement robustes » (Brousseau, 1998).

Si cette tâche et d'autres mettent en évidence des organisateurs de l'activité de la CP référant à ces concepts empruntés à la didactique des mathématiques et pragmatisés, celle de la mise en route de l'accompagnement autour de la « chasse aux trésors » et de son suivi fait apparaître d'autres organisateurs de cette activité professionnelle (annexes 4 et 5). En effet, on y voit également apparaître un souci d'intégration (des situations d'enseignement / apprentissage proposées) à la pratique des enseignants avec des concepts organisateurs : ceux notamment de « posture d'enseignant pour aborder le travail sur les situations » et de « projection dans la pratique de leur classe » (la classe réelle, celle des enseignants accompagnés). Un théorème-en-acte privilégie le fait de travailler à partir de la classe : « *voir la situation se faire dans la classe, travailler à partir de celle-ci est plus parlant que de faire vivre la situation aux enseignants en accompagnement* ». L'apport du groupe d'enseignants dans l'accompagnement est également à la source de son action. Finalement, un organisateur de cette activité est lié à la dimension temporelle et met l'accent sur l'idée de processus avec un travail sur une situation reprise à différents moments de l'accompagnement (annexe 5).

3.2. Analyse des logiques d'action se dégageant de l'analyse de cette activité professionnelle pour l'ensemble des cas

3.2.1 Le cas de Clémence

L'analyse transversale des constituants de l'activité de Clémence sur l'ensemble des tâches, plus spécifiquement des concepts organisateurs, théorèmes-en-acte qui guident ses actions ainsi que des finalités poursuivies, fait apparaître quatre grandes catégories de sens, de l'ordre de la rationalité de l'acteur engagé dans ce travail de

CP. Le concept de logique d'action constitue ici un concept porteur dans l'interprétation de ces catégories de sens.

Une logique d'action articulée à la recherche en didactique des mathématiques

Nous l'avons entrevu précédemment, les organisateurs de l'activité de la CP font ressortir une logique d'action en lien avec certains travaux de recherche en didactique des mathématiques menés au préscolaire sous trois aspects: (1) elle s'en inspire dans le choix des situations d'enseignement proposées aux enseignants dans l'accompagnement (ex. la chasse aux trésors), et d'autres ressources (situations autour des collections équipotentes provenant des travaux menés par Muriel Fenichel, vidéo d'un entretien de celle-ci avec une enseignante faisant des analyses didactiques sur ce qui vient de se passer en classe, articles associés) (Fenichel et Mazollier, 2011); (2) elle fonde le regard nouveau (une « lunette didactique ») qu'elle cherche à développer chez les enseignants sur les situations d'enseignement/apprentissage; (3) elle structure les manières d'exploiter ces situations avec les enseignants lors de l'accompagnement, notamment dans le retour sur leur pilotage en classe.

Ainsi, de « *bonnes situations d'apprentissage* », comme l'explicite Clémence, *empruntées à la recherche, sont au cœur de l'accompagnement* : « bonnes », pour la CP, au sens de bien pensées, favorisant une adaptation et une progression de l'élève, une validation sous son contrôle.

Même les résultats de la thèse de [fait référence à la chercheure] démontrent que 93% des élèves au bout du 5^e scénario [on réfère ici à la chasse aux trésors] ont des stratégies optimales. Ça veut dire qu'elle [la situation] est assez bien ficelée pour presque tout le monde sans que t'interviennes directement. T'as pas besoin de lui dire quoi faire à l'enfant, la situation le fait bouger. Elle est porteuse d'elle-même. Elle est porteuse du développement, de l'adaptation des stratégies... Donc c'est bien aussi que les enseignantes [qui l'ont expérimentée] viennent exprimer que ça se peut, qu'ils [les enfants] sont capables et qu'ils [les enseignants] ont pas besoin d'adapter tout ça.

Le regard didactique sur les situations d'enseignement que la CP cherche à développer chez les enseignants prend appui sur des concepts empruntés à la didactique des mathématiques, qui ont été pragmatisés. Ce regard didactique est explicite dans les finalités de cet accompagnement exprimées par la CP.

Je voulais vraiment qu'ils retiennent l'idée des variables [didactiques] [...] comme étant des moyens de faire progresser les élèves pour que dans d'autres situations [...] ils ne pensent pas juste, par exemple, à augmenter la quantité. Peut-être qu'ils peuvent choisir d'autres façons de faire progresser la situation des élèves [...] Les variables ne sont pas juste des valeurs numériques... le fait de laisser des traces, d'avoir le papier sous la main, d'être en équipe de deux, de jouer l'éclaireur, le rôle de pirate, tout ça.

Les manières dont Clémence gère certaines questions des enseignants relativement au pilotage des situations en classe, *révèle une présence de ces concepts didactiques pragmatisés qui guident l'action de la CP* (annexe 5). Ainsi une pragmatisation du concept de variable didactique y est visible, permettant à la CP de repérer, parmi les adaptations de la situation d'enseignement qui lui sont présentées par les enseignants lors du retour, celles qui sont acceptables et celles qui ne le sont pas

Il y en a [des enseignants] qui glissent, je te dirais...cette semaine on a vécu l'an 3. Donc on est revenu sur des situations et il y a des choses encore...ah moi j'ai adapté ça pour tel enfant avec un petit nombre dans les commandes de collants. Et là on est revenu en disant vous savez vous n'avez pas à adapter les nombres même si l'enfant, par exemple, ne compte pas très loin [...]. Vous n'avez pas à les adapter parce qu'on va jouer sur une autre variable qui est le type de commande. Oui un retour est nécessaire [...] Et des fois ils ont des adaptations super intéressantes. Donc qu'est-ce que je peux adapter, qu'est-ce que je ne peux pas adapter. Ça on en discute.

Une logique d'action axée sur convaincre

L'acteur cherche ici à défendre un accompagnement et des situations d'enseignement qui lui tiennent à cœur. Cette logique d'action se manifeste à travers différentes stratégies mises en œuvre par la CP pour convaincre l'enseignant du préscolaire qu'elle accompagne de s'engager. On la retrouve également dans les actions menées auprès d'autres acteurs périphériques ayant un rôle central dans la réussite de cet accompagnement, à travers l'installation de « conditions gagnantes ».

Convaincre que ça vaut la peine d'essayer, de s'investir dans des situations d'enseignement qui semblent complexes a priori pour les enseignants.

Plusieurs observables sont explicités par la CP comme autant de freins possibles à cet engagement : différence subtile entre les situations proposées dans l'accompagnement et celles provenant des manuels ; conception d'une situation au préscolaire qui doit changer, être nouvelle à chaque fois ; aspect délicat du travail quant à son contenu (des concepts avancés pour le préscolaire, des enfants qui ne sauront pas quoi faire au plan des savoirs, trop complexes) ; défis que posent ces situations dans leur gestion, comme l'illustre l'extrait ci-dessous.

À chacune des situations, c'est quand même un enjeu particulier pour les enseignantes parce que c'est un changement de pratique important [...]. Elles ont beau avoir [fait] l'an 1, on n'est pas allé dans une séquence où il y avait 4-5 scénarios qui se suivent [des situations qui s'étalent sur plusieurs séances]. Ça demande une grande gestion de classe. Je mets l'élève en problème et dans ce cas, ça engendre de l'ouverture, de la latitude, mais ça engendre aussi beaucoup de matériel, de déplacement, d'organisation de classe.

Ces multiples résistances constituent un défi pour Clémence, on le sent bien dans les propos qu'elle tient à leur sujet.

Ça veut dire que moi en tant que CP j'ai à les convaincre que ça vaut assez la peine. Tu imagines que je dois mettre en œuvre vraiment des capacités de persuasion particulières pour leur dire allez ça vaut la peine d'essayer.

Son argumentation va alors prendre appui sur de multiples entrées, sa finalité étant de « *convaincre les enseignants que ça vaut la peine d'essayer, qu'ils peuvent le faire* ». Nous les reprenons ci-dessous.

Prendre appui sur une vidéo où l'on voit en action les situations se dérouler en classe.

... je pense que la vidéo est vraiment une façon de contrer un peu, de faire en sorte que les enseignants comprennent mieux les enjeux, voient ce qu'il y a à dire, voient les élèves en action.

Se servir du fait que l'intervenante est la chercheuse, comme un point d'appui pour engager les enseignants à essayer la situation.

Je leur dis c'est une prof d'université qui est en maternelle. Et elle n'est pas très bonne dans la gestion de classe. Je m'en sers, c'est drôle. Je leur dis, elle est arrivée ce matin et elle ne connaît pas les élèves et elle arrive à faire ça avec les élèves. Alors imaginez-vous. Vous connaissez les élèves. C'est vraiment des prises que j'ai.

Exploiter le fait que cela a été expérimenté dans des milieux proches des enseignants.

En faisant ces vidéos, dans une classe comme ça, avec des élèves moyens, pas sélectionnés, un matin comme ça, ben je leur dis ces élèves-là ont été capables, les vôtres aussi [...].

Inviter les enseignants des classes où l'on a exploité les situations à venir témoigner qu'il est possible de le faire.

Je les invite pour dire : nous on a vu la séquence au complet, on a vu le programme au complet et ça se fait. Et voici comment maintenant on a adapté ça.

Installer des « conditions gagnantes » en allant chercher d'autres acteurs stratégiques et leur soutien.

On perçoit également cette même logique d'action de la CP à l'œuvre à travers la manière dont elle va chercher l'adhésion des directions d'école à un accompagnement qui lui tient à cœur, les encourageant fortement à mettre en place des conditions facilitatrices pour les enseignants.

On encourage les directions d'école à libérer toute leur équipe parce qu'on pense que c'est une condition qui va faire en sorte qu'ils [les enseignants] vont expérimenter plus. Je dois, comme CP encourager la direction à, c'est une condition gagnante, tous les libérer [...]. Il y a des moments où on les rencontre [les directions] pour leur expliquer ça... On leur explique c'est quoi le plan de formation, pas juste le comment mais les visées, et quelles sont les conditions qu'ils pourraient mettre en place dans

l'école pour que ça fasse des petits, pour que ça fonctionne. Je leur dis : nous on fait un bout, maintenant c'est à vous de faire le reste. Votre job c'est de mettre des conditions en place pour que les enseignants se rencontrent, expérimentent [...]. Et je leur dis vraiment on est en approche par la RP, quand tu vas regarder dans la classe, les élèves au préscolaire devraient être en action. Donc on donne des pistes, faire comprendre aux directions comment ça se voit ça [qu'on est en RP].

Penser l'articulation aux autres niveaux scolaires, en impliquant les enseignants concernés.

C'est le même souci de convaincre qui amène Clémence à impliquer les enseignants de 1^{ère} année de primaire (6-7 ans) via : une rencontre entre les enseignants du préscolaire ayant vécu l'accompagnement et ceux de 1^{ère} année ; une invitation adressée aux enseignants de 1^{ère} année à venir observer les élèves du préscolaire en action ; ou encore une invitation à vivre la même situation dans la classe de 1^{ère} année.

Je dis, dites aux profs de 1^{ère} qu'ils viennent parce qu'ils ne croiront pas qu'ils [les enfants] sont capables de faire ça. Ce sont vos futurs élèves, ils sont en train de faire de la composition additive et ils y arrivent. Alors est-ce qu'on recommence au "un à un" de 0 à 10, la première semaine ? Est-ce qu'on peut leur proposer une situation complexe ?

Une logique d'action d'appropriation

Les raisons d'agir de Clémence relèvent ici d'une appropriation graduelle des situations qu'elle propose aux enseignants. Cette logique d'appropriation va se manifester à travers, entre autres, la position d'enseignant qu'elle leur fait prendre, les amenant notamment à se projeter dans leur classe.

Ça c'est peut-être une façon de faire comme CP [partir du vidéo, engager un questionnement sur celui-ci] de faire en sorte qu'ils ont des images [de l'action dans la classe]. Parce que si je commence alors voici les valeurs des variables didactiques, ils ne me suivent pas du tout. Mais avec la vidéo, je leur dis : « qu'est-ce qui vous a frappés ? Est-ce qu'il y a des stratégies que vous pensez que vos élèves pourraient faire dans cette situation-là ? Est-ce que vous anticipez d'autres stratégies maintenant que vous avez vu des élèves en action ? etc ».

Cette appropriation graduelle à la pratique est également perceptible dans l'idée d'un processus se déroulant sur un long temps. La CP table ainsi sur le fait qu'elle reverra les enseignants, avec des boucles de rétroaction toujours présentes lors des séances, ou encore avec une même situation qu'elle reprendra à plusieurs moments.

En fait cette situation [la chasse aux trésors], je la présente à la fin de l'an 1, comme un modèle de situation qu'on vivra l'année suivante. Et là, je sais que tout le monde ne l'expérimentera pas, parce que c'est assez complexe. Et là, je leur dis mais à la fin de l'an 2, je pense que tout le monde va l'expérimenter [...]. Puis, [...] en avril, je leur repose cette situation. Je leur dis : est-ce qu'il y en a qui l'ont essayée ? Il y en a

toujours qui l'ont essayée, il y en a toujours 3-4. Ok comment ça s'est passé ? Je leur représente la vidéo et je leur dis : est-ce que vous le voyez de la même façon à la lumière de l'année qu'on a faite, supplémentaire ? [...]

Cette intégration du travail sur les situations dans la pratique des enseignants trouve son apogée dans l'an 3 de l'accompagnement, elle en constitue le focus central.

Une logique d'action collaborative

Clémence met de l'avant une collaboration avec elle et entre les enseignants au sein même de leur accompagnement.

Je les mets en échange et j'essaie toujours de partir des bons coups des enseignants pour mettre en lumière, pour qu'ils veuillent se lancer dans la RP. J'essaie de me servir de celles qui l'ont expérimentée. J'essaie beaucoup de me servir du groupe pour me placer dans une situation où il n'y a pas juste moi qui sait que ça va marcher.

Cette même logique se retrouve dans la collaboration proposée entre enseignants au sein d'une même école.

Parce qu'ils arrivent, et avant d'expérimenter, je leur dis, lisez-la ensemble avant la situation [...] allez vous observer ou allez vous aider. Donc moi je mise beaucoup sur la collaboration entre les enseignants dans le milieu.

Cette logique collaborative est au cœur également de son propre travail de CP, à travers la collaboration qu'elle engage, pour cet accompagnement, avec la CP du préscolaire, mettant à profit des expertises différentes, qui évoluent au fil du temps.

Je suis avec la CP au préscolaire, je travaille en équipe avec elle [...]. En fait, tout ce qui est programme du préscolaire, elle a comme des observations, un portrait de la classe. Elle les amène à observer les enfants sous différentes sphères, dont la sphère cognitive dans laquelle il y a les mathématiques [...]. Moi j'ai dû m'adapter au préscolaire. On a parlé ensemble de la réalité du préscolaire, de c'était quoi les pratiques en mathématiques qu'avaient les enseignantes pour que je puisse partir de ça, de leurs pratiques actuelles [...]. Plus ça allait, plus ça a été une collaboration. Là je suis arrivée à un point avec [la CP préscolaire] où je travaille le portrait de classe [les différentes sphères d'observation dont la sphère cognitive] et elle intervient dans les situations, elle émet certaines réticences sur certaines variables que les enseignantes ont utilisées. Je pense qu'il y a vraiment... on est comme un mélange, vraiment.

Ces différentes logiques d'action sont présentes simultanément dans l'activité du CP, certaines pouvant apparaître au premier plan à certains moments plus que d'autres, en fonction des circonstances.

3.2.2 Le cas de Damien

Damien exerce le métier de CP en mathématiques au primaire et au secondaire depuis 3 ans, après avoir exercé celui d'enseignant en 6^e année (élèves de 11 à 12

ans) durant 15 ans. Il reconnaît avoir toujours eu un « *très grand intérêt pour les maths* ». Son parcours l'a d'ailleurs conduit à participer lui-même à un concours de mathématiques en tant qu'adulte, de même qu'à rédiger et réviser des cahiers d'exercices et autres matériels pédagogiques en mathématiques.

La principale situation professionnelle dont il nous fait part consiste en la conception pour des enseignants de 3^e cycle (5^{ème} et 6^{ème} années, 10-12 ans) d'un accompagnement en lien avec la compétence *Résoudre une situation-problème (SP) mathématique* du Programme de Formation de l'École Québécoise (MEQ, 2001) et la réalisation de cet accompagnement. Celui-ci s'étale sur 2 ans à raison de 4 demi-journées par année et s'inscrit dans l'offre de formation proposée par le CP sur une base volontaire. Il est offert à des équipes-cycles, soit aux enseignants d'un même cycle dans une école (3^{ème} cycle) et est mené en partie conjointement avec une collègue CP en mathématiques au primaire. Au moment de l'entrevue, 2 groupes avaient complété l'accompagnement avec Damien.

Les tâches abordées par Damien dans l'entrevue se situent 1) *en amont de l'accompagnement effectif ou entre les séances* : anticipation des besoins des enseignants, réalisation de portraits de classe à partir de l'analyse de copies d'élèves, choix d'articles et de problèmes à proposer aux enseignants, suivi en lien avec des devoirs d'expérimentation donnés aux enseignants ; (2) *lors de l'accompagnement effectif des enseignants* : clarification avec les enseignants des attentes ministérielles en matière de RP et d'évaluation de cette résolution, analyse de bons problèmes avec les enseignants, retour sur les expérimentations en classe, planification annuelle avec les enseignants en RP (annexe 6 pour une analyse partielle de son activité professionnelle).

L'analyse transversale de l'activité professionnelle de Damien sur l'ensemble des tâches abordées lors de l'entrevue permet de dégager trois logiques d'action.

Une logique d'acteur institutionnel axée sur la collaboration

Damien est à l'écoute de différents acteurs, en particulier des enseignants qu'il accompagne et avec lesquels il collabore étroitement sur plusieurs tâches qu'il se donne. Aussi, toutes ses actions se font dans la prise en compte et le respect des attentes institutionnelles, en particulier des prescriptions ministérielles en matière d'enseignement et d'évaluation de la RP.

Damien est à l'écoute des besoins et des attentes des enseignants ; il les anticipe en amont de la formation et montre une ouverture à négocier avec eux.

Présentez-vous et dites-moi c'est quoi vos besoins en RP, en compétence [...] et après ça [...] voici nos intentions. Est-ce que ça vous va pour les deux prochaines années ?

Aussi, s'il a, au départ de la formation, une liste d'objectifs en tête (et sur papier), il s'adapte en cours de route au rythme des enseignants, à ce qu'ils lui rapportent, aux

questions qu'ils se posent, etc. et il leur offre à travers son accompagnement un espace pour échanger entre eux. Il explique que, puisque « *chaque équipe avance à des rythmes différents* », il préfère « *ne pas être trop rigide* ».

Il travaille avec les enseignants vers une compréhension commune de concepts-clés qu'on retrouve dans les documents officiels du Ministère de l'éducation (MEQ, 2001 ; MELS, 2009 ; MELS, 2010) tels que : SP, stratégies, critères d'évaluation et éléments observables. Ensemble, ils analysent des SP amenées par les uns et les autres, travaillent à bonifier des SP existantes et en conçoivent de nouvelles ; aussi, ils planifient ensemble la RP sur une base annuelle de manière à ce que tous repartent avec une planification commune.

Souvent pour les enseignants, ils entendent tous ces termes-là, ils ont du mal à se retrouver [...] les critères d'évaluation, éléments observables, grilles d'évaluation, erreur mineure, etc. C'est beaucoup de termes. On fait un ménage là-dedans.

On va regarder c'est quoi les caractéristiques de la SP telles que définies par le programme et par l'évaluation.

[...] en faisant une planification annuelle commune auprès de l'équipe, on s'assure que tout le monde a à peu près les mêmes attentes ou la même intention en termes d'enseignement, d'évaluation. Donc, on commence avec une mise en commun : « Apportez les SP que vous faites déjà ». On se les présente, nous, on présente des banques. À partir de ça, on élabore une planification annuelle.

Dans tous les cas [dans ce que rapportent les enseignants], il y a du bon et du moins bon. Et je dirais que c'est un peu quand ils apportent leur SP, l'idée c'est de la regarder et [se demander si] ça correspond à ce qu'on s'attend d'une SP ? Est-ce que c'est assez riche ? Est-ce que ça permet de bien savoir si l'élève maîtrise les concepts dans l'optique d'une évaluation ? [...] L'idée n'est pas d'avoir des situations parfaites. C'est d'avoir des situations le plus près possible de ce qu'on voudrait avoir.

Les choix et actions de Damien se font dans le respect de son environnement institutionnel. Non seulement le travail de Damien se fait-il, comme on l'a vu dans les extraits précédents, dans le respect et la prise en compte des prescriptions ministérielles en matière de RP mais il se fait aussi dans un esprit de coordination avec d'autres acteurs, par exemple d'autres CPs et des directions d'école (ex. présentation de l'offre aux directions, invitation à participer aux rencontres, suivi entre les rencontres).

Pour Damien, le respect et la prise en compte des prescriptions ministérielles, en particulier celles en matière d'évaluation en RP, sont inévitables puisque ces prescriptions sont au cœur des préoccupations des enseignants.

C'est sûr qu'on est plus orientés du côté de l'évaluation parce que lorsqu'on se place dans une optique de planification annuelle, les enseignants voient toujours la finalité qui est la fin du cycle. Ça teinte beaucoup notre travail.

Damien insiste tout de même sur le fait qu'il se permet de s'éloigner avec les enseignants de la RP « *pour évaluer* » pour aller vers la RP « *pour apprendre* ».

Une logique d'action axée sur convaincre

Pour Damien, il est important de parler de mathématiques avec les enseignants, de (re)placer l'activité mathématique au centre de leurs préoccupations et, ultimement, de les convaincre de faire des mathématiques autrement dans leur classe, avec leurs élèves. Un premier pas dans cette direction consiste à analyser avec les enseignants des SP qu'ils utilisent (ex. celles des cahiers d'exercices) à la lumière de certains critères suggérés qu'il propose (dont certains semblent provenir des documents officiels¹²), dans le but de les convaincre que ces situations ne sont pas des SP au sens où il l'entend. Comme on peut le déduire de l'extrait suivant, un « bon problème », ou une « bonne SP »¹³, pour Damien, est *ouvert* (il ne dirige pas le travail de l'élève), il place l'élève en *recherche*, et il est à la fois *riche* (il ne manque pas de « jus ») et *complexe* (dans le sens qu'il présente une « difficulté ») *sur le plan mathématique*.

Ce qui est proposé dans les cahiers d'exercices [...] des tâches où l'élève, avec 3-4 calculs, va arriver à une solution. Ça ne correspond pas à ce que j'entends par une SP. L'élève n'est pas vraiment dans une SP. Il n'est pas vraiment en recherche. La difficulté parfois est au niveau du contexte, plus que de la mathématique elle-même. C'est ça qui est un peu embêtant, c'est que la difficulté va se retrouver au niveau du contexte, au niveau de la lecture, au niveau de l'organisation dans le sens où il y a un tableau, il y a plusieurs éléments à combiner. C'est plus comme la maniabilité de la tâche on pourrait dire [...] et non pas nécessairement le côté mathématique. Souvent les profs vont dire « celle-là, j'ai utilisé celle-là l'année passée, qu'est-ce que vous en pensez ? ». On la regarde et on se rend compte que le travail est très très dirigé. Ça manque un peu d'ouverture, ça manque de jus mathématique.

Puis, de « bons » problèmes sont amenés en séances d'accompagnement et analysés à la lumière des *stratégies mathématiques* susceptibles d'être mobilisées par les élèves (« faire un dessin », « faire des essais systématiques », « se créer un exemple ») stratégies qu'il tire des documents officiels, plus précisément de la *Progression des apprentissages* en mathématiques au primaire (MELS, 2009, p. 23-24). L'idée est alors de mettre en évidence leur potentiel en termes d'activité

¹² Dans le *Programme de formation de l'école québécoise* du primaire (MEQ, 2001, p. 126), une situation-problème est définie comme suit : « Une situation-problème se caractérise par le fait qu'il y a un but à atteindre, une tâche à réaliser ou une solution à trouver. L'objectif visé ne saurait être atteint d'emblée car il ne s'agit pas d'un exercice d'application. Sa quête suppose, au contraire, raisonnement, recherche et mise en place de stratégies mobilisant des connaissances ».

¹³ Il utilise les deux expressions sans établir de distinction, du moins pas de manière explicite.

mathématique sollicitée et ultimement de convaincre les enseignants de l'importance de faire des mathématiques en classe.

Je veux les convaincre que c'est important de faire des mathématiques. Une des portes d'entrée que j'utilise pour les convaincre, c'est qu'on peut quand même nommer des stratégies mathématiques [celles qu'on trouve dans les documents officiels, plus précisément dans la *Progression des apprentissages* (MELS, 2009)]. C'est pour ça que si je reviens à ma feuille avec mes exemples, je me suis mis quelles stratégies je voulais mettre en évidence. Est-ce que c'est une stratégie de faire un dessin ? Est-ce que c'est une stratégie de faire des essais systématiques ? Se créer un exemple ? J'essaie de mettre en évidence par ces problèmes-là, une stratégie que je considère proprement mathématique pour travailler et leur dire que les élèves ont besoin d'être confrontés à ces problèmes-là.

Aussi, entre les séances, les enseignants sont invités à expérimenter ces « bons problèmes » dans leurs classes respectives et, lors des séances, un retour est fait, notamment sur les problèmes eux-mêmes, les modifications qui pourraient leur être apportées (ex. au niveau du choix des nombres) en fonction des intentions (ex. les rendre « plus riches »), les raisonnements inattendus observés chez les élèves, les questionnements restés sans réponse chez les enseignants. Ce retour sur les expérimentations semble important pour Damien ; il lui permet de leur faire apprécier, *a posteriori*, le potentiel de ces « bons problèmes » pour l'activité mathématique des élèves tout en lui donnant une occasion de plus de faire des mathématiques, ou du moins de parler de mathématiques, avec eux.

Je leur dis toujours : « on a choisi de faire des accompagnements sur deux ans pour qu'entre chaque, vous ayez le temps d'expérimenter comment ça a été ? ». Là ça part et les profs me disent : ah j'ai essayé telle activité, ça a bien marché, ça n'a pas bien marché [...] ils posent une question [...] « penses-tu que j'aurais pu changer des nombres ici ? ». On se fait des exemples au tableau, on regarde ça. Est-ce qu'on pourrait la rendre un peu plus riche cette activité-là ?

Des fois, les enseignants vont me demander : « tel élève m'a dit telle chose. Est-ce que ça marche ? » Là ils me posent une question mathématique : « est-ce que c'est logique ? » Par exemple, on m'a demandé : « comment je pourrais leur expliquer l'exposant 0 ? ». [...] Ou ça peut être : « ah il y a un élève qui m'a apporté ça ». Je vais te donner un exemple : j'ai un prof qui est arrivé et on parlait de fractions équivalentes et je l'écris en même temps comme ça. Il me dit qu'il a compris que si je faisais $\frac{1}{3}$ et que j'avais une autre fraction équivalente, disons $\frac{3}{9}$, que je peux additionner les numérateurs et j'additionne les dénominateurs, ça me donne 12 et je vais encore avoir une fraction équivalente. C'est un élève qui s'est développé ça comme stratégie. Le prof me dit : « c'est vrai dans le cas ici, mais je ne suis pas capable de le démontrer à l'élève ». On parle d'un élève de 6^e année. Il dit : « je vais demander à mon CP ». Moi j'ai trouvé ça fantastique. Je voulais avoir une explication rationnelle. Je prends le temps avec le prof de regarder. On prend un 10 minutes, on va regarder est-ce que ça marche dans tous les cas ? Comment on peut l'expliquer.

Une logique d'action teintée par une certaine culture de classe recherchée

Cette logique d'action consiste pour Damien à s'éloigner avec les enseignants des pratiques existantes en RP, en particulier des problèmes usuels proposés sur le terrain, pour tendre vers une certaine culture mathématique pour la classe au centre de laquelle il place l'activité mathématique des élèves.

Damien encourage les enseignants à privilégier une porte d'entrée « mathématique » en RP dans leur classe.

Souvent j'utilise l'expression les trois portes d'entrée en RP. C'est ma vision des choses. Je dis il y a l'entrée de la lecture [...]. Il peut y avoir [aussi] des difficultés au niveau de l'organisation [2^e entrée] [...]. Le troisième pôle c'est ce qui m'intéresse le plus, comme CP, c'est celui des maths. Et souvent c'est celui dont on ne tient pas compte quand on parle, par exemple, d'une démarche en RP. On va demander à l'élève de lire et relire 2 fois, souligner des informations importantes ou [...] identifier tous ses calculs. Mais quand on arrive aux maths, c'est comme si ça devient une espèce de boîte noire. Fais tes maths, on ne le nomme pas, ça ne fait même pas partie de la démarche. Moi ça, ça m'embête. Je le dis aux profs, je leur dis, il y a le pôle lecture [...] il y a le pôle organisation [...] mais il y a le pôle mathématique.

Il encourage aussi les enseignants à laisser leurs élèves chercher au moment de résoudre un problème et les invite à développer un confort avec l'inconfort que ces derniers pourraient ressentir alors qu'ils sont en pleine recherche.

Je dis des phrases du style aux enseignants : « j'aimerais ça que vous développiez un confort avec l'inconfort des élèves ... être confortables avec le fait que des fois, ils ne savent pas trop où s'en aller. Il faut les laisser aller un petit peu ».

Il encourage de plus les enseignants à faire preuve de flexibilité et d'ouverture face aux démarches inattendues des élèves, en particulier aux raisonnements atypiques.

[Aux enseignants qui demandent] est-ce que j'ai « le droit de faire ça ? », moi je dis toujours [qu'] il faut avoir de la flexibilité, de l'ouverture. Il faut accepter toutes les démarches qui sont mathématiquement correctes. Il faut prendre le temps d'aller écouter les élèves. [...] Moi ça j'y tiens beaucoup, l'aspect ouverture.

[Il faut] déconstruire le contrat didactique [souvent en place dans la classe]. Des élèves qui vont faire un raisonnement dans leur tête et traduire ce raisonnement-là pour le prof parce que le prof exige d'avoir une certaine façon de faire. Selon moi, c'est un travail inutile et c'est même dommageable pour les élèves parce qu'on leur dit : « ton raisonnement qui est dans ta tête est pas bon. Moi ce que je veux, c'est que tu me le présentes de cette façon-là. Comme s'il y avait une seule ...

La banque personnelle de problèmes à laquelle il puise pour son accompagnement est formée de problèmes qui vont à l'encontre à plusieurs égards de ceux que les enseignants connaissent et utilisent, et qui mettent de l'avant, selon lui, ce qu'il considère important en RP, soit l'activité (le « travail ») mathématique des élèves.

Je leur propose des problèmes qui ne sont pas nécessairement ... je leur propose des problèmes ouverts qui vont leur montrer que des fois on peut être en travail et qu'on n'a pas besoin de la lecture, on n'a pas besoin de l'organisation, mais on est quand même en travail mathématique.

3.2.3 Le cas de Chloé

Chloé a débuté comme enseignante au primaire dans une classe multi-âge (enfants de 6 à 8 ans) en milieu multiethnique et défavorisé. Elle a procédé à du co-enseignement avec une de ses collègues, elles faisaient vivre divers projets en mathématiques et en français. Après 12 années comme enseignante, elle est devenue enseignante-ressource et par la suite CP. Avec une collègue également CP, Chloé s'est investie dans l'accompagnement en français à travers la lecture, l'écriture et la communication orale. Les demandes en mathématiques étaient à ce moment peu nombreuses et axées sur l'évaluation.

D'après Chloé, son activité professionnelle de CP en mathématiques se distingue de celle en français. Elle dira qu'en mathématiques, elle est toujours en apprentissage, qu'elle n'a pas de certitudes : « *En français, j'ai des certitudes alors qu'en maths, [...] c'est un peu de ce que j'aime des maths : j'ai l'impression que je ne finirai jamais d'apprendre* ».

Même si Chloé est impliquée dans des formations destinées à de grands groupes d'enseignants, elle privilégie un modèle d'accompagnement individualisé à long terme et qui part d'une préoccupation exprimée par les enseignants. Cet accompagnement se fait en différentes étapes : 1) choix d'un problème par l'enseignant et observation par la CP de la mise en scène en classe du problème par l'enseignant, 2) discussion entre CP et enseignant sur ce qui s'est passé en classe, 3) planification entre CP et enseignant à partir d'un autre problème en s'appuyant sur ce qui a été discuté préalablement, 4) expérimentation du problème en classe où enseignant et CP coaniment et 5) retour sur ce qui s'est passé en classe. Ainsi, pour Chloé, une façon de rendre les enseignants réflexifs et autonomes est de planifier avec eux, de les accompagner en classe et discuter avec eux après la mise en œuvre du problème (voir annexe 7 pour une analyse partielle de l'activité professionnelle de Chloé).

L'analyse de l'activité professionnelle de Chloé permet de dégager trois logiques d'action, expérimentale, collaborative et une logique d'action teintée par une certaine culture de classe recherchée.

Une logique d'action « expérimentale »

On reconnaît chez Chloé une logique d'action qui passe par la mise en place d'une série d'expérimentations de problèmes menées en classe par les enseignants, qui vont les amener progressivement à prendre conscience de divers enjeux. Les problèmes

sont à chaque fois choisis par les enseignants. Il s'agit ainsi de ne pas leur imposer un problème, mais plutôt de les accompagner dans leur choix. La situation professionnelle dont nous fait part Chloé concerne l'accompagnement d'une enseignante qui intervient pour la première fois en 1^{ère} année (élèves de 6-7 ans). Celle-ci requiert l'aide de la CP pour évaluer la résolution d'une SP : « *je dois évaluer la compétence Résoudre une SP avec mes élèves, je les trouve petits, ils ne seront pas capables, j'aimerais ça que tu m'aides* ». Pour donner suite à cette demande, Chloé propose à l'enseignante de choisir une SP et de l'animer en classe en enlevant toutefois la contrainte de l'évaluation puisque c'est la première fois que les élèves sont confrontés à une SP : « *Toi tu vas te sentir mieux si on n'est pas dans un but d'évaluation. On est dans un but où tu vas regarder tes élèves en RP, comment ils réagissent* ». Pendant l'animation en classe, la CP observe et n'intervient pas. L'enseignante procède à la résolution en grand groupe d'une durée approximative de 45 minutes. Les élèves sont assis en cercle autour de l'enseignante. Chloé rapporte que l'enseignante est satisfaite du déroulement de l'activité : « *Elle s'est dit : c'est donc magnifique, ça s'est bien passé* » alors que la CP constate que trois élèves suivent, d'autres sont dans la lune et d'autres encore ne semblent pas intéressés. La logique d'action de Chloé repose alors sur une confrontation avec l'enseignante sur ce qui a été vécu en classe de part et d'autre. Elle va chercher à la déstabiliser en discutant avec elle autour de la pratique ressentie et de la pratique réelle : « *J'ai dit OK, si on regarde l'ensemble de tes élèves, qui était actif ? qui était en réelle recherche en mathématiques ?* ». En laissant l'enseignante animer en classe sans intervenir, Chloé affirme qu'il y a une prise de conscience après coup par l'enseignante des enjeux du pilotage d'un problème. Cette prise de risque est importante pour la CP, elle repose sur un cadre qui guide la CP : « *il faut que les enseignants se cassent les dents* ».

Pour qu'il y ait une prise de conscience, il faut que l'enseignante anime et qu'elle se casse les dents. Mais au départ, si je coanime, ou si c'est moi qui l'anime puis qu'elle est en observation, elle ne se cassera pas les dents [...]. Moi ce que j'aime, c'est laisser la place à l'autre, questionner, sous-questionner, accompagner, laisser se casser les dents et après ça, regarder ce qui a fonctionné. Pourquoi ça n'a pas fonctionné ? [...]. Il faut que l'enseignante puisse prendre conscience des enjeux elle-même parce que si elle ne le fait pas elle-même, quand elle va arriver pour choisir ou pour planifier la prochaine situation, elle ne les verra pas. C'est moi qui vais les voir.

Chloé souhaite ainsi changer le regard de l'enseignante pour qu'elle prenne en considération ce que font tous les élèves. Pour donner suite à cette première expérimentation, une deuxième mise à l'essai s'enclenche avec une autre SP choisie par l'enseignante. Il s'agit de la faire vivre autrement pour éviter que quelques élèves seulement soient actifs. Cette fois-ci, il y a une étape de planification entre CP et enseignante suivie de la coanimation en classe et d'un retour entre CP et enseignante sur ce qui a été constaté. Lors de la discussion autour de la planification de la SP, un

travail d'anticipation est mené autour des différentes stratégies mathématiques possibles, des difficultés que les élèves peuvent ressentir mais également sur les modalités de passation (faire travailler les élèves seuls ou en équipe). Chloé dirige le regard de l'enseignante vers les mathématiques qui peuvent se vivre à travers la SP en envisageant différents possibles. Ainsi, les élèves peuvent s'engager lors de la résolution dans différents chemins et ces diverses façons de procéder sont acceptables. De plus, Chloé cherche à guider le regard de l'enseignante lorsqu'elle sera en classe sur les mathématiques et pas seulement sur la gestion des conflits. Chloé soulignera la possibilité de confronter les idées des élèves, de demander aux élèves d'expliquer ce qu'ils ont fait, de leur demander de justifier en s'appuyant sur le "parce que". En outre, une place importante est accordée au retour en grand groupe une fois que les différentes équipes auront résolu la SP. Le retour est sélectif, on ne peut pas revenir sur tout ce qui a été fait, il s'agit alors de penser à faire ressortir les stratégies les plus efficaces, les plus originales mais également les difficultés constatées et vécues par les élèves. Après cette deuxième expérimentation, un travail sur une autre SP est possible si l'enseignante en ressent le besoin.

À travers ces expérimentations, il y a un souci chez Chloé de développer le questionnement chez les enseignants. Celui-ci va venir nourrir leurs choix.

Pour moi un accompagnement c'est, « regarde, on va le planifier ensemble. Je peux au départ le coanimer avec toi. On va se questionner ensemble sur nos observations. Ensuite on va se réajuster pour la fois suivante ». Jusqu'à temps que l'enseignant développe une certaine autonomie, une certaine réflexion. Un auto-questionnement qui vient nourrir ses choix pédagogiques.

Une logique d'action collaborative

Comme pour Clémence, on retrouve chez Chloé une logique collaborative mais celle-ci s'exprime différemment. La collaboration est vue à travers un co-engagement, une anticipation commune et une coanimation. Ainsi, dès le début, la collaboration se manifeste par un engagement de l'enseignante à long terme. Un contrat explicite en ce sens (travail à long terme, co-engagement) se met en place.

Je lui dis, « moi si tu acceptes de travailler avec moi, c'est du long terme. Tu t'engages. Tu t'engages à ce qu'on regarde ce qu'on va faire avec les élèves, tu t'engages à ce que j'aie en classe avec toi, tu t'engages à prendre des notes, tu t'engages à aller au bout du processus et ça va prendre plusieurs rencontres. Donc tu t'engages lors des périodes libres ou à l'heure du dîner ou après l'école, qu'on prenne du temps ensemble pour planifier, discuter, réguler et savoir la suite, comment on réinvestit ça ». Donc, l'enseignante est toute contente.

Donc, répondre à une demande d'aide d'une enseignante, l'accompagner sur cette demande ne peut se faire que si elle s'engage pleinement et sur du long terme. La collaboration se traduit également par une planification commune. Pour Chloé, il apparaît important d'accompagner les enseignants dans un travail d'anticipation

autour des modalités de gestion de la SP. Ainsi, lors de la préparation d'une deuxième SP, elle pousse l'enseignante à faire des choix (ex. placer les élèves en équipes) qui feront en sorte que la tâche de soutien aux élèves ne soit pas trop lourde.

L'enseignante s'est rapidement rendu compte que si tu mets un élève de première année tout seul devant une SP comme ça, comme enseignant, tu ne fourniras jamais.

Chloé mise également sur l'anticipation commune des stratégies mathématiques pouvant être déployées par les élèves. Dans la deuxième SP choisie par l'enseignante, il s'agit d'élaborer une affiche qui sera séparée en deux parties égales. Sur l'une des parties, les élèves doivent dessiner un bonhomme de neige avec trois contraintes : 1) il doit mesurer plus d'un mètre mais moins de 2 mètres, 2) le nombre d'accessoires de décoration doit être plus grand que 10 et plus petit que 20 et 3) dans le choix des décorations, le bonhomme doit avoir plus d'objets fabriqués par les humains (chapeau, foulard, etc.) que d'objets naturels (branches, carottes, etc.). Dans la deuxième partie de l'affiche doivent être écrits les noms des membres de l'équipe. Ainsi, lors de la planification de la SP, Chloé amène l'enseignante à anticiper les stratégies pouvant être déployées par les élèves.

Comment tu penses que tes élèves vont mesurer ton bonhomme de neige, comment ils vont faire en sorte que ça rentre entre 1 et 2 mètres ? Et ton affiche qui est séparée en deux parties égales, comment ils vont faire ? Elle dit : « ils vont faire une ligne ». « En faisant une ligne qui sépare ton affiche, comment tu t'assures que c'est deux parties égales ? » L'enseignante n'avait pas vu tous ces défis, elle n'avait pas analysé ça comme ça. Elle, elle avait trouvé la SP belle à cause du contexte de Noël sans se poser de questions sur les mathématiques. Donc il y a déjà une bonne intervention avec l'enseignante.

Une anticipation prend également place lors de la préparation du retour en grand groupe, étape qui, nous dira Chloé, est souvent négligée par les enseignants. Là encore s'exerce un regard conjoint sur les mathématiques faites par les élèves.

Le retour peut s'élaborer autour des deux parties égales, j'en ai pas vu un tas qui ont plié la feuille. D'autres qui n'ont pas essayé de mesurer, ils sont allés à l'œil. Souvent, on voyait des lignes un peu croches... c'était pas réellement des parties égales. Puis, je dirais, ok on pourrait faire un retour sur quels processus ils ont utilisés pour mesurer. Je pense que, juste cibler de quelle manière ils ont fait pour trouver de quelle grandeur, quelle grosseur le bonhomme de neige allait être. Ça je trouvais ça intéressant.

La troisième occasion de collaboration émerge lorsque l'enseignante et la CP coaniment. Une fois que l'enseignante s'est cassé les dents sur une SP, une autre SP a été planifiée (celle du bonhomme de neige). Alors qu'elle coanime celle-ci en classe, la CP procède à un sous-questionnement, à des relances. Elle dira : « *c'est souvent ... elle débute, je continue* ». Ce sont des questionnements, des relances qui font avancer la SP. Il s'agit pour Chloé d'attirer l'attention de l'enseignante sur

d'autres façons de questionner et sur l'importance de confronter les idées des élèves, de faire verbaliser les stratégies, de répondre aux « parce que ».

[En classe] Je suis là en soutien pour sous-questionner parce que c'est ce qui manque. C'est tout le sous-questionnement, c'est les questions qui font avancer la situation où tu prends le pouls de ceux qui auront besoin d'un rappel.

Elle donne un exemple d'un sous-questionnement. Il s'agit du moment où l'enseignante demande aux élèves de reformuler la SP. Un élève dit qu'il y a deux choses à faire : un bonhomme de neige et écrire les noms des co-équipiers. Chloé profite de l'occasion pour questionner les élèves sur ce qui doit être fait en premier et leur faire remarquer qu'ils peuvent commencer par faire le bonhomme ou par écrire leurs noms. L'enseignante n'avait pas vu les choses de cette façon ; pour elle, la résolution était séquentielle. Ainsi, Chloé lui montre comment pousser le questionnement. Lors de la coanimation, l'enseignante observe les bienfaits de cette façon de faire. Chloé rapporte : « *les élèves sont impliqués, engagés : ils étaient contents de pouvoir faire autre chose en maths. Les garçons particulièrement. Les élèves se mobilisent. Je vois un engagement vraiment de tous les élèves. Ils trouvent des solutions* ».

Une logique d'action teintée par une certaine culture de classe recherchée

Comme c'est le cas pour Damien, on retrouve chez Chloé une logique teintée par une certaine culture de classe. Toutefois, ils ne réfèrent pas tout à fait à la même culture de classe. Selon Chloé, quatre principes d'intervention sont à privilégier en classe.

Un premier principe est de *faire en sorte que tous les élèves soient actifs*. En effet, Chloé souligne que si les élèves ne sont pas actifs, on peut assister à un désengagement de leur part. Pour cela, il ne faut pas toujours donner la parole aux élèves qui savent déjà : « *si je donne toujours la parole à mes élèves qui savent déjà rapidement, mon problème ne sert à rien* ». Un deuxième principe est de *favoriser un travail en équipes*. Celui-ci est préconisé pour aider les enseignants à gérer l'animation d'une SP mais également pour favoriser l'émergence et la discussion de diverses stratégies mathématiques chez les élèves. Pour Chloé, quand ceux-ci sont en équipes, ils sont amenés à confronter leurs stratégies et à s'entendre. Elle reconnaît toutefois que cela présente un défi pour les élèves.

En équipe, je suis confrontée à « comment je fais pour expliquer à l'autre le processus que je veux utiliser pour faire le problème ? Celle qui voulait reporter », l'autre elle disait, « mais je ne saurais pas comment je vais faire pour additionner ça et ça et ça ». C'est ensemble qu'ils ont dit « on pourrait mettre des petits cubes » [...] ils en sont arrivés à une entente. Ça n'aurait peut-être pas été la façon de faire s'ils n'avaient pas été en équipe. Et je pense qu'il y en a plusieurs qui auraient été démunis par le défi du problème à faire tout seuls. Puis là l'enseignante n'aurait pas été capable.

Un troisième principe est de *laisser la place pour l'émergence de différentes stratégies*. Pour Chloé, il est important de favoriser la créativité chez les élèves. Pour cela, il faut leur laisser la place et le temps pour résoudre et il faut ouvrir la porte à différentes façons de résoudre. Selon Chloé, les enseignants voient souvent un seul chemin possible alors qu'il y en a plusieurs. En procédant ainsi, on peut observer que certains élèves ont recours à des stratégies auxquelles on n'avait pas pensé. Ainsi, quand ils travaillent, le rôle de l'enseignant est de circuler, d'observer ce qu'ils font et de questionner. Toutefois ceci ne va pas de soi pour les enseignants.

Et là j'ai vu l'enseignante en plein milieu de sa classe, les deux bras de chaque côté du corps. Écoute, je la revois, elle me regardait et là elle savait comme pas quoi faire. Premièrement, parce qu'elle n'avait rien à faire. « Est-ce un bon moment pour observer tes élèves ? Circule, observe, questionne. C'est ça que tu as à faire en ce moment. [...] Tu circules et donc tu notes des trucs, tu te dis, tiens il y a lui, il fait ça, l'autre il le fait avec des cubes ».

Le questionnement doit favoriser quand c'est possible une confrontation des idées entre les élèves d'une même équipe. Ainsi, en accompagnement, Chloé souhaite diriger le regard des enseignants vers ce qui se passe en mathématiques pour relancer plutôt que le diriger vers la gestion des conflits.

Le regard premier de l'enseignant est sur ça se déroule bien, ils se chicanent pas. Mais pendant ce temps-là, je n'ai pas un regard sur ce qui se passe en mathématiques. Donc mon travail à moi c'était de l'amener à avoir un regard, donc à pouvoir intervenir sur ce qui se passe en mathématiques et non pas intervenir juste sur les conflits et juste essayer de trouver des solutions à... je n'ai pas de colle.

Le quatrième principe est de valoriser *un retour en grand groupe*. Chloé souligne l'importance de faire un retour en classe une fois le problème résolu pour faire ressortir les apprentissages, les stratégies les plus efficaces et leur originalité. Toutefois, il faut être sélectif, il ne faut pas chercher à tout prendre. Se dégage alors l'idée d'un choix à faire sur un aspect qui s'est avéré riche mathématiquement, efficace, original.

On parlait des observations, je lui demandais : « Ok mais comment on fait pour faire un retour sur le problème ? Sur quoi tu vas faire ton retour ? » [...] Chaque équipe peut expliquer de quelle manière elle a fait pour mesurer son bonhomme de neige, faire en sorte qu'il puisse mesurer entre 1 et 2 mètres. Ça c'était riche de voir les différentes façons. Aaaaaaaah ! Partage de stratégies. Ça, c'est quelque chose qui lui est resté à l'enseignante, je pense, pour longtemps. Qu'est-ce qui est efficient ? Qu'est-ce qui l'est moins ? Qu'est-ce qui est plus long ? Qu'est-ce qui a le plus de risque d'erreurs ? La façon la plus originale ? Les maths créatives là.

4. Retour sur les analyses en termes de logiques d'action

Que se dégage-t-il de cette étude, dont la visée, avant tout exploratoire, était de mieux comprendre l'activité professionnelle de formateurs de terrain accompagnant des enseignants en exercice à la résolution de problèmes en contexte d'enseignement ? Notre choix s'est porté sur trois cas, retenus sur la base d'un premier repérage global d'entrées différentes dans l'accompagnement (du moins dans le contexte des situations professionnelles rapportées par les CPs). L'analyse permet de raffiner cette première différenciation globale en mettant en évidence comment prend forme l'accompagnement autour de ces entrées différentes, à travers les finalités que se donne le CP, les organisateurs qui guident cette activité professionnelle et les logiques d'action multiples qui sous-tendent celle-ci. Ainsi, d'autres différences ressortent *a posteriori*. D'abord, Clémence et Damien privilégient un accompagnement collectif alors que Chloé se tourne plutôt vers un accompagnement individualisé. Ensuite, les acteurs dont la collaboration est sollicitée (et l'objet sur lequel ils collaborent) ne sont pas les mêmes ; les enseignants entre eux pour Clémence (autour de l'engagement dans les situations d'enseignement, leur expérimentation, ou le retour sur celles-ci), le CP et les enseignants pour Damien (autour du travail sur les problèmes et de la planification à long terme en RP), la CP et l'enseignante pour Chloé (autour d'une situation provenant de l'enseignante). Le traitement de la RP dans l'accompagnement ne se fait pas non plus de la même manière, l'accent étant mis soit sur les situations d'enseignement en lien avec les apprentissages des élèves (Clémence), soit sur l'activité mathématique des élèves suscitée par les problèmes (Damien) ou encore sur la pratique enseignante associée à cette RP en classe (Chloé). Ce retour *a posteriori* fait ainsi ressortir la variété des formes d'accompagnement mises en œuvre par ces formateurs de terrain. En cela, ce retour rejoint d'autres analyses qui ont mis en évidence le fait qu'au-delà d'éléments communs de l'activité des CPs impliqués dans cette recherche collaborative – éléments caractéristiques de ce que l'on a alors appelé le *genre professionnel CP* –, des *styles* différents sont mis en œuvre par ces CPs en fonction des circonstances (Hanin et al., 2021).

Ce retour sur nos analyses permet, par ailleurs, de faire apparaître *a posteriori* certains liens entre les logiques d'action qui ont émergé de notre analyse et les logiques d'action mises en évidence par Dubet (1994), faisant ressortir, au-delà des différences, des traits communs aux trois cas. Dubet identifie trois logiques d'action :

- une logique de l'intégration qui vise à maintenir ou renforcer les liens sociaux ;
- une logique de la stratégie dont le but, pour l'acteur, est d'obtenir ce qui est de son intérêt ;
- une logique de la subjectivation dont le rôle est d'exprimer les capacités critiques de

l'individu, c'est-à-dire sa logique culturelle personnelle par laquelle il se sépare des autres (Briot, 1998, p. 133)¹⁴

Dans chacun des cas, il est possible *a posteriori* de percevoir une logique d'action stratégique associée à la défense d'un intérêt du CP, révélateur à la fois de certains aspects qui lui tiennent à cœur dans son accompagnement des enseignants mais aussi, de manière imbriquée, dans l'enseignement des mathématiques en classe. Cette logique d'action prend forme, dans le cas de Clémence, autour de situations d'enseignement qu'elle considère riches et prometteuses sur le plan des apprentissages, et sur lesquelles elle articule son accompagnement (cf. logique d'action articulée à la recherche en didactique des mathématiques) : c'est la défense de « bonnes » situations, bien pensées sur le plan didactique, mettant en jeu des variables didactiques, qui forcent une adaptation des stratégies des élèves et une évolution de leurs connaissances mathématiques. Ces résultats rejoignent ceux de Billon et al. (2016) dans lesquels certains des gestes professionnels des enseignants observés intègrent des variables didactiques pertinentes, de manière à provoquer un travail de conceptualisation des élèves. Les situations exploitées par Clémence renvoient, en arrière-plan, à une certaine vision de l'enseignement des mathématiques en classe où la validation (ce qu'elle nomme l'auto-validation par la tâche proposée), les interactions entre élèves (lors du travail sur la situation, voir par exemple la chasse aux trésors et les rôles joués par les éclaireurs et les pirates) et les retours collectifs sont importants. Elle s'appuie, pour cela, sur des stratégies cherchant à convaincre les enseignants que cela vaut la peine d'essayer ces situations (cf. Logique d'action axée sur convaincre). Dans le cas de Damien, cet intérêt est celui d'un accompagnement centré sur de « bons » problèmes mathématiques, qu'il tire d'une banque personnelle, associés à l'idée de parler de mathématiques avec les enseignants, voire de faire des mathématiques avec eux, de placer l'activité mathématique au centre de leurs préoccupations et, ultimement, de les convaincre de faire des mathématiques autrement dans leur classe, avec leurs élèves : il analyse ces problèmes avec les enseignants pour donner un avant-goût de leur potentiel pour l'activité mathématique, avec en arrière-plan le *Programme de formation* (MEQ, 2001) et la *Progression des apprentissages* (MELS, 2009), il encourage les enseignants à les expérimenter dans leur classe et il examine avec eux les questionnements qui s'ensuivent de manière à apprécier ensemble, *a posteriori*, le

¹⁴ Signalons ici que le concept de logique d'action chez Dubet (1994) ne s'inscrit pas tout à fait dans la même perspective que celui d'Amblard et al. (1996/2005) : « Alors que ces derniers insistent sur la dimension collective de l'action humaine, Dubet met au contraire plutôt l'accent sur l'aspect individuel de toute expérience sociale puisque la logique stratégique et la logique de la subjectivation relèvent, pour lui, de cette dimension individuelle » (Briot, 1998, p. 133).

potentiel de ces problèmes pour l'activité mathématique des élèves (cf. Logique d'action axée sur convaincre). Une certaine vision de l'enseignement des mathématiques est aussi visible en arrière-plan, valorisant l'activité mathématique, la démarche d'investigation mathématique en classe - même si elle sort des sentiers battus -, l'ouverture, la flexibilité (cf. Logique d'action teintée par une certaine culture de classe recherchée). Enfin, pour Chloé, c'est une prise de conscience et une réflexivité à développer chez les enseignants qui l'incitent à les laisser essayer, à se « casser les dents », prendre en main les choses, réexpérimenter, en partant de problèmes choisis par eux (cf. Logique expérimentale). Cette façon de procéder s'apparente au travail du formateur tel que présenté par Robert & Vivier (2007), dans lequel à travers le visionnement de la vidéo d'une classe, une discussion s'enclenche afin de faire ressortir les compréhensions mutuelles. Ce processus ascendant, tout comme pour Chloé, mène à des prises de conscience sur des alternatives possibles dans le contexte de la classe. On retrouve chez Chloé cette idée d'accompagnement « à l'envers » explicité par Robert & Vivier (2007). Les principes que Chloé met en évidence dans la discussion rendent par ailleurs visible une certaine vision de l'enseignement des mathématiques en arrière-plan, qui laisse place à des élèves actifs (engagés dans le problème), au travail d'équipes, au partage, à la confrontation d'idées entre les enfants (cf. Logique d'action teintée par une certaine culture de classe recherchée).

Dans chacun des cas, on retrouve également des éléments de logique distinctive (de subjectivation) qui sous-tendent l'accompagnement des CPs. Chez Clémence, il s'agit d'oser, en tant qu'enseignant, prendre des risques, notamment en tentant des retours collectifs avec des enfants de 5 ans, ce qui n'est pas usuel, ou encore en essayant d'expérimenter des situations complexes sur un long temps pour laisser place à l'apprentissage (situations qu'elle va travailler à plusieurs reprises, cf. Logique d'action d'appropriation). Chez Chloé, il s'agit de s'engager et d'engager l'enseignant dans un accompagnement individualisé proche du terrain et de l'action de l'enseignant. Chez Damien, il s'agit plutôt de s'éloigner avec les enseignants des pratiques existantes en RP, en particulier des problèmes usuels proposés sur le terrain, pour tendre vers une approche des problèmes en classe dont il définit partiellement les contours (cf. Logique d'action teintée par une certaine culture de classe recherchée).

Enfin, on retrouve chez les trois CPs une logique visant à maintenir ou renforcer certains liens sociaux en restant au plus près des préoccupations des différents acteurs concernés, en particulier les enseignants, soit une logique d'intégration au sens de Dubet (1994). Ainsi, on peut la percevoir dans le travail de construction conjointe de Chloé avec l'enseignante qu'elle accompagne et même dans celui avec les élèves de la classe dans laquelle elle va coanimer. On la retrouve aussi chez Clémence dans son effort constant de collaboration avec une chercheure, avec la CP

du préscolaire, avec les enseignants et les directions d'école (cf. Logique collaborative). Enfin, on perçoit cette logique aussi chez Damien, qui travaille lui aussi en collaboration avec les enseignants, voire parfois en co-construction, dans la prise en compte et le respect des structures en place, en particulier des balises institutionnelles en matière de RP (cf. Logique d'acteur institutionnel).

Ces trois logiques se retrouvent ainsi chez les CPs, tout en s'exprimant de façon différente selon leurs expériences et parcours professionnels respectifs. Rappelons ici l'importance qu'ont jouée les expériences de recherche collaborative dans le parcours de Clémence, le grand intérêt de Damien pour les mathématiques, ou encore le parcours de Chloé au plus près du terrain à titre d'enseignante de classe multi-âges puis d'enseignante ressource. Ces parcours professionnels teintent les choix et finalités que se donnent les CPs, lesquels reposent, par ailleurs, sur une base commune, partagée (les trois logiques d'action). Nos conclusions rejoignent ici celles formulées à la suite de l'analyse du genre et des styles CPs évoquée précédemment (Hanin et al., 2021), et demanderaient à être complétées pour dégager, au-delà des trois cas particuliers, les aspects génériques qui se dégagent de l'analyse de ce travail du CP.

Cette analyse permet aussi d'explorer le rôle que jouent les CPs dans l'accompagnement à la résolution de problèmes en contexte d'enseignement, en particulier dans la réflexion didactique portant sur celle-ci. Quelle réflexion didactique mise en œuvre par les CPs nous révèle cette analyse ? En choisissant d'entrer par de « bonnes » situations d'enseignement, de mettre le focus sur celles-ci et sur leur exploitation en classe, Clémence appuie son accompagnement sur des ressources provenant de la recherche en didactique des mathématiques, tant sur le plan des situations retenues, des ressources associées (articles, vidéos, etc.) que dans la manière dont elle gère l'exploitation et le retour sur ces situations avec les enseignants. Certains concepts didactiques pragmatiques guident l'accompagnement des situations expérimentées par les enseignants et le retour sur celles-ci, au regard notamment des adaptations possibles (un regard didactique qu'elle cherche à développer chez les enseignants). La stratégie de Chloé, en passant par les situations « ordinaires » des enseignants, est de laisser ceux-ci expérimenter en partant de leurs propres choix, de les laisser se « casser les dents » et réexpérimenter, de manière à développer chez eux une conscience des enjeux importants sur le plan didactique dans le travail autour du pilotage d'un problème en classe (focaliser sur les mathématiques des élèves plutôt que sur les conflits de toute sorte survenant dans la classe, cibler le retour sur des aspects liés aux mathématiques). En choisissant d'entrer par une banque personnelle de « bons » problèmes, Damien laisse refléter une réflexion didactique à forte saveur mathématique, qui porte à la fois sur l'idée de ce que peut être un « bon » problème et sur l'activité mathématique qu'il voudrait voir instaurée en classe. Son accompagnement sur ces problèmes, grâce à un travail

de collaboration et de co-construction avec les enseignants, fait en sorte d'engager ceux-ci, sur le plan didactique et sur le plan mathématique, dans l'analyse et l'amélioration de ces problèmes à la lumière de l'activité mathématique sollicitée, par le biais entre autres des stratégies susceptibles d'être mobilisées, stratégies qu'il tire directement des documents officiels (MELS, 2009).

5. Discussion-conclusion

Comme nous l'avons vu plus haut, l'analyse a permis de pressentir certains liens chez les CPs interviewés entre leur parcours professionnel, les formes d'accompagnement qu'ils privilégient dans les situations professionnelles qu'ils rapportent et les logiques d'action sous-jacentes. Il serait tout de même intéressant de pousser plus loin l'exploration des différentes sources d'influence des CPs dans leur accompagnement. D'une part, les liens avec le parcours professionnel pourraient être étudiés de manière plus explicite et approfondie dans le cadre d'une autre étude où les CPs pourraient développer davantage à la fois sur ce parcours mais aussi sur d'autres situations professionnelles représentatives de leur activité professionnelle. D'autre part, on peut penser qu'au-delà du parcours professionnel, d'autres facteurs liés au contexte d'exercice du métier sont susceptibles de teinter les formes d'accompagnement que le CP privilégie et les logiques d'action sous-jacentes. La prise en compte de ces facteurs, par exemple le nombre d'enseignants accompagnés, le ou les niveau(x) scolaire(s) concerné(s) par l'accompagnement, la possibilité de travailler en collaboration avec d'autres CPs, les contraintes et attentes des supérieurs, permettrait d'éclairer davantage l'activité professionnelle du CP.

L'analyse présentée ici a porté sur des situations professionnelles rapportées par les CPs rencontrés en entrevue. L'observation de leurs pratiques effectives aurait sans doute permis d'enrichir l'analyse et par le fait même notre compréhension de l'activité professionnelle de ces CPs. Aussi, notre analyse n'a porté que sur deux situations seulement par CP. Les logiques d'action qu'elle a permis de mettre en lumière sont donc largement tributaires des situations dont les CPs ont choisi de nous parler.

La démarche d'analyse retenue étant émergente, nous n'avions pas, au moment de mener les entrevues, une idée précise de la manière dont celles-ci seraient analysées. Ainsi, nous avons dû nous montrer prudentes au moment de rapporter et d'analyser leurs propos. Par exemple, nous n'avons pas toujours été en mesure de préciser les significations accordées par les CPs à certains objets de leur discours tels que « auto-validation », « situation-problème », « résolution de problèmes », « problème », « activité mathématique », « travail mathématique », etc., ni d'identifier avec certitude la provenance de ces significations (l'expérience du CP, la recherche en didactique des mathématiques, les documents officiels, ou autre).

Enfin, non seulement la recherche collaborative n'a été menée qu'avec huit CPs, mais l'analyse réalisée ici n'a été effectuée que sur trois cas. Dans ce contexte, nous ne

pouvons, ni ne souhaitons, prétendre avoir rendu compte de toute la diversité des approches d'accompagnement et des logiques d'action sous-jacentes des CPs en mathématiques au primaire au Québec en ce qui a trait à la résolution de problèmes en classe. D'autres chercheurs voudront peut-être mener des études connexes avec d'autres CPs, voire avec des CPs d'autres disciplines. De telles études pourront contribuer à éclairer davantage la complexité du métier de CP, en particulier celle des pratiques d'accompagnement mises en œuvre par cet acteur-clé du terrain.

Bibliographie

AMBLARD, H., BERNOUX, P., HERREROS, G. & LIVIAN, Y.-F. (1996/2005). *Les nouvelles approches sociologiques des organisations*. Paris : Seuil (2^{ème} édition augmentée 2005).

BACON, L., BEDNARZ, N., SABOYA, M., HANIN, V. & LAJOIE, C. (2019). L'intelligence professionnelle des conseillers pédagogiques au sujet de la relance lors du pilotage de la résolution de problèmes mathématiques en classe. *Actes du 5e colloque international de didactique professionnel, Former et développer l'intelligence professionnelle* (p.146-155), 23-25 octobre 2019.

BARRY, S. (2009). *Analyse des ressources mises à contribution par enseignant et chercheur dans l'élaboration de scénarios d'enseignement en dénombrement visant le développement de la modélisation en secondaire 1*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Montréal.

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

BEDNARZ, N. (2013b). Recherches collaboratives en didactique des mathématiques. Dans A. Bronner, C. Bulf, C. Castela, J.-P. Georget, M. Larguier, B. Pedemonte, A. Pressiat & E. Roditi (dir.), *Questions vives en didactique des mathématiques : problèmes de la profession d'enseignant, rôle du langage*. Actes de la 16e École d'Été de Didactique des Mathématiques (p. 121-170). Grenoble : La Pensée Sauvage.

BEDNARZ, N., BACON, L., LAJOIE, C., MAHEUX, J.F., & SABOYA, M. (2017a). L'activité réflexive en recherche collaborative : analyse polyphonique d'un projet mené avec des conseillers pédagogiques en mathématiques au primaire. *Revue Hybride de l'Éducation*, 4(1), 24-45.

BEDNARZ, N., BACON, L., LAJOIE, C., MAHEUX, J.-F. & SABOYA, M. (2017b). Two perspectives on diversity based on the pedagogical consultant's work on problem-solving in a teaching context. Dans J. Novotná & H. Moraová (dir.), *Equity and Diversity in Elementary Mathematics Education. Proceedings of SEMT'17* –

International Symposium on Elementary Mathematics Teaching (p. 53-62). Prague : Charles University.

BEDNARZ, N., MAHEUX, J-F., BACON, L., SABOYA, M., LAJOIE, C. & THIBAUT, M. (2019). Regards de chercheurs-conseillers pédagogiques sur les interactions en contexte de résolution de problèmes mathématiques en classe. *Éducation et francophonie*, 47(3), 140-162.

BILLON, V., BULF, C., CHAMPAGNE, M., COULANGE, L. & LHOSTE, Y. (2016). Étude des conditions du développement professionnel d'enseignants du premier degré : genèse de gestes professionnels et pragmatisme de concepts didactiques, *Recherches en Éducation*, 9, 23-41.

BLAIS, M. & MARTINEAU, S. (2006). L'analyse inductive générale : description d'une démarche visant à donner un sens à des données brutes. *Recherches qualitatives*, 26(2), 1-18.

BROUSSEAU, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La pensée sauvage.

BRIOT, M. (1998). *Logiques d'action et contenus d'enseignement : « l'effet équipe d'eps »*. Application aux objectifs de socialisation/citoyenneté, Thèse de doctorat, Université Joseph-Fourier, Grenoble 1.

BUCHETON, D. (2014). *Refonder l'enseignement de l'écriture*. Paris : Retz.

DAELE, A. & SYLVESTRE, E. (2020). Comment développer le conseil pédagogique dans l'enseignement supérieur ? Dans A. Daele et E. Sylvestre (dir.), *Définir le métier de conseiller pédagogique dans l'enseignement supérieur : approches de recherche et perspectives* (p. 151-174), Bruxelles : De Boeck supérieur.

DESGAGNE, S. (1998). La position du chercheur en recherche collaborative : illustration d'une démarche de médiation entre culture universitaire et culture scolaire. *Recherches qualitatives*, 18, 77-105.

DESGAGNE, S., BEDNARZ, N., COUTURE, C., POIRIER, L. & LEBUIS, P. (2001). L'approche collaborative de recherche en éducation : un rapport nouveau à établir entre recherche et formation. *Revue des sciences de l'éducation*, 27(1), 33-64.

DRAELANTS, H. (2007). Entre le pair et l'expert, trouver une distance qui convient : une question de légitimation pour le conseiller pédagogique. *Recherches sociologiques et anthropologiques*, 38(1), 163-182.

DUBET, F. (1994). *Sociologie de l'expérience*. Paris : Seuil.

DUCHESNE, C. & GAGNON, N. (2013). Les sources du sentiment d'efficacité personnelle des conseillers pédagogiques en tant que formateurs d'adultes. *Revue canadienne de l'éducation*, 36(4), 202-227.

- DUCHESNE, C. (2016). Complexité et défis associés aux rôles de conseiller pédagogique. *Revue des sciences de l'éducation de McGill*, 51(1), 635-656.
- FENICHEL, M. & MAZOLLIER, M.-S. (2011). Présentation de l'outil multimédia « enseigner les mathématiques en maternelle - quantités et nombres en images ». *Actes du XXXVIII Colloque COPIRELEM*, Dijon.
- GAGNON, B. (2010). Le conseiller pédagogique, un partenaire pour vivre les changements en éducation au Québec. *Vie pédagogique*, 153, 13-18.
- HAMEL, J. (1997). *Étude de cas et sciences sociales*. Paris: L'harmattan.
- HANIN, V., LAJOIE C., BEDNARZ, N., BACON, L. & SABOYA, M. (2021). Vers une meilleure compréhension du métier de conseiller pédagogique en mathématiques au primaire : une approche par le genre et les styles. *Phronesis*, 10(1), 52-71.
- HOULE, H. & PRATTE, M. (2003). Les conseillères et les conseillers pédagogiques. Qui sont-ils ? Que font-ils ? *Pédagogie collégiale*, 17(2), 20-26.
- HOULE, H. & PRATTE, M. (2007). *La fonction de conseiller pédagogique au collégial* (Rapport de recherche). Sainte-Foy : PERFORMA et CEGEP de Ste Foy.
- LACHAINE, C. & DUCHESNE, C. (2019). Le conseiller pédagogique en tant qu'agent de changement : compétences et leadership transformationnel. *Revue des sciences de l'éducation de McGill*, 54(3), 625-645.
- LAJOIE, C. & BEDNARZ, N. (2014). La résolution de problèmes en mathématiques au Québec: évolution des rôles assignés par les programmes et des conseils donnés aux enseignants. *Éducation et francophonie*, 42(2), 7-23.
- LAJOIE, C. & BEDNARZ, N. (2016). La notion de situation-problème en mathématiques au début du XXI^e siècle au Québec : rupture ou continuité ? *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 16(1), 1-27.
- LEROUX, M. (2017). Les conseillers et conseillères pédagogiques : ces piliers de l'insertion professionnelle. *Formation et profession*, 25(3), 119-122.
- LESSARD, C. (2008). Entre savoirs d'expérience des enseignants, autorité ministérielle et recherche : les conseillers pédagogiques. Dans P. Perrenoud, M. Altet, C. Lessard & L. Paquay (dir.), *Conflits de savoirs en formation des enseignants : entre savoirs issus de la recherche et savoirs issus de l'expérience* (p.169-181). De Boeck.
- MAES, O., COLOGNESI, S. & VAN NIEUWENHOVEN, C. (2018). «Accompagner/former» ou «évaluer/certifier». Une tension rencontrée par les superviseurs de stage des futurs enseignants ?, *Education & Formation*, e-308(10), 95-106.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU QUÉBEC (MEQ) (2001). *Programme de formation de l'école québécoise. Mathématique, éducation préscolaire, enseignement primaire*. Québec : Gouvernement du Québec.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DU LOISIR ET DU SPORT (MELS) (2009). *Progression des apprentissages. Mathématique*. Québec : Gouvernement du Québec.

MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION, DU LOISIR ET DU SPORT (MELS) (2010). *Cadre d'évaluation des apprentissages. Mathématique*. Québec : Gouvernement du Québec.

MUCCHIELLI, A. (1996). *Dictionnaire des méthodes qualitatives en sciences humaines et sociales*. Paris : Armand Colin.

OLIVEIRA, O. (2008). *Exploration de pratiques d'enseignement de la proportionnalité au secondaire en lien avec l'activité mathématique induite chez les élèves dans des problèmes de proportion*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Montréal.

PASTRÉ, P. (2011). La didactique professionnelle. Un point de vue sur la formation et la professionnalisation. *Education Sciences & Society*, 2(1), 83-95.

PASTRÉ, P. (2002). L'analyse du travail en didactique professionnelle. *Revue française de pédagogie*, 138, 9-17.

PASTRÉ, P., MAYEN, P. & VERGNAUD, G. (2006). La didactique professionnelle. *Revue française de pédagogie, Recherches en éducation*, 154, 145-198.

PASTRÉ, P. (1999). La conceptualisation dans l'action : bilan et nouvelles perspectives. *Éducation permanente*, 139, 13-35.

PAUL, M. (2016). *La démarche d'accompagnement. Repères méthodologiques et ressources théoriques*. Bruxelles : De Boeck.

PAUL, M. (2020). *La démarche d'accompagnement*. Éditions de Boeck.

ROBERT, A. & VIVIER, L. (2013). Analyser des vidéos sur les pratiques des enseignants du second degré en mathématiques : des utilisations contrastées en recherche en didactique et en formation de formateurs—quelle transposition ? *Éducation et didactique*, 7(7-2), 115-144.

ROGALKSI, J. (2003). Y a-t-il un pilote dans la classe ? *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 23(3), 343-388.

SABOYA MANDICO, M. (2010). *Élaboration et analyse d'une intervention didactique co-construite entre chercheur et enseignant, visant le développement d'un contrôle sur l'activité mathématique chez les élèves du secondaire*. Thèse de doctorat, Université du Québec à Montréal, Montréal.

SAMURÇAY, R. & PASTRÉ, P. (1995). La conceptualisation des situations de travail dans la formation des compétences. *Éducation Permanente*, 123, 13-31.

SCHNEIDER, M. & MERCIER, A. (2005). *Situations adidactique, situation didactique, situation-problème : circulation de concepts entre théories didactiques et idéologies pour l'enseignement*, AFIRSE, mai, Bordeaux.

STE-MARIE, A. (2013). *Analyse didactique du volet numérique du programme Fluppy au préscolaire*. Thèse de doctorat, Université de Montréal, Montréal.

CAROLINE LAJOIE

Université du Québec à Montréal (UQAM)

lajoie.caroline@uqam.ca

NADINE BEDNARZ

Université du Québec à Montréal (UQAM)

descamps-bednarz.nadine@uqam.ca

MIREILLE SABOYA

Université du Québec à Montréal (UQAM)

saboya.mireille@uqam.ca

VANESSA HANIN

Université catholique de Louvain (UCLouvain)

vanessa.hanin@uclouvain.be

LILY BACON

Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT)

lily.bacon@uqat.ca

Annexe 1 – Information envoyée par courriel aux CPs en vue de leur préparation à l’entrevue

En préparation pour l’entrevue, nous vous demandons de sélectionner **deux situations de travail** vécues se rapportant à votre **tâche d’accompagnement des enseignants au sujet de la RP**. Ces situations de travail peuvent être, par exemple : a) l’organisation et l’animation d’une séance de formation avec un groupe d’enseignant(e)s ; b) une manière de répondre à un questionnement d’enseignant(e) (ou groupe d’enseignant(e)s) ; c) l’élaboration d’une intervention menée avec un(e) enseignant(e) dans sa classe (à sa demande ou à la vôtre) ; d) ou toute autre situation de travail en lien avec l’accompagnement des enseignants au sujet de la RP.

Pour chacune des situations, afin de vous remémorer les éléments de cette situation importants à vos yeux et dont vous aimeriez témoigner, nous vous suggérons de rassembler les documents papier ou autre matériel liés à cette situation et nous vous invitons à repenser à cette situation, son contexte, son déroulement (ce qui s’est passé ; ce que vous avez entrepris), vos observations, vos intentions, vos questionnements, les défis rencontrés, etc. Vous pouvez aussi mettre par écrit quelques notes pour vous (pour vos yeux seulement) de manière à pouvoir en parler lors de l’entrevue.

Annexe 2 – Canevas d'entrevue

A- Rappel des objectifs de l'entrevue :

L'entrevue constitue un autre moyen/ façon de rentrer sur votre travail d'accompagnement auprès des enseignants sur la RP à partir de situations précises.

Dans le but de mieux comprendre ce que vous faites et ce qui guide vos interventions.

L'idée est aussi de mieux comprendre votre contexte de travail particulier pour avancer dans le projet avec vous (infos qui seront réinvesties dans notre travail collectif)

B- Rappel de la confidentialité des données dans le contexte des rencontres réflexives et de la diffusion

Ce dont on se parle aujourd'hui ne fera pas l'objet de discussion en grand groupe à moins que vous le rameniez vous-même lors de nos rencontres réflexives.

C- Rappel de la tâche de préparation

En préparation de cette entrevue, nous vous avons demandé de préparer quelques notes sur deux situations de travail sur lesquelles vous souhaitez échanger.

N.B. Les questions qui suivent visent l'obtention d'infos qui nous semblent pertinentes ; elles serviront de guide dans l'échange spontané autour de la présentation et discussion de chaque situation. Les questions posées et leur enchaînement doivent s'adapter au type de situation proposé par le CP.

D- Première situation

Description de la situation

Démarrons avec une première situation de travail que vous avez retenue.

Pourriez-vous dans un premier temps me faire une description de cette situation.

Contexte

De quelle manière a-t-elle émergé / comment a-t-elle pris forme ?

Quelles étaient les personnes impliquées ? (groupe particulier d'enseignant(e)s ?)

À quel moment de l'année scolaire s'est-elle déroulée ?

Dans quelles conditions s'est déroulée cette situation de travail ?

Y a-t-il des éléments dont vous avez dû tenir compte avant ou en cours de déroulement ?

Y a-t-il des éléments qui vous ont obligé(e) à adapter ou modifier ce à quoi vous aviez pensé avant de rencontrer les enseignant(e)s ?

Mise en œuvre de la situation (actions, décisions)

Situation groupe organisée	Intervention en classe	Réponse à enseignant(s)
Comment s'est déroulée votre séance de formation ? Qu'est-ce qui s'est passé avec les enseignant(e)s ?	Comment s'est déroulé le travail conjoint avec l'enseignant(e) lorsque vous avez élaboré cette intervention en classe ?	Comment vous y êtes-vous pris pour répondre à l'enseignant(e) ou au groupe d'enseignant(e)s ?
Quelles interventions/actions avez-vous entreprises auprès de l'enseignant(e) /groupe d'enseignant(e)s (avec l'enseignant(e) en classe) ? Qu'aviez-vous en tête en faisant cela (en lien avec une action locale qui vient d'être décrite) ? Quelles ont été les réactions des enseignant(e)s ? Qu'avez-vous observé chez les enseignant(e)s ? Est-ce que vous aviez anticipé ces réactions ou non ? Comment avez-vous interprété leurs réactions ? Comment y avez-vous réagi ? Qu'est-ce que vous en avez dégagé ? L'avez-vous réinvesti à un autre moment ? Ou pensez-vous réinvestir cela dans votre travail futur ?		
Est-ce que ce type d'intervention est représentatif de ce que vous faites couramment ou bien est-ce que ça été une intervention ponctuelle, élaborée « on the spot » ? Est-ce un type d'intervention que vous avez mené plus d'une fois ? Votre manière d'intervenir est-elle semblable d'une fois à l'autre ? Qu'est-ce que vous avez modifié de fois en fois, pourquoi ? Durant le déroulement de la situation, y a-t-il des éléments qui vous ont questionné ? Qui vous ont fait douter ? Qui ont fait difficulté ? Comment y avez-vous réagi ?		

Intentions avant/dans l'action et enjeux

Situation groupe organisée	Intervention en classe	Réponse à enseignant(s)
Quelles étaient vos intentions ? Ont-elles changé en cours de route ?	Quelles étaient vos intentions en travaillant à cette intervention avec l'enseignant(e) ? Avez-vous les mêmes intentions l'enseignant(e) et vous ?	Les intentions se sont-elles précisées à mesure ? Ont-elles changé en cours de route ?

	Comment avez-vous négocié les intentions avec l'enseignant(e) sur le but de votre présence en classe ? Les intentions ont-elles changé en cours de route ? Quels sont les facteurs qui ont provoqué des changements ?	
Quel en étaient les éléments clés ou les incontournables ? Quels éléments ne devaient surtout pas être échappés ?	Quels enjeux ou défis vous semblaient présents au départ ? ...ont émergé en cours de route ?	Quels enjeux ou défis vous semblaient présents au départ ? ...ont émergé en cours de route ?
Pourquoi vous vous y êtes pris de la manière dont vous vous y êtes pris ?		

E- Deuxième situation

Si nous avons suffisamment de temps, on reprend le même questionnaire que pour la première situation, sinon : Comment la décririez-vous ? En quoi cette deuxième situation se distingue-t-elle de la première ?

F- Motif derrière le choix des deux situations

Pourquoi avoir choisi de parler de ces deux situations ? Qu'est-ce qui les distingue ? Que représentent-elles par rapport à ce que vous faites avec les enseignants ? Y a-t-il d'autres contextes/situations d'accompagnement qui représentent bien ce que vous faites avec les enseignants ?

G - Parcours professionnel

S'il reste du temps... Info sur parcours professionnel jusqu'au poste de CP qu'elles/ils occupent actuellement (enchaînement des postes jusqu'au poste actuel).

Comment en êtes-vous venus à être CP ? Quelles expériences préalables à l'obtention du poste de CP vous ont amenés à devenir CP ? Combien d'années d'expérience comme CP ? Pouvez-vous nous décrire votre expérience comme CP (différents postes, différents lieux, différents dossiers...) Quelles autres expériences de travail (ex. projet de recherche ; charge de cours, etc.) avez-vous et qui sont en lien ou soutiennent votre travail de CP ? Quelles collaborations entretenez-vous avec d'autres CP (même CS ou autre CS) ? Que pouvez-vous nous dire de ce travail en collaboration ?

Annexe 3 – La chasse aux trésors

La description sommaire du scénario « chasse aux trésors », portant sur la composition additive des nombres, est la suivante (pour plus de détails, voir Ste-Marie, 2013). Nous reprenons ici les propos de Clémence pour la décrire.

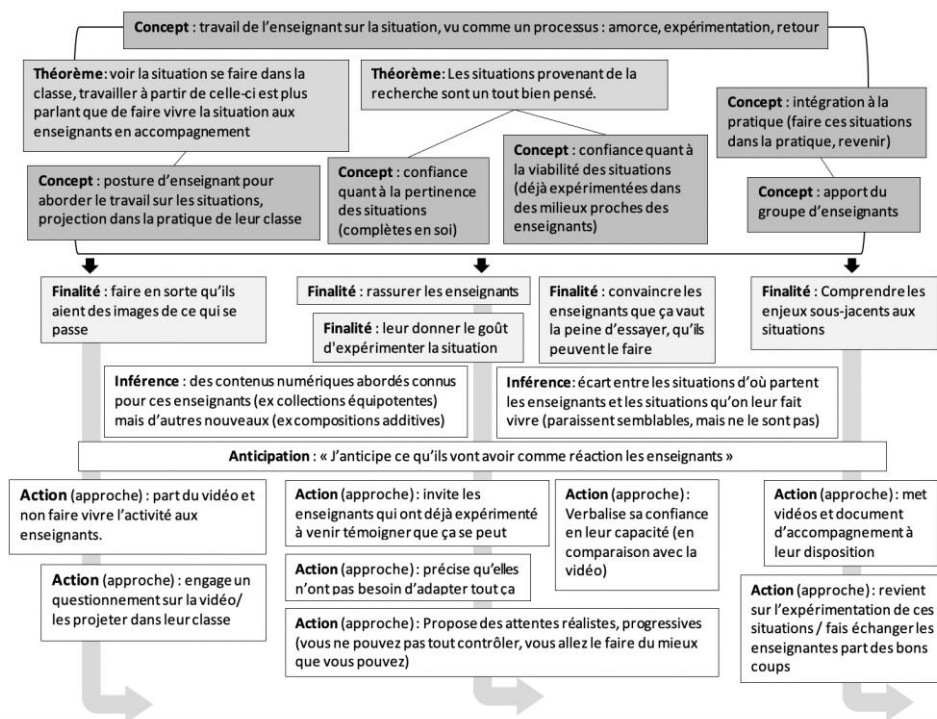
Une bande numérique est installée au sol (ex. avec des nombres de 1 à 10). Un trésor est caché sous un des nombres de la bande, que des enfants, qui jouent le rôle de pirates, vont devoir retrouver à partir d'indices fournis par d'autres enfants, les éclaireurs.

Dans un premier temps (mise en route), c'est l'enseignante qui joue le rôle d'éclaireur. Les enfants se ferment les yeux, ils ne voient pas ce que fait l'enseignante pendant qu'elle cache sous la bande, par exemple à la case 3, une feuille, et sous la case par exemple 8, le trésor. Elle prépare des indices (un certain nombre de jetons dans deux verres), le premier permettant de se rendre à la première case où est cachée la feuille, le deuxième permettant de se rendre au trésor à partir de là. Elle explique aux enfants que le premier verre leur permet de se rendre au premier indice, et que le deuxième verre leur permet de trouver le trésor. Les enfants déposent sur chacune des cases un jeton, dans une correspondance terme à terme avec les cases, jusqu'à ce que le premier verre soit vide. Ils regardent en dessous et voient la feuille. On leur dit alors ok je te donne le deuxième indice qui va te permettre de te rendre au trésor. Ils continuent dans une correspondance terme à terme jusqu'à ce que le verre soit vide, trouvant le trésor.

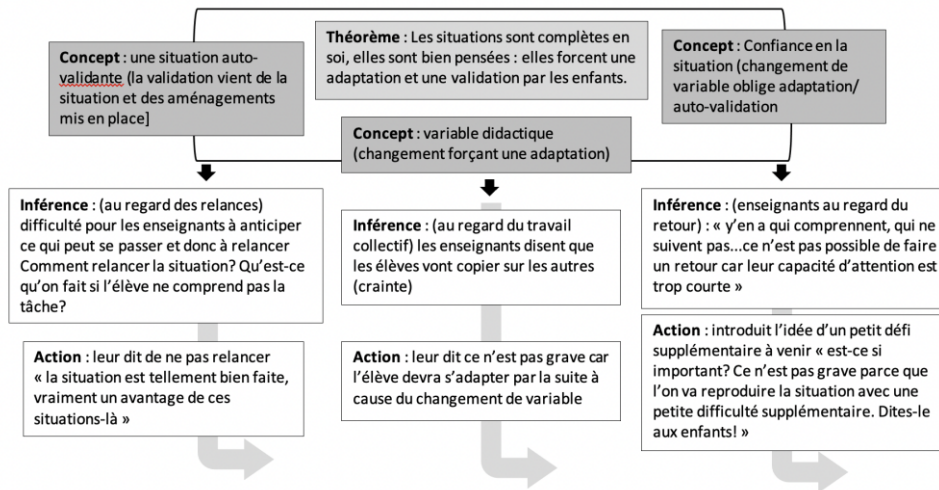
Dans un deuxième temps, les enfants (qui jouent le rôle d'éclaireurs) ont des jetons, deux verres et la piste devant eux (avec des nombres de 1 à 10) pour les aider. Ils n'ont pas le droit d'aller au sol, et on leur dit pour la première fois par exemple, ok tout le monde on met son trésor à 8, et maintenant tu peux décider où tu mets ton indice (certains le mettent à 3, d'autres équipes à 4, d'autres à 5...). Et là on dit « c'est bon, une fois que tu as décidé de ton indice et de ton trésor, prépare les indices qui permettront de te rendre au 3 (4, 5..) et au 8. Bref, ils préparent leurs indices et après ils vont chercher un pirate qui doit essayer de trouver le trésor à partir des indices.

Par la suite, les éclaireurs deviennent pirates et on fait la même chose en modifiant la place du trésor (par ex. à 10). Différentes variables didactiques sont introduites et il y a toujours un retour.

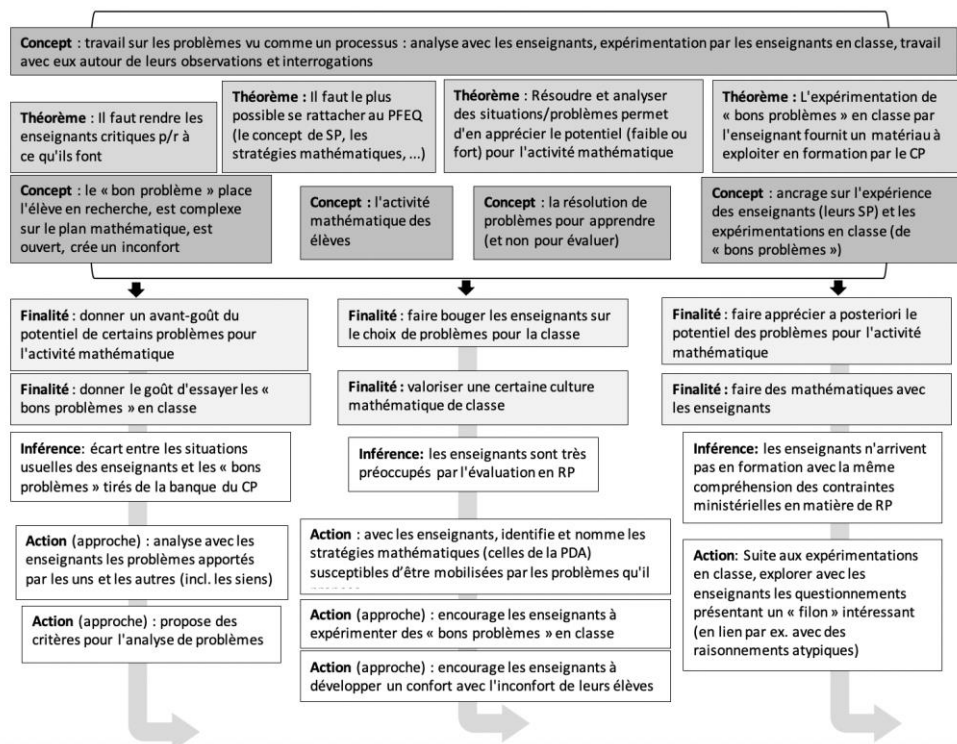
Annexe 4 – Les constituants de l'activité de Clémence lors de l'accompagnement des enseignants à propos du pilotage en classe de la « chasse au trésor » (mise en route et suivi)



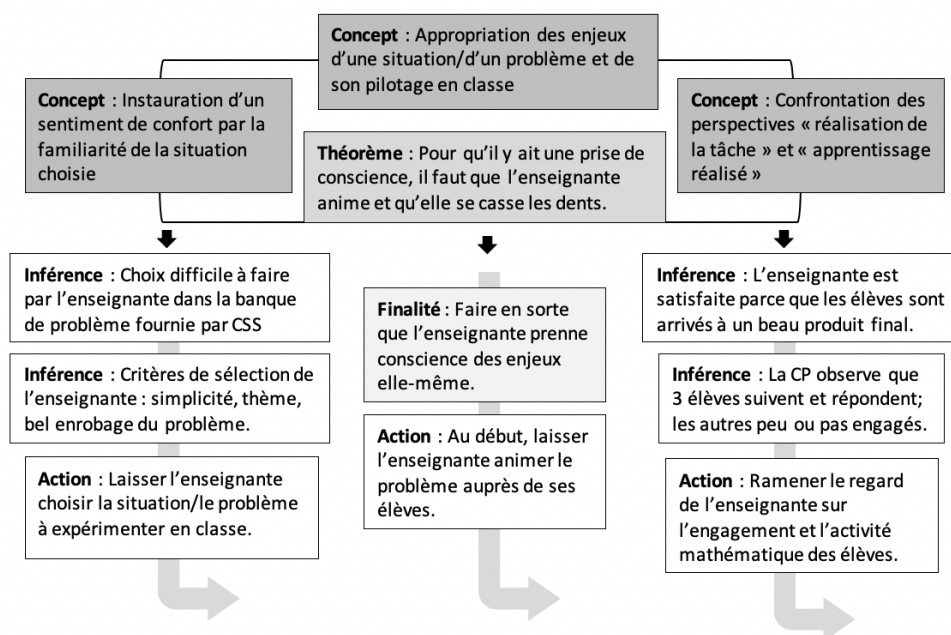
Annexe 5 – Les constituants de l’activité de Clémence lors de l’accompagnement des enseignants à propos du retour sur le pilotage en classe de la « chasse au trésor »



Annexe 6 – Les constituants de l'activité professionnelle de Damien



Annexe 7 – Les constituants de l'activité professionnelle de Chloé



LILY BACON, MIREILLE SABOYA

LA SUPERVISION DES STAGES EN ENSEIGNEMENT DES
MATHÉMATIQUES AU PRIMAIRE ET AU SECONDAIRE : ANALYSE
DES OBJETS ET DES DYNAMIQUES D'INTERACTION ENTRE LES
ACTEURS DE LA FORMATION

Abstract. *Supervision of practicum in teaching of mathematics in elementary and secondary levels: analysis of the objects and dynamics of interaction between the training actors.* In Quebec, practicum in teacher training alternates between moments of action in the classroom and analysis of these experiences by the trainee, the associate teacher and the university supervisor. Our involvement in the practicum as supervisors prompted us to become interested in what is addressed and discussed about mathematics teaching in the post-lesson interviews by the different actors in the training. From the analysis of two cases, there emerge convergent, complementary or divergent perspectives of the situations discussed and of what underlies a mathematics teaching activity recognised as relevant by the actors.

Keywords. practicum, teaching of mathematics, polyphony, professional didactic

Résumé. Au Québec, les programmes de formation à l'enseignement prévoient des activités de stage caractérisées par une alternance d'expériences d'enseignement et d'analyse de ces situations de classe par la stagiaire, l'enseignante associée et la superviseure universitaire¹. Notre implication dans les stages nous a amenées à nous intéresser à ce qui est discuté lors des entretiens post-leçon au sujet de l'enseignement des mathématiques. De l'analyse des deux triades de formation étudiées émergent, d'une part, les enjeux révélateurs de ce qui fonde un enseignement mathématique jugé pertinent et viable par les formatrices et les stagiaires et d'autre part les dynamiques convergentes, complémentaires ou divergentes des échanges caractérisant l'articulation de leurs perspectives.

Mots-clés. formation pratique, enseignement des mathématiques, polyphonie, didactique professionnelle

1. Contexte de l'étude : la supervision de stage en formation initiale

Au Québec, les stages de formation en enseignement, autant au primaire qu'au secondaire, suivent un dispositif d'alternance entre des moments d'action en classe par la stagiaire et des moments d'échanges avec ses formatrices. Cette équipe de

¹ Le genre féminin a été retenu dans ce texte, les acteurs impliqués dans les supervisions rapportées ici étant toutes des femmes.

formation est constituée par une enseignante associée² en exercice dans le milieu scolaire et par une superviseure universitaire. Cette dernière assume des fonctions administrative, pédagogique, et de soutien auprès de la stagiaire (Villeneuve, 1994). Enz et al. (1996) et Gervais et Desrosiers (2005) lui reconnaissent trois rôles principaux : une accompagnatrice de la stagiaire, une médiatrice entre l'université et le terrain et une personne ressource pour l'enseignante associée avec qui elle fait équipe. Les deux formatrices ont évidemment la responsabilité conjointe de sanctionner les apprentissages de la stagiaire, mais les rôles de chacune se définissent d'abord et avant tout par leur fonction pédagogique (Bujold, 2002). En effet, l'enseignante associée et la superviseure accompagnent et encadrent toutes deux le développement des compétences professionnelles de la stagiaire et se partagent l'espace de formation en stage. En première ligne, il y a l'enseignante associée qui accueille la stagiaire dans sa classe et qui l'accompagne sur une base régulière dans l'expérience de la classe pour un temps variable selon le stage concerné. L'enseignante associée discute et conseille la stagiaire sur sa planification et sur les enjeux dans le pilotage auprès de son groupe d'élèves. La superviseure universitaire offre pour sa part un accompagnement plus ponctuel sous forme de supervisions dans le milieu scolaire³. L'annexe 1 présente une description plus détaillée de ces dispositifs de stage au primaire et au secondaire.

À chaque supervision de la superviseure universitaire dans le milieu scolaire fréquenté par la stagiaire, les deux formatrices – enseignante et superviseure – observent la stagiaire en action auprès du groupe d'élèves le temps d'une séance d'enseignement. Par la suite, un entretien post-leçon s'organise en dyade (stagiaire - superviseure) ou en triade (stagiaire – enseignante – superviseure) au cours duquel la stagiaire est engagée dans un travail d'analyse et de réflexion sur l'expérience vécue. Les formatrices, quant à elles, font part de leurs observations, partagent leur analyse, offrent des conseils et des pistes d'action. Elles rendent également visibles des enjeux variés qu'elles jugent pertinents, offrant par le fait même leur interprétation sur les situations de classe survenues et une certaine pratique enseignante attendue. Il revient à la superviseure universitaire d'animer ces échanges de manière à inciter la stagiaire à mettre en relation son expérience pratique, les

² Notons que cette terminologie varie selon les pays : maîtres de stage, formateurs de terrain, enseignant-formateur, tuteur terrain.

³ Les superviseures animent également des séminaires sur campus universitaire qui regroupent l'ensemble des stagiaires d'une cohorte. Des rencontres individuelles sont aussi menées au besoin avec la superviseure pour préparer ou faire le bilan du stage. Les superviseures n'étant pas toutes professeures universitaires (certaines proviennent du milieu scolaire, ex. : enseignante ou direction à la retraite), elles ne sont pas impliquées dans les autres cours du programme en enseignement.

situations discutées avec les formatrices et les connaissances théoriques qu'elle a développées dans ses cours universitaires (Portelance et al., 2008). Ce type de supervision, privilégié dans les programmes québécois de formation à l'enseignement, relève d'un modèle clinique plutôt que de contrôle (Gervais & Desrosiers, 2005). Il s'agit d'un acte complexe de construction conjointe, impliquant la coopération des différents acteurs du stage dans des tâches d'observation critique, d'analyse et d'interprétation de situations éducatives, de pratiques d'enseignement visant à favoriser le développement des compétences de la stagiaire et la transformation de son action éducative dans le respect des politiques institutionnelles (Rousseau & St-Pierre, 2002).

De nombreuses recherches se sont intéressées à la formation pratique à travers les stages en enseignement. Certaines études s'attardent aux enseignantes associées (Gouin & Hamel, 2015 ; Malo, 2011 ; Van Nieuwenhoven & Colognesi, 2015) et d'autres aux superviseures universitaires (Correa Molina, 2008 ; Gouin & Hamel, 2015 ; Malo, 2011) sous l'angle de leur rôle. Par exemple, Colognesi et Van Nieuwenhoven (2017) dégagent sept gestes professionnels⁴ que pose la superviseure universitaire lors des supervisions. Le point de vue de la stagiaire est également d'intérêt au regard du travail et de la relation qui s'organisent avec les formatrices (Caron & Portelance, 2017 ; Colognesi et al., 2018 ; Montgomery, 2007). À un autre niveau, des études ont exploré la formation offerte par les universités et destinée aux enseignantes associées ainsi qu'aux superviseures universitaires (Portelance et al., 2008 ; Portelance, 2009). Plusieurs de ces recherches soulignent la nécessité pour l'enseignante associée et pour la superviseure de se parler, d'échanger sur le développement des compétences professionnelles afin de favoriser une articulation entre théorie et pratique lors de l'accompagnement des stagiaires (Caron & Portelance, 2017 ; Desbiens et al., 2012 ; Rivard et al., 2009). Cependant, comme Gouin et Hamel (2015) le précisent, « les pratiques de supervision sont peu connues et peu partagées » (p. 15), en ce sens que nous en savons peu sur la collaboration entre la superviseure universitaire et l'enseignante associée, sur leur concertation pour développer les compétences professionnelles des stagiaires.

⁴ Les auteurs s'intéressent au genre (Clot & Faïta, 2000) qui se rapproche des gestes professionnels de Jorro (1998, 2012). Le genre est défini comme « les gestes communs incontournables d'un collectif de travailleurs lorsqu'ils réalisent une activité professionnelle » (Colognesi & Van Nieuwenhoven, 2017, p.8). Les chercheurs précisent que ces gestes peuvent être partagés de façon explicite ou implicite. *Laisser la parole à la stagiaire pour qu'elle exprime son ressenti, réagir à ce qu'elle dit, lui poser des questions d'éclaircissement, lui donner des conseils, des pistes* sont des exemples de gestes identifiés.

S'intéressant aux échanges entre superviseure universitaire et enseignante associée, Couture et Bouissou (2003) rapportent trois types de dynamiques. Le premier est un moment de complicité, les deux formatrices ayant une vision commune et partagée, offrant ainsi « des points de convergence entre théorie et pratique » (p. 89). Le deuxième type fait état de moments de tensions qui sont caractérisés par un certain déséquilibre vécu par l'une ou l'autre des formatrices et qui aboutissent à une réflexion sur les divers points de vue. Cette tension peut être source d'une autre dynamique, une incompréhension de part et d'autre, chacune des formatrices restant sur ses positions. Dans ce cas, le dépassement de cette incompréhension exige des recadrages importants de part et d'autre.

Toutes ces recherches abordent peu l'angle didactique de la supervision qui est source d'intérêt pour nous. À cet effet, Adihou et al. (2018) ont analysé les interactions entre une superviseure universitaire et une stagiaire sous l'angle des faits didactiques identifiés et relevés par la superviseure universitaire lors de l'entretien post-leçon. Ils soulignent que la stagiaire a été conduite « à revenir sur ses choix didactiques et à se rendre compte de leurs effets sur l'apprentissage des élèves » (p. 161). Cette étude rend bien compte des analyses didactiques menées par la dyade formée par la stagiaire et la formatrice universitaire qui est également didacticienne.

Pour notre part, nous souhaitons étudier ces dynamiques dans ce même contexte mais au sein de triades de formation, c'est-à-dire entre enseignante associée, superviseure universitaire et stagiaire. Ainsi, c'est en tant que chercheuses et formatrices en didactique des mathématiques et en raison de notre implication comme superviseures dans les stages au primaire (pour Bacon) et au secondaire (pour Saboya) que nous sommes ici interpellées en regard de la contribution des différents acteurs en formation initiale à l'enseignement. Qu'est-ce qui se dégage des entretiens post-leçon entre la stagiaire, l'enseignante associée et la superviseure-didacticienne au sujet de l'enseignement des mathématiques ? Ainsi, notre questionnaire porte sur la dynamique de la triade, sur les objets de discussion et d'analyse qui sont abordés lors des entretiens post-leçon et ce que ces échanges offrent comme regard sur l'enseignement des mathématiques, sachant que ceux-ci représentent un apport potentiel pour le développement professionnel autant de la stagiaire que des formatrices.

Nous rapportons dans ce texte l'étude de deux triades qui s'inscrivent à deux niveaux d'enseignement différents, au primaire et au secondaire. Nous cherchons à dégager d'une part les interprétations des différents acteurs de la triade au sujet des situations professionnelles d'enseignement des mathématiques vécues et observées en stage, les enjeux que chacun relève ; et d'autre part les dynamiques d'interaction et les maillages entre les différents points de vue qu'elles induisent.

2. Aborder le stage et la supervision : quelques concepts porteurs

Au moment d'endosser nos rôles de superviseure de stage, nous n'avons suivi aucune formation⁵ particulière liée à cette fonction de supervision et nous assumons nos différentes fonctions en nous appuyant sur nos référents didactiques de même que sur notre expérience de formatrices universitaires et d'enseignantes au primaire (pour Bacon) et au secondaire (pour Saboya). Nous avons cherché après coup des concepts théoriques qui nous permettraient d'éclairer ce qui s'organise lors des échanges entre les formatrices et la stagiaire au regard de l'enseignement des mathématiques. Nos travaux passés et récents nous ont inspirées dans cette démarche (voir Bacon, 2011 ; Bacon & Saboya, 2013 ; Bacon et al., 2019 ; Bednarz et al., 2020). Le cadre de la didactique professionnelle (DP) est sollicité pour détailler ce dont parlent les acteurs de la formation, les objets d'interaction au sujet des situations d'enseignement des mathématiques observées et de l'activité d'enseignement mise en œuvre par la stagiaire ou explicitée par les formatrices. Les concepts de la DP sont alors utilisés pour aborder l'enseignement des mathématiques tel que réalisé par les stagiaires, ou encore tel qu'attendu par les formatrices. Les dynamiques de ces interactions sont quant à elles esquissées en ayant recours au concept de polyphonie attribué à Bakhtine (1970, 1978, 1984). Les voix et les plans multiples convoqués par les formatrices et les stagiaires contribuant à cette polyphonie nous permettent d'aborder cette fois-ci les situations de supervision en stage et rendent compte des points de vue variés qui s'y croisent et de leur mise en relation.

2.1. Didactique professionnelle : objet et modalité de formation

Le contexte de formation relatif aux stages en milieu d'exercice du métier d'enseignant nous a amené à nous intéresser dans un premier temps au cadre de la DP qui propose des concepts porteurs pour envisager le développement professionnel du praticien en devenir et le rôle des formateurs. Les concepts fondateurs tel que développés par Pastré⁶, revisités par Vinatier (2013, 2009) pour le travail enseignant et le rôle du praticien expérimenté dans le développement du métier par le novice tel qu'étudié par Mayen (2002) ont été particulièrement inspirants pour éclairer ce qui est discuté au sujet de l'enseignement des mathématiques au sein des triades de formation en stage.

⁵ Quoiqu'une formation des enseignants associés existe au Québec et est offerte depuis quelques années, la formation des superviseurs n'est pas encore dispensée de manière systématique.

⁶ Issus de ses travaux sur l'analyse de l'activité professionnelle liée à des métiers impliquant des interactions homme-machine (Pastré, 1999).

2.1.1 Des outils de pensée développés dans l'action, pour l'action

Pour la DP, au-delà de l'acquisition de certains savoirs⁷, le développement de compétences professionnelles s'appuie plus particulièrement sur les significations construites par le praticien débutant au sujet des situations de travail qui constituent son métier (Mayen, 2002). Le cadre de la DP nous propose ainsi une définition opérationnelle de la compétence et de son développement qui se fonde sur la théorie de la conceptualisation dans l'action telle qu'exposée par Vergnaud (1996). L'expérience du métier en situations de travail réelles ou simulées est considérée comme une condition essentielle au développement professionnel et l'objet d'apprentissage et de formation est conçu en termes de couple activité-situation professionnelle. Ainsi selon Pastré (2004) :

« Être compétent ce n'est pas savoir appliquer un ensemble de connaissances à une situation, c'est savoir organiser son activité pour s'adapter aux caractéristiques de la situation [...]. » (Pastré, 2004, p. 8).

Le développement des compétences professionnelles est alors vu comme la conceptualisation dans l'action des situations de travail, c'est-à-dire la construction de sens par le praticien des tâches professionnelles à mener (ce qu'il y a à faire), des finalités qui leur sont associées et des contraintes qui les balisent. C'est également la construction d'une activité professionnelle (comment faire ce qu'il y a à faire) qui implique l'interprétation de la situation et la mise en œuvre d'actions qui y sont adaptées. À travers cette conceptualisation, le praticien circonscrit des caractéristiques qu'il considère déterminantes au cœur de ces situations professionnelles et dont la prise en compte s'avère essentielle pour que l'action soit jugée pertinente, ce que la DP appelle les organisateurs de l'activité. Ces derniers représentent non seulement des caractéristiques de la situation de travail, mais constituent également des éléments qui régulent l'activité professionnelle dans l'exercice du métier.

Ces organisateurs de l'activité, sont des outils de pensée au service de l'action qui prennent la forme de théorèmes (propositions tenues pour vraies) ou encore de concepts (propositions considérées comme pertinentes pour l'action) associés à des classes de situations professionnelles. Ces concepts et théorèmes sont construits dans l'action par le praticien⁸, partagés et transmis par la communauté de pratique et les formateurs ou encore sont issus de savoirs théoriques et pragmatisés pour être au service de l'action (Munoz, 2007). Ils orientent la lecture et l'interprétation de la

⁷ Dans le cas du travail enseignant, on peut penser aux savoirs disciplinaires, didactiques, pédagogiques, etc.

⁸ Plus ou moins implicites, on en parlera alors, selon Vergnaud (1996), en termes de théorème-en-acte et de concept-en-acte.

situation en ce sens qu'ils déterminent les informations à prélever, leur donnant ainsi le statut d'indicateurs significatifs et ce qu'on peut en inférer dans le but de cerner la situation et y agir (inférence). Ils influencent les intentions, les besoins (buts), les attentes et les anticipations de même que les actions du praticien. Dit autrement, ces différents constituants de l'activité : buts, anticipations, inférences, de même que les actions prennent leur sens à travers les organisateurs de l'activité (concepts et théorèmes) développés par le praticien au sujet des situations professionnelles et des tâches à accomplir telles qu'il se les définit.

Vinatier (2013, 2009), s'est intéressée à la transposition de ce cadre pour le métier enseignant, dont la mission de faire apprendre un tiers et la dimension interactionnelle du travail colorent l'activité de manière particulière. Pour Vinatier, le travail enseignant est à considérer comme une « activité en tension entre différents registres de fonctionnement » (p.76) : le niveau épistémique centré sur le savoir scolaire en jeu, le niveau pragmatique lié à la gestion de la séance d'enseignement et le niveau relationnel faisant référence au mode de relation avec les élèves. L'objet de l'activité enseignante prend ainsi une forme multifacette et l'action en classe peut être interprétée à la lumière de ces grandes catégories d'enjeux.

2.1.2 La médiation sociale comme moteur du développement professionnel

L'expérience du métier quoiqu'essentielle au développement professionnel, n'est parfois pas suffisante pour que le novice entrevoie les enjeux jugés significatifs par sa communauté de pratique. Ce constat fait dire à Samurçay et Pastré (1998) :

« On peut en conclure que la prise de conscience, le processus par lequel le sujet réélabore ses conduites à un niveau supérieur, est une activité qui ne s'accomplit pas toujours spontanément. On doit alors penser le développement non seulement comme le fruit d'une appropriation personnelle mais également comme un processus d'apprentissage socialement médiatisé comme le suggère Vygotsky. » (Samurçay & Pastré, 1998, p.6)

Ainsi, l'influence d'une certaine médiation socioculturelle sur le processus de développement des compétences professionnelles par le biais de la tutelle opérée par le praticien expérimenté ou le formateur, entre autres, est tout aussi déterminante. Selon Pastré (2004), cette médiation peut s'opérer a) avant la mise en action de l'apprenant, la discussion servant alors à préparer l'action à venir, à anticiper ce qui peut survenir ; b) pendant l'action de l'apprenant, le formateur questionne, commente ou conseille *in situ* au sujet de l'activité en cours ; et c) après l'action où apprenant et formateur reviennent sur la situation vécue et en font l'analyse.

Que les échanges entre formé et formateurs se déroulent avant, pendant ou après l'action, chacun de ces moments représente une occasion d'introspection, d'analyse, de réflexion critique et de croisement des points de vue et contribue au processus de

conceptualisation de l'apprenant sur ses situations de travail, son activité et son identité professionnelle. Pour Mayen (2002), à travers les questions formulées ou encore les analyses des situations et de l'action observées, partagées par le formateur, la médiation sociale s'offre alors comme un « prêt de conscience »⁹ qui apporte un éclairage sur l'activité professionnelle attendue : quelles intentions poursuivre ou quelles anticipations considérer ? Quelles informations signifiantes prélever en situation et comment les interpréter ? Quelles actions mettre de l'avant ?

Dans le cas du travail enseignant, l'apport du collectif est d'autant plus important compte tenu des particularités du métier. En effet, sa nature discrétionnaire, le caractère dynamique et complexe des situations d'enseignement-apprentissage, la dimension interactionnelle qui le compose et les indices diffus, décalés des effets de l'activité d'enseignement sont autant d'éléments qui vont avoir une incidence sur ce qui sera considéré comme une activité professionnelle « efficace, pertinente ». Comme le mentionne Vinatier, l'activité enseignante se trouve alors orientée non seulement par des caractéristiques des situations professionnelles, mais également par les significations, valeurs, etc. partagées par les enseignants d'expérience, constitutives de ce qui peut être considérée comme une identité professionnelle collective ou encore ce que Clot et Faïta (2000) appelle un « genre professionnel ».

Ainsi, l'expérience vécue en stage, mais aussi les échanges avec les formateurs vont contribuer à la conceptualisation des situations professionnelles, et par conséquent à dessiner les contours des caractéristiques à prendre en compte ou des enjeux à considérer pour que l'activité puisse être reconnue comme viable en contexte réel d'exercice et féconde sur le plan des apprentissages (mathématiques dans notre cas)¹⁰. La construction des organisateurs de l'activité (concepts et théorèmes) déterminants qui en résulte, contribue du même coup au développement des compétences et de l'identité professionnelle de la stagiaire.

Dans le cas des stages en éducation tels que vécus à l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (primaire) et à l'Université du Québec à Montréal (secondaire), lorsque la stagiaire est en activité auprès du groupe d'élèves, les formatrices interviennent peu ou pas et vont surtout observer le pilotage de la situation d'enseignement par la stagiaire. Ce sont davantage les moments avant (entretien pré-leçon) et après l'action (entretien post-leçon) qui seront investis par les formatrices (dans notre cas la superviseure universitaire et l'enseignante-associée) pendant les supervisions. Les échanges de la triade s'organisent alors autour de la planification de l'action à venir pour un apprentissage mathématique

⁹ Mayen emprunte ici à Vygotski.

¹⁰ Cette idée de double critère – viabilité et fécondité – est développée dans Bednarz et al. (2001).

donné ou de la situation vécue et des actions de la stagiaire. Les supervisions analysées dans ce texte relèvent de ce dernier temps d'échanges, c'est-à-dire l'entretien post-leçon, qui se déroule une fois l'action de la stagiaire terminée.

L'alternance de moments d'action en classe et d'analyse soutenue par les formatrices (entretien post-leçon) représente un dispositif qui met en rapport dialectique les situations de classe expérimentées par la stagiaire et les interprétations partagées, formalisées par le collectif en stage (Vinatier, 2013). Ce dispositif est susceptible de contribuer au processus de conceptualisation chez la stagiaire des situations caractéristiques du métier et de son pouvoir d'agir (Ibid., p. 28). Les échanges entre les acteurs du stage qui ont lieu lors de l'entretien post-leçon au sujet des situations de travail rencontrées et le partage des perspectives au sujet de l'enseignement (mathématique dans notre cas) opèrent une certaine « condensation des situations » en mettant en lumière et en relation les éléments considérés comme pertinents par chacun. L'analyse avec les formatrices – enseignante associée et superviseure universitaire – invite la stagiaire à la prise de conscience de son interprétation de la situation et ce qui fonde son activité ainsi qu'à la mise à l'épreuve de leur pertinence. Aussi, en partageant leur lecture des situations, les formatrices explicitent certains constituants de l'activité professionnelle et même parfois des organisateurs de l'activité caractéristiques des situations de travail concernées qu'elles jugent pertinents.

2.2. Le concept de polyphonie emprunté à Bakhtine : voix et plans multiples

Dans le cadre de notre étude, les supervisions de stage analysées mettent en scène des triades de formation dont les acteurs sont porteurs de différentes expériences et expertises : une expérience praticienne de l'enseignement des mathématiques en classe¹¹, de même que des référents pédagogiques et didactiques servant de cadre d'analyse et d'intervention pour l'action en classe. Chacune, formatrices et stagiaires, contribue à la discussion à partir de ses propres représentations au sujet des situations de travail, de l'activité d'enseignement et de leur interprétation respective de ce qui fait que celle-ci est viable en contexte et féconde sur le plan des apprentissages. L'activité de supervision qui vise à favoriser le développement professionnel de la stagiaire s'organise alors dans le partage et le croisement de ces significations différentes. Mayen (1999) fait appel au concept de polyphonie pour rendre compte de ce processus sémiotique dans le cadre du développement professionnel :

¹¹ Les deux chercheuses-superveuses ont été toutes deux enseignantes au primaire (Bacon) ou au secondaire (Saboya).

« C'est cette polyphonie qui sature de signification les objets, les phénomènes, les formes de langage et les situations, mais c'est elle aussi qui constitue un des vecteurs potentiels du développement » (Mayen 1999, p. 75).

Ce concept de polyphonie, au cœur du processus de médiation, est emprunté à Bakhtine (1970, 1978, 1984) penseur marxiste russe qui l'a développé dans le cadre d'analyses littéraires notamment d'un roman de Dostoïevski. Bakhtine s'est, en effet, attardé dans l'analyse du discours, des dialogues entre les personnages de ce roman à dégager la multiplicité des voix, y compris celle de l'auteur, voix qui à la fois se distinguent et se confondent et contribuent à approcher l'intrigue, le récit sous différents angles et ainsi en exposer la complexité. Cette coexistence de voix multiples est nommée la polyphonie. Par ailleurs, le caractère multivocal s'applique lui-même à chacun des personnages. Ainsi, Bakhtine met en évidence dans le roman de Dostoïevski la présence de deux voix qui discutent entre elles dans un même personnage. De plus, cette polyphonie rend possible l'évocation de plans variés enrichissant les significations émergentes de différentes perspectives (par exemple, philosophique, sociale, littéraire, etc.).

Dans le contexte de la formation à l'enseignement (l'enseignement des mathématiques, dans notre cas), les entretiens post-leçon sont susceptibles de permettre l'émergence des voix variées suivantes par l'un ou l'autre des acteurs du stage : voix de la stagiaire et des formatrices, voix des élèves de la classe, voix de l'enseignante d'expérience ou de la didacticienne. Les diverses dimensions du métier enseignant et de l'acte d'enseigner constituent des plans généraux dans lesquels les échanges se situeront : plans pédagogique, didactique, social, psychologique, etc. Nos travaux précédents (Bednarz et al., 2020) nous ont permis de dégager plus finement ces voix et plans. Ainsi, les voix « élèves » peuvent référer aux élèves réels de la classe observée ou encore à des élèves génériques, fictifs. Les plans généraux convoqués se préciseront en référant par exemple au plan de la classe réelle ou d'une classe souhaitée, au plan des convictions personnelles des enseignants ou au plan des conditions d'exercice.

En s'inspirant des travaux de Bakhtine, nous abordons la supervision en stage comme une zone de dialogue (Couture & Bouissou, 2003) ou un « espace d'intersubjectivité » (Zarifian, 1996) dans lequel les échanges entre les acteurs rendent possible le croisement de points de vue convergents et divergents au sujet de la situation de classe observée et de l'activité d'enseignement mise en œuvre par la stagiaire. À travers cette polyphonie, les acteurs contribuent à étoffer, à donner de la chair à « ce qu'il y a à faire » en enseignement des mathématiques, i.e. des tâches professionnelles telles qu'ils se les définissent de même qu'à expliciter « comment faire ce qu'il y a à faire », à partir de l'activité professionnelle réalisée par la stagiaire ou attendue par les formatrices. Cette explicitation croisée qui se réalise après l'action en classe dans le cadre de la discussion en triade peut être considérée comme

un moteur de développement professionnel pour la stagiaire et de construction de nouveaux savoirs pour l'ensemble des acteurs au sujet des situations professionnelles et de l'activité qui y est pertinente.

En résumé, les concepts empruntés à la DP seront mis à profit dans l'analyse des discussions qui se sont déroulées au sein des deux triades après l'action en classe. L'interprétation des acteurs au sujet des situations d'enseignement des mathématiques vécues ou observées pourra être abordée à partir des constituants de l'activité de la stagiaire explicités par cette dernière ou ses formatrices. Certains constituant seront davantage inférés par les chercheuses à partir de l'analyse des entretiens post-leçon.

Par la suite, pour rendre compte des significations multiples sur les événements qui ont cours en classe et les dimensions auxquelles les acteurs du stage réfèrent, nous avons recours au concept de polyphonie de Bakhtine pour dégager l'apport particulier des différents acteurs du stage à l'enrichissement des significations sur les situations et activités d'enseignement vécues et observées. Ce deuxième regard permet d'aborder sous l'angle des voix et plans, les dynamiques d'interaction et les maillages entre les différents points de vue qui en résultent.

3. Éléments méthodologiques et processus d'analyse

Notre étude menée sur la supervision qui s'organise au sein de la triade de formation en stage et plus particulièrement sur la contribution des deux superviseuses-didacticiennes, l'une intervenant au primaire et l'autre au secondaire, s'inscrit dans une perspective exploratoire. Pour Van der Maren (1995), une recherche exploratoire a pour objectif de générer des hypothèses par l'observation des données et des relations qui peuvent s'y retrouver. Les discussions qui se déroulent après l'observation de la stagiaire, suivent un cadre général déterminé par les rôles établis pour chaque acteur de la triade ; les concepts mis au service de leur analyse interviennent après coup.

3.1. Description des triades concernées par l'étude

La triade du stage au primaire est constituée d'une stagiaire, que nous nommerons Julie, qui en est à son 3^e et avant dernier stage du Baccalauréat en Éducation Préscolaire et en Enseignement Primaire (BEPEP). Ce stage comprend 40 jours de présence en classe. À ce moment de leur parcours académique, les étudiants ont suivi un cours de mise à jour mathématique et deux cours de didactique des mathématiques. Julie était affectée à une classe de 1^{re} année (6-7 ans) dans une école publique située dans la région de l'Abitibi. Son enseignante associée cumulait alors plus de 15 ans d'expérience en enseignement. La chercheuse Bacon assurait le rôle de superviseure.

En règle générale, la superviseure universitaire effectue 4 visites de supervision qui se déroulent de la manière suivante : la veille de la visite, la stagiaire fait parvenir la planification¹² de la séance prévue à la superviseure. Au cours de la visite à l'école, la superviseure observe la stagiaire en activité sur une période d'environ 60 min. L'enseignante associée est également présente en classe et prend également le rôle d'observateur. Une fois la séance terminée, un temps d'analyse en triade s'organise (entretien post-leçon).

La triade du stage au secondaire implique une stagiaire, que nous nommons Marie, lors de son premier stage d'enseignement qui a lieu à la session d'automne de la deuxième année du Baccalauréat en Enseignement Secondaire (BES). Ce stage comprend 26 jours de présence en classe. À ce stade de leur formation, les étudiants ont suivi trois cours de didactique des mathématiques. Marie était affectée pour ce premier stage en secondaire 1 (élèves de 12-13 ans) dans une école publique située dans la région de Montréal. L'enseignante associée avait à ce moment une dizaine d'années d'expérience dans ce niveau scolaire. C'est la chercheuse Saboya qui a pris le rôle de superviseure. Pendant le stage, la superviseure visite deux fois la stagiaire. Elle assiste à une séance en classe d'une durée de 75 minutes dans laquelle elle observe la stagiaire sans intervenir. L'enseignante associée peut décider d'être présente en classe, à son gré¹³. Comme pour le primaire, une rencontre entre stagiaire, enseignante associée et superviseure universitaire fait suite d'une durée approximative d'une heure.

Dans nos pratiques de supervision, la discussion débute par la stagiaire qui est invitée à partager son interprétation du déroulement de la séance et son appréciation de ses interventions. Par la suite l'enseignante associée et la superviseure vont prendre la parole pour relever certains moments de la séance et vont questionner la stagiaire, proposer leur interprétation des situations et partager des conseils. Notons qu'au

¹² Planification d'une situation d'apprentissage (primaire) ou scénario d'une leçon (secondaire) pour laquelle/lequel un modèle type est offert aux stagiaires. Les stagiaires précisent les intentions poursuivies, les moyens prévus pour atteindre les intentions ainsi qu'un déroulement fin de la séance qui comprend les questions, consignes à formuler aux élèves, les réponses attendues, les difficultés anticipées... La superviseure et l'enseignante associée ont ainsi une idée précise de ce qui a été prévue par la stagiaire.

¹³ Au secondaire, il est suggéré aux enseignantes associées de ne pas assister à la séance. En effet, certains élèves modifient leur comportement lorsque leur enseignante est en classe. Par contre, la présence de la superviseure est vite oubliée par la plupart des élèves. Il est à noter que dans le cas du primaire comme du secondaire, la superviseure universitaire et l'enseignante associée qui observent la stagiaire en action en classe essaient que leur présence soit la moins perturbante possible pour les élèves et sur le déroulement de la séance. Elles sont donc assises en retrait et n'interviennent que rarement.

moment des supervisions concernées par l'étude, aucune difficulté majeure n'avait été attribuée aux stagiaires par l'une ou l'autre des formatrices.

Les deux superviseuses connaissaient déjà les enseignantes-associées impliquées. Il y a ainsi un lien de confiance entre ces formatrices, ce qui est un facteur important à prendre en considération dans l'étude que nous proposons dans ce texte. En effet, cette proximité facilite les échanges entre les partenaires, une explicitation des buts poursuivis et du rationnel sous-jacent. Nous ne sommes pas confrontés comme le soulignent Kauffman (1992) et Sanford et Hopper (2000) à un manque de communication substantielle et de coopération entre superviseure universitaire et enseignante associée, donc dans le cas où les échanges ne sont pas toujours fructueux.

De plus, précisons que notre implication dans les stages donne accès à nos intentions en fonction de nos interventions. Celles-ci ne seraient pas si facilement accessibles si les superviseuses n'étaient pas les chercheuses de l'étude.

3.2. Processus d'analyse

Comme nous l'avons mentionné précédemment, nous entreprenons l'analyse des échanges des triades en sollicitant certains concepts *a posteriori*. Ces derniers contribuent à la mise en relation et à la structuration des traces recueillies et une démarche d'analyse émergente est appliquée aux données (Blais & Martineau, 2006)

Les entretiens post-leçon de ces deux triades ont été enregistrés et nous avons produit les transcriptions de ces enregistrements. L'analyse des échanges a été menée en trois étapes. Dans un premier temps, des lectures répétées des transcriptions nous ont permis un découpage des échanges en épisodes. Chaque épisode représente une discussion entre les acteurs d'une triade se rapportant à un même moment du déroulement de la séance en classe, de la situation d'enseignement questionnée, analysée et interprétée par les acteurs. Chaque épisode est en ce sens notre unité d'analyse. Cette première étape de l'analyse nous a permis de dégager la ou les tâches professionnelles qui se révèlent à travers les échanges comme étant « ce qu'il y a à faire » dans cette situation d'enseignement des mathématiques, que ce soit par la stagiaire, par l'enseignante ou par la superviseure¹⁴. Pour les fins de ce texte, nous présentons les résultats se rapportant à deux épisodes pour chacune des triades. Ces

¹⁴ Quoique les superviseuses mentionnées dans cette étude soient également didacticiennes des mathématiques, leur rôle de superviseure en stage exige d'elles d'aborder avec les stagiaires toutes les dimensions relatives à son développement professionnel. C'est donc dire qu'elles ne peuvent se centrer uniquement sur les enjeux didactiques. Dans les analyses présentées, nous avons sélectionné des extraits qui ont une résonance didactique.

épisodes ont été retenus après une première lecture générale de notre matériel en raison des perspectives variées qui s'y croisent.

Dans un deuxième temps, nous avons dégagé les différents constituants de l'activité professionnelle se rattachant aux tâches circonscrites, issus de l'activité d'enseignement des mathématiques de la stagiaire observée, ceux explicités par les formatrices ou encore ceux qui émergent des échanges et qui sont dégagés par les chercheuses en prenant appui sur les concepts de la DP : les informations qui sont relevées pour analyser la situation et l'interprétation qu'on en dégage ; les actions qui sont considérées comme pertinentes ; les intentions sous-jacentes. La mise à plat de ces constituants rend possible leur articulation autour des organisateurs de l'activité que dégagent les chercheuses lorsqu'ils ne sont pas explicitement verbalisés par les acteurs du stage. Dans une troisième et dernière étape d'analyse, nous avons abordé le discours des acteurs au sujet des situations et de l'activité professionnelle d'enseignement des mathématiques à partir des schématisations produites sous l'angle de la polyphonie, i.e. aux voix évoquées, à leur convergence ou divergence de même que sous l'angle des plans multiples dans lesquels ces voix s'inscrivent, sources de signification pour la situation et l'activité professionnelles.

4. Résultats

Nous présentons dans cette section l'éclairage qu'apportent les concepts de la DP et les concepts de voix et plans dans les épisodes retenus des stages en enseignement au primaire et au secondaire. À travers les échanges entre enseignante associée (E), superviseure universitaire (SU) et stagiaire (S), nous rendons visibles les constituants de la situation et de l'activité professionnelle qui émergent : les organisateurs de l'activité (concepts et théorèmes), les informations jugées pertinentes (inférences), les actions, les buts et les anticipations émanant de l'activité de la stagiaire, des explicitations des acteurs de la supervision et des analyses des chercheuses. L'organisation de l'activité est illustrée sous la forme de schémas qui visent à rendre compte des constituants à la fois de l'activité réalisée par la stagiaire et de l'activité attendue telle qu'exprimée par les formatrices. Les schémas rendent ainsi visibles les convergences ou divergences de points de vue et une certaine dynamique de formation en termes de validation ou remise en question de l'activité professionnelle de la stagiaire. S'en dégage par la suite une analyse à travers les concepts de voix et de plans mettant en lumière les contributions de chacun des acteurs.

4.1. Supervision de stage au primaire

Afin de bien comprendre les échanges qui sont rapportés, voici un bref aperçu de ce qui était prévu par la stagiaire. Nous sommes dans une classe de 1^{re} année du primaire (6-7 ans). Julie dispose d'une période de 55 minutes au cours de laquelle elle souhaite travailler la mesure de longueur avec les élèves. L'intention de cette séance, énoncée

par la stagiaire, est d'amener les élèves à constater la relation unissant l'unité de mesure utilisée et la mesure-nombre obtenue. La stagiaire a organisé la séance en 3 phases distinctes : Dans une première phase, elle prévoit de proposer aux élèves de comparer leur taille de manière qualitative (qui est le plus grand, qui est le plus petit). Aux dires de la stagiaire, cette première phase sert surtout d'introduction à l'idée de grandeur.

La deuxième phase est le cœur de sa séance : les élèves placés en équipe devront mesurer la longueur d'un chemin tracé sur papier en utilisant des réglettes Cuisenaire. Le chemin est formé de lignes brisées et comporte deux dimensions (voir figure 1). Préalablement, la stagiaire a prévu de rappeler aux élèves comment on procède pour mesurer en exemplifiant le mesurage à partir d'un bout de chemin tracé au tableau et l'utilisation des broches à tableau pour concrétiser l'unité de mesure. Par la suite, chaque équipe recevra un exemplaire papier d'un chemin dessiné (identique pour tous) et plusieurs exemplaires d'une couleur de réglette (une couleur différente par équipe/ les réglettes proposées permettent l'obtention d'un nombre entier de reports) pour procéder à la mesure. Une fois le mesurage complété, la stagiaire prévoit de recueillir les résultats de chacune des équipes et de questionner les élèves sur ce qui peut expliquer que des mesures différentes sont obtenues alors que tous avaient le même chemin donc une même longueur.

Dans une troisième et dernière phase, elle se propose d'offrir le problème suivant : Déterminer laquelle des trois réglettes fictives proposées est la plus longue selon le nombre qui leur est associé et qui correspond à la mesure de la longueur obtenue pour un même chemin¹⁵.

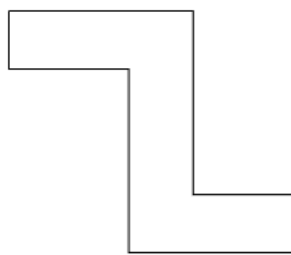


Figure 1. Chemin dont on veut mesurer la longueur

¹⁵ La séance planifiée par la stagiaire reprend quelques éléments présentés et discutés dans les cours de didactique des mathématiques de son programme.

4.1.1 Premier épisode : Exemplifier le processus de la mesure à l'aide de matériel

Lors de l'entretien post-leçon qui prend place après la séance et qui réunit la stagiaire, l'enseignante associée et la superviseure, cette dernière revient sur le début de la 2^e phase lorsque la stagiaire rappelle aux élèves comment effectuer le mesurage. Comme elle l'avait prévu, la stagiaire a exemplifié le mesurage en dessinant au tableau une partie de chemin comme sur les feuilles qu'ont reçues les élèves et elle a fait le mesurage en utilisant et disposant des brosse à tableau identiques comme le montre la figure 2. Elle a alors compté les brosse utilisées et dit aux élèves que la mesure obtenue est 2. Les élèves ont ensuite procédé à la mesure du chemin dessiné en procédant comme montré par la stagiaire.

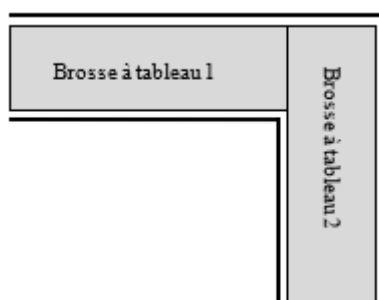


Figure 2. Chemin tracé et disposition des brosse à tableau 1 et 2

Au cours de l'échange, la superviseure entreprend de soulever l'inadéquation et la non validité de la procédure présentée par la stagiaire lors de son exemple de mesurage au tableau¹⁶.

SU : Si je fais la comptabilisation des réglettes que j'ai utilisées, de mes unités de mesure, je vais dire ça m'en a pris deux pour couvrir le chemin. Est-ce qu'en mesurant ça et ça, j'ai vraiment mesuré la longueur du chemin ?

L'enseignante et la stagiaire ne saisissent pas d'emblée ce que relève la superviseure. L'enseignante, qui n'avait pas noté la non validité de la procédure exposée par la stagiaire au départ, comprend éventuellement ce qui est souligné par la superviseure, mais la stagiaire avoue son incompréhension. La superviseure poursuit son explication :

¹⁶ Comme le montre la figure 2, la procédure de la stagiaire s'apparente plutôt à une mesure d'aire.

SU : Mon unité de mesure n'a pas de largeur, n'a pas d'épaisseur, c'est juste la ligne ici [elle montre l'arête de la règlette]. [Dans la démonstration au tableau] on ne se trouve plus à vraiment prendre ça [l'arête] comme unité de mesure, mais on prend ça [la face]. Compte tenu qu'on mesure une longueur faut s'assurer...

S : Ha ! Je n'avais pas pensé à ça, c'est vrai la largeur. Mais au niveau de remplir, ça remplit bien. ...on dirait que c'est une mesure d'aire !

Les explications de la superviseure portent sur la partie de la règlette qui est considérée comme unité de mesure de la longueur et elle amène l'attention de Julie sur les dimensions de la règlette qui ont été prises en compte dans le mesurage offert en exemple aux élèves. La superviseure précise quelle partie de la règlette pourra être considérée comme représentant l'unité de mesure de longueur i.e. l'arête de la règlette (du prisme).

Ce recentrage sur la partie physique de l'objet qui représente la longueur de l'unité entraîne un recentrage semblable sur la longueur à mesurer sur le chemin tracé. Ainsi, pour la superviseure, il faut également être en mesure de bien identifier la longueur à mesurer dans l'objet (chemin) ou, dans notre cas, la représentation dessinée d'un objet (dessin d'un chemin).

SU : Si on parle de mesure de longueur, on ne mettra pas d'épaisseur au chemin. L'idée c'est de faire attention à certains glissements qu'on peut amener, parce qu'on veut tellement coller à quelque chose qui est réelle. On mesure une distance d'un chemin, mais en fait quand on mesure, c'est comme si on se retraçait une seule ligne.

Ainsi, pour la superviseure, cette double identification de la grandeur à mesurer ainsi que cette même grandeur dans l'objet physique utilisé pour incarner l'unité de mesure est relevée comme un élément clé de l'activité. Nous y voyons là un *concept* qui devrait orienter l'action de la stagiaire lorsqu'elle offre aux élèves une démonstration de mesurage au tableau. L'action de cette dernière semble plutôt guidée par une certaine opérationnalisation de la mesure limitée à l'idée de « remplissage » de l'objet à mesurer avec les objets utilisés comme unité de mesure : « *au niveau de remplir, ça remplit bien* » dira la stagiaire sans qu'il n'y ait de questionnement au sujet de ce qui est utilisé pour recouvrir (une aire ou une longueur) et de ce qui est recouvert exactement (à nouveau, une aire ou une longueur). Les précisions mathématiques apportées par la superviseure permettent de distinguer les objets mathématiques (longueur) et les objets physiques (ou dessinés) concernés par la tâche. Celle-ci relève d'ailleurs qu'un tel glissement est susceptible de survenir chaque fois que le praticien cherche à donner une dimension réaliste à la situation mathématique proposée aux élèves. Nous pouvons y voir là une certaine proposition tenue pour vraie par la superviseure au sujet de l'enseignement des mathématiques « le processus de contextualisation peut générer certains glissements mathématiques » (*théorème*).

La figure 3 présente une schématisation des constituants de l'activité professionnelle mise en œuvre par la stagiaire (S) et ceux explicités par la superviseure universitaire (SU) dans le cadre de la tâche d'exemplification du processus de la mesure à l'aide de matériel (épisode 1)¹⁷.

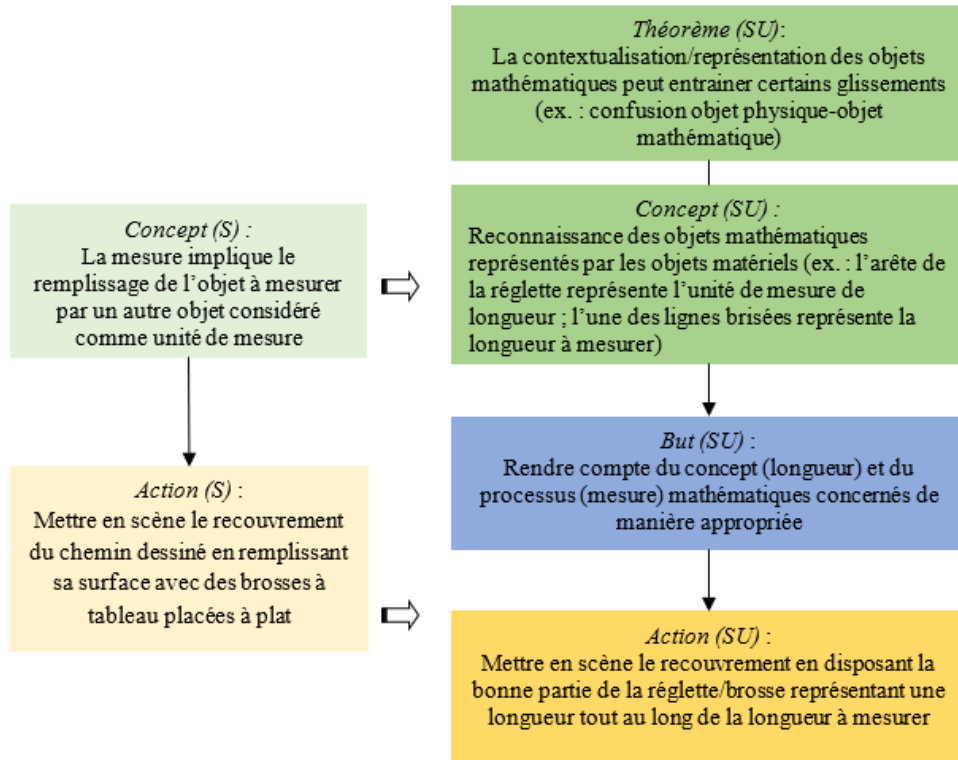


Figure 3. Objet physique-objet mathématique : attention glissement possible !

C'est la superviseure qui revient sur ce moment de la séance et c'est la voix de la formatrice qui ouvre cette interaction. En rappelant les gestes posés par la stagiaire et en la questionnant quant à leur concordance par rapport au processus de mesure de longueur qui est au cœur de la séance planifiée, la superviseure veut amener la stagiaire à prendre conscience de la non validité de sa procédure lors de l'exemplification de la mesure de longueur qu'elle a faite au tableau.

¹⁷ Un trait mince relie les outils de pensée, théorème et concept organisateur, et des flèches minces montrent les autres constituants qui en découlent. Les flèches larges rendent compte pour leur part, de la remise en question de la pratique de la stagiaire, de la prise de conscience souhaitée par la formatrice.

Devant l'incompréhension de la stagiaire, la superviseure entreprend de préciser la dimension à considérer sur les objets utilisés pour incarner l'unité de mesure de longueur. Dans cet épisode, la superviseure entraîne la stagiaire sur le plan didactique de la situation d'enseignement discutée en soulevant l'enjeu de l'incarnation des objets mathématiques dans le matériel de manipulation et leur contextualisation en situation réelle. C'est la voix de la didacticienne qui met l'accent sur l'analyse du savoir en jeu (longueur à mesurer ; unité de mesure de longueur).

L'espace de l'échange est presque entièrement occupé par la superviseure : l'enseignante associée n'intervient pas du tout et la stagiaire se manifeste pour signaler son incompréhension et plus tard qu'elle a compris sa conception erronée de la grandeur « longueur ». Malgré cette prédominance de la superviseure dans la discussion, son utilisation du « je » en parlant des gestes de la stagiaire et du « on » inclusif dans ses explications, peut être interprété comme une manière d'englober les autres acteurs dans l'analyse proposée.

4.1.2 Deuxième épisode : Faire progresser les élèves et les soutenir dans le passage à une situation plus complexe

Une fois l'activité de mesurage complétée par toutes les équipes et avoir recueilli et partagé avec le groupe les mesures obtenues, la stagiaire questionne les élèves sur ce qui explique l'obtention des résultats différents pour la mesure d'une même longueur. Des élèves répondent en énonçant dans leur mots la relation entre l'unité utilisée et la mesure obtenue : plus la longueur de la règle est courte, plus le nombre correspondant à la mesure sera grand.

Voyant que des élèves verbalisent cette relation, la stagiaire a alors entrepris la 3^e phase de sa séance, en écrivant au tableau 3 couleurs de règles fictives auxquelles elle associe à chacune un nombre-mesure : règle dorée, mesure obtenue 21 ; règle cuivre, mesure obtenue 45 ; règle grise, mesure obtenue 18. Lorsqu'elle a demandé aux élèves de dire laquelle des règles est la plus grande, la majorité des élèves ont nommé la règle dont le nombre correspondant est le plus grand (règle cuivre). Elle demande alors aux élèves de déterminer laquelle des règles est la plus grande. Plusieurs élèves lui répondent que la règle avec le nombre le plus grand doit être la règle la plus longue. La stagiaire est déstabilisée par cette situation ; même si elle rappelle aux élèves ce qui a été fait et dit précédemment, la majorité des élèves continue à affirmer que la règle à laquelle est associée le plus grand nombre-mesure est la règle la plus longue¹⁸.

¹⁸ Quoique la situation puisse être pertinente car elle confronte les élèves à une erreur bien connue, la stagiaire ne semble pas l'avoir utilisée dans ce sens.

Les partenaires de la triade reviennent sur cet épisode au moment de l'entretien post-leçon. L'enseignante relève la difficulté qu'ont eue les élèves dans cette partie de la séance.

E : [Lors du mesurage en équipe de la longueur d'un chemin tracé où chaque équipe mesure à l'aide de plusieurs exemplaires d'une couleur de réglette, une couleur différente par équipe] ... c'était évident, on voit qu'il y a beaucoup plus de [réglettes Cuisenaire] blanches, c'est petit. Les [réglettes Cuisenaire] oranges sont plus grandes, il y en a moins. Ça tout le monde avait l'air de constater ça. Mais quand t'es venue au tableau avec d'autres couleurs [fictives], oups ! là il y en avait beaucoup [des élèves] qui étaient déstabilisés. Tu vois que ce n'était pas assez compris. ... la plupart [des élèves] avec d'autres couleurs [couleurs fictives], ils ne voyaient plus du tout la même chose que sur le plancher.

L'enseignante partage son interprétation de la situation en affirmant que la relation verbalisée lors de la phase précédente n'est pas encore bien comprise par tous. Elle recommande à la stagiaire de faire d'autres exemples avec les élèves en utilisant les réglettes Cuisenaire (*action*) pour qu'ils puissent constater à nouveau la relation mathématique (*but*) : « *j'ai trouvé [que ce] qui avait manqué, c'est peut-être d'y aller avec d'autres exemples sur le plancher* ». Pour l'enseignante, il semble nécessaire de faire vivre aux élèves plus d'une fois des tâches de mesurage avec différentes unités de mesure étalon pour leur permettre de mieux comprendre. Son commentaire soulève l'enjeu de la compréhension des élèves et en arrière-fond se profile l'idée qu'une compréhension se développe, se consolide à travers une multiplicité de situations semblables (*concept*). Par le fait même, elle laisse entendre que le passage à la 3^e phase de la séance prévue par la stagiaire a été trop rapide.

La stagiaire, par son choix en action, semblait plutôt penser que puisque la relation a été constatée et verbalisée lors de la 2^e phase, il était alors justifié de passer à la prochaine tâche (*théorème*). La superviseure reformule pour sa part ce qu'il y a à tirer de cette expérience pour la stagiaire : « *Ce n'est pas parce qu'on constate une fois... que c'est solide* » c'est-à-dire qu'une expérience/constat de la relation n'est pas suffisante pour assurer la compréhension des élèves (*théorème*) ce qui va dans le même sens que l'enseignante associée. Elle rappelle la prégnance d'une conception courante chez les jeunes enfants (*anticipation*) : *La majorité tombait dans le piège très prévisible d'associer le plus grand nombre à la plus grande réglette*.

Les formatrices poursuivent la discussion en partageant leur interprétation de la difficulté rencontrée par les élèves et reviennent sur la manière dont la stagiaire a verbalisé le problème impliquant les réglettes fictives : après avoir écrit au tableau les couleurs des trois réglettes fictives (cuivre, dorée et grise) ainsi que la mesure de la longueur du chemin associée à chacune de ces réglettes, la stagiaire a demandé aux élèves : « *D'après toi, laquelle est la plus grande ?* ».

La superviseure se questionne sur la manière dont la stagiaire a formulé la nouvelle situation proposée aux élèves : elle suggère que cette formulation ait pu jouer sur l'incompréhension des élèves car on semble perdre de vue le processus de la mesure sous-jacent (*inférence*) :

SU : il y a aussi la formulation qu'on utilise « laquelle est la plus grande ? » ... c'est comme si on avait perdu de vue qu'il y avait une mesure qui s'était faite, qu'il y avait eu un certain nombre de reports ... c'est comme si on prend un raccourci. Je me suis demandé : est-ce [que les élèves] comprennent qu'on parle de l'unité de mesure plus grande ou s'ils pensent la longueur, le nombre ?

E : Est-ce qu'ils pensaient encore à la mesure, aux longueurs sur le plancher ? Pourtant t'es revenue « souvenez-vous tantôt » mais... c'est vrai que c'est un bon point.

SU : le passage de la manipulation à une gestion de l'abstrait, on voit qu'il y a un grand pas. Je pense qu'il y a aussi un grand pas au niveau de la verbalisation d'un raisonnement. Si on l'avait verbalisé de façon plus complète pour davantage coller à toutes les actions [du processus de mesurage], est-ce que ça aurait facilité ? Je me suis posé la question ... pour qu'on comprenne vraiment qu'on est en train de mesurer.

Elle offre une formulation alternative qui place le problème un peu plus à la portée des élèves :

SU : j'aurais commencé à écrire le premier nombre et j'aurais dit : « j'ai utilisé une unité de mesure qui est de couleur cuivre. J'ai pris mon unité je l'ai mis une fois, deux fois, comme ça jusqu'à quarante-cinq » ... On n'est plus dans le concret, mais au moins on va essayer de l'évoquer.

E : ... qu'ils le visualisent c'est ça.

S : C'est vraiment pour qu'ils [les élèves] nous suivent dans notre abstrait dans le fond, de raccrocher à quelque chose qu'ils ont déjà fait : « vous l'avez fait sur votre propre chemin ».

Elle propose à la stagiaire de formuler la nouvelle situation de manière à évoquer les actions impliquées dans la mesure (*action*) afin de soutenir les élèves dans le traitement de cette situation. Elle justifie cette façon de faire en raison du niveau d'abstraction qu'implique la nouvelle situation (*concept*).

L'enseignante, pour sa part, suggère à la stagiaire d'avoir recours à des pauses et au questionnement (*action*) pour s'assurer de la compréhension des informations fournies (*but*).

E : Puis des fois quand on questionne, faire quelques arrêts. C'est comme si on découpait notre question en sections. Parce que je remarque ça avec eux [les élèves de première année] si je décortique un peu ma question lentement « on était là, on est rendus ici, maintenant », on dirait qu'ils suivent plus. « Qu'est-ce que t'as compris ? Quelle couleur de réglette j'ai utilisée ? », « Ha ! oui c'est la cuivre ». « À combien

de réglottes je suis arrivée ? Ha ! quarante-cinq ». Tu sais pour les situer, après ça, amener une autre réglotte...

Les schémas en annexe 2 rendent compte de l'articulation des différents constituants de l'activité de la stagiaire (S) et ceux de l'activité attendue par l'enseignante (E) et la superviseure universitaire (SU).

Dans cette partie de l'échange, l'enseignante prend d'emblée la voix de la formatrice en précisant « ce qui a manqué », mais aussi d'enseignante d'expérience et de sa connaissance des jeunes enfants et du processus d'apprentissage en suggérant ce qui aurait pu être fait. Elle est sur le plan de la classe réelle de ce que cela exige de soutenir la compréhension de tous. La superviseure seconde l'enseignante et expose explicitement une prise de conscience de la part de la stagiaire qui est souhaitée se plaçant sur le plan de la formation. Elle emprunte aussi la voix de la didacticienne et évoque le plan de la recherche lorsqu'elle affirme que le piège dans lequel sont tombés les élèves est très prévisible. C'est sa connaissance des conceptions des élèves, mais aussi du phénomène de « régression » qu'on peut observer lorsque la situation devient plus complexe, plus abstraite qui est en arrière-plan de cette affirmation. La superviseure poursuit en alternant la voix de la formatrice, lorsqu'elle partage son questionnement en lien avec la compréhension des élèves, et la voix de la didacticienne lorsqu'elle évoque le raccourci emprunté dans la verbalisation. Se situant sur le plan didactique, elle propose une verbalisation alternative, formulée en usant du « je » évoquant ainsi la voix d'une enseignante (ou d'une stagiaire) et se situant sur le plan de la classe souhaitée. La stagiaire renchérit en reformulant ce que cette verbalisation permet se plaçant du même coup comme apprenante et rattachant la proposition de la superviseure à ce qu'elle a dit en classe (plan de la classe réelle). L'enseignante associée offre elle aussi une bonification de la verbalisation. Elle s'inscrit sur le plan pédagogique en s'attardant sur la forme de la verbalisation et le soutien aux élèves pour la compréhension du message. Elle prend alors tour à tour la voix de l'enseignante d'expérience et la voix des élèves pour illustrer l'allure que pourrait prendre l'interaction en classe (plan de la classe souhaitée). Nous remarquons également que toutes trois font usage d'un « on » inclusif à différents moments de l'échange, reflétant un désir de partage et d'adhésion à ce qui est proposé.

4.2. Supervision de stage au secondaire

Précisons tout de suite que la stagiaire suit fidèlement en classe la leçon qu'elle a préparée préalablement sur papier. Toutefois et bien qu'elle ait anticipé des réponses et résolutions possibles d'élèves, Marie fait face, en classe, à des questionnements et façons de faire inattendues (ce qui n'est guère surprenant). Lors de l'entretien post-leçon, la superviseure universitaire questionne certaines réponses données par la

stagiaire, enclenchant ainsi une discussion entre les trois partenaires. Nous nous intéressons ici à ces échanges.

Pendant approximativement les 45 premières minutes, Marie propose une série de problèmes et d'exercices portant sur les entiers relatifs. Il s'agit de préparer les élèves à l'examen qui aura lieu le cours d'après. Par la suite et pendant les 30 dernières minutes, Marie débute un nouveau chapitre sur le plan cartésien. Au début de la période, un problème est projeté à l'avant. Après avoir laissé quelques minutes aux élèves pour le faire individuellement, la stagiaire procède à la résolution en grand groupe. Par la suite, les élèves travaillent individuellement sur des exercices et problèmes qui sont dans leur cahier, Marie circule et répond aux questions. Les réponses aux exercices et problèmes sont projetés au tableau et Marie revient sur certains exercices et problèmes pour lesquels les élèves ont eu des difficultés. Finalement, les élèves ayant déjà été initiés au plan cartésien au primaire, Marie réactive leurs connaissances par une série de questions et d'exercices pendant les 30 dernières minutes du cours. Les échanges entre les trois partenaires qui sont d'intérêt dans ce texte portent sur les interventions de la stagiaire lors de la résolution du problème donné au début du cours dont voici l'énoncé :

L'été dernier, Mégane a fait une excursion dans le Grand Nord. Chaque matin, elle notait la température extérieure. Elle a constaté qu'il a fait -8°C à 5 reprises, -4°C à 3 reprises, 3°C à 2 reprises, -12°C à 4 reprises et -11°C une seule fois. Quelle était la température moyenne le matin durant son excursion ? (tiré de Cadieux et al., 2005, manuel Panoramath, 5 p.67).

Les notions mathématiques en jeu dans ce problème sont la moyenne, les entiers relatifs, les opérations sur ces nombres (multiplication et addition) et la priorité des opérations. Nous rapportons deux épisodes qui tournent autour de la gestion de l'interaction en classe. Il s'agit comme nous le verrons d'articuler les interventions sur les réactions des élèves.

4.2.1 Premier épisode : Réagir aux procédures d'élèves non anticipées

Cet épisode prend place au tout début de l'entretien post-leçon. La superviseure universitaire demande à Marie de se prononcer sur son sentiment après la séance en classe. Cette question est porteuse de l'explicitation d'une *inférence* et d'une *action réalisée* par la stagiaire. En effet, celle-ci rend compte d'un malaise qu'elle a ressenti quand les élèves rapportent des façons de faire différentes de celles auxquelles elle s'attend ; elle ne sait alors comment réagir et bloque.

S : ... [parfois] je voulais dire quelque chose ... surtout quand les élèves m'apportent quelque chose. Puis là, ils le voient différemment ... c'est à ce moment-là que je bloque. Oups ! Comment il faut que je réagisse ?

L'enseignante associée profite de l'occasion pour souligner que dans son accompagnement, elle a déjà remarqué que la stagiaire ne sait cacher qu'elle est déstabilisée et elle énonce une *action* en ce sens, il faut apprendre à cacher ce malaise aux élèves.

E : Ça paraît que tu es déstabilisée. Elle perd pied, tout de suite, on le voit. Puis ça, va falloir peut-être apprendre à le camoufler ...

Pour l'enseignante associée, il est important que le trouble ressenti par la stagiaire soit maîtrisé devant les élèves (*concept*) afin de conserver une bonne gestion de classe (*but*). La superviseure propose à la stagiaire d'agir en amont en procédant à une analyse *a priori* du problème en identifiant les possibles difficultés et procédures, celles qui sont justes et les erronées (*concept*) dans le but de se préparer à intervenir (*but*). Elle souligne toutefois que l'analyse *a priori* limite les imprévus sans pour autant la faire disparaître.

SU : Peut-être anticiper aussi ... avant, quand tu prépares ta leçon, tu te dis : « c'est quoi les difficultés, les moments où les élèves peuvent se poser des questions ? Quelles sont les différentes façons qu'on peut résoudre ? ». Tu ne vas pas pouvoir tout prévoir, mais le plus possible.

La superviseure signale une tâche à réaliser lors de la planification et offre le type de questions à se poser (donc des actions) pour mener à bien cette tâche. La finalité peut être de mieux se préparer à articuler ses interventions sur les réactions des élèves. Ainsi, elle fait appel à la planification des apprentissages en y ajoutant une sous-tâche d'anticipation basée sur une analyse didactique des concepts en jeu. De façon complémentaire, l'enseignante associée invoque la nécessité de maintenir une bonne gestion de classe (*but*) et pour ce faire, elle fait valoir à la stagiaire l'importance de camoufler aux élèves le malaise qu'elle ressent face à leurs questions ou solutions ne correspondant pas à ce qu'elle attendait. L'enseignante associée est soucieuse de la perception que peuvent avoir les élèves de la stagiaire qu'on peut rattacher à l'idée d'une posture de contrôle à conserver face aux élèves. La figure 4 présente les constituants qui se dégagent de cet épisode. En haut sont indiquées l'inférence et l'action réalisée par la stagiaire, les échanges qui s'ensuivent rendent compte des constituants de l'activité attendue par l'enseignante associée (à gauche du schéma) et par la superviseure universitaire (à droite).

Dans cet extrait, s'expriment, pour la superviseure universitaire, à la fois la voix de la didacticienne des mathématiques et celle de la formatrice avec qui Marie a suivi deux cours de didactique à l'université dans lesquels elle a été initiée à l'analyse *a priori*. Elle prend aussi la voix de la stagiaire pour donner en exemple les questions auxquelles on cherche à répondre en faisant ce type d'analyse. Ainsi, les interventions de la superviseure universitaire se situent sur le plan didactique complémentaire au plan pédagogique auquel s'ancre l'intervention de l'enseignante associée. De plus, l'enseignante associée et la superviseure se rapportent au plan

d'une classe souhaitée dans laquelle un travail d'analyse *a priori* a été mené et dans laquelle la stagiaire sait comment intervenir pour ne pas montrer aux élèves qu'elle est déstabilisée.

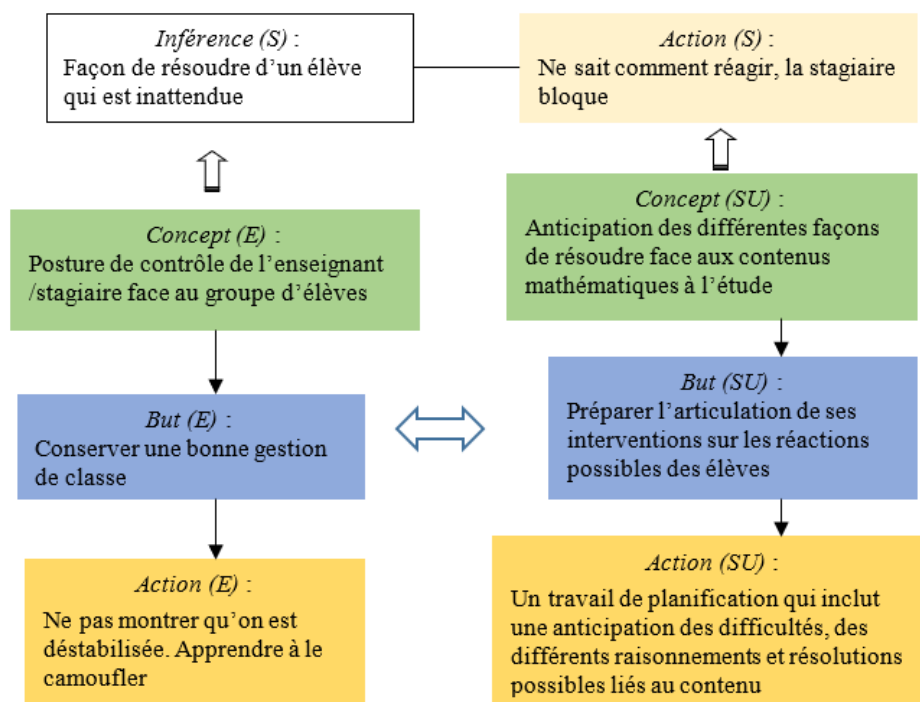


Figure 4. Anticiper et ne pas se montrer déstabilisé

4.2.2 Deuxième épisode : Attraper les balles au bond

Lors de l'entretien post-leçon, la superviseure universitaire revient sur la chaîne d'opérations écrite au tableau par Marie qui est, $-8 \times 5 + -4 \times 3 + 3 \times 2 + -12 \times 4 + -11 \times 1$ et qui rend compte de la somme des températures. Elle rappelle qu'un élève dans la classe a alors posé la question : « Faut-il mettre des parenthèses ? » (*inférence*), autrement dit, il se demande si on doit écrire $(-8 \times 5) + (-4 \times 3) + (3 \times 2) + (-12 \times 4) + (-11 \times 1)$. Nous comprenons que l'élève semble croire qu'il est nécessaire de mettre des parenthèses pour faire ressortir la priorité des opérations de multiplication. Ce à quoi Marie répond tout simplement « non, ce n'est pas la peine » (*action*) sans prendre la peine d'expliquer que les parenthèses sont inutiles puisque la multiplication a priorité sur l'addition. La superviseure universitaire souligne alors l'importance de s'attarder aux questions posées par les élèves, ce qui est en

résonance avec ce que pense l'enseignante associée et qu'elle illustre en faisant une allusion au tennis, il s'agit d'attraper les balles au bond (*action*).

SU : Tu aurais pu demander aux élèves « Est-ce que c'est différent si je mets des parenthèses ou pas ? », renvoyer la question aux élèves. [...] Je trouve que les occasions que les élèves te donnent, tu passes trop vite. Prends le temps, même si tu es pressée, parce que c'est important de s'attarder aux questions des élèves.

E : C'est comme si elle jouait au tennis. Elle renvoie la balle, mais si la balle revient, elle ne s'en occupe pas.

SU : Puis il y a un élève plus tard qui t'a demandé : « est-ce qu'il existe un nombre à virgule, mais négatif ? » Ah ! J'ai aimé ça. Puis là, tu as répondu « oui ». Mais je pense que ça aurait été bien de relancer la question à la classe : « est-ce que ça peut exister d'après vous ? ». Parce que [les autres élèves] n'écoutent même pas ; c'est du un à un. La question n'est pas partagée au reste [du groupe]. Je trouvais ça bon, parce que les élèves ont appris les entiers, les naturels, les rationnels. Ils font des liens ainsi.

Pour la superviseure universitaire, la question posée par l'élève constitue une information signifiante (*inférence*), une occasion de questionner le groupe. L'action attendue est de rediriger la question aux autres élèves, d'interpeller le groupe, visant ainsi à ce que la question ne reste que dans le domaine privé d'un seul élève ou juste de quelques élèves. La superviseure universitaire y voit une prise pour vérifier la compréhension des autres élèves (*concept*). En attrapant la balle au bond et en la relançant, allusion faite par l'enseignante associée, les élèves sont au centre de l'action, on s'attarde à ce qu'ils pensent, à ce qu'ils expriment et on peut mieux comprendre ce qu'ils ont compris ou pas. De plus, la superviseure souligne que relancer la question peut permettre d'engager le reste du groupe dans le *but* de les faire réfléchir sur les liens entre les différents ensembles de nombres, situant les échanges dans un plan mathématique à travers la reconnaissance d'un potentiel mathématique à exploiter. La relance des questions des élèves devient ainsi un *concept* partagé par la superviseure et l'enseignante associée. *Profiter des occasions offertes par les élèves pour revenir sur les mathématiques* apparaît comme une *tâche attendue* dans le cadre d'une intervention en mathématiques.

L'échange qui suit explore plus en détail ces occasions à saisir. Alors que la superviseure universitaire y voit un potentiel pour s'assurer de la compréhension des élèves sur des aspects qui peuvent être problématiques, la stagiaire et l'enseignante associée questionnent la nécessité de revenir sur des questions pour lesquelles la compréhension des élèves a été vérifiée par des évaluations précédentes. Il s'agit pour la superviseure de revenir sur des difficultés persistantes comme l'utilisation des parenthèses et de la commutativité de l'addition et du sens accordé à la moyenne. Soulignons que la superviseure universitaire intervient en formation initiale et qu'elle a eu Marie comme étudiante. Dans le premier cours de didactique, les étudiants sont sensibilisés à ce qui est nommé une analyse conceptuelle. Il s'agit de

procéder à l'analyse d'un concept sous l'angle des raisonnements mobilisés, des conceptions, des habiletés, des erreurs et difficultés, des préalables et des prolongements. La moyenne pondérée est étudiée dans ce cours à titre d'exemple.

SU : C'est comme pour la priorité des opérations, les élèves ont énormément de difficultés avec ça entre autres avec les parenthèses. Tu as eu l'occasion pendant ta prestation de revenir sur certains concepts. Il y a eu également la commutativité de l'addition qu'ils ont vue au primaire qui peut être réactivée ici et le concept de moyenne, tu aurais pu revenir sur ce que signifie une moyenne comme nous l'avons vu dans le cours de didactique à l'université. Voir que c'est plus qu'une formule.

E : Oui mais pour les chaînes d'opérations, ils sont bons.

S : Oui et tu sais, je pense que c'était évident pour eux qu'ils faisaient les multiplications avant les additions.

E : L'examen sur les chaînes d'opérations, c'est numéro 1 là.

SU : Oui mais après, quand ils arrivent en secondaire 3, ils ne s'en souviennent plus. Tu sais, quand tu ne mets plus les parenthèses dans les opérations sur les polynômes et qu'ils vont multiplier, ils oublient. C'est une erreur qu'ils refont.

L'intervention de la superviseure suscite de la part de l'enseignante associée et de la stagiaire un questionnement qu'on peut traduire par *Faut-il attraper toutes les balles au bond ?* On sent ici un moment de désaccord. L'enseignante souligne que les résultats des élèves à l'examen lui permettent de conclure que l'apprentissage mathématique autour des chaînes d'opérations est acquis (inférence). Marie confirme aussi ce constat et donc qu'il n'est pas nécessaire de s'attarder à questionner les élèves là-dessus. Pour l'enseignante associée et la stagiaire, il s'agit de consacrer le temps dont on dispose pour travailler la matière prévue et ne pas s'attarder à celle dont l'apprentissage a été évalué par un examen. La superviseure universitaire fait alors appel à la recherche en mentionnant des difficultés persistantes pour appuyer la nécessité de revenir sur certaines notions, il s'agit d'une *anticipation* portant sur les difficultés des élèves autour de l'utilisation des parenthèses. Elle souligne le fait que les élèves éprouvent des difficultés dans les années subséquentes à bien comprendre leur rôle et à opérer selon l'ordre de priorité des opérations. Il s'agit d'accorder du temps en classe pour en discuter avec les élèves et de s'assurer de leur compréhension, le regard de la superviseure universitaire vise un apprentissage à long terme, qui s'étale sur différents niveaux.

Des *concepts* se dégagent de cet échange pour chacun des membres de la triade. Pour la superviseure universitaire, le *concept* s'articule autour d'un retour sur les mathématiques chaque fois que l'occasion se présente à travers les questions des élèves, dans le cas ici autour de la compréhension par les élèves des règles ou des principes de traitement de l'écriture mathématique et du sens de la moyenne

pondérée. L'enseignante associée et la stagiaire partagent le même *concept*, elles sont centrées sur les éléments à enseigner au moment présent et ne prévoient pas de retour sur ce qui a été jugé maîtrisé grâce à une évaluation. Cet épisode relève l'importance d'attraper les balles au bond mais de se questionner à savoir si toutes les balles sont pertinentes à attraper (voir le schéma qui illustre les constituants de l'activité à l'annexe 3).

L'analyse sous l'angle de la polyphonie permet de constater qu'en rapportant les propos de l'élève et de la stagiaire, la superviseure universitaire prend leurs voix afin de discuter d'un événement vécu sur le plan de la classe réelle. De plus, elle adopte la voix d'une enseignante souhaitée pour souligner ce qui aurait pu être dit aux élèves suite à leurs questions : « Est-ce que c'est différent si je mets des parenthèses ou pas ? » et « Est-ce que ça peut exister d'après vous ? ». Elle s'appuie dans ses propos sur le plan didactique autour des possibles relances aux questions des élèves pour consolider ou faire évoluer leur compréhension et sur le plan de la recherche en mentionnant leurs difficultés reconnues comme problématiques. De plus, la superviseure universitaire prend la voix de la formatrice en se référant au travail mené en formation initiale pour que Marie y voit le potentiel de réinvestir dans sa pratique ce qui a été vu à l'université. L'enseignante fait appel au plan de la classe réelle, à un temps court accordé à l'enseignement et à l'apprentissage d'un concept mathématique et qui prend place à ce niveau scolaire. Pour la superviseure universitaire, il y a l'idée d'un travail à long terme basé sur des difficultés répertoriées chez les élèves se plaçant ainsi sur le plan d'une classe ultérieure hypothétique.

5. Discussion

Notre étude s'est intéressée à la pratique de supervision en stage, plus particulièrement à ce qui s'exprime et s'organise au sujet de l'enseignement des mathématiques dans le cadre des entretiens post-leçon dans lesquels collaborent la stagiaire, l'enseignante associée et la superviseure universitaire. L'analyse de la pratique de supervision de deux triades de formation, l'une au niveau primaire et l'autre au secondaire, s'est faite d'une part sous l'angle de ce qui est discuté par les acteurs du stage au sujet de l'enseignement des mathématiques et d'autre part à partir de la dynamique des points de vue qui s'y entrecroisent.

Dans cette étude exploratoire, l'éclairage théorique n'a pas balisé les entretiens post-leçon animés par les superviseures, mais est plutôt convoqué au moment de l'analyse qui s'attarde sur deux aspects de la supervision. Dans un premier temps, les objets de discussion ont été abordés à partir du cadre de la didactique professionnelle transposé au travail enseignant (Vinatier, 2013, 2009). Les résultats donnent à voir l'univers interprétatif des triades (stagiaire - enseignante associée - superviseure universitaire) au sujet des situations professionnelles rencontrées et de l'activité

d'enseignement des mathématiques observée et attendue qui s'explicitent au sein des collectifs de formation. Dans un deuxième temps, c'est l'activité interactionnelle des acteurs du stage, qui a cours dans les entretiens post-leçon, qui est relevée à partir du concept de polyphonie développé par Bakhtine (1970, 1978, 1984). Les résultats nous renseignent alors sur la dynamique des interprétations des formatrices et des stagiaires au travers des voix qu'elles convoquent et les plans multiples dans lesquels s'inscrivent les lectures qu'elles font des situations d'enseignement discutées.

Objets de discussion : Conceptualisation des situations d'enseignement des mathématiques

Qu'est-ce qui se dégage de l'analyse des entretiens post-leçon entre les stagiaires, les enseignantes associées et les superviseures universitaires qui sont aussi didacticiennes des mathématiques ? Un premier constat est que les discussions en triade offrent des occasions pour que s'explicitent un fin détail au sujet des situations d'enseignement des mathématiques et de l'activité qui y est jugée viable et pertinente par les formatrices. En effet, les tâches et sous-tâches à mener dans le cadre de ces situations sont définies par les formatrices et des constituants de l'activité professionnelle, pistes d'action, anticipations ou finalités sont discutées, proposées. Plus encore, les formatrices s'expriment sur la pertinence des informations prélevées par les stagiaires pendant le déroulement de la séance en classe, et pointent d'autres indices qui sont plus révélateurs à leurs yeux. Ce faisant, elles mettent en exergue des éléments déterminants qui sont à prendre en compte dans l'organisation de l'activité d'enseignement des mathématiques (concepts, théorèmes) pour que celle-ci soit reconnue comme viable, pertinente. Ces détails viennent donner une couleur particulière aux rôles (questionner la stagiaire, la conseiller, lui offrir des pistes) attribués aux enseignantes associées et aux superviseures universitaires dans les supervisions de stage mentionnées notamment dans les travaux de Colognesi et Van Nieuwenhoven (2017) et Portelance et al. (2008).

Par exemple, la tâche réalisée par la stagiaire de « montrer aux élèves comment effectuer la mesure » est enrichie par la superviseure et devient « exemplifier le processus de mesure à l'aide d'un matériel » où la nature des grandeurs impliquées et ce que représente le processus de mesure doivent être pris en compte dans les actions posées [épisode 1, primaire]. Les enjeux de contextualisation, d'incarnation des objets mathématiques à travers le matériel physique et de glissements didactiques qui peuvent en découler sont rendus visibles pour la stagiaire.

Pour la tâche de régulation des apprentissages, l'enseignante associée et la superviseure remettent en question un indice de surface (verbalisation par les élèves d'une relation mathématique) auquel s'est fiée la stagiaire pour conclure de la compréhension des élèves [épisode 2, primaire]. Par le fait même, elles explicitent un principe tenu pour vrai où une relation constatée et verbalisée n'est pas suffisante

pour garantir une compréhension solide. Consolider les apprentissages des élèves devient une tâche nécessaire et l'expérimentation de tâches semblables sur une même relation mathématique s'avère une action jugée pertinente.

Réguler les apprentissages implique aussi d'articuler ses interventions sur les solutions des élèves qu'elles nous soient familières ou non. Pour l'enseignante associée, faire face aux propositions (questions, solutions) déstabilisantes des élèves comporte un enjeu lié à la gestion de classe pour lequel le maintien d'une posture de contrôle est vu comme étant essentiel [épisode 1, secondaire]. Pour l'autre triade, réguler les apprentissages impliquera de soutenir les élèves dans la résolution d'une situation plus complexe [épisode 2, primaire]. La superviseure et l'enseignante font s'entrecroiser enjeux didactiques et pédagogiques : le rappel des actions liés au processus de mesure et une forme de verbalisation (pauses, questionnements) qui se centre sur la compréhension du message sont présentés comme des éléments pouvant orienter l'action. Saisir les occasions, comme une question d'élève, pour engager le groupe à approfondir une notion mathématique ou réfléchir aux liens qu'entretient une notion avec d'autres est une autre déclinaison de cette tâche de régulation des apprentissages [épisode 2, secondaire]. Les formatrices s'entendent sur la richesse de ces moments, mais pour l'enseignante d'autres indices, comme les résultats des évaluations précédentes, viendront baliser la pertinence de saisir ou non l'opportunité.

Un deuxième constat tient à la mise en écho des tâches de pilotage de la séance d'enseignement et de planification de la situation d'apprentissage. Dans chacune de nos triades, des discussions sur des tâches liées au pilotage de situations d'apprentissage sont aussi l'occasion de revenir explicitement ou implicitement sur la planification des apprentissages et des situations d'enseignement. C'est le cas notamment lorsque le processus de mesure exemplifié par la stagiaire est remis en question par la superviseure [épisode 1 au primaire]. L'analyse du matériel utilisé proposée par la formatrice s'attardant sur la grandeur en jeu et sur le processus de mesure de longueur se présente comme une tâche attendue au moment de la préparation de la séance d'enseignement. Quoique cela ne soit pas énoncé explicitement, pour la superviseure, le choix du matériel aurait dû mobiliser ce type d'analyse (a priori). Un cas semblable émerge des discussions de la triade au secondaire [épisode 1, secondaire] : la stagiaire s'est trouvée déstabilisée par des solutions d'élèves plus éloignées de la solution experte qu'elle attendait. Pour la superviseure, il y a un travail d'anticipation en amont qui doit se faire pour mieux se préparer à faire face à la variété des solutions des élèves et des difficultés qu'ils pourraient rencontrer. Dans les deux cas, des enjeux de pilotage se rapportant à la gestion des apprentissages (primaire) et la gestion de classe (secondaire) sont mis en relation avec un travail d'analyse du savoir ou d'anticipation des raisonnements à mener au moment de la planification. Cette résonnance entre des tâches de

préparation et des tâches de pilotage vécues auprès du groupe d'élèves peut concourir à donner une dimension pragmatique aux analyses conceptuelles et a priori qui sont abordées de manière plus théorique à l'université.

Nous constatons également une diversité d'interprétations des situations d'enseignement des mathématiques exprimées par les stagiaires et par les formatrices. Ces dernières ne relèvent pas toujours les mêmes éléments des situations d'enseignement observées et lorsqu'elles le font, elles ne les abordent pas nécessairement selon une même entrée. Les enseignantes associées qui connaissent bien leur groupe d'élèves pistent les stagiaires sur le soutien nécessaire pour les faire progresser, la posture à adopter devant les imprévus, sur une gestion des relances basée sur la matière maîtrisée, celle à travailler. Elles relèvent des enjeux d'ordre pédagogique qui s'inscrivent autant dans les registres épistémique, pragmatique que relationnel (Vinatier, 2009). Sans surprise, les superviseuses universitaires, qui sont aussi didacticiennes des mathématiques, abordent les situations d'enseignement surtout à partir du registre épistémique et soulèvent des enjeux didactiques. Elles attirent l'attention des stagiaires sur le savoir mathématique, sur la nécessité d'anticiper les solutions possibles, les difficultés des élèves, sur la persistance des conceptions des élèves à travers les cycles, sur les glissements didactiques...

Au-delà de la variété des interprétations qui s'expriment, l'intérêt des analyses est aussi de montrer les imbrications des enjeux épistémiques, pragmatiques et relationnels dans les situations professionnelles d'enseignement des mathématiques. Par exemple, les registres épistémique et relationnel sont inter-reliés lorsque les formatrices parlent de l'importance de conserver une attitude de contrôle devant le groupe et de l'importance de mener un travail d'anticipation au moment de la planification afin de se préparer à la diversité des propositions d'élève. Les enjeux épistémique et pragmatique sont évoqués quand est rappelé à la stagiaire ce que représente les concepts de longueur et de mesure de longueur, ce que cela implique par rapport au processus de mesure et la contextualisation de cet objet mathématique dans le matériel physique utilisé. Ainsi, la participation des enseignantes associées et des superviseuses universitaires aux entretiens post-leçons menés avec les stagiaires rend possible l'émergence d'enjeux variés autant d'ordre épistémique, pragmatique que relationnel. Plus encore, leur collaboration dans la supervision rend visibles les tensions et la négociation de ces enjeux à l'œuvre dans cette activité mettant en lumière la complexité de l'acte d'enseignement.

Dynamique interactionnelle : voix et plans multiples

La conceptualisation des situations professionnelles d'enseignement des mathématiques des stagiaires est nourrie, et les significations de ces situations sont bonifiées, enrichies à travers le processus de polyphonie des différents points de vue des acteurs au travers des voix et les plans multiples qu'ils convoquent. Ainsi, les

stagiaires font entendre tour à tour leur voix d'apprenantes ou d'enseignantes novices qui font part de leurs insécurités, de leurs certitudes. Les formatrices ont fait entendre plusieurs voix dans le cours des échanges. Évidemment, elles empruntent la voix de la formatrice qui questionne la stagiaire, la conseille ou encore qui fait des liens avec la formation théorique des cours universitaires. À d'autres moments, elles ont recours à la voix de l'enseignante d'expérience qui partage sa connaissance de ses élèves, qui possède un éventail de stratégies qui se sont révélées gagnantes au fil des ans ou encore celle de la didacticienne des mathématiques qui évoque l'importance de donner du sens aux concepts et de s'attarder aux difficultés des élèves, par exemple ou encore qui relève une erreur mathématique commise par la stagiaire. Les deux formatrices vont aussi emprunter la voix de la stagiaire en rappelant ses paroles en cours d'action ou en formulant les questions que cette dernière pourrait se poser au moment de la planification ou lorsqu'elles mettent en scène une manière de faire auprès des élèves. Les trois acteurs du stage s'expriment aussi à certains moments à partir du point de vue d'un élève ou des élèves de la classe en reprenant leurs propos ou en imaginant ce qu'ils comprennent, ou se disent.

La supervision qui prend forme dans les entretiens post-leçon place évidemment l'ensemble des échanges sur le plan général de la formation, mais la polyphonie qui s'exprime au sujet des situations d'enseignement des mathématiques projette également les discussions sur d'autres plans qui y contribuent. Les superviseuses et les enseignantes associées inscrivent leurs propos autant sur le plan de la classe réelle (celle observée ou celle qu'elles connaissent) que sur le plan d'une certaine classe souhaitée qu'elles explicitent aux stagiaires. Certains commentaires de la superviseure universitaire évoquent également le plan de la recherche et de la formation théorique. On voit aussi que l'enseignante base ses décisions en priorité par rapport au plan de la classe intra-niveau, alors que la superviseure entraîne parfois la réflexion au-delà du temps de la classe concernée abordant ainsi le plan d'une progression inter-niveaux.

Au-delà de cette polyphonie, certains cas issus de l'analyse nous ont particulièrement interpellés par la dynamique des contributions respectives des formatrices et qui rejoignent les types dégagés par Couture et Bouissou (2003). Ainsi, l'épisode 2 au secondaire représente un bel exemple d'une dynamique de complicité, caractérisée par une vision commune des formatrices : lorsque la superviseure encourage la stagiaire à exploiter les questions des élèves en groupe au sujet des notions mathématiques afin d'approfondir leur compréhension et que l'enseignante offrira une image parlante sur ce principe important pour la didacticienne « comme au tennis, il faut attraper la balle au bond ».

L'épisode 2 au primaire illustre bien, quant à lui, une convergence dans les contributions, même si celles-ci ne portent pas sur le même aspect : lorsque la superviseure partage son questionnement face aux difficultés des élèves constatées

et offre une action alternative d'évoquer les actions liées au processus de la mesure pour soutenir les élèves dans un traitement plus abstrait de la situation mathématique proposée par la stagiaire. Cette proposition est accueillie positivement par l'enseignante qui offre elle aussi une interprétation des difficultés des élèves et une piste d'action centrée sur la manière de soutenir les élèves dans la compréhension des informations. Ces deux interprétations de la situation et de l'activité d'enseignement, une centrée sur la dimension épistémique (compréhension du processus de la mesure) et l'autre sur la dimension pragmatique (compréhension de l'information, du message) offrent un bel exemple de visions complémentaires au sujet d'une situation d'enseignement.

L'épisode 1 au primaire est un exemple où la dynamique passe par un moment de tension, d'un déséquilibre vécu par l'une des formatrices. En effet, lorsque la superviseure soulève l'erreur commise par la stagiaire au sujet du processus de mesure de longueur, l'enseignante qui n'avait pas repéré cette erreur, ne saisit pas immédiatement ce que relève la didacticienne. Cependant, elle exprime éventuellement sa compréhension et accueille favorablement les explications que la superviseure propose à la stagiaire. L'épisode 2 au secondaire, montre quant à lui, un exemple où cette tension ne débouche pas sur la prise en compte de considérations nouvelles pour l'une, l'autre ou les deux formatrices. La superviseure mentionne à la stagiaire qu'elle aurait dû saisir une question d'élève, la traiter avec le groupe et insiste pour qu'elle profite de toutes les occasions pour approfondir une notion, faire progresser la compréhension des élèves. Alors que l'enseignante jugera inutile de revenir sur la notion concernée en se basant sur des résultats d'évaluation très positifs. Quoique toutes deux s'accordent sur l'importance d'articuler les interventions enseignantes sur les questions, solutions des élèves, les deux formatrices divergent quant aux indices rendant une intervention souhaitable ou non. La superviseure, en mentionnant la persistance des conceptions et des difficultés des élèves, évoque les recherches en didactique qui ont mis en lumière ce phénomène et justifie l'intervention en se plaçant dans une perspective à long terme. Alors qu'on peut supposer que l'enseignante pour sa part se préoccupe de l'ensemble de son programme à gérer dans le temps restreint qui est le sien. Une évaluation réussie sur un contenu mathématique devient le critère suffisant pour ne plus consacrer de temps à cette notion.

6. Conclusion

L'étude exploratoire présentée dans ce texte s'est avérée riche tant au plan de la recherche que celui de la formation. Du point de vue de la recherche, nos résultats contribuent aux savoirs sur les situations de formation en stage de par son entrée particulière à partir du concept de polyphonie. Ce dernier nous a, en effet, permis d'aborder la médiation sociale qui s'organise lors des entretiens post-leçon au sein

de la triade de formation constituée de la stagiaire, de l'enseignante associée qui la reçoit dans sa classe et de la superviseure qui est également didacticienne. Le concept s'est avéré particulièrement porteur pour rendre compte des dynamiques de collaboration des formatrices dans le cadre des supervisions en stage et du maillage des significations à propos des situations d'enseignement des mathématiques qu'elles proposent aux stagiaires. Notre analyse contribue également à documenter les situations de formation en stage par une deuxième entrée, l'objet de formation – dans notre cas l'activité d'enseignement des mathématiques – à partir du cadre de la didactique professionnelle. L'analyse des échanges de la triade dégagent des organisateurs de l'action pertinents aux yeux des acteurs qui relèvent de divers registres et prennent en compte différentes dimensions de l'enseignement des mathématiques. En exposant la dynamique des sensibilités et des ancrages variés dans la construction collective du sens des situations professionnelles, notre étude offre un aperçu de la complexité de l'acte de supervision tel que défini par Rousseau et St-Pierre (2002).

Du point de vue de la formation, si la présence des didacticiens en stage est recommandée dans les écrits officiels (MEQ, 2001), l'étude des triades montre bien que nos contributions dans les échanges, à partir de notre perspective de didacticiennes des mathématiques, apportent un éclairage significatif sur les situations professionnelles. Dans les épisodes analysés, ce sont les superviseures – didacticiennes qui soulèvent les enjeux didactiques et discutent avec les stagiaires des ajustements nécessaires pour une action féconde du point de vue des apprentissages mathématiques. Cependant, notre contribution est d'autant plus riche qu'elle se trouve mise en écho avec la perspective de l'enseignante d'expérience, partenaire de la supervision. Nos apports respectifs quoique dans des perspectives distinctes, résonnent, s'articulent, sont mis en tension, mais ne sont pas nécessairement mis en opposition. Si les connaissances mathématiques et didactiques sont rappelées, enrichies, le maillage des points de vue et l'interaction des enjeux permettent surtout de leur donner du sens et de les inscrire dans une perspective pragmatique dans le genre professionnel (Clot & Faïta, 2000) tel que porté par le collectif de formation. En ce sens, le prêt de conscience qu'offrent les formatrices aux stagiaires dans le cadre des entretiens post-leçon illustre de manière particulière l'exercice d'une vigilance didactique telle que définie par Charles-Pézard (2010)¹⁹ en rendant visibles l'imbrication des enjeux relevant de différents

¹⁹ La vigilance didactique peut être définie comme les ajustements continus apportés par l'enseignant au cours des différentes phases de son enseignement qui se fondent sur des connaissances mathématiques et didactiques. Elle a pour but d'assurer une proposition d'enseignement la plus féconde possible sur le plan des apprentissages (Charles-Pézard, 2010).

registres de fonctionnement (Vinatier, 2013), leur mise en tension, les possibilités d'articulation, mais aussi les voies divergentes qui s'en dégagent parfois. Nous y voyons là un écho à la didactique praticienne proposée par Martinand (2014), où l'enseignante « porte la responsabilité en regard d'un contenu » (p.12) en concomitance aux autres responsabilités rattachées aux missions éducatives prescrites.

Personnellement, le processus réflexif dans lequel nous nous sommes engagées dans cette recherche nous a permis d'acquérir une sensibilité plus fine du terrain, des facettes multiples du métier de même que des conditions et contraintes à l'œuvre. Surtout, il nous a fait réaliser la complexité que représente l'articulation des points de vue exprimés en cours d'entretien post-leçon. Complexité qui se transpose en défi pour la formation en stage pour le rôle joué par les acteurs du stage : opérer un maillage constructif des points de vue en cours d'entretien, même si ceux-ci divergent, aux bénéfices non seulement du développement professionnel de la stagiaire, mais également des formatrices.

Finalement, il convient de rappeler que notre étude se limite au travail de supervision de deux triades (au primaire et au secondaire). L'analyse des objets de discussion d'autres triades est évidemment souhaitable pour bonifier ce portrait portant sur les situations et l'activité d'enseignement des mathématiques. De la même manière, l'étude de nouvelles triades dans les deux ordres d'enseignement contribueront à raffiner les types de dynamique à l'œuvre dans ce format de supervision.

Quoique notre recherche aborde la médiation sociale qui s'organise lors de l'entretien post-leçon en termes d'objets de discussion et de dynamique, elle ne nous permet pas d'envisager le potentiel de cette construction collective émanant de la médiation sur le développement professionnel des acteurs du stage. D'autres recherches seront nécessaires pour explorer les impacts des discussions et analyses qui ont cours dans les entretiens post-leçon sur l'activité d'enseignement des mathématiques des stagiaires et sur l'activité de supervision des formatrices.

Plus encore, il nous semble intéressant d'explorer également le potentiel de ces moments d'analyse en triade pour la transformation des métiers d'enseignants et de formateurs, posant l'hypothèse à l'instar de Billett (2001) que la médiation sociale exercée par l'enseignante associée et la superviseuse agit non seulement comme l'une des sources de l'apprentissage et du développement professionnel du novice, mais aussi comme l'environnement dans lequel le métier peut se co-construire et le genre professionnel se circonscrire et se redéfinir.

Bibliographie

ADIHOU, A., GIBEL, P. & BLANQUART-HENRY, S. (2018). Méthodologie pour l'étude didactique d'un entretien formateur-universitaire/professeur stagiaire en classe de mathématique. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 19(2), 143-167.

BACON, L. (2011). Construction négociée par la triade de formation en stage d'un savoir-enseigner les mathématiques au primaire. Thèse de doctorat, Université de Montréal.

BACON, L. & SABOYA, M. (2013). Une analyse de ce qui se dégage des échanges dans la triade de formation dans le cadre de la supervision de stage. Actes du colloque du colloque du Groupe de didactique des mathématiques du Québec, Expériences mathématiques uniques et multiples, 5-7 juin 2013, p. 41-51.

BACON, L., BEDNARZ, N., SABOYA, M., HANIN, V. & LAJOIE, C. (2019). L'intelligence professionnelle des conseillers pédagogiques au sujet de la relance lors du pilotage de la résolution de problèmes mathématiques en classe. Actes du 5e colloque international de didactique professionnelle, Former et développer l'intelligence professionnelle, 23-25 octobre 2019, p. 146-155.

BAKHTINE, M. (1984). Esthétique de la création verbale. Traduit du russe par Alfreda Aucouturier. Préface de Tzvetan Todorov. Paris : Gallimard

BAKHTINE, M. (1978). Esthétique et théorie du roman. Traduit du russe par Daria Olivier, préface de Michel Aucouturier. Paris : Gallimard.

BAKHTINE, M. (1970). La poétique de Dostoïevski : traduit de la 2e édition russe par Isabelle Kolitcheff. Présentation de Julia Kristeva. Éditions du Seuil.

BEDNARZ, N., BACON, L., LAJOIE, C., MAHEUX, J.-F. & SABOYA, M. (2020). L'activité réflexive en recherche collaborative : Analyse polyphonique d'un projet mené avec des conseillers pédagogiques en mathématiques au primaire. *Revue Hybride de l'éducation*, numéro thématique sur les recherches participatives en éducation, 4 (1), 24-45.

BEDNARZ, N., POIRIER, L., DESGAGNÉ, S. & COUTURE, C. (2001) Conception de séquences d'enseignement en mathématiques : une nécessaire prise en compte des praticiens. Dans A. Mercier, G. Lemoyne et A. Rouchier (Dir.), *Le génie didactique. Usages et mésusages des théories de l'enseignement*, (p. 43-69). DeBoeck Université.

BILLET, S. (2001). Knowing in practice : re-conceptualising vocational expertise, *Learning and instruction*, 11(6), 431-452.

- BLAIS, M. & MARTINEAU, S. (2006). L'analyse inductive générale: description d'une démarche visant à donner un sens à des données brutes. *Recherches qualitatives*, 26(2), 1-18.
- BUJOLD, N. (2002). La supervision pédagogique : vue d'ensemble. Dans M. Boutet et N. Rousseau (Dir.), *Les enjeux de la supervision pédagogique des stages*, (p. 9-22). Presses de l'Université du Québec.
- CADIEUX, R., GENDRON, I. & LEDOUX, A. (2005). *Panoramath. Manuel*, A, volume 1. Anjou : Éditions CEC.
- CARON, J. & PORTELANCE, L. (2017). Perceptions de stagiaires quant au soutien des deux formateurs à l'articulation entre théorie et pratique. *Formation et profession*, 25(1), 34-49. <http://dx.doi.org/10.18162/fp.2017.367>
- CHARLES-PEZARD, M. (2010). Installer la paix scolaire, exercer une vigilance didactique. *Recherches En Didactique Des Mathématiques*, 30(2), 197–261. <https://revue-rdm.com/2010/installer-la-paix-scolaire-exercer/>
- CLOT, Y. & FAÏTA, D. (2000). Genres et styles en analyse du travail, Concepts et méthodes. *Travailler*, 4, 7–42.
- COLOGNESI, S., PARMENTIER, C. & VAN NIEUWENHOVEN, C. (2018). Des ingrédients pour une relation efficace maître de stage / stagiaire. Le point de vue des stagiaires. Dans C. Van Nieuwenhoven, S., Colognesi et S. Beusaert (Dir.), *L'accompagnement des pratiques professionnelles des enseignants en formation initiale, en insertion et en cours de carrière* (p. 29-44). Presses Universitaires de Louvain : Louvain-la-Neuve. Repéré à : <http://hdl.handle.net/2078.1/202498>
- COLOGNESI, S. & VAN NIEUWENHOVEN, C. (2017). Le processus de coévaluation entre superviseurs et étudiants en formation initiale des enseignants du primaire. *Canadian Journal of Education*, 40(2), 1-27.
- CORREA MOLINA, E. (2008). Les superviseurs de stage : Des qualités pour un rôle formateur. Dans E. Correa Molina, C. Gervais, et S. Rittershaussen (dir.), *Explorations internationales : vers une conceptualisation des expériences de stage ?* Sherbrooke, QC : CRP.
- COUTURE, C. & BOUISSOU, C. (2003). Vers quelle intégration théorique-pratique dans la formation de l'enseignant professionnel ? Vers quelle professionnalité enseignante en France et au Québec ? Actes de colloque sous la direction de G. Baillat, P.A. Martin et D. Niclot. Collection nationale du réseau de documentation pédagogique pilotée par le CRDP de Bourgogne. France.
- DESBIENS, J.-F., SPALLANZANI, C. & BORGES, C. (2012). *J'ai mal à mon stage*. Québec : Presses de l'Université du Québec.

ENZ, B. J., FREEMAN, D.J. & WALLIN, M.B. (1996). Roles and responsibilities of the student teacher supervisor : matches and mismatches in perception. Dans D.J. McIntyre et D. M. Byrd (dir.), *Preparing tomorrow's teachers : the field experience*, Teacher Education Yearbook IV (p. 131–150). Thousand Oaks : Corwin Press.

GERVAIS, C. & DESROSIERS, P. (2005). *L'école, lieu de formation d'enseignants : questions et repères pour l'accompagnement de stagiaires*. Presses de l'Université Laval. Québec.

GOUIN, J.-A. & HAMEL, C. (2015). La perception de formateurs de stagiaires quant au développement et à l'évaluation formative des quatre compétences liées à l'acte d'enseigner. *Revue canadienne de l'éducation*, 38(3). Repéré à : journals.sfu.ca/cje/index.php/cje-rce/article/download/1968/1778

JORRO, A. (2012). L'accompagnement, comme processus singulier et comme paradigme. Préface. Dans E. Charlier et S. Biemar (dir.), *Accompagner : un agir professionnel* (p. 5–10). Bruxelles, Belgique : De Boeck Université.

JORRO, A. (1998). L'inscription des gestes professionnels dans l'action. *Revue En question*, 19, 1–20. Repéré à <http://halshs.archives-ouvertes.fr/docs/00/11/23/44/PDF/Gestes-98.pdf>

KAUFFMAN, D. (1992). Supervision of student teachers. Eric Digest. (ED344873). Consultée le 13 juillet 2007. <http://www.ericdigests.org/1992-4/student.htm>

MALO, A. (2011). Apprendre en contexte de stage : une dynamique de transformations de son répertoire, *Revue des sciences de l'éducation*, 37(2), 237-255.

MARTINAND, J-L. (2014). Point de vue V – Didactique des sciences et techniques, didactique du curriculum, *Éducation et didactique*, 8 (1), p. 65-76.

MAYEN, P. (2002). Le rôle des autres dans le développement de l'expérience. *Éducation permanente*, 151, 87-107.

MAYEN, P. (1999). Des situations potentielles de développement. Dans *Éducation permanente*, 139, 65-86.

MEQ. (2001). *La formation à l'enseignement. Les orientations. Les compétences professionnelles*, Gouvernement du Québec, Ministère de l'éducation.

MONTGOMERY, C. (2007). Discours réflexifs des stagiaires forts et faibles en enseignement, *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, 10 (2), 89-109.

MUNOZ, G. (2007). L'analyse de quelques « mouvements cognitifs » entre les différentes formes de la connaissance : repères pour la formation, *Recherche en Éducation*, 4, 39-50.

- PASTRÉ, P. (2004). Introduction dans R. Samurçay et P. Pastré (dir.), *Recherches en didactique professionnelles* (p.1-13), Éditions Octarès.
- PASTRÉ, P. (1999). La conceptualisation dans l'action : bilan et nouvelles perspectives, *Éducation permanente*, 139, 13-35.
- PORTELANCE, L. (2009). Élaboration d'un cadre de référence pour la formation des enseignants associés québécois. La supervision pédagogique en enseignement de l'éducation physique. *Éducation et Francophonie*, XXXVII (1), 26-49.
- PORTELANCE, L., GERVAIS, C., LESSARD, M. & BEAULIEU, P. (2008). Rapport de recherche : La formation des enseignants associés et des superviseurs universitaires. Cadre de référence, 153 p.
- RIVARD, M.-C., BEAULIEU, J. & CASPANI, M. (2009). La triade : Une stratégie de supervision à redéfinir. *Éducation et Francophonie*, 37(1), 141–158.
- ROUSSEAU, N. & ST-PIERRE, L. (2002). Redéfinition des rôles du superviseur de stage : collaboration université et milieu scolaire. Dans M. Boutet et N. Rousseau (dir.), *Les enjeux de la supervision pédagogique des stages* (p. 37-51). Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.
- SAMURÇAY, R. & PASTRÉ, P. (1998). L'ergonomie et la didactique. L'émergence d'un nouveau champ de recherche : didactique professionnelle, <http://www.ergonomie-self.org/rechergo98/html/samurcay.html>
- SANDFORD, K. & HOPPER, T. (2000). Mentoring, not Monitoring : Mediating a Whole-School Model in Supervising Perservice Teachers. *The Alberta Journal of Educational Research*, 46(2), 149-166.
- VAN DER MAREN, J-M. (1995). *Méthodes de recherches pour l'éducation*. Montréal : Presses de l'Université de Montréal. De Boeck Université.
- VAN NIEUWENHOVEN, C. & COLOGNESI, S. (2015). Une recherche collaborative sur l'accompagnement des futurs instituteurs : un levier de développement professionnel pour les maîtres de stage. *Évaluer. Journal international de Recherche en Éducation et Formation*, 1(2), 103–121.
- VERGNAUD, G. (1996). Au fond de l'action, la conceptualisation. Dans J-M Barbier (Dir.), *Savoirs théoriques et savoirs d'action*, Paris : Presses universitaires de France, 275-292.
- VILLENEUVE, L. (1994). *L'encadrement du stage supervisé*. Montréal : Éditions St-Martin.
- VINATIER, I. (2013) *Le travail de l'enseignant. Une approche par la didactique professionnelle*. Bruxelles : De Boeck, 128 p.

VINATIER, I. (2009) Pour une didactique professionnelle de l'enseignement. Rennes : Presses Universitaires de Rennes, 247 p.

ZARIFIAN, P. (1996). Travail et communication. Essai sociologique sur le travail dans la grande entreprise industrielle. Paris : Presses Universitaires de France (Sociologie d'aujourd'hui), 213 p.

LILY BACON

Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

`lily.bacon@uqat.ca`

MIREILLE SABOYA

Université du Québec à Montréal

`saboya.mireille@uqam.ca`

Annexe 1. Formation pratique au Québec

Contexte général

Dans les stages au Québec, chaque stagiaire est assigné.e à un.e enseignant.e que l'on appelle « enseignant.e associé.e » qui a au moins cinq ans d'expérience et qui l'accueille dans ses classes. Le jumelage entre stagiaire et enseignant.e associé.e est fait par l'université, par une instance nommée bureau de la formation pratique. Quatre stages sont prévus dans la formation universitaire d'un.e stagiaire que ce soit au niveau primaire ou secondaire, sa formation étant d'une durée de quatre ans, l'étudiant.e fait un stage par année. La prise en charge du/de la stagiaire est de plus en plus importante au fur et à mesure qu'il/elle avance dans ses stages. Les stagiaires sont placés dans des écoles qui sont à une distance raisonnable de leur lieu de domicile. Ils peuvent effectuer un seul stage dans une école privée, les autres stages se faisant dans des écoles publiques. Nous présentons dans ce qui suit les spécificités des stages dans deux régions du Québec dont un stage au primaire et un au secondaire.

Stages au Baccalauréat en éducation préscolaire et en enseignement au primaire à l'Université du Québec en Abitibi- Témiscamingue

Un stage est prévu à chacune des 4 années du programme. À chacun de ces stages, le/la stagiaire est accueilli.e dans la classe d'un.e enseignant.e associé.e qui va l'accompagner pour toute la durée de son stage. Le/la stagiaire est également accompagné.e par le/la superviseur.e universitaire qui mène des visites de supervision dans les milieux de stage et anime des séminaires auprès d'une cohorte de stagiaires d'une même année de formation. Le premier stage a pour but d'initier le/la stagiaire à l'exercice de la profession enseignante. Il/Elle est présente dans le milieu scolaire une journée par semaine pendant neuf semaines au cours desquelles il/elle observe, participe et prend en charge graduellement certaines routines et tâches enseignantes. Il/Elle complète le stage en participant à la vie de classe pendant cinq jours consécutifs et en assurant la charge d'enseignement pour deux de ces journées. Le stage 2 a pour thématique la gestion de classe (fonctionnement, socialisation, apprentissage). Il comporte 10 journées d'intégration (1jr/semaine) puis une période intensive de 15 jours au cours de laquelle le/la stagiaire assume la responsabilité de la classe entre 7 à 10 jours consécutifs. Le troisième stage met l'accent sur les contenus et les processus d'apprentissage. Il s'échelonne sur l'année : 10 journées d'intégration et des journées de transition entre les blocs intensifs (1 jr/semaine) ; un premier bloc de trois semaines intensives au cours desquelles le/la stagiaire prend en charge 7 à 10 jours consécutifs et un deuxième bloc intensif de 3 semaines dont le/la stagiaire assume la pleine charge (entre 12 à 15 jours). Le quatrième et dernier stage se déroule sur toute une année, d'abord pour une période d'intégration d'une journée par semaine qui permet une prise en charge graduelle

des tâches enseignantes et par la suite pour une période intensive de 3 mois au cours de laquelle le/la stagiaire assure la pleine responsabilité du groupe d'élèves.

Le/la stagiaire est encadré.e, accompagné.e tout au long de son stage par son enseignant.e associé.e. Le/la superviseur.e universitaire offre un accompagnement en milieu scolaire sous la forme de visite de supervision et en milieu universitaire sous la forme de séminaires. Le/la superviseur.e universitaire est souvent un.e enseignant.e ou direction d'établissement à la retraite, un.e conseiller.ère pédagogique ou encore un.e professeur.e universitaire, dont certains.es sont également didacticien.ne.s (différentes disciplines). Le nombre de visites de supervision dans le milieu scolaire par le/la superviseur.e universitaire varie selon le stage (aucune en stage 1 ; jusqu'à 6 en stage 4). Pour chacune de ses visites, le/la superviseur.e demande aux stagiaires de lui faire parvenir la planification de la leçon qui sera observée la veille. La planification doit comporter une intention pédagogique clairement explicitée, une référence au programme d'études, le détail de la situation d'apprentissage prévue (tâche, matériel, consignes, etc.) et le déroulement anticipé selon différents moments (préparation, réalisation, intégration des apprentissages). Pour les stages 3 et 4, les stagiaires doivent produire une planification à plus long terme sous la forme de séquence didactique notamment. Règle générale, l'enseignant.e associé.e est présent.e en classe et observe la séance avec le/la superviseur.e. L'entretien post-leçon se tient immédiatement après et se déroule en dyade (superviseur.e-stagiaire) ou en triade (stagiaire – enseignant.e associé.e – superviseur.e), selon les disponibilités, les intentions des formateur.e.s, les besoins des stagiaires.

Stages au Baccalauréat en enseignement secondaire en mathématiques à l'Université du Québec à Montréal

Le premier stage est un stage d'observation dans lequel le/la stagiaire observe différent.e.s enseignant.e.s et pas seulement en mathématiques. Dans ce stage, l'étudiant.e n'est pas jumelé.e à un.e enseignant.e associé.e, c'est un.e enseignant.e identifié.e comme responsable par l'école qui s'occupe de cinq à dix stagiaires qui proviennent de différentes disciplines. Ce stage a une durée de huit jours. Les trois autres stages sont des stages disciplinaires en enseignement. Dans ces stages, le/la stagiaire assure une présence continue à l'école aux côtés de son enseignant.e associé.e. La charge à temps plein en mathématiques d'un.e enseignant.e en mathématiques étant de quatre groupes, le/la stagiaire prend en charge deux groupes pendant 26 jours consécutifs lors de son stage 2, trois des groupes pendant son stage 3 pendant 26 jours précédés de quatre jours d'observation et assume la totalité de la tâche de l'enseignant.e associé.e pendant le quatrième stage pour une durée de 40 jours. Pour les trois stages en enseignement, il est exigé que le/la stagiaire ait enseigné dans les deux cycles du secondaire (cycle 1 : élèves de 12 à 14 ans et cycle 2 : élèves de 14 à 17 ans). Nous nommons supervision de stage, l'encadrement reçu

par le/la stagiaire avant et pendant qu'il/elle est à l'école. Le/la stagiaire est encadré.e par son enseignant.e associé.e qui l'accueille dans sa classe et par un.e superviseur.e qui est formateur.e universitaire. Ces formateur.e.s peuvent être des chercheur.e.s didacticien.ne.s des mathématiques mais également des enseignant.e.s en exercice ou retraité.e.s, des chargé.e.s de cours, des conseiller.ère.s pédagogiques, toutes et tous œuvrant ou ayant œuvré en mathématiques. Dans le cas de cet article, les superviseur.e.s sont deux chercheur.e.s en didactique des mathématiques.

Il est demandé aux stagiaires de préparer une séquence d'enseignement portant sur le ou les sujets qu'ils/elles vont devoir enseigner. Pour cela, ils/elles sont amené.e.s à rencontrer leur enseignant.e associé.e au moins cinq semaines avant leur stage, ils/elles envoient préalablement une lettre à l'enseignant.e qui brosse un portrait de leur parcours et des compétences professionnelles développées lors de leur formation et dans le cadre d'autres expériences de vie ainsi que les défis à relever pendant le stage. Avant de partir en stage, une rencontre est prévue entre le/la superviseur.e universitaire et le/la stagiaire pour échanger autour de la planification prévue, la superviseur.e peut demander à ce que des changements soient apportés à la planification avant le départ en stage. La planification comprend une étude du programme de formation de l'école québécoise en vue des mathématiques à enseigner, une analyse des concepts mathématiques sous l'angle didactique et une organisation de la matière qui va être enseignée en blocs. Chaque bloc comprend un nombre variable de leçons et couvre les mathématiques à enseigner pendant la période de stage. Pour chacune des leçons, les intentions et les moyens sont précisés. L'étudiant.e prépare également ce qui est nommé le scénario d'une des premières leçons. Le scénario précise dans les détails ce qui est prévu par le/la stagiaire pendant les 75 minutes de cours qui lui sont allouées. Le déroulement de la leçon y est précisé de façon détaillée (consignes à donner aux élèves, réponses attendues, ce qui va être écrit au tableau, ...).

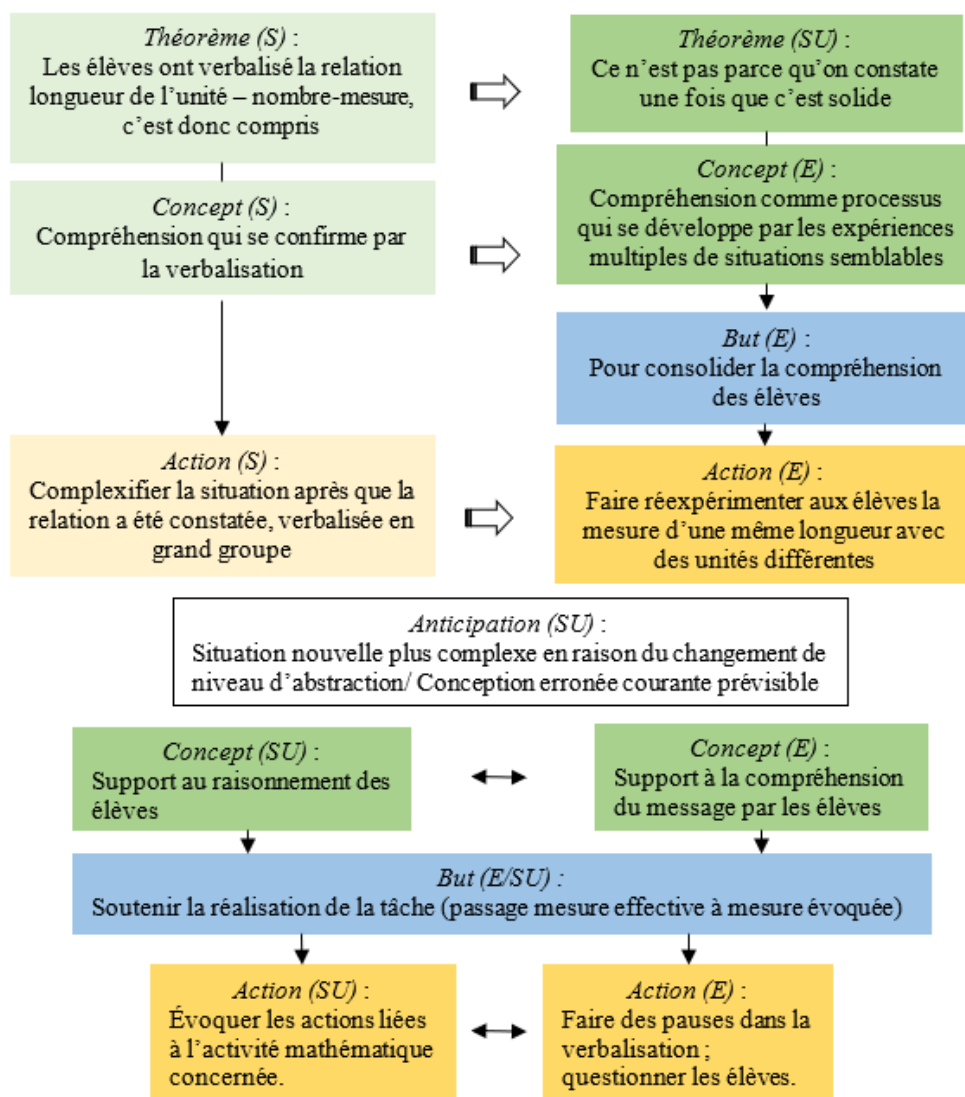
Pendant le stage, le/la superviseur.e universitaire visite deux fois le/la stagiaire. Il/Elle assiste à une séance en classe d'une durée de 75 minutes dans laquelle il/elle observe le/la stagiaire sans intervenir. L'enseignant.e associé.e peut être présent.e, à son gré, à la même séance. Un entretien post-leçon entre stagiaire, enseignant.e associé.e et superviseur.e fait suite à l'observation en classe, celui-ci est d'une durée approximative d'une heure. Tout le long de son stage, le/la stagiaire doit produire différents travaux qui sont discutés avec son enseignant.e associé.e puis envoyés à le/la superviseur.e universitaire. Il s'agit de deux analyses réflexives pour lesquelles le/la stagiaire analyse une séance en classe de son choix sous l'angle du développement de certaines compétences professionnelles. Les séances en classe qui font l'objet d'une analyse réflexive ont été enregistrées de façon audio et vidéo puis sont visionnées par le/la stagiaire. L'enseignant.e associé.e est invité.e à commenter l'analyse réflexive rédigée par le/la stagiaire. D'autres travaux sont

réalisés par le/la stagiaire comme l'élaboration d'une évaluation formative et sommative suivie de l'analyse de la correction qui a été effectuée avec les justifications. Avant chacune des visites de la (du) superviseur.e universitaire, l'étudiant.e envoie le scénario de la leçon qui va être observée. Le/la superviseur.e prend connaissance de ce scénario avant sa visite et ses observations s'appuient souvent sur ce qui a été prévu par le/la stagiaire. Le/la superviseur.e universitaire rédige suite à la rencontre avec le/la stagiaire et l'enseignant.e associé.e un rapport de visite dans lequel il/elle consigne ce qui a été discuté pendant la rencontre en regard des compétences professionnelles et ce qui est attendu pour la suite. Le/la superviseur.e commente également les travaux effectués par le/la stagiaire. À la fin du stage, enseignant.e associé.e et superviseur.e universitaire produisent une évaluation de la (du) stagiaire selon le degré d'atteinte des compétences professionnelles. C'est le/la superviseur.e qui est le/la responsable de la note finale attribuée à la (au) stagiaire.

Finalement, précisons qu'au début du stage, le/la superviseur.e universitaire communique avec l'enseignant.e associé.e pour se présenter et lui transmettre ses coordonnées, ils/elles peuvent par la suite communiquer entre eux sans y inclure le/la stagiaire selon le besoin. Le/la superviseur.e universitaire est en contact avec le/la stagiaire tout le long de son stage essentiellement par courriel.

Annexe 2 - Schématisation de l'épisode 2 provenant du stage au primaire**Tâche : Gestion des apprentissages des élèves**

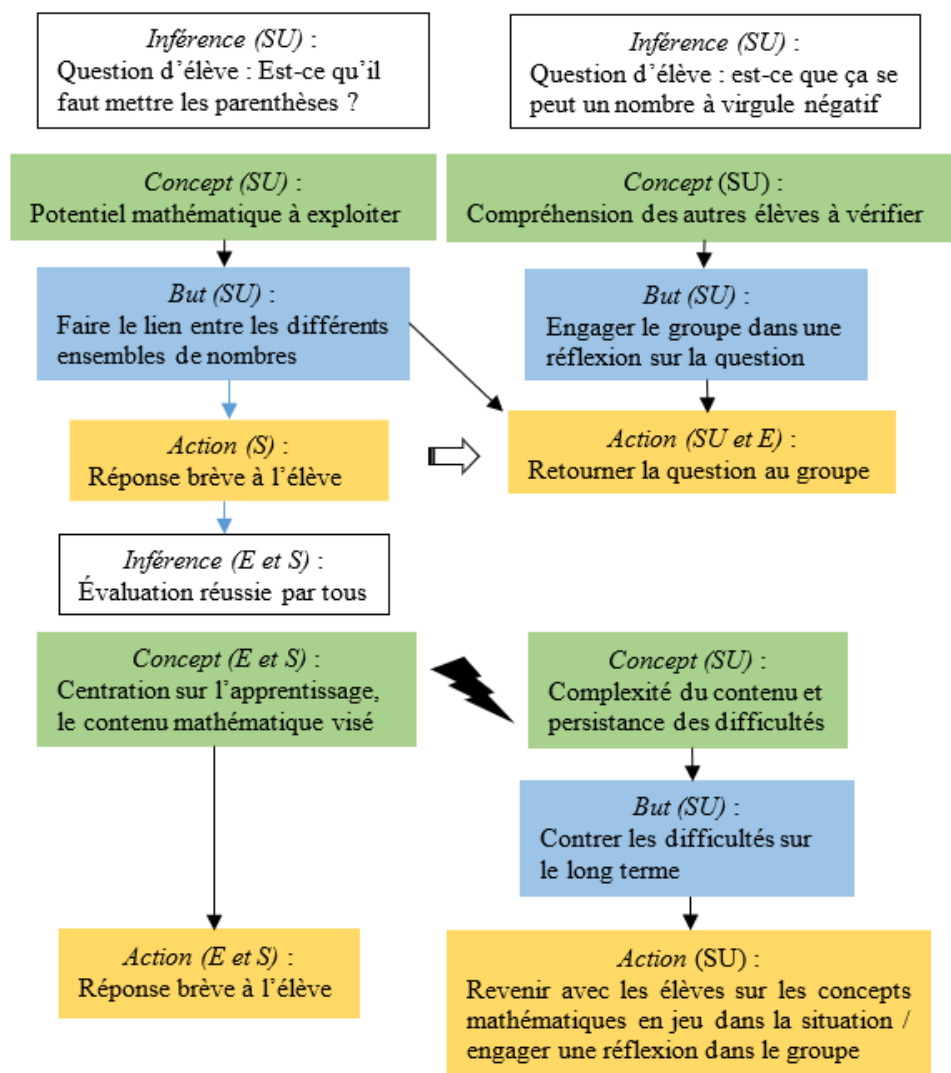
« Quand peut-on dire que les élèves ont compris ? Comment soutenir la transition vers une situation plus complexe ? »



Annexe 3 - Schématisation de l'épisode 2 provenant du stage au secondaire

Tâche de gestion de l'interaction en classe « Articuler ses interventions sur les réactions des élèves/ Relance sur les questions d'élèves »

« Il faut attraper les balles au bond. Oui, mais toutes les balles ? Lesquelles privilégier ? ».



BLANDINE MASSELIN, FRÉDÉRIC HARTMANN, MICHÈLE ARTIGUE

ÉTUDE DU RÔLE DES FACILITATEURS DANS UN DISPOSITIF DE LESSON STUDY ADAPTÉ

Abstract. Study of the role of facilitators in an adapted lesson study device. The purpose of this article is to study the role of facilitators in professional development activities adapted from Lesson Studies, known as LSa. This requires a systemic approach, which takes into account the multiple actors of this device who work in various groups and institutions. After briefly describing the LSa device and specifying the theoretical framework and methodology of this research, we highlight the diversity of the roles assumed by the facilitators and the associated border crossings, focusing in particular on the circulation of three identified boundary objects (the avatar, the video library and the roadmap) during the development and successive implementations of the device.

Keywords. adapted lesson study, facilitator, boundary object, boundary crossing, institution.

Résumé. Le propos de cet article est d'étudier le rôle des facilitateurs dans des formations adaptées des Lesson Studies, dénommées LSa. Cela nécessite une approche systémique, permettant de prendre en considération de multiples acteurs du dispositif évoluant dans des collectifs et institutions variés. Après avoir brièvement décrit le dispositif LSa et précisé le cadre théorique et la méthodologie de cette recherche, nous mettons en évidence la diversité des rôles endossés par les facilitateurs et les franchissements de frontières associés, en nous centrant plus particulièrement sur la circulation de trois objets frontière identifiés (l'avatar, la vidéothèque et la feuille de route) au cours de l'élaboration et d'implémentations successives du dispositif LSa.

Mots-clés. étude de classe, lesson study adaptée, facilitateur, objet frontière, franchissement de frontières, institution.

1. Introduction

Le dispositif de développement professionnel des enseignants dénommé *jugyo kenkyu*, littéralement « étude de leçon » s'est mis en place au Japon il y a plus d'un siècle (Fernandez & Yoshida, 2004). Dans ce dispositif, pour répondre à une question d'enseignement, un groupe d'enseignants prépare une leçon en s'appuyant sur l'étude de ressources curriculaires et scientifiques et éventuellement l'aide d'experts et/ou de chercheurs. Cette leçon, réalisée par l'un d'eux avec des élèves dans une classe, en présence des autres enseignants en position d'observateurs, est suivie d'une discussion approfondie. Cette démarche s'inscrit souvent dans un projet de recherche d'un groupe d'enseignants d'un même établissement, suscité par

exemple par une innovation curriculaire. Il existe cependant des types différents de *jugyo kenkyu*, organisés à différentes échelles, école, ville, préfecture, et même des réalisations publiques menées à l'occasion de colloques qui rassemblent un très grand nombre d'enseignants (Batteau & Miyakawa, 2020 ; Isoda et al., 2007). Des études associées à l'évaluation TIMSS ont attiré l'attention internationale sur ce dispositif (Stiegler & Hiebert, 1999) qui, au cours des deux dernières décennies, s'est répandu dans le monde entier sous l'appellation de *Lesson Study*¹ (Huang, 2019 ; Lewis & Hurd, 2011 ; Miyakawa & Winslow, 2009). A partir du concept initial, de multiples variantes se sont ainsi développées, dans un souci d'adaptation aux contextes locaux. En particulier, les acteurs intervenant dans le dispositif pour soutenir et accompagner le travail des enseignants, leur rôle exact, leurs modalités d'action et de collaboration avec les enseignants varient suivant ces adaptations. Au Japon, par exemple, il est usuel (mais pas obligatoire) d'inviter une personne extérieure à enrichir par un long commentaire final la discussion qui suit la réalisation en classe (Takahashi, 2014 ; Watanabe & Wang-Iverson, 2005). Cette personne est dénommée *knowledgeable other* dans des écrits scientifiques en langue anglaise sur les LS (Takahashi, 2014). Par ailleurs, des chercheurs universitaires peuvent quelquefois prendre part au dispositif, avec un degré d'implication ou un rôle variable.

Les travaux de recherche portant sur les LS ont étudié les opportunités que ces dispositifs offrent pour le développement professionnel des enseignants, voire pour leur formation initiale, avec une littérature chaque année plus abondante. En revanche, moins de recherches ont directement porté sur le travail des accompagnants des enseignants et sur les effets de cet accompagnement. Ce manque a été pointé en 2014 par Takahashi dans son étude sur le rôle des *knowledgeable others*. Après avoir souligné que différents chercheurs ont montré l'importance de l'expertise externe fournie par ces *knowledgeable others* dans l'efficacité des LS, et listé un certain nombre de questions posées par ceux qui, à l'extérieur du Japon, veulent développer de telles pratiques, il écrit :

But, because this practice developed organically in Japan and has never been studied, answers to these questions have been hard to find, and this absence of explicit information about the work of knowledgeable others is an impediment to developing effective support to lesson study outside of Japan. (Ibid, p.3)

Il étudie dans cet article, de façon détaillée, le travail de trois *knowledgeable others* qui ont été chargés des commentaires finaux, dans les LS associées au projet de recherche d'une école primaire publique de la région de Tokyo qui s'est déroulé sur une durée de deux années. Ces trois personnes ont une très grande expérience de

¹ « Lesson Study » sera abrégé en LS dans la suite de l'article.

l'enseignement primaire et des LS auxquelles elles sont fréquemment associées. L'étude met bien en évidence l'importance de leurs apports, dans trois dimensions :

- apporter de nouvelles connaissances issues de la recherche ou du curriculum, en les reliant à des exemples concrets pris dans la leçon ;
- montrer la connexion entre théorie et pratique en reliant les commentaires à la thématique de recherche dans laquelle la LS s'inscrit ;
- à un niveau méta, aider les participants à apprendre comment réfléchir sur l'enseignement et l'apprentissage et proposer de nouvelles pistes de réflexion.

L'auteur souligne aussi l'expertise qui sous-tend la qualité de leurs interventions, une expertise qui, au Japon, se construit visiblement par l'expérience et sur une longue durée.

Se situant dans un contexte d'adaptation des LS japonaises, Clerc-Georgy et Clivaz (2016) ont également contribué à une meilleure connaissance des rôles des accompagnants qu'ils dénomment facilitateurs, et de l'influence de ceux-ci sur le partage de savoirs entre facilitateurs et enseignants au sein du dispositif. Pour cela, ils ont utilisé des LS développées en formation continue à la HEP (Haute École Pédagogique) de Lausanne et étudié l'évolution des rôles des facilitateurs entre un premier cycle LS et un quatrième cycle ayant lieu 18 mois plus tard, avec le même collectif d'enseignants et formateurs. Selon les chercheurs, les facilitateurs adoptent dans ce contexte divers rôles suivant les moments.

Le facilitateur, dans notre contexte, est une sorte de caméléon : chercheur, formateur, enseignant, pédagogue, didacticien, mathématicien... qui habite tour à tour ces différents rôles sans en avoir toujours conscience et probablement dans une certaine opacité pour les autres participants. (Clerc-Georgy & Clivaz, 2016, p. 205)

Dans un article plus récent (Clivaz & Clerc-Georgy, 2020), ces auteurs reviennent sur les rôles des facilitateurs, à partir de leur propre expérience de facilitateur dans le dispositif mis en place à la HEP de Lausanne. Ils distinguent quatre rôles : organisateur, formateur, chercheur et membre du groupe². Dans son rôle d'organisateur, le facilitateur présente le dispositif dans les écoles, recrute les enseignants, négocie avec les autorités, pilote les réunions et y crée un climat de confiance, gère les problèmes matériels, etc. Dans son rôle de formateur, il guide les discussions, stimule la réflexion par ses questions et soutient sa progression dialogique, mais il crée également et maintient un climat de confiance, encourage la participation de chacun, l'écoute mutuelle, etc. Dans ce rôle, il peut aussi à certains

² Ces rôles sont nommés *convenor*, *teacher trainer*, *researcher* et *group member* dans l'article.

moments se mettre en position d'expert apportant des réponses à des questions mathématiques ou didactiques précises, des ressources externes, ou des commentaires critiques dans la discussion post-leçon comme le ferait un *knowledgeable other*. Pour ces auteurs, le facilitateur peut prendre un rôle de chercheur de deux façons, suivant que sa recherche s'intègre à la recherche commune menée par le groupe, ou que sa recherche, à un niveau méta, concerne le dispositif LS lui-même. Dans le premier cas, selon eux, il agit en quelque sorte comme un *role-model*, sachant que les LS visent justement à aider les enseignants à adopter une certaine posture de recherche, de questionnement sur leur pratique. Enfin, à certains moments, le facilitateur peut être simplement un membre du groupe comme les autres essayant de répondre avec eux à des questions ou de faire face à des difficultés. Comme le soulignent les auteurs, ces rôles ne se succèdent pas, souvent ils coexistent, alternent et s'influencent mutuellement tout au long du processus, et cette situation peut être source de tensions.

La recherche présentée dans cet article vise à contribuer à l'avancée des connaissances dans ce domaine en s'interrogeant sur les rôles de facilitateurs dans des Lesson Studies adaptées au contexte français de formation, notées LSa dans la suite. Elles ont été mises en place dans l'académie de Normandie depuis 2016, en liaison étroite avec l'Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques (IREM) de Rouen et grâce à des partenariats multiples (Masselin & Derouet, 2019). Dans cette adaptation, les facilitateurs sont enseignants du secondaire, animateurs IREM³ et formateurs académiques, enseignants-chercheurs rattachés principalement au laboratoire de didactique André Revuz (LDAR)⁴. Notre recherche étudie leur(s) rôle(s) dans le dispositif, leurs interactions, ainsi que les évolutions observées au fil de réalisations successives d'une LSa sur un même thème, entre 2017 et 2020. Pour les dénommer, nous reprenons le terme de facilitateur utilisé par Clivaz et Clerc-Georgy. Comme nous le verrons dans la suite, le terme prend, dans cette recherche, une acception particulièrement large, vu les spécificités du dispositif LSa.

Dans cet article, après avoir présenté les principales caractéristiques du dispositif LSa (section 2), nous précisons le cadre théorique de cette recherche et nous affinons nos questions de recherche à la lumière de ce cadre théorique (section 3). Nous

³ Le terme « animateur » est traditionnellement utilisé pour dénommer les enseignants, formateurs d'enseignants, enseignants-chercheurs, qui participent, à temps partiel, aux activités d'un IREM. Organisés en groupes de travail, ils contribuent aux trois missions des IREM : recherche, formation continue des enseignants, production de ressources pour l'enseignement et la formation (<https://www.univ-irem.fr/spip.php?article6>).

⁴ Deux chercheurs du LISEC (Laboratoire interuniversitaire des sciences de l'éducation et de la communication) et de l'EFTS (Éducation, Formation, Travail, Savoirs) interviennent également.

présentons ensuite les choix méthodologiques effectués (section 4), avant d'en venir aux résultats des analyses menées (section 5). Nous concluons en discutant ces résultats et ouvrant vers des perspectives de recherche (section 6).

2. Le dispositif LSA dans l'académie de Normandie

Le dispositif LSA a émergé au sein du groupe « Activités »⁵ de l'IREM de Rouen créé en 2015 sur le thème « Mathématiques et quotidien ». Ce groupe a participé à la rédaction d'une ressource curriculaire nationale sur ce thème pour accompagner la réforme de l'école primaire et du collège de 2016, dans le cadre d'un partenariat entre le réseau des IREM et le ministère de l'Éducation nationale (DGESCO, IGEN, IREM de Caen & IREM de Rouen, 2016). Cette ressource inclut des situations expérimentées au sein du groupe, appelant à une réflexion sur la part de modélisation mathématique laissée aux élèves. Le groupe a ensuite été chargé d'organiser, au niveau académique, des formations pour promouvoir cette ressource. Suite à un contact avec Stéphane Clivaz, le groupe a décidé de s'inspirer du dispositif qu'il décrivait pour les formations à mettre en œuvre. Deux premières formations ont été organisées en parallèle et c'est ainsi que le dispositif s'est mis en place dans l'académie de Normandie.

2.1 Un processus adapté des LS

Le dispositif de formation LSA, tel que développé dans l'académie de Normandie, est fondé sur une adaptation du processus itératif des LS décrit en un cycle (Fig.1) par Clivaz (2015, p.25 d'après Lewis & Hurd, 2011).

⁵ Le groupe « Activités » de l'IREM de Rouen comporte à l'origine, en 2015, trois enseignants de mathématiques de l'enseignement secondaire (notés B, F, L dans la suite) dont deux, B et F, sont co-auteurs de l'article. Un enseignant le rejoint en 2016 (noté S) et quatre autres en 2017 (notés Ma, J, Ar et Am).

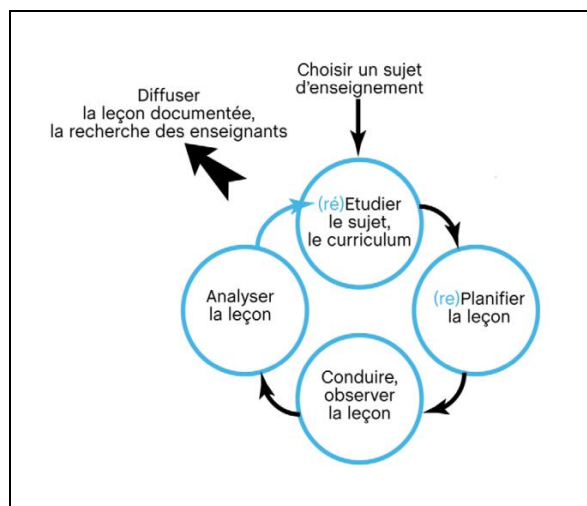


Figure 1. Processus des LS (Clivaz, 2015)

Comme le contexte d'émergence décrit ci-dessus le laisse présager, les adaptations ne sont pas mineures. Les plus importantes proviennent en partie de contraintes institutionnelles (Masselin, 2020). Celles-ci ont conduit le groupe IREM à apporter une situation⁶ initiale en formation (voir annexe 1), alors que dans les LS ce choix émane du collectif enseignant. Cette situation est élaborée par le groupe IREM dans un premier temps qualifié par ce groupe de « LS interne » (voir 2.2). Les contraintes ont aussi conduit à l'hybridation de la formation avec l'utilisation d'une plateforme à distance entre les séances en présentiel, limitées à trois journées. La classe d'élèves, lieu d'expérimentation et d'observation collective, est mise à disposition ; elle n'est sous la responsabilité d'aucun enseignant participant. Ceci est dû à la nature du collectif, formé d'enseignants géographiquement éloignés qui se sont volontairement inscrits à la formation. Pour enrichir l'analyse *a priori* de la situation et aider la planification de la leçon, le groupe IREM introduit par ailleurs des extraits de vidéos de classe réalisées pendant la LS interne. Enfin, pour enrichir l'écrit documenté sur la leçon de recherche, il est demandé aux enseignants du dispositif LSa d'expérimenter (individuellement ou à plusieurs) la situation dans leur propre classe avant la dernière journée en présentiel. Ils peuvent, s'ils le souhaitent, adapter l'énoncé ou le scénario ou même choisir un autre niveau de classe.

⁶ Ce qui est appelé situation en LSa est un germe de situation, constitué d'un problème offrant une large possibilité d'adaptations de la part des enseignants. Sa résolution inclut souvent une part de modélisation, et plusieurs procédures de résolution sont envisageables.

2.2 La structure en trois boucles de la formation

Comme développeurs du dispositif LSA, nous avons repéré trois boucles (Fig.2) afin de décrire sa structure dans une vision dynamique d'entraînement. Les trois boucles (notées respectivement B1, B2 et B3) témoignent de la reproduction d'une certaine structure avec cependant des variations. En particulier elles diffèrent par les collectifs et les classes d'élèves impliqués.

Une boucle peut être constituée de plusieurs cycles. Pour une même LSA, la première boucle B1 peut se réaliser plusieurs fois au sein du collectif des animateurs IREM. Des itérations de la boucle B2 se réalisent mais elles concernent chaque fois de nouveaux collectifs constitués d'enseignants, de deux animateurs et d'un chercheur. Concernant la boucle B3, différents enseignants ayant participé à la boucle B2 font des expérimentations, mais ce ne sont pas toujours des cycles à proprement parler car les expérimentations ne sont pas partagées en direct entre tous les enseignants du collectif de B2.

A la fin de chaque boucle, des artefacts sont produits et réinjectés dans la boucle suivante. L'*avatar* (Masselin, 2019) est l'incarnation d'un problème à un moment donné, autrement dit l'énoncé ainsi que les questions et instructions l'entourant donnés par un enseignant (ou un collectif) à une classe. La *vidéothèque* est un ensemble de courts extraits vidéo (moins de 2 mn) issus d'expérimentations menées en B1, retenus pour B2 et codés. La feuille de route (annexe 4) est un triplet composé d'un énoncé fixé à partir de l'avatar, d'un scénario et d'une grille d'intervention de l'enseignant. Ainsi, à la fin de B1, ces outils de formation sont injectés dans B2. À la fin de B2, suite à la séance de classe et à son analyse *a posteriori*, la feuille de route est actualisée. Son contenu est disponible pour les enseignants en B3. Le détail de chacune des boucles et leur articulation avec les trois journées de formation en présentiel, notées J1, J2 et J3 sont précisés par la suite.

La boucle 1 (B1) : Différents cycles sont menés sur une situation à partir d'un énoncé initial proposé par un enseignant du groupe IREM. D'autres animateurs du groupe testent ensuite diverses versions de la situation (comme en figures 4 et 5) individuellement dans leurs classes, souvent sur plusieurs niveaux, pour en dévoiler les potentialités pour la formation. S'ensuit une séance collectivement préparée, observée par tous et filmée dans une classe en direct, puis analysée collectivement. Des extraits vidéo sont retenus pour être montrés aux enseignants en B2. Cette LS interne est partagée uniquement entre chercheurs et animateurs IREM. Il arrive qu'elle soit renouvelée afin de stabiliser un germe de situation et de mieux outiller les facilitateurs en position de formateur dans B2.

La boucle 2 (B2) : Elle se déroule en trois étapes. L'étape 1, en J1, consiste en la préparation collective d'une séance par les enseignants à partir de la situation

proposée. Les enseignants résolvent d'abord individuellement le problème et une solution est partagée collectivement. Le collectif effectue ensuite une analyse *a priori* de la situation à partir d'une grille d'amorce d'analyse *a priori* fournie (annexe 2) en recherchant en particulier des procédures et des difficultés potentielles d'élèves. Lors de la mise en commun des éléments de cette grille, des extraits vidéos de B1 sont présentés pour enrichir les échanges. Le collectif prépare ensuite une séance de classe à partir de l'analyse *a priori* et réalise une feuille de route, triplet composé d'un énoncé, d'un scénario et d'une grille d'intervention de l'enseignant. Celle-ci pourra également s'enrichir d'extraits vidéo issus de B1. Cet enrichissement est matérialisé sur la figure 2 par la flèche en pointillés. À la fin du premier jour, l'énoncé est fixé mais la préparation n'est pas terminée. Le collectif est alors invité à poursuivre le travail initié sur une plateforme à distance.

Les étapes 2 et 3 ont lieu en J2. Le matin, un des enseignants, dit enseignant-expérimentateur, met en œuvre le projet collectif de séance dans une classe prêtée pour la formation et le reste du collectif observe en direct la leçon de recherche (étape 2).

L'après-midi, étape 3, le collectif réalise une analyse *a posteriori* de la séance à partir des observations effectuées, tout en recherchant des alternatives et le chercheur présent fait une synthèse en fin de journée. La feuille de route est aussi actualisée collectivement et les enseignants sont invités à tester la situation dans leurs classes, tout en pouvant modifier l'énoncé ou le scénario.

La boucle 3 (B3) : À partir de la feuille de route actualisée, les enseignants expérimentent la situation avec plus ou moins d'adaptations dans leurs classes, individuellement ou à plusieurs. Ils réalisent des comptes rendus afin de pouvoir témoigner en J3 de ces expérimentations. J3 a lieu environ cinq mois après J2. Elle débute par un temps de partage des expérimentations. Les facilitateurs réalisent alors des apports de connaissances didactiques et mathématiques selon les besoins détectés tout au long de la formation. L'après-midi de J3, le collectif initie l'écriture collective d'un cahier de Lesson Study⁷. Il est finalisé par les facilitateurs, puis diffusé (Masselin, 2020a).

Les liens entre les trois boucles (Fig.2) sont maintenus par des animateurs du groupe IREM qui occupent la position de formateur dans B2.

⁷ Quatre de ces cahiers de Lesson Study se trouvent dans l'ouvrage collectif (Masselin, 2020), d'autres sont accessibles à l'adresse <https://irem.univ-rouen.fr/cahiers-de-ls>

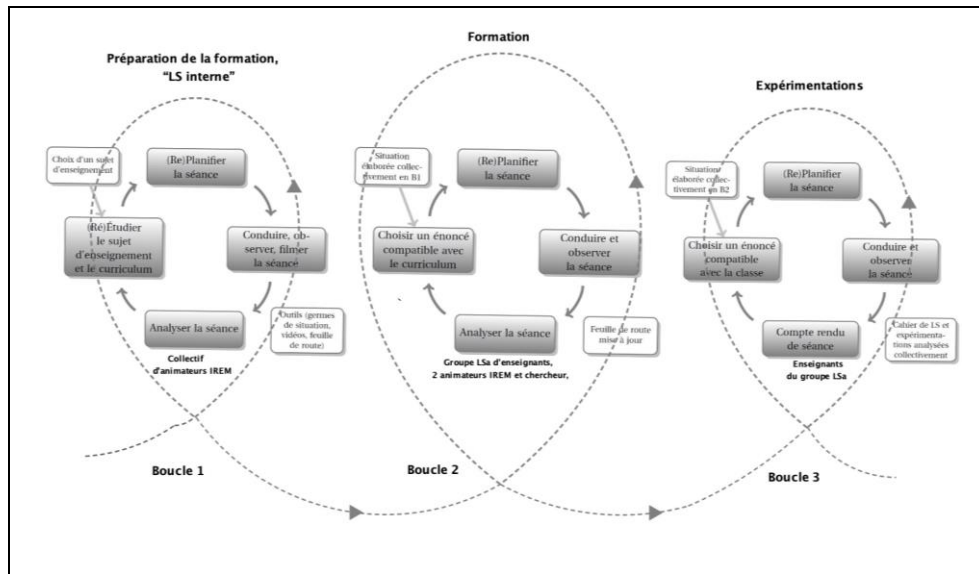


Figure 2. Trajectoire en trois boucles du dispositif de formation LSA (adapté de Masselin, 2019)

3. Cadre théorique et questions de recherche

3.1 Cadre théorique

Le dispositif LSA décrit ci-dessus est donc un dispositif de formation à visée de développement professionnel basé sur une vision collaborative de ce développement. Il fait intervenir une diversité d'acteurs qui appartiennent à différents collectifs institutionnels (corps académiques d'inspection pour l'enseignement primaire et secondaire, groupe IREM, collectif des formateurs académiques en mathématiques, laboratoires de recherche, collectifs d'enseignants d'établissements donnés, écoles élémentaires ou collèges...). Certains ont appartenu ou appartiennent simultanément à plusieurs de ces collectifs. En accord avec les résultats des recherches déjà citées de Clerc-Georgy et Clivaz (2016, 2020), nous faisons l'hypothèse que les facilitateurs vont, de façon consciente et prévue mais peut-être aussi parfois de façon non consciente ou imprévue, jouer divers rôles. Nous faisons aussi l'hypothèse que l'étude et la compréhension de ces rôles, de leur évolution au cours du temps, comme des interactions avec les enseignants engagés dans la formation, nécessite de prendre en compte les appartenances institutionnelles et les mouvements entre collectifs institutionnels. C'est pourquoi nous nous appuyons sur les notions d'institution et de position institutionnelle telles que définies dans la théorie anthropologique du didactique (TAD) (Chevallard, 2019). La notion d'institution est en effet centrale dans la TAD. Elle y a une acception large, incluant toute organisation sociale

présentant une certaine stabilité, école, classe, famille, etc. Dans chaque institution existent généralement plusieurs positions, par exemple dans une classe, la position d'enseignant et celle d'élève, et pour comprendre les relations entre les personnes et les institutions, il est important de faire intervenir ces positions et leur évolution éventuelle. Dans le dispositif LSa, le groupe IREM « Activités » de l'IREM de Rouen est une institution essentielle. Dans cette institution, en accord avec la vision idéologique qui est celle des IREM depuis leur création, il existe une position principale, celle d'animateur. Une seconde institution essentielle est le collectif LSa qui se constitue lors de B2. Dans ce collectif, la terminologie utilisée par les créateurs du dispositif distingue clairement au moins trois positions : celle d'enseignant, celle de formateur et celle de chercheur. Les personnes en position de formateur et de chercheur font partie des facilitateurs du dispositif. Dans certains cas, il existe aussi une position d'observateur du dispositif. Au fil des itérations, différents collectifs se constituent, partageant certains membres, et des changements de position peuvent aussi intervenir. D'autres institutions interviennent aussi, par exemple les deux laboratoires de recherche déjà cités. Nous les préciserons ainsi que les positions associées au fur et à mesure des nécessités de l'analyse.

Le dispositif LSa met en relation différents collectifs institutionnels entre lesquels naviguent les facilitateurs et nous faisons l'hypothèse que, pour comprendre leurs rôles, il peut être intéressant de les voir comme des passeurs de frontières. C'est pourquoi un second appui théorique pour cette recherche est constitué par les notions de *boundary crossing* et *boundary object* que nous traduisons par franchissement de frontière et objet frontière. Plus précisément, nous comprenons la notion d'objet frontière telle que définie dans Star et Griesemer (1989) :

both inhabit several intersecting worlds and satisfy the informational requirements of each of them... [They are] both plastic enough to adapt to local needs and the constraints of the several parties employing them, yet robust enough to maintain a common identity across sites. They are weakly structured in common use, and become strongly structured in individual site use. (Ibid, p. 393)

Et suivant Akkerman et Bakker (2011), nous concevons le franchissement de frontière comme lié à des différences conduisant à une discontinuité dans l'action ou l'interaction. Dans le contexte particulier des LS, cet appui théorique a déjà été productivement utilisé par Wake et al. (2016). S'appuyant sur la *Cultural historical activity theory* (Engeström, 2001), ils considèrent l'enseignant engagé dans un groupe LS comme participant à deux systèmes d'activité, l'un comme enseignant dans sa classe, l'autre comme membre du groupe LS, et le plan de leçon comme un objet frontière entre ces deux systèmes d'activités.

Dans une recherche plus récente impliquant des collaborations entre enseignants et chercheurs au Japon et au Royaume Uni (Wake et al., 2020), cette perspective est étendue à des contenus mathématiques (droite numérique, vecteurs) et outils

didactiques et les auteurs montrent comment ces objets frontières contribuent au développement professionnel visé par le dispositif LS mis en place, à savoir une meilleure cohérence curriculaire. Dans le dispositif LSa, trois outils didactiques jouent un rôle clef, comme esquissé en section 2 : l'avatar, la banque d'extraits vidéo et la feuille de route qui n'est pas sans rapport avec le plan de leçon japonais. Leur développement débute dès la boucle 1 dans le groupe IREM et, même s'ils gardent leur identité, ils évoluent au fil des boucles du fait du travail conjoint au sein des différents collectifs constitués et des fonctions qu'ils prennent dans ces collectifs. Ils sont pensés pour devenir des outils didactiques réutilisables par les différents acteurs dans d'autres contextes. Du fait de ces caractéristiques qui se retrouvent dans la définition de Star et Griesemer citée ci-dessus, nous faisons l'hypothèse que l'on peut considérer les avatar, feuille de route et vidéothèque comme des objets frontières et qu'en tant que tels, ils peuvent nous aider à structurer l'analyse des rôles des facilitateurs.

Par ailleurs, s'appuyant aussi sur la TAD, Miyakawa et Winsløw (2019) ont introduit la notion d'*infrastructure para-didactique* pour désigner l'ensemble des conditions et contraintes systémiques qui conditionnent les pratiques professionnelles de l'enseignant, au-delà de sa seule activité en classe. Ils organisent cette infrastructure para-didactique suivant trois composantes : les structures institutionnelles, les cadres existants pour l'étude et la recherche des enseignants (colloques, ateliers, leçons ouvertes...), les media utilisés ou produits par les enseignants, en distinguant différents niveaux, du niveau national à celui de l'école. S'appuyant sur une étude de cas, ils montrent l'importance de prendre en compte cette infrastructure para-didactique pour comprendre le potentiel qu'offrent les LS telles que pratiquées au Japon pour le développement professionnel des enseignants. Après les notions d'institution et de position institutionnelle, puis de franchissement de frontière et d'objet frontière, la notion d'infrastructure para-didactique est donc le troisième outil théorique que nous mobilisons dans cette recherche pour soutenir la perspective systémique qui est la nôtre. Cette perspective nous aide à ne pas sous-estimer cette dimension para-didactique dans l'étude du dispositif LSa, et à appréhender comment elle conditionne l'action et les rôles des facilitateurs. Dans le contexte français, par exemple, le réseau des IREM constitue, depuis les années 70, un élément important de l'infrastructure para-didactique soutenant le développement professionnel des enseignants de mathématiques. C'est aussi au sein des IREM qu'a émergé et s'est développée la recherche didactique française. Ce n'est donc pas un hasard si c'est au sein de ce réseau qu'a émergé le dispositif LSa, et ce d'autant plus que, comme montré par Clivaz (2015), il existe des similarités entre le fonctionnement des groupes IREM et des groupes LS. Le dispositif LSa, les pratiques des facilitateurs, sont donc, sans aucun doute, influencés par les visions de la recherche, de la production de ressources et du développement professionnel des enseignants portées par le réseau des IREM depuis sa création.

3.2 Questions de recherche

Dans le dispositif LSa étudié ici, de multiples acteurs sont intervenus et ont agi, à des degrés divers, comme des facilitateurs, comme souligné ci-dessus. En cohérence avec notre cadre théorique, nous précisons nos questions de recherche et nous nous centrerons sur les questions suivantes :

QR1 : *quels rôles peut-on identifier pour ces facilitateurs, selon les boucles du dispositif et comment ces rôles évoluent-ils au fil des itérations du processus ? Comment ces rôles sont-ils liés à leurs appartenances et positions institutionnelles ? Comment ces rôles sont-ils liés aux interactions entre collectifs institutionnels ?*

QR2 : *comment les trois objets frontières que nous avons identifiés contribuent-ils à ces rôles et interactions, comment circulent-ils, et comment objets et circulation évoluent-ils au cours du temps ?*

QR3 : *comment les éléments d'infrastructure para-didactique influencent-ils ces rôles, les interactions et circulations observées ?*

4. Méthodologie de recherche

Dans cette section, nous précisons d'abord la série de LSa considérée et les facilitateurs sur lesquels cet article va plus particulièrement se centrer. Nous présentons ensuite les trois objets frontières déjà mentionnés autour desquels l'analyse des rôles des facilitateurs est organisée. Nous indiquons enfin les données sélectionnées et leur traitement.

4.1 La série de LSa étudiée

Seize LSa ont été réalisées entre 2016 et 2021 à partir de diverses situations. Dans cette étude, nous nous appuyons sur une série de six LSa sur la situation dite de la « Caisse » présentée en annexe 1, qui semble pouvoir offrir un riche travail mathématique et didactique (Hartmann & Masselin, 2020). Elles ont été réalisées sur trois années consécutives avec deux collectifs d'enseignants distincts chaque année. Outre le nombre important d'itérations et le potentiel de la situation, le choix de cette série a été motivé par le fait que les LSa « Caisse » nous semblent bien représentatives du travail entrepris par le groupe IREM sur les rapports entre mathématiques et vie quotidienne, ainsi que de la façon dont ce travail se reflète dans les LSa. A ceci s'ajoute le fait que les LSa « Caisse » s'inscrivent aussi dans une problématique de liaison entre cycles, ici au niveau du cycle 3 en France, à cheval sur l'école primaire et le collège depuis la réforme curriculaire de 2016. Elles répondent donc également au besoin de développement de formations de liaison école-collège.

4.2 Les facilitateurs retenus pour l'étude

De nombreux facilitateurs interviennent dans les LSA, comme cela a déjà été souligné. Dans cet article, nous nous centrons plus particulièrement sur deux d'entre eux, Hartmann (noté F) et Masselin (B), co-auteurs de l'article, en raison de leur forte implication dans le développement des LSA. B et F sont enseignants de collège. Ils sont également animateurs à l'IREM de Rouen et membres du groupe « Activités » de l'IREM depuis sa création en 2015. Depuis 2020, ils font de plus partie d'un groupe académique incluant cinq formateurs (Référénts Mathématiques Académiques), des Inspecteurs (du 1^{er} et 2nd degré). Par ailleurs, après avoir obtenu en 2016 un master didactique de formation de formateurs, B a préparé au sein du LDAR un doctorat⁸ en didactique des mathématiques, soutenu en 2019, et est depuis chercheuse associée à ce laboratoire.

Le tableau 1 précise, pour les LSA « Caisse », les facilitateurs qui sont intervenus dans la boucle B1 et les première et dernière itérations de B2 qui seront plus particulièrement étudiées, avec leur position institutionnelle dans les boucles correspondantes. Nous noterons que B et F sont chaque fois présents.

Tableau 1. Positions institutionnelles des facilitateurs dans les boucles étudiées

Boucle	B1	B2 première itération	B2 dernière itération
Année (lieu)	2017-2018 (St Martin du V.)	2017-2018 (Lillebonne)	2019-2020 (Maromme)
Facilitateurs et position institutionnelle	Les animateurs du groupe IREM : F, B, J, S, L Chercheuse off : M Contact- établissement d'expérimentation : B	Formateurs : F, B Observateurs : Ma et J Chercheuse in : C Contact- établissement d'expérimentation : F	Formateurs : F, Ma Chercheuses in: Ch, B Contact- établissement d'expérimentation : Ma

Dans chaque boucle du dispositif, notons la présence de chercheurs in et off. Un chercheur off est un chercheur qui interagit avec des animateurs IREM en répondant à leurs questions éventuelles émanant de B1. Il n'est pas physiquement présent lors de la formation en B2 mais ses éléments de réponse au groupe IREM sont insérés dans le dispositif. Un chercheur in participe à la formation sans nécessairement avoir été le chercheur off. Il apporte son point de vue de chercheur durant B2.

⁸ Sa thèse porte sur l'étude du travail des enseignants autour de la simulation en probabilité et comporte une étude menée sur deux collectifs ayant vécu une LSA.

4.3 Les objets frontières analysés

Des outils didactiques spécifiques ont été élaborés pour les LSa et sont décrits précisément dans un ouvrage (Masselin, 2020a, pp. 21-60). Ils soutiennent la préparation de la formation et ses implémentations, ainsi que la communication entre les différents acteurs (Hartmann & Masselin, 2020). Comme indiqué dans la section 3, nous nous focalisons dans cette étude sur trois de ces outils didactiques, l'*avatar*, la *vidéothèque* et la *feuille de route*.

Nous jugeons ces trois objets essentiels dans l'élaboration et le fonctionnement du dispositif LSa et les considérons comme des objets frontières pour les raisons données en 3.1. L'étude de leur émergence, de leur élaboration, de leurs usages, des évolutions constatées au fil des boucles et des itérations du dispositif, nous semble pouvoir mettre en lumière divers rôles joués par les facilitateurs, identifier les franchissements de frontières et leurs effets.

4.4 Les types de données et leur traitement

Pour identifier les différents rôles des facilitateurs dont le travail débute dès l'élaboration de la formation, nous disposons d'une très grande diversité de données. Il s'agit de descriptifs de formation, échanges de courriels, extraits filmiques de séances de classe, productions d'élèves et d'enseignants, comptes rendus d'expérimentations et de réunions, notes d'observations, comptes rendus écrits de séances de formation, journal de bord de groupe à distance, etc. Pour mener l'étude, nous avons cherché à constituer un corpus prenant en compte à la fois les boucles B1 et B2, et les trois outils didactiques sélectionnés, mais restant d'une ampleur exploitable. Ceci a abouti à la sélection de 33 données, jugées suffisamment représentatives des LSa étudiées par deux des co-auteurs, aussi développeurs des LSa. Ces données proviennent de la boucle B1 effectuée début 2017 et de deux réalisations de B2 : la première itération avec des enseignants en 2017 et la dernière itération en 2020. Elles ont fait l'objet d'un codage systématique : nature de la donnée et date, information synthétique sur le contenu de la donnée, acteurs et institutions associés, rôles. Le tableau joint en annexe 3 en donne une version synthétisée pour que la taille du document reste raisonnable. Ces données et codages ont soutenu les analyses qui ont été menées en suivant chronologiquement, au fil des itérations de LSa, l'élaboration, la circulation et l'évolution des trois objets frontières, et identifiant les rôles joués par les facilitateurs, notamment B et F, dans ces processus.

5. Analyse des données

Comme précisé dans la section précédente, l'analyse des données a été organisée autour de trois outils didactiques considérés comme des objets frontières. Nous reprenons cette structuration dans cette section avec trois sous-sections

respectivement consacrées à l'avatar, la vidéothèque et la feuille de route. Nous complétons par une sous-section consacrée à l'évolution des rôles de B et F au fil du développement du dispositif.

5.1 L'avatar

Dans le dispositif LSA, l'avatar joue un rôle important dès B1 mais il évolue grâce aux analyses vidéo réalisées pour la vidéothèque qui sera utilisée en formation dans les boucles B2 et il se stabilise donc relativement vite, contrairement aux deux autres objets frontières qui seront étudiés ensuite. Pour les LSA « Caisse », l'avatar a son origine dans l'initiative de F qui, comme *enseignant*, décide d'adapter une situation trouvée sur le site web de l'académie d'Aix-Marseille⁹ pour une de ses classes de collège, en juin 2017. Il produit donc un premier avatar (Fig.3) qui est partagé avec les autres membres du groupe IREM lors d'une réunion en septembre 2017.

Lors de cette réunion, il rend compte de son choix d'énoncé, du scénario retenu et de la mise en œuvre dans sa classe, ce qui convainc ses collègues du potentiel de cette situation pour une éventuelle LSA. Dans cette phase, F joue donc au sein du groupe IREM un rôle particulier. Il centre le travail du collectif d'animateurs sur la situation de la caisse. C'est pourquoi nous le dénommons *catalyseur*. Nous observons là une première différenciation des rôles au sein du groupe IREM. Par la suite, F participera en tant que formateur à trois itérations de la LSA « Caisse », avec divers rôles. Dans les LSA, il y a toujours un catalyseur qui est un animateur du groupe IREM. Il participe toujours au moins à quelques itérations. Un catalyseur n'est pas donc pas réduit à ce rôle.

Le travail du groupe se focalise alors sur la situation apportée par F, avec l'objectif de l'exploiter en LSA. Deux autres membres du groupe (B et S) proposent d'endosser le rôle d'*enseignant-expérimentateur* en mettant en œuvre une séance dans une de leurs classes, avec des modifications de l'avatar, non partagées nécessairement avec le groupe IREM avant l'expérimentation. Ces modifications (Fig.4) visent à permettre d'étudier l'impact possible de variations de l'avatar. L'idée est, pour le groupe IREM, une fois ces avatars testés et les retours d'expérimentation partagés, de disposer d'une famille de situations pour ouvrir les perspectives en formation, montrer aux enseignants qu'ils peuvent faire œuvre de créativité par rapport à l'avatar qui leur est proposé, et aussi disposer d'un recueil de données plus riche pour soutenir le travail à mener.

⁹ https://www.pedagogie.ac-aix-marseille.fr/jcms/c_10548609/fr/une-caisse-solide?hlText=caisse

Fabriquer une caisse solide – 6ème

Je possède 4 cornières de 1m de long chacune avec lesquelles je veux fabriquer l'armature d'une caisse *parallélépipédique*.

→ Quelles seront les dimensions de la caisse ?

→ Quel sera son volume ?

4 cornières de 1m de long chacune



Des caisses parallélépipédiques

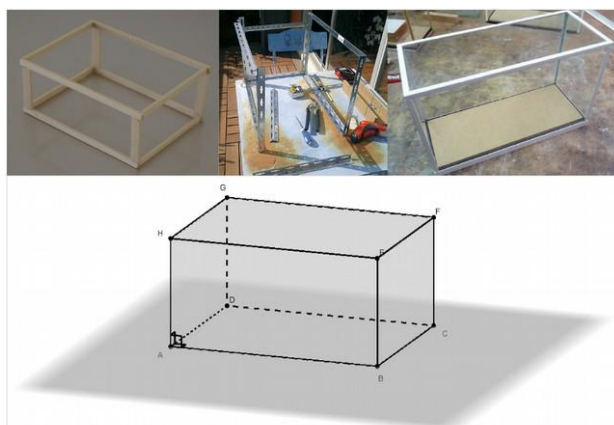


Figure 3. Avatar de F (06/2017) partagé en réunion IREM (09/2017)

L'objet caisse de l'énoncé de l'avatar initial de F (« une caisse ») est ainsi remplacé par un aquarium (autre objet du quotidien) diversement représenté, ce qui permet d'observer et d'analyser des effets de choix de représentations d'un pavé droit¹⁰ non opaque (dessiné à main levée ou non) sur le travail mathématique. La donnée de la forme géométrique, le parallélépipède rectangle, est par ailleurs supprimée et une question est rajoutée (recherche du volume maximal).

¹⁰ Un pavé droit, dans l'enseignement français, désigne un parallélépipède rectangle.

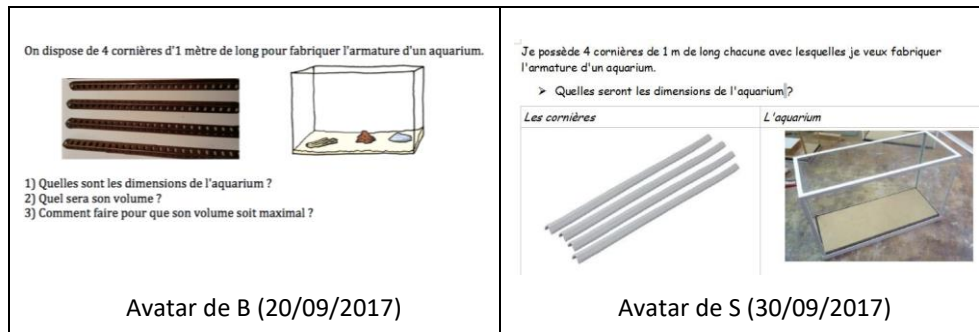


Figure 4. Avatars de B et de S mis en œuvre avant LS interne

B réalise la première expérimentation dans sa classe de 6^e, le 20/09/2017, dans un double rôle d'*enseignante-expérimentatrice* et d'*analyste didactique-mathématique*. Elle décide ainsi de constituer pour le groupe IREM un inventaire des questions ayant émergé dans sa classe). L'échange qui suit entre B et un élève E de sa classe est un extrait de discussion en classe partagé au sein du groupe (le doc.3 décrit en annexe 3 décrit son intégralité) :

E a dessiné un carré de 1m de côté.

B (*s'adressant alors à toute la classe*) : On a le droit de découper les cornières sinon on obtient un carré et on ne peut pas mettre de poissons dedans car on n'obtient pas un aquarium.

E : Est-ce qu'on peut utiliser moins de 4 mètres ?

B : Tu peux mais tu peux aussi prendre tout.

E : Il y a 8 points (E parle des 8 sommets) donc il y a plusieurs possibilités, ah on doit les couper, j'ai compris.

Le groupe utilise ensuite effectivement cet inventaire pour initier collectivement une grille d'intervention de l'enseignant (incluse dans la feuille de route) pour la future leçon de recherche de B1 que les animateurs du groupe IREM appellent entre eux la LS interne. Les questions de l'extrait ci-dessus, par exemple, permettent au groupe IREM d'anticiper l'arrivée de questions d'élèves sur des chutes éventuelles de cornières et fait prendre conscience d'un double positionnement possible de l'enseignant suivant qu'il autorise ou non les chutes, et de ses incidences possibles. B identifie également des difficultés de certains élèves avec la notion de volume (voir l'échange ci-après extrait du doc. 3) qui, partagées avec S, vont amener celui-ci à supprimer les questions sur le volume de la variante de l'avatar qu'il avait initialement envisagée.

E1 : Ça veut dire quoi son volume ? Mais c'est quoi son volume ?

B : Quelqu'un peut ?

E2 : C'est l'aire.

B : Vous êtes tous d'accord ?

E3 : Non c'est le « litrage » qu'on peut mettre dedans.

Les deux expérimentations ont été menées dans des classes de profils distincts¹¹. Le croisement des retours d'expérimentation, au sein du groupe IREM, va permettre l'identification de procédures élèves erronées identiques. B et S, ainsi que les animateurs du groupe IREM, ont alors un rôle de *chercheur*.

Ils analysent le travail des élèves avec des cadres théoriques pour cerner des potentialités de l'avatar en anticipant des rebonds¹² du travail mathématique des élèves. Ils cherchent à repérer dans les procédures erronées des élèves, des invariants, utiles pour le projet de formation, en particulier pour enrichir l'analyse *a priori* de la situation par les enseignants durant B2. Le collectif IREM repère ainsi, par recoupement des données, que dans les deux classes, certains élèves ont considéré la caisse comme un carré de côté 1 m, en se situant dans le plan, ou encore des blocages liés à une difficulté de représentation (doc 4). S soulève par ailleurs la question de l'accès ou non des élèves à une (des) maquette(s) de solides, et à la place à y accorder en formation (le formateur doit-il l'évoquer ou pas ?). Il avait en effet préparé une maquette pour sa séance qui s'est révélée utile :

S : Au bout d'un quart d'heure, peu de productions intéressantes, seul un groupe a partagé les 4 m en 12 parts et a trouvé la solution du cube sans aucun schéma, elles sont restées sur le calcul de partage. Je leur demande donc s'il existe une autre solution. Pour les autres groupes, je circule avec mon modèle de construction et leur laisse manipuler. Ils comprennent alors en général qu'il faut 12 morceaux. (doc 5)

La présentation par S de sa maquette (Fig. 5) génère un débat sur la modélisation (recouvrement des sommets par plusieurs épaisseurs de matière). F propose alors de fabriquer d'autres maquettes sans recouvrement aux sommets avec une imprimante 3D et le groupe discute de la place à donner à de tels modèles dans les futures formations. L'accessibilité de maquettes est finalement intégrée dans la feuille de route pour la LS interne et fera l'objet d'un questionnement explicite en J3 sous forme d'apports didactiques (Fig. 5).

¹¹ S est enseignant dans un établissement avec des enfants issus de familles socialement défavorisées (appelé en France Réseau d'Education Prioritaire Plus) tandis que B exerce dans un établissement de centre-ville avec des enfants de milieux plus favorisés.

¹² Un rebond est le développement nouveau du travail d'un individu ou d'un collectif après un arrêt momentané. En cela, il permet d'éviter que l'arrêt ne se transforme en blocage. (Masselin, 2020b, p.54)

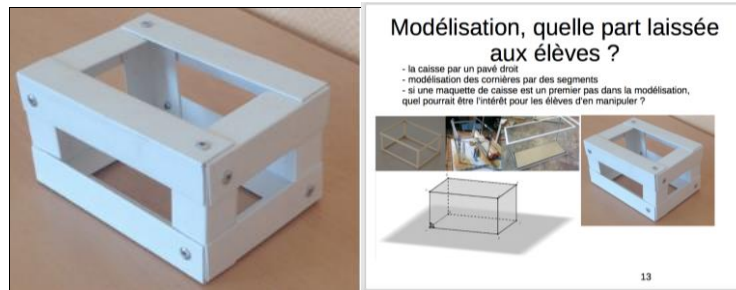


Figure 5. Maquette fabriquée par S (B1), et extrait de diaporama (B2), LSA, 2017

Par ailleurs, B, qui a suivi l'enseignement de modélisation du master didactique au LDAR, partage avec les animateurs IREM ses connaissances sur ce thème, notamment le cycle de modélisation de Blum et Leiss (2007). B joue alors un rôle de *passer de connaissances didactiques* issues de la recherche dans la discipline. Ce partage va lui aussi avoir un effet direct, le collectif jugeant important que F et B, en charge de la première boucle B2, en tant que formateurs, y pointent la modélisation dans les apports didactiques. La porosité des frontières entre la recherche didactique et le groupe IREM se traduit aussi dans des choix d'extraits vidéo issus de B1, le groupe IREM ayant décidé de réinvestir le cycle de modélisation de Blum et Leiss en formation. Ce rôle de *passer de connaissances*, s'il n'est pas systématique, est fréquent et dépend d'éléments repérés en B1 ou B2.

La préparation de la LS interne est faite collectivement au sein du groupe IREM dont les animateurs jouent alors le rôle de *co-designers*. Suite à l'analyse des expérimentations effectuées, le collectif stabilise comme avatar, la version de l'annexe 1 avec une photographie de caisse pleine et une seule question portant sur les dimensions de la caisse. La feuille de route prévoit que des maquettes seront à la disposition de l'enseignant en charge de la LS interne. Cet avatar sera celui utilisé comme amorce dans les LSA. S prend le rôle d'*enseignant-expérimentateur* pour la LS interne menée en octobre 2017, franchissant une frontière institutionnelle, cette fois entre école élémentaire et collège, puisque la réalisation se fait dans une classe de CM1-CM2. Les autres membres du groupe IREM, notamment B et F, jouent dans cette réalisation le rôle d'*observateurs-caméramen*, et relèvent des données (écrites et vidéos).

Un débat (doc 6) sur le choix entre « 1 cornière de 4 m » et « 4 cornières de 1 m » a aussi lieu au sein du groupe IREM pour fixer l'énoncé à proposer en B2. Il aurait pu conduire à un nouvel avatar. Le groupe s'interroge sur la variante *a priori* susceptible de générer le plus de diversité en termes de procédures. S'appuyant sur leur expérience d'enseignant et prenant aussi en compte la réalité de la situation, ils décident ensemble d'en rester à 4 cornières de 1 m.

En conclusion, comme on le voit, le développement de l'objet avatar au cours de la boucle B1 voit intervenir une succession de versions. Tous les membres du groupe IREM y contribuent, avec des rôles partiellement différenciés, parmi lesquels nous avons pointé des rôles de *catalyseur* (F), d'*enseignant-expérimentateur* (B et S), d'*analyste didactique-mathématique* (B), de *co-designer*, de *chercheur* par exemple en quête d'invariants (tout le groupe IREM) ou de *passeur de connaissances didactiques* (B). On voit aussi que ce développement s'appuie sur la circulation entre différentes institutions auxquelles les membres du groupe IREM appartiennent et entre lesquelles ils naviguent. Nous visualisons ces rôles et institutions dans le tableau 2 et reviendrons sur l'analyse dans la section 6, la croisant avec celles effectuées dans les deux sous-sections suivantes.

Tableau 2. Rôles de B et F et institutions en jeu autour de l'objet frontière Avatar en B1

Objets frontières Rôles	Avatar B1
Analyste didactique-mathématique	Analyse le travail des élèves et de l'enseignant à partir de choix d'avatar
Catalyseur	Aide à centrer le travail du groupe IREM sur l'avatar
Chercheur	Soutient l'analyse du travail des élèves avec un(des) cadre(s) théorique (s) pour cerner des potentialités de l'avatar
Co-designer	Élabore et stabilise collectivement un avatar pour B2
Enseignant-expérimentateur	Expérimente un avatar retenu dans une classe
Passeur de connaissances didactiques	Enrichit l'analyse didactique par des apports issus de la recherche
Institutions	Groupe IREM - Établissements scolaires (classes d'animateurs et une classe prêtée dans une école primaire) - LDAR (Master)

5.2 La vidéothèque

Le second objet frontière que nous considérons est la vidéothèque. Cet objet émerge en B1, lors de la première leçon de recherche. Lors de la séance de classe de B1 sur la caisse, B a convaincu le groupe de l'intérêt de faire des recueils vidéo afin d'introduire ensuite certains extraits vidéos en B2, pensant que ces extraits pourraient apporter un plus dans le dispositif. Via sa formation de master didactique, B a acquis une expérience certaine concernant l'analyse de vidéos de classe et leur exploitation en formation, une pratique essentielle dans ce master (Robert et al., 2012). Elle dispose d'outils d'analyse, notamment ceux issus de la Double Approche des pratiques enseignantes (Robert & Rogalski, 2002), et en nourrit le travail

collectif. La décision prise de réaliser une vidéothèque pour le dispositif LSA, témoigne donc d'une influence directe de la formation de master et B joue un rôle de *catalyseur* concernant l'introduction d'outils vidéo en LSA.

En B1, lors de la leçon de recherche, les membres du groupe IREM (à l'exception de S) sont *observateurs-cameramen* : ils se chargent d'observer, de recueillir des données vidéo, des photos et des écrits (brouillons, productions de groupes d'élèves, notes sur les échanges oraux, etc.). La plupart sont postés au sein d'un groupe d'élèves, l'observent, prennent des notes, des photos et recueillent, avec leur téléphone portable, des données filmiques qu'ils jugent significatives pour B2, analysant à la volée ce qui se joue en classe. Ils sont majoritairement des *cameramen en plongée* sur le travail du groupe (c'est le cas notamment de B et F) et ont simultanément un rôle d'*analyste didactique-mathématique* du travail réalisé en classe. Un autre membre du groupe IREM, se positionnant comme *caméraman grand angle*, capte, avec une caméra fixe au fond de la classe, le déroulement global de la séance (déplacement de l'enseignant dans les différents groupes et phases collectives).

A l'issue de la leçon de recherche, les membres du groupe IREM réalisent individuellement un premier tri et des analyses, puis hiérarchisent les données-vidéo et productions écrites issues du groupe d'élèves qu'ils ont observé. Cette sélection d'extraits courts, d'une durée d'environ 2 minutes maximum, est réalisée en fonction de leur intérêt potentiel pour la future boucle B2. Les membres du groupe IREM ont alors un rôle d'*analyste didactique-mathématique* de la pratique d'enseignement collectivement préparée et partagée, ainsi qu'un rôle de *pré-sélectionneur d'extraits vidéo* relatifs au groupe observé. Les différents extraits sélectionnés sont ensuite partagés (doc.10, annexe 3) et discutés lors d'une réunion du groupe. Une seconde sélection est alors opérée (doc.11 et doc.12) pour la réalisation de la vidéothèque. Certains extraits peuvent être redécoupés sur décision du groupe, ou hiérarchisés selon leur pertinence pour B2. Chacun endosse à cet instant le rôle de *co-designer d'une première vidéothèque*, en s'accordant sur la description et la visée des extraits retenus pour la première boucle B2.

Une vidéothèque sur la situation de la caisse est ainsi établie en B1. Elle contient, à l'issue de cette boucle, 20 courts extraits vidéos parmi lesquels les formateurs de B2 pourront puiser en J1. L'ensemble est dénommé par le groupe « prompteur » en référence au rôle qu'ils auront à jouer en B2. Une de ces vidéos nommée « 3 solutions » (doc.9) va susciter un échange de mails entre M, membre du LDAR en position de chercheuse off, et F animateur du groupe IREM avec un rôle d'*analyste didactique-mathématique*. F anticipe alors son futur rôle d'*injecteur de vidéos* dans B2 où il sera amené à sélectionner et faire visionner des éléments de la vidéothèque, en fonction des productions des enseignants du collectif LSA. L'échange porte sur le concept de dimension d'un objet (doc.13). La vidéo montre, lors du bilan en classe,

trois triplets solution ((50 cm, 25 cm, 25 cm), (25 cm, 50 cm, 25 cm) et (25 cm, 25 cm, 50 cm)) proposés par un groupe d'élèves à l'enseignant-expérimentateur qui est surpris par ces propositions. F interroge M, restée à distance de B1 sur le sens du mot dimension. M revient sur le concept de dimension en mathématiques, le fait que le cube est un objet de dimension 3 même si une seule mesure de longueur suffit à le caractériser, et évoque des objets de dimensions non entières. Cet échange et son *apport mathématico-didactique* contribuent à l'analyse *a priori* de la situation de la caisse dans le cadre de la formation. Il nourrit l'élaboration de la vidéothèque ainsi que les apports mathématiques et didactiques en J3, comme en témoigne l'extrait de diaporama de la figure 6.

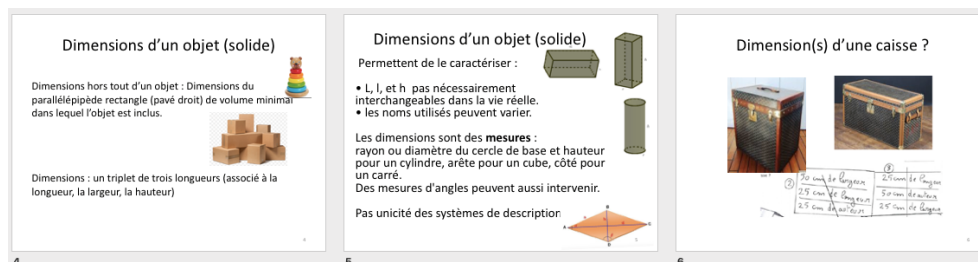


Figure 6. Extrait de diaporama (doc.14) d'apports didactiques en J3 de LSa (2017-2020)

Au fil des reproductions du dispositif LSa, la vidéothèque évolue (doc.26, 27 et 28). F et B, en tant que pilotes du dispositif de formation, recensent les extraits vidéos utilisés par les formateurs dans chaque itération. Ceci conduit à la suppression de trois d'entre eux, apparemment moins utiles, et à une évolution de la présentation des vidéos.

Évolution de la vidéothèque vers la grille d'intervention du formateur

En 2017, la présentation de chacune des vidéos sélectionnées pour B2 est structurée en deux colonnes intitulées « Extrait/titre vidéo » et « Visée » (Fig.7). La première contient le titre donné à la vidéo par le groupe et sa durée ; la seconde en précise le contenu. Le titre et la durée sont surlignés, permettant ainsi une rapide identification de l'extrait par les facilitateurs.

Extrait/ titre vidéo	Visée
Groupe1_Debat_dimension_carre_rectangle  Durée : 00 : 34	<i>Le débat porte sur les dimensions. J. croit voir dans la solution d'A. une caisse qui n'est pas un pavé. Il voit des arêtes verticales de longueurs différentes (« comme ça »)</i> <i>J. peine à s'expliquer. Il lui manque le vocabulaire (pavé droit, arêtes...)</i> <i>Il y a confusion entre « certaines arêtes doivent être égales » et « toutes les arêtes doivent être égales ».</i> <i>Le cube est rejeté par A., qui prend appui sur la photo de la caisse de l'énoncé.</i> - Le cube est-il un pavé droit ? - Le carré est-il rectangle ?

Figure 7. Exemple de présentation d'une vidéo du doc.26, LSa 2017

Un débat entre chercheuses (dont B) sur le nom de « prompteur » attribué à ces vidéos suscite une évolution, décidant le groupe IREM à distinguer deux entités :

- la banque de vidéos répertoriées dans un dossier numérique, dénommée vidéothèque ;
- la grille d'intervention du formateur, nouvel outil didactique structuré en trois colonnes ; pour chaque vidéo, la première colonne précise un/des déclencheur(s) possible(s) de son visionnage en B2 ; la seconde colonne (Descriptif) fournit le titre, la durée et un descriptif bref du contenu de la vidéo (comme c'était le cas dans la première présentation) ; la troisième colonne (Apports pour l'enseignant) précise les apports visés par l'usage de cet extrait vidéo en B2.

Il ne fait aucun doute que le travail de thèse de B (Masselin, 2019) a une influence déterminante sur cette évolution. Cette thèse porte en effet sur l'étude du travail des enseignants sur la simulation en probabilités au fil de deux dispositifs LSa basés sur la même situation. En s'appuyant sur la théorie des Espaces de Travail Mathématiques (Kuzniak, 2011 ; Kuzniak et al., 2016), B a identifié des moments critiques du travail mathématique en classe, conceptualisés en termes de blocage, rebond ou confinement (Masselin, 2020b). Elle partage ces constructions au sein du groupe IREM. Les trois concepts aident le groupe à analyser les vidéos et mieux identifier leur potentiel pour la formation, puis à améliorer leur présentation pour en faire un outil plus efficace pour le formateur. Il est nommé « grille d'intervention du formateur » par analogie avec la grille d'intervention de l'enseignant qui est déjà un des outils du dispositif, élément de la feuille de route que nous considérerons dans la sous-section suivante. La figure 8 montre l'élément de cette grille associé à la même vidéo que celle de la figure 7 en 2019.

Déclencheur pour le formateur	Descriptif	Apports pour l'enseignant
Si une question est posée sur les dimensions latérales de la caisse. L'image a-t-elle une influence sur la représentation mentale ? (certaines arêtes peuvent-elles avoir la même mesure ? cube/pavé)	Groupe1_Debat_dimensi on_carre_rectangle Durée : 00 : 34	Prise de conscience de l'impact de l'image présente sur l'énoncé

Figure 8. Extrait de la grille d'intervention du formateur, LSa « Caisse », 2019 (doc.27)

Cette évolution sert aussi l'intégration dans le dispositif LSa, en tant que facilitateurs, de nouveaux acteurs qui n'en partagent pas toute l'histoire. Elle soutient ainsi l'extension du dispositif dans l'académie de Normandie, puis sa diffusion plus large sur laquelle nous reviendrons plus loin.

L'étude de l'objet vidéothèque et de son évolution au fil du temps met donc en évidence des rôles déjà identifiés dans l'étude de l'avatar (*catalyseur, analyste didactique-mathématique, co-designer*), mais aussi de nouveaux rôles directement liés à la réalisation de la LS interne et à la place des vidéos dans celle-ci (*observateur-cameraman, pré-sélectionneur d'extraits vidéo, injecteur d'extraits vidéo*). Par ailleurs, les objets de la pratique réflexive et de la conception collective de la formation se sont déplacés, engageant beaucoup plus directement la formation et visant le soutien du travail des animateurs IREM qui seront formateurs en B2. L'étude montre par ailleurs beaucoup plus nettement l'interaction avec la recherche. Celle-ci intervient principalement *via* deux institutions : le master didactique de formation de formateurs et le LDAR, les deux institutions ayant des liens étroits. L'interaction se fait par l'intermédiaire de B qui a appartenu à la première et est actuellement membre de la seconde, et joue ainsi un rôle tout particulier dans le groupe IREM, même vis-à-vis de F avec lequel elle partage le pilotage du dispositif. La grille d'intervention du formateur mais aussi l'objet vidéothèque même apparaissent comme un produit direct de cette interaction avec la recherche. Il est plus difficile de saisir l'influence exacte sur ces objets des autres collectifs qui interviennent dans le dispositif LSa, l'influence notamment des interactions avec les collectifs enseignants LSa sur la grille d'intervention du formateur. Ces interactions et les franchissements de frontière associés vont être plus visibles dans la sous-section suivante consacrée à la feuille de route. Comme pour l'avatar, nous terminons par une visualisation des rôles et institutions principalement repérés dans B1 (tableau 3) et dans B2 (tableau 4).

Tableau 3. Rôles de B et F et institutions en jeu autour de l'objet frontière vidéothèque en B1

frontières Objets Rôles	Vidéotheque B1
Analyste didactique-mathématique	Analyse du déroulement, du travail des élèves/de l'enseignant-expérimentateur à partir des données recueillies
Catalyseur	Aide à centrer le travail du groupe IREM sur la vidéotheque
Co-designer d'une première vidéotheque	Sélectionne collectivement les extraits-vidéo, raffine les extraits (redécoupe éventuelle) et code les extraits
Observateur-caméraman	Observe, photographie, filme et prend des notes pendant la LS interne
Passeur de connaissances didactiques	Enrichit l'analyse didactique et ses potentialités par des apports issus de la recherche
Pré-sélectionneur d'extraits vidéo	Sélectionne individuellement de courts extraits vidéo dans son recueil
Institutions	Groupe IREM - Classes d'animateurs et classe prêtée dans une école primaire - LDAR - Master

Tableau 4. Rôles de B et F et institutions en jeu autour de l'objet frontière vidéothèque en B2

frontières Objets Rôles	Vidéotheque B2
Analyste didactique-mathématique	Analyse du travail du collectif LSA en B2 durant l'analyse <i>a priori</i> collective de la situation
Co-designer d'une grille d'intervention du formateur	Sélectionne des extraits vidéo les plus utilisés. Précise le codage des extraits vidéo avec les catégories de la grille d'intervention du formateur
Injecteur d'extraits vidéo	Sélectionne et projette des extraits vidéo issus de B1 selon les besoins identifiés
Institutions	Groupe IREM - Classe prêtée dans une école primaire - LDAR – Master - Collectifs LSA

5.3 La feuille de route

La feuille de route (exemple en annexe 4) est un objet qui, contrairement aux précédents, prend forme en B2, même si elle a déjà émergé en B1 de façon informelle entre les animateurs IREM. Les deux premières journées de B2 en présentiel sont

séparées d'un mois environ. Durant la première journée, comme expliqué en section 2, les formateurs organisent le travail collectif autour d'une situation et agencent ce travail avec des outils spécifiques, notamment la feuille de route qui, rappelons-le, comporte une fois finalisée un énoncé, un scénario et une grille d'intervention de l'enseignant (doc.17). Comme cela a été aussi signalé, le travail de préparation de la LSa n'est jamais achevé à la fin de J1. Il va se prolonger à distance sur une plateforme¹³, et c'est dans ce travail à distance entre J1 et J2 que la feuille de route est finalisée. Dans ce processus, les formateurs sont *dépositaires et garants de l'avancée du projet collectif* des enseignants. Ils gèrent la temporalité et l'ergonomie du travail en présentiel, puis à distance. Pendant J1, ils arbitrent certains choix du collectif LSa concernant la feuille de route qu'ils prennent en note. En fin de J1, ils font fixer l'énoncé qui sera utilisé pour la leçon de recherche, puis récapitulent et structurent le travail restant à réaliser à distance avant J2 (voir l'exemple de récapitulatif de la figure 9). Ils ont un rôle de *coordinateur entre le travail en présentiel et à distance*, organisant les dépôts dans des dossiers créés en amont sur la plateforme à distance.

Répartition des rôles		
Professeur-expérimentateur : Audrey		Remplaçant : Francois
Quoi ?	Qui ?	Où déposer ?
Fichier GeoGebra 2 curseurs	Guillaume	Réséda_TICE
...	...	...
Tableau de conversion	Clément	Réséda_DocumentsPourJ2
Lots de pics	Audrey et Pierre	Réséda_DocumentsPourJ2
Bilan sur le pavé	Guillaume	Réséda_DocumentsPourJ2
Deadline 25/11/2018 Les documents sont à verser dans Réséda (à commenter, modifier, améliorer etc).		

Figure 9. Répartition des rôles en fin de J1, LSa 2018, extrait de doc.17

Ils facilitent et soutiennent l'accès des enseignants aux outils de la plateforme à distance *via* un tutoriel et en envoyant des courriels d'accès et des relances à des moments précis (voir par exemple le courriel reproduit en figure 10). Les formateurs tentent d'activer une dynamique entre travail présentiel et distanciel (Fig.10 et Fig.11), ils en structurent la temporalité (voir l'exemple des dates butoirs des figures 9 et 10). En amont de J1, ils organisent avec le groupe IREM l'espace de travail à distance avec différents dossiers en particulier liés aux différentes journées (annexe 5), jouant un rôle d'*architecte de la plateforme à distance*. Ils assurent par ailleurs une veille didactique et mathématique sur la plateforme. Cette veille contribue, elle

¹³ Il s'agit de la plateforme académique Réséda jusqu'en 2018, puis de la plateforme nationale Tribu depuis 2019.

aussi, à la régulation et à la productivité du travail à distance ; elle concerne la feuille de route qui, dans sa version initiale (doc.17), est la mémoire du travail collectif mené en présentiel en J1.

Nous vous avons invité à rejoindre le groupe LS_Cycle3_Lillebonne sur Réséda. Nous vous rappelons notamment la date butoir du **30 novembre** pour réaliser/finaliser les documents utiles pour la Lesson (institutionnalisation, Geogebra, prolongements, tableur et énoncé). Nous vous demandons (...) d'apporter par votre action et vos commentaires un soutien collectif à l'enseignante-expérimentatrice. Y figurent déjà des dossiers et fichiers en liaison avec la situation de la caisse. N'oubliez pas de les commenter si vous y voyez des améliorations possibles. Si vous n'arrivez pas à rejoindre le groupe, que vous avez quelques soucis avec Réséda, revenez vite vers moi en me contactant par mail. En attaché, l'aide de prise en main de cet espace de travail collaboratif.

Figure 10. Extrait courriel envoyé le soir de J1 par F aux enseignants, LSa Lillebonne, 2017

Pour les deux LSa « Caisse » concernées par cette étude, F joue ici un rôle essentiel, comme en témoignent les données recueillies. C'est F qui, comme *dépositaire et garant du projet collectif* en fin de J1, met en ligne une première version non stabilisée de la feuille de route, après l'avoir mise en forme conjointement avec B. Comme le montre le commentaire reproduit dans la figure 11, F arbitre à propos de nouvelles images de caisses soumises à distance par le collectif LSa. Il synthétise les idées postées sur la plateforme, en tenant compte des commentaires exprimés. Il incrémente des versions numériques de la feuille de route et assure simultanément un rôle de *gestionnaire des outils à distance* (aidant à la prise en charge de la plateforme et à l'appréhension de ses fonctionnalités).

J'ai repris la caisse ouverte de Claire pour voir ce que ça donne. Je pense que c'est pas mal. Après tout, dans notre énoncé, il n'est pas précisé si la caisse est ouverte ou pas. Je trouve que cette image permet de bien montrer ce qu'est une cornière, une armature et à quoi ça sert (transport, solidité, protection, etc...). A gauche, j'ai ajouté à la caisse ouverte le flight case (toujours cette notion de solidité) de Claire pour ne pas rester sur une seule caisse. Je ne suis pas fan de la caisse déformée. Les élèves le verront. Qu'en pensez-vous ? Merci Catherine pour avoir précisé qu'il faut cocher Oui pour les notifications si on veut que tous soient au courant de ce qu'il se passe.

Figure 11. Commentaire de F sur dépôt de l'énoncé (v.4), LSa Lillebonne 2017, Réséda

La feuille de route fonctionne, de fait, comme un objet frontière entre le collectif LSa présent à distance, le projet élaboré en présentiel et les formateurs, eux aussi à distance. Ils réinterrogent à distance le collectif sur certains points des version(s) initiale ou intermédiaire incomplète, se positionnant comme *analystes didactique-mathématique* des éléments des versions successives de la feuille de route (Fig.12).

Ils régulent le travail à distance tout en proposant des versions incrémentées de cette feuille de route.

Voici la version 2 de la feuille de route. Elle comporte des questions sur des points que nous devons éclaircir afin que Carole puisse s'en emparer le jour J (de la leçon de recherche). Nous nous sommes permis de proposer des choses à dire de la part de l'enseignante-expérimentatrice. A modifier et à améliorer... bien sûr. Cela permettra au collectif de mieux observer ce qui a été décidé et non pas d'observer les qualités d'improvisation de Carole. Cela-dit, nous comptons quand même sur sa spontanéité. N'hésitez pas à faire d'autres versions de cette feuille de route. Vous pouvez également utiliser de la couleur et ainsi ne rien effacer du travail des autres. Vous pouvez aussi compléter et faire des ajouts à la grille d'intervention. En dernier, nous ferons une synthèse de toutes les remarques faites.

Figure 12. Commentaire de F sur dépôt de la feuille de route, LSa Lillebonne 2017, Réséda

Évolution de la feuille de route

Dans l'itération d'une LSa, chaque nouvelle boucle B2 concerne un groupe distinct d'enseignants. Elle voit la production d'une nouvelle feuille de route respectant la même structure en trois composantes. Au-delà de cette unité structurale, il existe une réelle diversité des feuilles de route qui reflète celle des collectifs enseignants qui les élaborent et des interactions qui se nouent au sein de ces collectifs. Une différence entre les feuilles de route de la première et de la dernière réalisation de la caisse a cependant une origine autre. En effet, la chercheuse M, venue observer une autre LSa sur une autre ressource (Masselin & Hartmann, 2020), constate une difficulté dans l'anticipation de la phase de bilan et institutionnalisation après le travail en groupe des élèves. M partage alors avec le groupe IREM des photographies (dont celle en doc.15) de tableaux associées à ce qui en est le plus proche dans les séances japonaises, en insistant sur la façon dont la structuration du tableau, anticipée, soutient efficacement cette phase. Ceci impacte la mise en œuvre de toutes les LSa suivantes. F et B insèrent en effet un temps de structuration de la phase de bilan et d'institutionnalisation, modifiant le design de la fin de J1 et précisant la feuille de route. La figure 13 comporte un extrait de la feuille de route de la dernière LSa « Caisse » et témoigne de cette évolution influencée par des apports de la recherche en didactique.

Organisation du tableau prévue à Maromme



Dimensions de la caisse					chutes
gr					
5	25cm	50cm	25cm	non	
2	25cm	25cm	50cm	non	
...	33cm	33cm	33cm	oui	
	25cm	35cm	40cm	non	
	55cm	25cm	15cm	oui	

Trace écrite

Comment savoir s'il y a des chutes ?

8*25cm + 4*50cm = 400 cm

4*25cm + 4*25cm + 4*50cm = 400cm

4*33cm + 4*33cm + 4*33cm = 396 cm

4*25cm + 4*35cm + 4*40cm = 400cm

4*55cm + 4*25 cm + 4*15cm = 380 cm

Le document « trace écrite » sera projeté ensuite sur la partie centrale du tableau.

Figure 13. Extrait de feuille de route (doc.16), LSA « Caisse » Maromme J1, 2019

En conclusion, le tableau 5 synthétise les rôles identifiés grâce à l'étude de la feuille de route. Outre les rôles déjà identifiés d'*analyste didactique-mathématique* et de *passeur de connaissances didactiques* joués ici également par M en position de chercheur off, et de *chercheur* joué par le chercheur in, l'étude de la feuille de route montre l'apparition de nouveaux rôles. Ils concernent la gestion et régulation du travail à distance et de ses interactions avec le travail en présentiel (*architecte de la plateforme à distance, dépositaire et garant de l'avancée du projet collectif, gestionnaire des outils à distance, coordinateur entre le travail en présentiel et à distance*). Ces rôles demandent sans aucun doute des compétences spécifiques et l'on voit ici la place essentielle prise par F.

Tableau 5. Rôles de B et F et institutions en jeu autour de l'objet frontière feuille de route en B2

Objets frontières Rôles	Feuille de route B2
Analyste didactique-mathématique	Enrichit l'analyse didactique-mathématique par des questionnements (en présence et à distance)
Architecte de la plateforme à distance	Crée une architecture structurée avec des dossiers spécifiques. Assure une veille.
Chercheur	Observe et analyse le déroulement de B2. Partage une synthèse de ses observations en fin de J1 et de J2
Coordinateur entre le travail en présentiel et à distance	Dépose les fichiers réalisés en J1 sur la plateforme. Prévoit une organisation temporelle et de répartition du travail à distance au sein du collectif LSA pour finaliser le projet initié en J1.

Dépositaire et garant de l'avancée du projet collectif	Prend en note la feuille de route initiale réalisée en J1. Note les modifications issues de l'analyse <i>a posteriori</i> en J2. Relance <i>via</i> la plateforme les travaux, questionne des choix, veille à leurs avancées. Tente d'impulser une dynamique d'échanges par des fonctionnalités de la plateforme. Incrémente les versions des fichiers.
Gestionnaire des outils à distance	Partage un tutoriel de la plateforme (J1). Organise le dépôt de fichiers. Recentre les dépôts sur l'unique plateforme.
Passeur de connaissances didactiques	Enrichit l'analyse didactique par des apports issus de la recherche
Institutions	Groupe IREM – Collectifs LSa - Établissements scolaires- LDAR

Évolution des rôles de B et F

Il nous semble intéressant de compléter cette analyse des rôles de B et F dans le dispositif LSa à travers l'étude de trois objets frontières, par une perspective plus globale sur l'évolution des rôles de B et F au fil des années dans ce dispositif, ce qui l'a motivé et permis d'un point de vue institutionnel, avec quelles conséquences.

Le statut de doctorante de B lors du déploiement du dispositif et le sujet même de sa thèse, ont sans aucun doute favorisé chez elle l'émergence précoce d'une *posture réflexive sur le dispositif LSa* qu'elle a partagé au sein du groupe IREM et notamment avec F. Après un premier travail d'explicitation des choix sous-jacents de stratégie de formation (Masselin & Hartmann, 2019), F, L et B¹⁴ ont ressenti la nécessité de croiser leurs expérimentations avec des chercheurs, de différents laboratoires. Ces partages élargis à des communautés de chercheurs, de formateurs et d'inspecteurs (doc. 8) ont permis d'explicitier les catégories d'objectifs visés par les LSa de préciser et de faire évoluer collectivement le dispositif (les doc. 19, 20, 22 et 23 attestent de cette évolution). L'écriture collaborative d'un ouvrage sur l'ingénierie de formation (Masselin, 2020) y a aussi contribué, en conduisant notamment à identifier des points nécessitant une vigilance particulière dans la mise en place du dispositif.

Ces échanges et publications ont aussi fait connaître le dispositif et en ont résulté, pour le groupe IREM, de nouveaux contacts institutionnels, au niveau de

¹⁴ Ils se sont rendus à des séminaires et colloques (EMF (2018), COPIRELEM (2019) ou CORFEM (2019)), y ont communiqué sur les LSa et publié des articles dans des revues d'interface (*Au fil des Maths* en 2019, *Repères-IREM* en 2020).

l'enseignement primaire (Référénts Mathématiques de Circonscription (RMC)) et de l'enseignement secondaire (Référénts de laboratoires de mathématiques) et aussi de nouvelles demandes, induisant en particulier pour F et B un déplacement des rôles vers la *formation de facilitateurs*. Face à la diffusion du dispositif, F et B ont ainsi ressenti la nécessité de créer un collectif élargi intermédiaire d'enseignants volontaires pour co-animer des LSa, dénommés *référénts lesson study* (RLS). Leur rôle est d'accompagner un facilitateur membre du groupe IREM sur une LSa (gestion des aspects pratiques dans l'établissement, co-animation et prise de notes pour structurer la feuille de route, choix d'extraits vidéo injectés en présentiel, accompagnement sur la plateforme à distance, et test de nouvelles situations partagées dans leur classe). Les neuf RLS ont pour la majorité d'entre eux vécu une LSa en tant qu'enseignants et ont été formés aux outils de LSa en 2019 lors d'une journée où F et B ont endossé le rôle de *formateur de facilitateur*. Les RLS y ont analysé collectivement des extraits vidéo, puis élaboré une grille d'intervention du formateur. Deux d'entre eux ont ensuite co-animé une LSa en 2020 avec un facilitateur membre du groupe IREM et les autres ont été amenés à le faire en 2020-2021.

Dans l'académie de Normandie et hors académie, F et B ont également amorcé l'accompagnement des RMC (doc.30 et 31) et des référénts de laboratoire de mathématiques (Ref Labo de Maths, 2nd degré) sur la mise en œuvre de LSa, ce qui suppose cette fois un travail sur l'adaptation du dispositif à la variété des contextes d'action des RMC et Ref Labo Maths (temporalité différente, niveaux d'enseignement, besoins). Ceci les conduit aussi à assumer de nouveaux rôles pour aider au partage et à la capitalisation des expérimentations LSa et de formation de facilitateurs (doc.29 et 32). Ils semblent ainsi pris dans une spirale croissante de rôles. Ceux-ci ne font pas l'objet de cet article mais il nous semblait important de mentionner ce phénomène avant de synthétiser les résultats de cette étude et de discuter les perspectives de recherche qu'elle ouvre.

6. Synthèse des résultats, discussion et perspectives

6.1 Synthèse des résultats

Si nous revenons aux questions de recherche à l'origine de cette étude, les résultats obtenus apportent des réponses, au moins partielles, à ces questions de recherche.

QR1 : quels rôles peut-on identifier pour ces facilitateurs, selon les boucles du dispositif et comment ces rôles évoluent-ils au fil des itérations du processus ? Comment ces rôles sont-ils liés à leurs appartenances et positions institutionnelles, et aux interactions entre collectifs institutionnels ?

Les analyses qui ont été présentées dans la section précédente confirment l'existence d'une diversité de rôles joués par B et F dans les différentes boucles du dispositif

LSa, que ce soit en amont de la formation, durant B1, ou durant B2. Durant B1, le premier rôle pointé est celui de F qualifié de *catalyseur*. Grâce à son action, le travail du groupe IREM se concentre en effet sur la situation de la caisse et l'étude de son potentiel pour des formations LSA qui permettraient de travailler deux questions au cœur des évolutions curriculaires récentes : la liaison CM2-6^e dont la réforme de 2016 a ravivé l'importance, en incluant ces deux niveaux scolaires dans un même cycle, et les relations entre mathématiques et vie quotidienne que la réforme vise aussi à renforcer. Un autre rôle opère très vite une différenciation entre les membres du groupe IREM, celui d'*enseignant-expérimentateur*. C'est un rôle important dans les LS. Il se décline ici sous deux modalités. La première, plus spécifique à ce dispositif, correspond à la situation où un enseignant expérimente dans sa classe, hors du regard du collectif, un scénario élaboré en commun avec des adaptations éventuelles. C'est celle que nous observons ici quand B et S testent des variantes de la situation. Nous observons alors que le projet du groupe oblige l'enseignant à se situer également comme *analyste didactique-mathématique* de sa propre pratique, pour pouvoir nourrir efficacement le travail du groupe. Soulignons que ce rôle est présent aussi dans B3 que nous n'avons pas analysée et joué cette fois par les enseignants qui expérimentent dans leur classe. La seconde modalité, habituelle en LS, est celle où l'enseignant réalise le projet collectif, sous le regard des autres qui sont observateurs. Dans B1, il est joué par S pendant la LS interne et par un enseignant du collectif LSA dans chacune des réalisations en B2. Cette modalité induit donc l'existence d'un autre rôle, celui d'*observateur* d'une réalisation, chargé de recueillir des données qui seront ensuite exploitées collectivement. L'existence de plusieurs observateurs permet de faire coexister plusieurs modalités suivant que l'observation est centrée sur l'activité d'un groupe d'élèves, sur celle de l'enseignant ou plus globalement sur celle de la classe, suivant que l'observateur est fixe ou mobile. L'importance accordée à la constitution d'une banque d'extraits vidéo dans le dispositif fait aussi apparaître une modalité spécifique en B1, celle d'*observateur-caméraman*, avec caméra fixe ou mobile. Il y a, pour celui qui joue ce rôle avec une caméra mobile, le choix en temps réel de ce qui est visé par la caméra, ce qui engage une analyse au vol du déroulement de la séance pour repérer ce qui est susceptible de servir le projet de formation. La réalisation de la vidéothèque fait aussi apparaître en B1 les rôles de *pré-sélectionneur d'extraits vidéo* et de *co-designer d'une vidéothèque* qui nécessitent eux aussi une analyse du déroulement, *a posteriori* cette fois. D'autres rôles sont identifiés dès la boucle B1 :

- celui de *chercheur* lorsque les membres du groupe cherchent collectivement à identifier des invariants dans les erreurs de élèves ou questionnent les effets de différentes présentations de la situation de la caisse, en mobilisant des outils issus de la recherche didactique ;
- et aussi un rôle souvent joué par les *knowledgeable others* dans les LS, celui de *passeur de connaissances mathématiques ou didactiques*, répondant à des

questions ou introduisant de lui-même des connaissances. En B1, ce rôle est joué par B et ponctuellement par M, mais on le retrouve également en B2 et en B3, pris en charge plus particulièrement par les facilitateurs en position de chercheur in et chercheur off, pour reprendre la terminologie du groupe IREM.

Les analyses concernant la vidéothèque en B2 et la feuille de route mettent en évidence de nouveaux rôles. Ils concernent cette fois principalement les facilitateurs en position de formateur qui animent et régulent le travail collectif des enseignants, par exemple lorsqu'ils injectent des extraits vidéo ou stimulent par des questions leurs analyses mathématiques et didactiques, et ceux en position de chercheur in qui observent le déroulement de la formation et y contribuent par leurs apports et synthèses en fin de journée. Une des caractéristiques du dispositif LSA est cependant son caractère hybride. Les données recueillies soulignent l'importance du pilotage du travail à distance particulièrement pris en charge par F, qui s'effectue en s'appuyant sur des outils numériques dédiés au niveau académique (plateforme Réséda) puis national (plateforme Tribu). C'est pour le reconnaître que plusieurs rôles ont été associés à ce pilotage : *architecte de la plateforme à distance*, *gestionnaire des outils à distance*, *coordinateur entre le travail en présentiel et à distance*, *dépositaire et garant de l'avancée du projet collectif* avec notamment la nécessité de synthétiser régulièrement les apports et discussions dans des versions successives de la feuille de route entre J1 et J2. On voit aussi apparaître un autre rôle, qui concerne le dispositif LSA plus globalement, lorsque les animateurs IREM, à la suite de plusieurs boucles B2 décident de réaliser collectivement une grille d'intervention du formateur associée à la vidéothèque.

L'étude menée a par ailleurs montré que, si ces différents rôles se maintiennent au fil des itérations des LSA « Caisse », on observe certaines variations dans leur distribution. Ceci est en partie dû à la disponibilité des différents acteurs, animateurs IREM ou chercheurs, mais aussi à l'évolution du groupe IREM qui incorpore de nouveaux animateurs. La possibilité qui est offerte de participer d'abord à une LSA en position d'observateur, puis en doublette avec un animateur IREM ayant déjà été formateur LSA, permet une intégration progressive dans le dispositif, les anciens jouant le rôle de *mentor* vis à vis des nouveaux facilitateurs. Pour les LSA « Caisse », on observe ainsi que, lors de la première réalisation, il y a deux observateurs, Ma et J, et que Ma est en position de formateur avec F dans la dernière réalisation. Ceci n'est pas propre à cette série de LSA et la montée en puissance du dispositif LSA, avec la création associée des RLS (voir section 5), va sans aucun doute intensifier ces mouvements. Par ailleurs, on observe aussi une évolution du rôle de B qui, d'abord en position de formateur, occupe dans la dernière réalisation la position de chercheur in.

Ces rôles et leur évolution sont bien liés aux appartenances et positions institutionnelles des différents acteurs ainsi qu'aux interactions entre collectifs institutionnels. La formation LSa est portée par le groupe « Activités » de l'IREM de Rouen et les animateurs de ce groupe se partagent les différentes tâches comme c'est la tradition dans les groupes IREM. Au sein de ce groupe, B et F sont particulièrement investis dans le projet LSa comme en témoignent les données recueillies mais aussi les publications associées à ce dispositif. Le fait que B ait suivi le master didactique de formation de formateurs, puis préparé et soutenu une thèse au sein du LDAR, la singularise au sein du groupe IREM. Ainsi elle importe de sa formation de master l'idée de s'appuyer, de façon originale, sur des extraits vidéo pour servir l'élaboration d'une préparation collective de séance en LSa, une idée qui est ensuite retravaillée et adaptée par le groupe à son propre projet. C'est aussi *via* l'enseignement de modélisation de cette formation qu'elle a été mise en contact avec les recherches internationales sur la modélisation, et a pu jouer le rôle de passeur de connaissances didactiques dans ce domaine auprès du groupe IREM. Il faut aussi noter que tous les chercheurs progressivement associés au projet LSa sont ou ont été membres du LDAR et que c'est *via* un exposé de Stéphane Clivaz au LDAR auquel ont assisté les quatre animateurs du groupe IREM, que ce groupe a découvert les LS et leur transposition à la HEP de Lausanne, perçu la proximité avec leur pratique IREM et initié le processus LSa.

QR2 : comment les trois objets frontières que nous avons identifiés contribuent-ils à ces rôles et interactions, comment circulent-ils, et comment objets et circulation évoluent-ils au cours du temps ?

La section précédente a bien montré l'importance des trois objets frontières dans le dispositif et comment leurs interactions permettaient d'identifier et de différencier divers rôles des facilitateurs. L'avatar, dont l'élaboration est un enjeu clef de B1, circule ensuite dans les différents collectifs LSa qui se constituent au fil des itérations du dispositif, et il en amorce le travail collaboratif. Il est *a priori* stabilisé dès la fin de la boucle B1 et dans les différentes séries de LSa réalisées jusqu'ici, les facilitateurs n'ont pas éprouvé la nécessité de le modifier. En revanche chaque collectif peut en élaborer une variation pour la leçon qu'il prépare, et en ce sens, sa circulation du groupe IREM au premier collectif LSa, puis d'un collectif à l'autre, l'enrichit de variations qui se matérialisent dans la feuille de route. Il est aussi enrichi par les adaptations qui en sont faites dans les boucles B3 par les enseignants.

La vidéothèque qui est élaborée elle aussi en B1 est un objet plus dynamique. L'étude menée montre que cet outil didactique se raffine au cours des usages qui en sont faits dans les différents collectifs LSa. Des extraits vidéo en sont supprimés et, surtout, les textes qui les accompagnent changent substantiellement. Deux colonnes sont rajoutées qui en précisent l'usage possible et les apports didactiques envisagés. Cette évolution se traduit d'ailleurs par un dédoublement de cet objet en d'une part la

vidéothèque, d'autre part, son nouveau mode de description dénommé grille d'intervention du formateur. L'élargissement du dispositif mentionné dans la section 5, les nouveaux besoins d'accompagnement qu'il suscite au niveau des formateurs est une des raisons de cette évolution. Comme pointé dans l'analyse, cette dénomination se fait par analogie avec une composante du troisième objet frontière, la feuille de route.

La feuille de route, constituée de trois composantes (un avatar, un scénario et une grille d'intervention de l'enseignant) guide le travail collectif en présentiel et à distance des enseignants dans toute la boucle B2, tant pour la préparation de la leçon que pour son observation ou l'analyse *a posteriori* de sa réalisation. Son contenu évolue tout au long de ce travail collectif, et la version finale, mise à jour à la fin de B2, guide à son tour les expérimentations des enseignants dans B3. La structure de la feuille de route en trois composantes est fixée dès B1 ainsi que les dimensions qui vont guider l'analyse *a priori* de la situation dans la première journée de B1 (voir annexe 2). Les facilitateurs agissant en position de formateurs en B2 soutiennent le travail collectif, notamment en injectant des extraits vidéo lorsqu'ils l'estiment nécessaire, en pilotant les échanges et en aidant la prise de décision. Cependant, le contenu de la feuille de route est sous la responsabilité des enseignants. Et c'est aussi le cas lorsque le travail se continue à distance entre les deux journées de B2. La diversité des feuilles de routes produites par les différents collectifs LSA atteste que c'est bien le cas. Dans cette production, le facilitateur en position de chercheur in a d'abord un rôle d'observateur du travail du groupe, intervenant lorsque sollicité par le groupe. Il intervient ensuite pour une synthèse en fin de J1 et surtout de J2, pour conclure l'analyse *a posteriori* de la leçon observée, jouant alors le rôle de *knowledgeable other*. On note aussi l'effet d'une intervention de M, chercheure in sur une autre série LSA, qui a attiré l'attention des facilitateurs sur l'importance de la gestion du ou des tableaux de la classe pour soutenir les phases de bilan et institutionnalisation. On a donc, pour ces trois objets frontières, une circulation entre différents collectifs et une évolution indéniable au cours du temps qui se nourrit de cette circulation. On observe également que ces trois objets ne fonctionnent pas de façon isolée, leurs évolutions sont liées, et elles ne sont pas non plus complètement indépendantes des LSA menées sur d'autres situations.

QR3 : comment les éléments d'infrastructure para-didactique influencent-ils ces rôles, les interactions et circulations observées ?

Comme mentionné dans la section 3, l'IREM de Rouen est un élément essentiel de l'infrastructure para-didactique qui soutient le dispositif LSA. Il nous semble important de souligner que cet IREM n'est pas une institution isolée. Elle fait partie du réseau des IREM et, par exemple, le dispositif LSA a été présenté et discuté lors de colloques annuels des commissions inter-IREM COPIRELEM et CORFEM, respectivement dédiées à la formation initiale et continue des enseignants du

primaire et du secondaire. Le dispositif LSa est inspiré des LS mais il est aussi façonné par les pratiques de recherche-action et de formation portées par le réseau des IREM. La boucle B1 par exemple illustre un fonctionnement collaboratif de recherche, construction et expérimentation de situations, typique du fonctionnement d'un groupe IREM. Les situations proposées, leur gestion, avec l'importance accordée à la recherche autonome des élèves mais aussi à l'institutionnalisation, l'attention portée à leur analyse *a priori* portent aussi la marque des IREM et de leurs relations étroites avec la recherche didactique. Par ailleurs, les IREM, depuis leur création, ont facilité l'accès aux établissements scolaires pour des expérimentations et des recherches. Ceci joue sans doute aussi pour le dispositif LSa, permettant notamment que des classes soient prêtées pour B2. Mais l'infrastructure para-didactique ne se limite pas aux IREM. L'analyse menée précise l'influence des institutions de recherche (ici notamment le LDAR), sur les rôles joués et circulations observées. Elle montre aussi l'importance jouée par l'institution académique régionale en charge de la formation continue des enseignants et celles des corps d'inspection pour l'enseignement primaire (IEN) et secondaire (IA-IPR de mathématiques). Ces infrastructures académiques imposent des contraintes fortes au dispositif, notamment la limitation à trois journées du présentiel mais elles fournissent aussi des moyens, comme cela a été montré dans la partie dédiée à la feuille de route, avec les plateformes de travail à distance. B et F, reconnus comme formateurs académiques, jouent un rôle particulier d'interface avec cet élément de l'infrastructure para-didactique, et leur participation à l'écriture d'une ressource curriculaire nationale consolide leur position institutionnelle. Pour chaque LSa, par ailleurs, un membre du collectif LSa est spécifiquement chargé des interactions avec l'établissement de l'enseignant qui prêtera sa classe pour la leçon de recherche et où se déroulera la journée de formation associée. Il a plus globalement en charge la gestion de la faisabilité de la formation, en particulier de la leçon de recherche (doc.18). Ce sont là aussi des interactions essentielles au bon fonctionnement du dispositif.

6.2 Discussion et perspectives

Nous avons souhaité dans cette recherche contribuer à l'étude des rôles joués par les facilitateurs dans des dispositifs de développement professionnel des enseignants inspirés des LS, en considérant le dispositif LSa qui a émergé en France en 2016, porté par l'IREM de Rouen. Pour cela, sur le plan théorique, nous avons combiné l'approche institutionnelle offerte par la TAD et le concept d'objet frontière issu des théories de l'activité. Cette combinaison nous a permis d'identifier une multiplicité de rôles joués par les facilitateurs dans les boucles B1 et B2, notamment B et F sur lesquels l'étude s'est plus particulièrement centrée. Elle a aussi permis de mettre en évidence des distributions de rôles qui évoluent au fil des itérations des LSa « Caisse » et l'influence sur ces distributions des appartenances et positions

institutionnelles. Elle a permis de comprendre comment les trois objets frontières considérés contribuent à ces rôles et nourrissent les interactions entre les collectifs institutionnels en jeu. C'est un apport d'autant plus important que ces objets frontières, notamment les deux premiers, l'avatar et la vidéothèque, sont une des caractéristiques originales des LSA. On ne peut donc pas s'appuyer sur les recherches existantes sur les LS pour anticiper leur dynamique et comprendre comment ils sont source d'interactions productives entre les collectifs institutionnels en jeu. Cette combinaison théorique nous a aussi permis de mettre en lumière les caractéristiques de l'infrastructure para-didactique qui soutient ce dispositif et de montrer l'importance de sa prise en compte. Sur un plan conceptuel et théorique, cette recherche montre donc le potentiel offert par la combinaison de la TAD et du concept d'objet frontière pour comprendre les processus systémiques complexes en jeu dans les LS et leurs adaptations.

La recherche porte sur une adaptation particulière des LS, les LSA, et ses résultats concernent donc ce dispositif. Elle a permis d'identifier, comme mentionné ci-dessus, une multiplicité de rôles pour les facilitateurs du dispositif. Cette identification a conduit à élaborer une terminologie spécifique pour distinguer ces rôles, dont on peut penser qu'elle pourra être utile au-delà du seul contexte des LSA. Au-delà de la seule identification et compréhension des multiples rôles joués par les facilitateurs, elle a par ailleurs contribué à préciser ce que constitue un germe de situation en lien avec l'objet-frontière avatar. Elle a également montré la spécificité de l'outil de formation qu'est la vidéothèque considérée comme objet-frontière, une des spécificités des LSA. Du point de vue de la formation des enseignants, c'est à dire de la préparation et mise en œuvre d'une LSA, une meilleure connaissance des rôles des facilitateurs nous semble pouvoir contribuer à penser la dissémination de ce dispositif complexe. Dans ce dispositif, l'étude des objets frontières permet également de repérer où se joue l'influence de la recherche en didactique des mathématiques, du groupe IREM ainsi que l'influence des pratiques de formation avec les vidéos.

Comme l'on pouvait s'y attendre, on observe des similarités avec les résultats d'études déjà menées rappelés dans la section 1. S'agissant des rôles, on observe ainsi dans la contribution du chercheur in qui conclut l'analyse *a posteriori* de la leçon de recherche en B2, un rôle qui s'apparente à celui de *knowledgeable other*, aidant à approfondir l'analyse, apportant des connaissances didactiques directement liées à la thématique dans laquelle la leçon s'inscrit et à son déroulement, ouvrant sur de nouvelles pistes de réflexion. On retrouve aussi des rôles déjà identifiés par Clerc-Georgy et Clivaz liés à l'organisation administrative et matérielle du dispositif, à l'animation et la régulation du travail collectif en formation, à la mise en relation des enseignants avec des acquis de la recherche didactique susceptibles de nourrir la planification, observation et analyse *a posteriori* de la leçon de recherche. On

retrouve aussi, par exemple avec le rôle joué par le réseau des IREM, des éléments comparables à ceux identifiés par Miyakawa et Winslow (2019).

Il existe cependant des différences. Certaines résultent de choix que nous avons effectués. Clivaz et Clerc-Georgy (2020), par exemple, distinguent un rôle de formateur. Dans notre étude, nous avons distingué position institutionnelle et rôle, avec pour conséquence que le terme de formateur désigne une position institutionnelle en B2 et B3, et non un rôle. A cette position, sont associés divers rôles qui recoupent partiellement la description que ces auteurs font du rôle de formateur (voir section 1). D'autres différences résultent des spécificités du dispositif LSa, des institutions qu'il met en jeu, de la multiplicité des facilitateurs qui y interviennent. Par ailleurs, le choix d'organiser l'étude autour des trois objets frontières tend à mettre en lumière certains rôles. L'étude met ainsi particulièrement en évidence les divers rôles qui interviennent, d'une part dans la préparation de la formation et la constitution de ses outils didactiques spécifiques dans B1, dans l'exploitation de ces outils dans B2, d'autre part dans l'organisation et la gestion de la dimension hybride de la formation dans B2. On peut faire l'hypothèse que d'autres rôles auraient pu être mis en évidence par d'autres choix méthodologiques.

Cette étude reste donc partielle quant aux réponses apportées aux questions de recherche posées. Elle l'est aussi parce que l'absence de données sur les journées de formation J3 ne nous a pas permis de travailler sur les rôles des facilitateurs pendant cette phase essentielle de B3. Or on peut faire l'hypothèse que l'étude des retours d'expérimentation de J3 aurait révélé de nouveaux rôles et de nouvelles formes d'interaction intéressantes entre les collectifs enseignants LSa et les facilitateurs. J3 est aussi une journée où davantage d'apports didactiques et mathématiques sont prodigués comparativement à B2, dont l'étude aurait sans doute aussi contribué à enrichir les analyses. J3 est enfin le moment où s'amorce l'écriture collective d'un cahier de LSa qui sera ensuite poursuivie à distance. L'écriture de ces cahiers, la façon dont s'y combinent les contributions des enseignants et des facilitateurs, sans se limiter aux seules LSa « Caisse », mériterait, à elle seule, une recherche spécifique.

Nous nous sommes centrés dans cette étude sur trois objets frontières mais les cahiers de LSa sont aussi des objets frontières dans ce dispositif et on peut faire l'hypothèse que leur analyse serait particulièrement enrichissante. Dans leur méta-étude, Akkerman et Bakker (2011) identifient plusieurs mécanismes d'apprentissage dialogiques susceptibles d'être associés aux franchissements de frontières, à savoir l'identification, la coordination, la réflexion et la transformation. Une perspective de recherche qui nous semble intéressante serait de rechercher ceux que l'écriture des cahiers de LSa et plus globalement peut-être ceux que le dispositif LSa dans son ensemble, seraient susceptibles de révéler.

D'autres perspectives de recherche résultent à l'évidence de l'extension du dispositif évoquée plus haut à d'autres contextes, engageant d'autres acteurs et d'autres interactions institutionnelles, un processus d'extension qui nécessite des adaptations certaines du dispositif et conduit aussi à faire jouer aux fondateurs du dispositif de nouveaux rôles, notamment comme formateurs de facilitateurs. Une compréhension approfondie du dispositif LSA et de sa dynamique, des possibilités qu'il offre en matière de formation et de développement professionnel des enseignants par rapport aux autres formes de LS, et des conditions qui permettent l'actualisation de ces potentialités, nécessite encore beaucoup de recherche. Il nous semble cependant que les résultats obtenus dans cette recherche constituent une avancée certaine dans cette direction.

Bibliographie

AKKERMAN, S.F. & BAKKER, A. (2011). Boundary crossing and boundary objects. *Review of Educational Research*, 81, 132-169.

BATTEAU, V. & MIYAKAWA, T. (2020). Des spécificités de l'enseignement des mathématiques à l'école primaire au Japon : une étude des pratiques d'un enseignant. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 25, 9-48.

BLUM, W. & LEISS, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems. Dans G.-P. B. W. Haines & S. Khan (dir.), *Mathematical Modelling. Education, Engineering and Economics* (p. 222-231). Chichester: Horwood Publishing.

CHEVALLARD, Y. (2019). Introducing the anthropological theory of the didactic: an attempt at a principled approach. *Hiroshima Journal of Mathematics Education*, 12, 71-114.

CLERC-GEORGY, A. & CLIVAZ, S. (2016). Évolution des rôles entre chercheurs et enseignants dans un processus lesson study : quel partage des savoirs ? Dans F. Ligozat, M. Charmillot & A. Muller (dir.), *Le partage des savoirs dans les processus de recherche en éducation* (p. 189-208). Série Raisons Educatives, n°20. Bruxelles : De Boeck.

CLIVAZ, S. (2015). Les Lesson Study ? Kesako ? *Maths-Ecole*, 224, 23-26.

<http://hdl.handle.net/20.500.12162/670>

CLIVAZ, S. (2015). French didactique des mathématiques and Lesson Study: A profitable dialogue? *International Journal for Lesson and Learning Studies*, 4(3), 245-260. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJLLS-12-2014-0046>

CLIVAZ, S. & CLERC-GEORGY, A. (2020). Facilitators' roles in lesson study : from leading the group to doing with the group. Dans A. Murata & C. Lee (dir.), *Stepping*

up Lesson Study: An educator's guide to deeper learning (p. 86-93). New York : Routledge.

ENGESTRÖM, Y. (2001). Expansive Learning at Work: toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1), 133-156.

FERNANDEZ, C. & YOSHIDA, M. (2004). *Lesson study: a case of a japanese approach to improving instruction through school-based teacher development*. Mahawah, NJ: Lawrence Erlbaum

HARTMANN, F. & MASSELIN, B. (2020). Quand un collectif d'enseignants s'empare d'une situation issue du quotidien, retour sur une lesson study adaptée, au cycle 3 sur la situation de la caisse, In *COPIRELEM (Ed.) Actes du 45e colloque international des formateurs de professeurs des écoles, 2019, Lausanne (pp.121-128)*.

HUANG, R., TAKAHASHI, A. & DA PONTE, J.P. (dir.) (2019). *Theory and Practice of Lesson Study in Mathematics. An International Perspective*. New York : Springer.

ISODA, M., STEPHENS, M., OHARA, Y. & MIYAKAWA, T. (2007). *Japanese Lesson Study in Mathematics. Its impact, diversity and potential for educational improvement*. Singapour : World Scientific.

KUZNIAK, A. (2011). L'espace de Travail Mathématique et ses genèses. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 16, 9–24.

KUZNIAK, A., TANGUAY, D. & ELIA, I. (2016). Mathematical working spaces in schooling: an introduction. *ZDM – Mathematics Education*, 48(6), 721-737.

LEWIS, C. & HURD, J. (2011). *Lesson study, Step by step, How teacher learning communities improve instruction*. Portsmouth : Heinemann.

DGESCO, IGEN, IREM DE CAEN & IREM DE ROUEN, (2016). *Mathématiques et quotidien*

https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Ressources_transversales/99/8/RA16_C3_C4_MATH_math_et_quotidien_600998.pdf

MASSELIN, B. (2019). *Étude du travail de l'enseignant autour de la simulation en classe de troisième et seconde : métamorphoses d'un problème au fil d'une formation en probabilité*, Thèse de doctorat, Université de Paris HAL. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02507438/>

MASSELIN, B. (2020a). *Ingénierie de formation en Mathématiques de l'école au lycée : des réalisations inspirées des Lesson Studies.*, Ed. Presses Universitaires de Rouen et du Havre, Rouen.

MASSELIN, B. (2020b). Dynamique du travail mathématique en classe entre un enseignant et des groupes d'élèves sur la simulation en probabilité : une étude de cas. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 25, 49-88

MASSELIN, B. & DEROUET, C. (2019), Sur la mise en évidence des effets d'une formation courte sur les pratiques d'enseignants autour de la simulation en probabilité en classe de troisième. Dans M. Abboud (dir.), *Mathématiques en scènes, des ponts entre les disciplines. Actes du Colloque EMF 2018* (p. 198-207). Paris : Éditions de l'IREM de Paris. https://emf2018.sciencesconf.org/data/actes_EMF2018.pdf

MASSELIN, B. & HARTMANN, F. (2020), Un dispositif de formation inspiré des Lesson Studies dans l'académie de Rouen, *Repères-IREM*, 120, 43-61.

MIYAKAWA, T. & WINSLOW, C. (2009). Un dispositif japonais pour le travail en équipe d'enseignants : étude collective d'une leçon. *Éducation & Didactique*, 3(1), 77-90.

MIYAKAWA, T. & WINSLOW, C. (2019). Para-didactic infrastructure for sharing and documenting mathematics teacher knowledge: a case study of "practice research" in Japan. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 22, 281–303.

ROBERT, A., PENNINGCKX, J. & LATTUATI, M. (2012). *Une caméra au fond de la classe de mathématiques*. Besançon : Presses Universitaires de Franche-Comté.

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

STAR, S.L. & GRIESEMER, J. R. (1989). Institutional ecology translations' and boundary objects: Amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-39. *Social studies of science*, 19(3), 387-420.

STIEGLER, J.W. & HIEBERT, J. (1999). *The teaching gap*. New York, NY : The Free Press.

TAKAHASHI, A. (2014). The Role of the Knowledgeable Other in Lesson Study: Examining the Final Comments of Experienced Lesson Study Practitioners. *Mathematics Teacher Education and Development*, 16, 4–21.

WATANABE, T. & WANG-IVERSON, P. (2005). The role of knowledgeable others. Dans P. Wang-Iverson & M. Yoshida (dir.), *Building our understanding of lesson study* (p. 85–91). Philadelphia : Research for Better Schools.

WAKE, G, SWAN, M. & FOSTER, C. (2016). Professional learning through the collaborative design of problem-solving lessons. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19(2), 243-260.

WAKE, G., FOSTER, C. & NISHIMURA, K. (2020). *Lesson study : a case of expansive learning*. Dans H. Borko & D. Potari (dir.) Proceedings of ICMI Study 25 Conference, Teachers of mathematics working and learning in collaborative groups, Lisbon, Portugal, 3-7 February 2020 (p. 205-212). Athènes: National and Kapodistrian University of Athens.

BLANDINE MASSELIN

Académie de Normandie, IREM de Rouen, LDAR
blandine-lucie.masselin@ac-normandie.fr

FRÉDÉRIC HARTMANN

Académie de Normandie, IREM de Rouen
frederic.hartmann@ac-normandie.fr

MICHÈLE ARTIGUE

LDAR, Université Paris-Cité
michele.artigue@univ-paris-diderot.fr

Annexe 1 : Avatar utilisé dans les LSA « Caisse »

Cette situation peut être proposée en cycle 3, aussi bien en début de cycle qu'en fin du cycle, c'est un point décisif pour la proposer en LSA. Du point de vue curriculaire, avec l'étude du pavé droit, elle aborde des aspects de géométrie dans l'espace mais elle touche aussi aux grandeurs et mesures en ce qui concerne les dimensions du pavé, voire son volume. Son ancrage dans la vie quotidienne permet d'enrôler les élèves vers les mathématiques et de les mettre en situation de recherche. Elle permet aussi pour les enseignants d'en discuter les aspects de modélisation.

Annexe 2 : Grille d'amorce d'analyse *a priori* (MASSELIN, B., 2020, p.37)

	Groupe n°
Connaissances mathématiques en jeu	
Dimension vie quotidienne	
Place dans la progression	
Dimension TICE	
Démarches possibles des élèves	
Difficultés et erreurs possibles	

Annexe 3 : Description succincte des documents (doc.)

Nous présentons sur le site de l'IREM de Rouen l'ensemble des documents servant d'appui à l'analyse. Le lien suivant permet de consulter ces documents ainsi que leur synthèse : <https://irem.univ-rouen.fr/article-roles-de-facilitateurs>

Nous précisons pour chacun :

- l'auteur et son institution, la date de la production du document, le(s) destinataire(s), et à quelle boucle du processus il est produit.
- l'objet-frontière auquel il se réfère, voire qu'il définit, est mentionné.

Le rôle de l'auteur est indiqué, ainsi qu'une brève description comme dans l'exemple suivant :

Doc. 1

Doc. 1					
Auteur	F	Institution	Groupe IREM	Date	29/06/2017
Destinataire	Groupe IREM			Boucle	B1
Objet frontière	Avatar	Rôle	Catalyseur		
Premier avatar du problème de la caisse : contient son énoncé et une partie intitulée « pour un scénario » qui ébauche des pistes de travail avec des élèves.					

Annexe 4 : Feuille de route du 14/11/2017 par le collectif LSA (Lillebonne)**Objectifs :**

- Mettre en œuvre une démarche.
- Mettre en place du vocabulaire : faces, etc...
- Propriétés arêtes égales (codages)
- Représentation en perspective

Prérequis : seulement $1\text{m}=100\text{cm}$ (supposé connu)

Modus operandi :

- Faire des groupes hétérogènes (voir plan de classe), 6 groupes de 4 (pas de rôle désigné)
- Pas de calculatrice
- Prévoir deux piles de feuilles : blanches et à carreaux

BRICOLAGE

Je possède 4 cornières de 1m de long chacune.
Je veux les utiliser pour fabriquer l'armature métallique d'une caisse. Quelles sont les dimensions possibles de la caisse ?

Des cornières



Des caisses



Déroulement :

Introduction afin de prévenir les élèves du déroulement de la séance. Par exemple : « Bonjour, je suis C et nous allons travailler sur un problème mathématique. Il y aura une période de recherche individuelle puis vous travaillerez en groupe. C'est pourquoi vous êtes « en îlots ». A la sonnerie, il y aura une pause de 10 minutes et nous ferons ensuite un bilan de ce travail. Il y a, dans la salle, des observateurs. Faites comme s'ils n'étaient pas là. Ils ne sont là que pour observer. C'est important. »

Phase 1 : 15 minutes

- Distribution de l'énoncé, lecture individuelle.
« Lisez individuellement l'énoncé, certains mots sont compliqués, nous ferons le point dans 3 minutes pour les expliquer. »
- Après 3 minutes : point sur l'énoncé et le vocabulaire.
Images en appui pour montrer ce qu'est une armature, ce que sont des cornières, etc.
Déf. Assemblage, en général métallique, destiné à maintenir ensemble, à renforcer ou à soutenir les différentes parties d'un tout. Syn. Carcasse, ossature.
Sauf si des élèves le demandent, ne pas évoquer la découpe des cornières ou la question des chutes.
- Travail de recherche individuel : 10 minutes
- Matériel à disposition : « Vous avez des feuilles à votre disposition sur le bureau »

Phase 2 : 45 minutes (jusqu'à la fin de la première heure)

Confrontation et travail de recherche en groupe : jusqu'à la pause.

Produire une synthèse de groupe sur une des feuilles mises à disposition

P « *Maintenant, vous avez 25 minutes pour résoudre ce problème terminer rapidement votre recherche individuelle puis vous aurez 20 minutes pour confronter vos premiers résultats dans votre groupe même s'ils sont incomplets (ce sera l'occasion de les compléter). Vous devez trouver au moins une solution au problème que vous noterez sur votre feuille de groupe, avec démarche et peut-être des dessins.* »

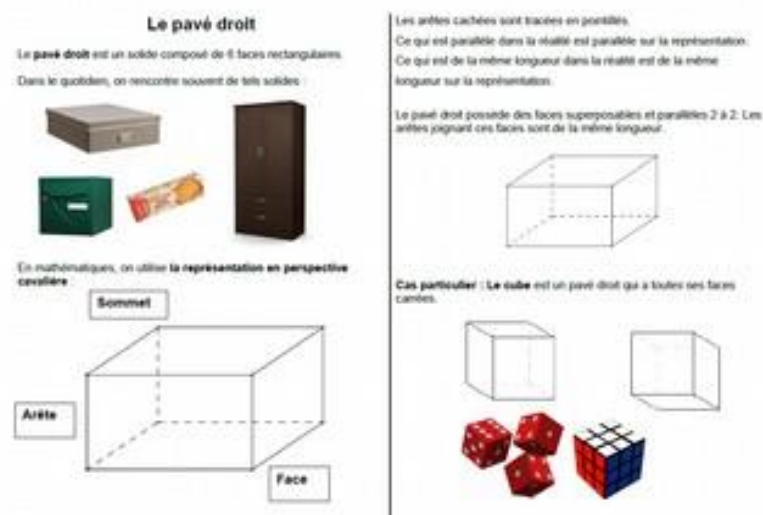
— Pause : 10 à 15 minutes —

Phase 3 : Bilan (30 minutes)

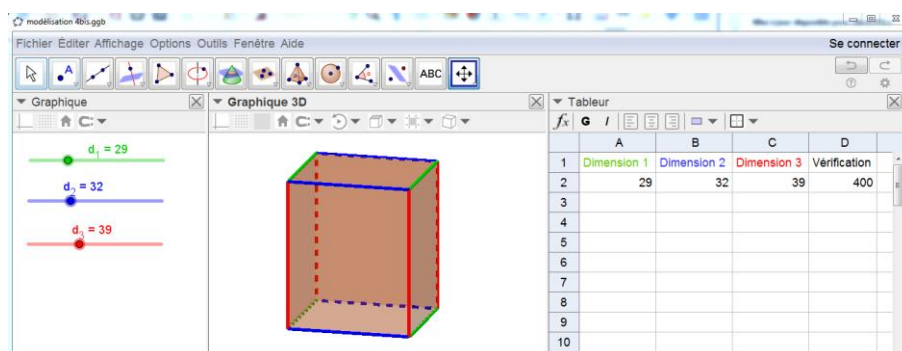
- Plusieurs bilans à montrer, faux ou corrects
- Commencer par les erreurs pertinentes et demander aux autres de valider ou d'invalidier au fur et à mesure.
- Bilan avec représentation en perspective.

Phase 4 : Institutionnalisation (10 minutes)

- Images du quotidien.
- Vocabulaire du solide : arêtes, faces, sommets.
- Dessin en perspective : pavé droit et cube (pavé droit particulier).
- Règles de la perspective
- Propriétés des arêtes égales, des faces identiques.



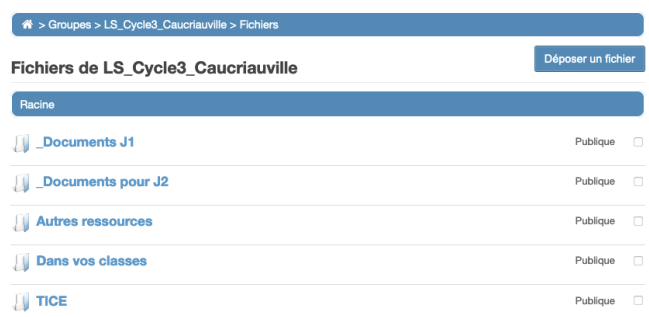
Pour les phases 3 et 4 : Usage possible d'un fichier GeoGebra par l'enseignant



Grille d'interventions possibles de l'enseignant

Phase	Déclencheur d'intervention	Intervention	Effets attendus, buts
1	Question sur le mot cornière	Montrer une cornière de grosseur raisonnable. Faire manipuler ou la proposer de manière ciblée	
1	Le mot « dimension » pose problème	Dire quelque chose du type : « On veut faire entrer une armoire dans la salle, il faut savoir combien elle mesure (il faut connaître ses dimensions) »	Débloquer l'élève sans pour autant trop en dire
2	Des problèmes de calcul sont décelés dans un groupe	L'enseignant propose une calculatrice.	Débloquer sans freiner une démarche qui serait ...
2	Les élèves ne voient rien ou ont du mal à modéliser	Amener une boîte dans un premier temps, voire une maquette en fil de fer si blocage persistant	
2	Carré de 1 m de côté	Dire quelque chose du type : « Peux-tu mettre des choses dedans ? »	Retour sur la caisse comme objet du quotidien pour invalider le carré. -> Les élèves commencent à couper les cornières
2	Carré de 1 m de côté	Ne marche toujours pas, dire alors : « on peut couper les cornières »	->Les élèves commencent à couper les cornières

Annexe 5 : Architecture de la plateforme à distance, LSa « Caisse », 2018-2019



MAHA ABOUD, ALINE ROBERT, JANINE ROGALSKI

INTERROGER LES PRATIQUES DE FORMATION DES PROFESSEURS DE MATHÉMATIQUES : ORIENTATIONS DE RECHERCHE ET PERSPECTIVES (UN AGENDA)

Abstract. Questioning mathematics teacher training practices: research approaches and perspectives (an agenda). In this text, we propose to question the mathematics teacher training practices and to draw up some orientations and perspectives for their study. We first present a very general overview of these training practices and of their diversity. Beyond these differences, and drawing on existing theoretical elements, we secondly present an approach for conducting research on the implementation of certain training programs. This could serve as means both for analyzing and developing practices during training sessions, as illustrated by two examples sketched on collective training of secondary mathematics teachers. Perspectives end this text, which, let us stress, is not based on actual data analyzes but on a hypothesis on the development of practices. We see it as an agenda for the researcher and the trainer in this emerging field of didactical research.

Keywords. practices, teacher training, mathematics, proximities, ZPDP

Résumé. Dans ce texte, nous proposons d'interroger les pratiques de formation des enseignants de mathématiques et de dresser quelques orientations et perspectives pour leur étude. Nous proposons d'abord un rapide état des lieux très général de ces pratiques et de leur diversité. Par-delà ces différences, nous présentons ensuite, à partir d'éléments théoriques existants, une orientation pour mener des recherches sur le déroulement de certaines formations. Cela pourrait servir d'outils à la fois pour analyser et pour développer des pratiques pendant des séances de formation, comme l'illustrent deux exemples esquissés sur des formations collectives d'enseignants du secondaire. Des perspectives terminent ce texte, qui, soulignons-le, ne se base pas sur des analyses de données effectives mais sur une hypothèse sur le développement des pratiques. Nous y voyons un agenda pour le chercheur et le formateur dans ce domaine naissant de la recherche en didactique.

Mots-clés. pratiques, formation, mathématiques, proximités, ZPDP

S'intéresser en didactique des mathématiques aux pratiques de formation des professeurs¹ de mathématiques demande d'abord des précisions sur ce qu'on entend par formation des professeurs. Dans cet article, nous adoptons le sens d'une

¹ Dans ce texte nous utilisons indifféremment les deux termes : professeurs et enseignants

formation professionnelle. Pour étudier ces formations, on pourrait à première vue penser à une transposition de démarches didactiques qui remplacerait enseignement par formation. Nous optons pour un point de vue prenant en compte prioritairement la réalité des pratiques et leur complexité. Cela met en jeu en particulier des facteurs multiples, dont de nombreuses contraintes liées au métier, n'autorisant pas le parallèle strict. En revanche, concernant le développement des pratiques, nous reprenons une hypothèse déjà adoptée (Robert, 1998) pour étudier l'enseignement et plus particulièrement le déroulement des séances de classe, à savoir l'intérêt d'un travail installé par l'enseignant, qui puisse concerner la zone proximale de développement (ZPD) (Vygostki, 1986) des élèves sur le savoir ou les activités en jeu. Ainsi, dans nos travaux antérieurs, nous avons introduit l'étude des proximités que développe le professeur, traduisant les rapprochements supposés relever de cette ZPD (Robert & Vandebrouck, 2014 ; Bridoux et al., 2016). Dans notre travail actuel sur les formations cela s'est transformé en l'intérêt d'installer pendant les formations un travail partagé, évolutif, mixant les connaissances du formateur (mathématiques, didactiques et liées au métier) et l'expérience professionnelle des formés. Ceci se rapporte ainsi au modèle de la Zone proximale de développement professionnel (ZPDP), étendu, le cas échéant et comme en classe, à un travail collectif.

Dans ce texte, nous rappelons d'abord la diversité des situations de formation, en précisant ensuite qu'il s'agit ici de formations continues d'enseignants du second degré. Puis nous présentons notre conception des analyses de pratiques et de leur formation, en détaillant ensuite un outil, les proximités discursives, qui peut servir et à l'étude et à la formation, issu de notre adaptation du modèle de la ZPD. Nous terminons en détaillant deux exemples de formation qui illustrent la démarche générale proposée et en revenant à nos perspectives.

1. Un paysage de formation des enseignants très diversifié et complexe

Même si nous nous restreignons à la situation actuelle en France, il nous semble difficile de faire un état des lieux unifié, si ce n'est à affirmer cette diversité comme une prémisses. Un rapide coup d'œil à l'étranger (section 1.2) révèle la même diversité².

² Dans leur introduction à un numéro spécial sur les dispositifs de formation, Lajoie et Tempier (2019, p. 83) soulignent cette « variété d'approches, de questions, de perspectives théoriques, de méthodologies, pour aborder le thème de la formation des enseignants », dans les travaux menés par les chercheurs francophones.

1.1. Un paysage éclaté

Nous nous limitons d'emblée ici aux formations qu'on peut qualifier de professionnelles, c'est-à-dire qui ont une ambition affichée liée à l'exercice du métier d'enseignant de mathématiques et aux analyses de pratiques enseignantes. Il semble cependant difficile d'interroger « les pratiques de formation » sans prendre en compte leur très grande diversité – en termes de publics des formés et de leurs élèves, de dispositifs, de contenus abordés, de formateurs mais aussi de contraintes, notamment institutionnelles, et d'offres et de demandes. La diversité des outils de recherche intervient également dans cette difficulté d'apprécier l'ensemble du paysage, comme le soulignent ces quelques lignes, même si elles ne visent pas l'enseignement d'une discipline scolaire en particulier :

théoriquement, la variété des analyses de pratiques fait largement douter que l'on tienne là un concept efficient : devant une telle diversité, est-ce que cela a un sens de parler d'analyse de pratiques ? (Orange, 2006, p.119)

C'est en particulier vrai au sein des formations à l'enseignement des mathématiques comme le mettent en avant Robert et al. (2007). Une recherche spécifique portant sur les pratiques de formation du premier degré a d'ailleurs précisé des facteurs de cette diversité :

L'analyse de ces séances a mis au jour leur grande diversité et révélé combien la question des savoirs mathématiques de formation était essentielle pour appréhender les pratiques des formateurs et penser la formation disciplinaire des futurs enseignants (Sayac, 2012, p.115)

De fait, entre une formation de futurs professeurs d'école qu'elle soit initiale ou continue et une formation de professeurs de mathématiques du secondaire, voire une formation de leurs formateurs, le bagage mathématique initial des formés est si différent qu'il semble un peu illusoire de comparer les pratiques de formation, dans la mesure où leurs objectifs et points d'appui disciplinaires sont différents. Ainsi une partie des contenus des formations et des acquis antérieurs des formés ne sont pas comparables, ce qui amène à des scénarios de formation nécessairement différents. Certes le métier est le même, mais est-ce suffisant pour élaborer des points communs ? Nous reviendrons sur ce point dans la conclusion.

Ce qui suit s'appuie essentiellement sur des formations d'enseignants de mathématiques du secondaire.

De plus une partie des formations initiales ont lieu « sur le terrain », mettant en présence un ou plusieurs formateurs et un formé, sur une certaine durée, avec un retour possible sur expérience réelle en classe du formé, alors que cette modalité n'existe presque plus ensuite, les formations continues ayant lieu dans la majorité des cas collectivement, et étant le plus souvent courtes. Là encore peut-on élaborer des points communs ? Nous reviendrons aussi sur ce point en conclusion.

Ce qui suit s'appuie essentiellement sur des formations continues collectives (en particulier les exemples donnés dans la section 4).

Interrogeons cependant en préalable ce qu'on appelle, dans tous les cas, le métier d'enseignant (de mathématiques). Commençons d'abord par préciser notre compréhension du métier comme la manière dont chaque enseignant actualise – au quotidien et plus globalement son inscription dans la profession, compte tenu des contraintes et des ressources correspondantes, dont les savoirs mathématiques et didactiques (Butlen & Robert, 2013). Une difficulté, sans doute assez spécifique de ce métier, tient à la complication à définir la notion d'expertise, en relation avec la difficulté d'évaluer les impacts directs de l'enseignement sur les apprentissages. Sans doute peut-on apprécier des maladroites dans les pratiques des débutants notamment (Chesné, 2006), mais juger des effets à court et moyen termes d'un enseignement de mathématiques sur les apprentissages reste encore très difficile, voire controversé. Du côté des formations, cela peut se traduire par des positionnements différents de la part des acteurs, inspecteurs, conseillers pédagogiques, formateurs, chercheurs... Ils sont amenés à apprécier et à intervenir sur des dimensions distinctes des pratiques – voire à donner des conseils non convergents... Et cela ne simplifie pas la tâche du chercheur en quête d'indicateurs significatifs sur les pratiques de formation. En fait c'est la complexité même des pratiques et des apprentissages afférents qui est en jeu, rendant illégitime d'estimer séparément tel ou tel indicateur. Nous y revenons plus loin.

Cette difficulté est aggravée par le manque d'évaluation approfondie de ces pratiques de formation, qui, on vient de le suggérer, mettent en jeu de très nombreuses variables imbriquées. Ainsi, si un certain nombre de pratiques de formation sont décrites, avec plus ou moins de détails sur leurs déroulements (cf. par exemple Abboud-Blanchard & Emprin, 2009), rares sont les recherches, en didactique des mathématiques, qui permettraient de les relier aux pratiques d'enseignement en résultant, vu la complexité du chantier correspondant. En effet sont en jeu les formations et les formateurs d'un côté, les pratiques des enseignants de l'autre, mais à quel moment les étudier ? Qu'est-ce qui est relié aux formations ? Ne faut-il pas aussi aller chercher du côté des apprentissages des élèves pour se faire une idée complète – compte tenu de la complexité évoquée ci-dessus ? Les quelques recherches sur ce sujet dans l'enseignement primaire (Masselot, 2000 ; Vergnes-Arotca, 2000 ; Peltier, 1995) concluent toutes à une grande diversité des effets des formations, à l'importance déterminante, en formation initiale, de la première affectation pendant et après la formation et à la difficulté de mettre en lumière l'impact des pratiques de formation.

1.2. Et ailleurs qu'en France ?

Sans prétendre du tout à l'exhaustivité, nous présentons quelques études qui nous semblent importantes sur la question des formations, qui adoptent des points de vue complémentaires et travaillent sur des variables diversifiées. Cependant les auteurs de ces études ne s'attardent pas beaucoup sur les questions des modalités précises des formations.

Une étude américaine menée par Ball et al. (2014) développe l'idée de s'appuyer, pour former les enseignants, sur des documents produits à partir de pratiques en classe, et ceci de différentes façons. Ils reconnaissent que l'expérience seule peut ne pas suffire à former les millions d'enseignants concernés, qui adoptent souvent les conceptions héritées de leur propre passé scolaire (voire les mythes qui les ont remplacées). Ils estiment que la profession manque d'une base de connaissances professionnelles « estampillées » comme telles, rejoignant ainsi Chevallard (2006). Ils s'interrogent sur la conception d'une telle base et préconisent la constitution de documents relatant des expériences individuelles, qui seraient mis à disposition de collectifs d'enseignants et amèneraient à dégager des connaissances partagées constitutives de ces connaissances professionnelles recherchées. Ils insistent sur le caractère collectif de l'étude, en suggérant qu'un certain déséquilibre, créé par de l'inattendu, pourrait être bienvenu, malgré les réactions défensives qui peuvent émerger dans un premier temps. En fait ils suggèrent que les pratiques des enseignants ont besoin d'être enrichies si ce n'est modifiées, en dénonçant notamment le rôle des conceptions initiales déjà citées. Ils se demandent aussi dans quelle mesure l'imitation peut être un levier de changement. Cependant s'ils donnent des exemples de types de séances envisageables, ils ne précisent rien sur leurs déroulements effectifs, comme si cela allait de soi.

Des auteurs canadiens (Proulx & Bednarz, 2014) quant à eux s'intéressent en premier lieu aux contenus des formations, en insistant sur les différences entre mathématiques académiques et pour l'enseignement. C'est le travail sur les dernières qui organise leur propos, y compris en termes de modalités – cependant peu diffusées, là encore.

On peut aussi signaler des travaux de chercheurs qui mettent en relation (via des corrélations) des déterminants personnels des enseignants de mathématiques dans les premières années du secondaire sur la conduite de la classe et les résultats des élèves. En fait, leurs méthodes relèvent davantage de la psychologie sociale que de la didactique des mathématiques. Elles s'appuient sur les déclarations des acteurs aux nombreux items d'un questionnaire (QCM et questions ouvertes). Il ne s'agit donc pas d'études de l'activité *in situ* des enseignants considérés, d'où la possibilité d'atteindre et d'étudier un nombre plus important d'enseignants que dans nos propres études plutôt qualitatives (Richter et al., 2013). Dans la même ligne, d'autres chercheurs évaluent l'impact des interventions des formateurs (qu'ils appellent des

« *mentors* ») lors de l'entrée dans le métier d'enseignants néophytes (Baier et al., 2018). Les auteurs montrent ainsi que – plus que sa durée – c'est la qualité de l'encadrement (*mentoring*) qui joue sur le développement professionnel de l'enseignant. Ils relèvent l'importance des composants relatifs à la dimension affective (enthousiasme, satisfaction au travail, épuisement émotionnel, qui sont positivement sensibles à l'orientation constructiviste de l'encadrement (réponse à un questionnement explicite). Ils rajoutent que les composants de l'enseignement qui sont impactés par les interventions des formateurs sont essentiellement relatifs à la conduite de la classe (incidents de discipline, temps « efficace » des séances, support à l'activité des élèves). De manière moins attendue, les conceptions constructivistes des enseignants ne prédisent pas les dimensions de la qualité didactique de l'instruction.

D'une façon générale, les chercheurs ayant travaillé sur la formation des enseignants de mathématiques semblent s'accorder sur le fait que le développement professionnel des enseignants ne peut pas être conçu sans prendre en compte leur pratique, leurs connaissances issues de la pratique et leurs propres points de vue sur cette pratique³. L'ouvrage collectif édité par Bednarz et al. (2011) met en avant, dans son chapitre de conclusion, ce dénominateur commun de recherches internationales sur la formation des enseignants des mathématiques qui transcende les différents contextes dans différents pays.

2. Des analyses des pratiques aux questions de leurs formations

C'est à une rapide présentation « théorique » que nous invitons d'abord le lecteur : en effet, ce que nous allons exposer sur les pratiques du formateur, et tout particulièrement sur les déroulements des séances de formation et leur analyse, découle en partie de nos hypothèses sur le développement des pratiques, qui nous permettent d'élaborer les indicateurs à utiliser. Or étudier ce développement ne se conçoit pas sans avoir précisé notre conception des pratiques, objets du développement.

2.1. Un cadre théorique de référence : La Double Approche des pratiques

C'est sans doute la complexité des pratiques des enseignants et leur cohérence, admises depuis longtemps par les ergonomes pour tous les professionnels⁴, ainsi que

³ Par exemple, Goos, dans un cadre théorique se référant à Valsiner, analyse son intervention de chercheur/formateurs d'enseignants comme articulant le niveau de leurs déterminants personnels – en tenant compte de leur ZPD – et le niveau des déterminants sociaux et institutionnels de leur pratique (Goos, 2008, p.83).

⁴ Les ergonomes parlent quelquefois aussi d'opérateurs.

leur rôle dans les apprentissages des élèves qui sont à l'origine de notre démarche d'étude de ces pratiques. Le cadre théorique de référence est ainsi la Double Approche didactique et ergonomique (DA) introduit dans le champ depuis le début des années 2000 (Robert 2001, Robert & Rogalski 2002, Rogalski 2003) et développé depuis pour une meilleure prise en compte de contextes variés de pratiques enseignantes (Robert 2008, Abboud et al. 2018). Rappelons qu'au sein de la DA, il est admis que les activités mathématiques⁵ des élèves sont une source majeure de leurs apprentissages, qui dépend en grande partie des enseignants, même si d'autres facteurs, notamment individuels et sociaux, peuvent intervenir. Il s'agit alors de prendre en compte dans les analyses de pratiques à la fois ce qui est proposé aux élèves, et provoque leurs activités mathématiques, et ce qui joue sur ces choix, que ce soit en termes de contraintes liées au métier ou de spécificités individuelles, expériences, formations, conceptions. Les choix que l'enseignant fait pour la classe influencent à leur tour sa manière de s'adapter aux contraintes, en renforçant la pertinence de leur adoption ou en l'amenant à les modifier, et ainsi de suite.

Cela conduit à des analyses des pratiques individuelles en composantes, attachées aux choix de contenus et de déroulements et aux adaptations de l'enseignant aux contraintes et spécificités (ibidem). La nécessaire recomposition de ces composantes permet de caractériser des logiques globales à l'œuvre. Ajoutons que c'est la cohérence admise des pratiques et leur stabilité que nous avons pu vérifier dans des conditions d'enseignement peu différentes et pour des enseignants expérimentés, qui autorise ce passage au global. De plus nous avons cherché à apprécier une certaine organisation interne des pratiques (Masselot & Robert, 2007, Butlen & Robert, 2013), qui en exprime aussi la complexité (mis à part chez les enseignants débutants). Nous avons ainsi distingué un niveau *micro*, fait de gestes⁶ qui s'effectuent presque automatiquement, dès l'entrée en classe, un niveau *global*, qui traduit une organisation plus ou moins invariante des choix globaux faits de manière récurrente, au niveau des contenus sur une année ou sur un chapitre et de la gestion prévue par exemple, intégrant l'inscription dans le métier adoptée par l'enseignant, et un niveau *local* associé à ce qui se passe en classe, entre prévisions et déroulements. Chaque niveau contribue à l'expression des autres niveaux et renforce la cohérence et la stabilité des pratiques déjà évoquées.

2.2. Que dire alors du développement des pratiques ?

On ne peut pas parler de la même manière des formations initiales et des autres. Pour les enseignants débutants, l'installation des pratiques va de pair avec l'entrée dans la

⁵ Au sens large, désignant ce qu'ils pensent, disent ou non, font ou non.

⁶ On a pu parler aussi de routines.

complexité à tisser entre les connaissances mathématiques déjà là, mais à usage individuel, non contraint, et la gestion professionnelle de la classe, très nouvelle et pleine d'embûches. D'une certaine manière les premières expériences en classe des débutants mobilisent le niveau local des pratiques et ont besoin d'être renforcées aux niveaux micro et global. Les besoins exprimés, qui s'imposent aux débutants, portent sur le niveau local, et c'est à la charge des formateurs d'intervenir de telle sorte que petit à petit s'élaborent des ressources professionnelles complémentaires aux niveaux micro et global, par exemple en termes de vigilance didactique (Charles-Pézard, 2010) et non seulement de juxtaposition de paix sociale et de propositions de contenus.

Pour les enseignants non débutants, plusieurs types de formations professionnelles sont proposés. Elles peuvent être liées à des contenus nouveaux à enseigner ou à des modalités particulières pour la classe ou être plus générales, notamment en formation de formateurs. Ces enseignants ont déjà mis au point, sauf exceptions, leurs démarches et c'est souvent en termes d'enrichissement que se posent les apports éventuels des formations, plus qu'en termes de modifications, au moins pour commencer.

Toutefois lorsque ces mêmes enseignants débutent l'enseignement d'un contenu complètement nouveau (l'algorithmique par exemple, arrivé dans les programmes du lycée en France en 2009) ou dans l'utilisation d'un nouvel outil (contraint ou non par des injonctions institutionnelles) nous constatons parfois un phénomène proche de ce que nous venons de décrire pour les enseignants débutants, à savoir faute de suffisamment de possibilité d'agir aux niveaux micro et global, le niveau local occupe toute la scène. Dans le cas de l'intégration d'une nouvelle technologie, Abboud-Blanchard (2013), a montré que face à cette surcharge du niveau local deux dynamiques se mettent en place et participent au développement des pratiques. Le premier (du local vers le global) se traduit par l'évolution du projet global d'enseignement à partir d'utilisations répétées de l'outil en question. Le deuxième (du local vers le micro) se traduit par le développement au niveau micro de nouveaux automatismes liés directement à l'outil technologique (voire se composant avec d'autres automatismes relatifs à d'autres outils technologiques).

2.3. Un travail sur les pratiques pour remonter aux composantes et non l'inverse : le modèle de la ZPDP

Il peut sembler qu'il y a trop de diversités dans ce paysage pour proposer quelque chose de commun. Pourtant nous adoptons l'hypothèse assez générale que pour avoir une action suffisante sur des pratiques professionnelles, il y a des conditions à respecter qui différencient d'une certaine manière formation et enseignement. En un mot, pour nous, ce ne sont pas seulement les connaissances mathématiques à enseigner, au sens usuel, qui sont en jeu, comme le reconnaissent d'ailleurs les

tenants des PCK (*pedagogical content knowledge*) par exemple (Ball et al., 2008, 2014), et ceci qu'elles soient académiques ou non. Nous postulons que ce n'est pas non plus une somme de connaissances mathématiques, pédagogiques, didactiques, éventuellement psychologiques ou sociales qu'il s'agirait de présenter. Nous pensons au contraire qu'il est nécessaire, au moins à certaines étapes des formations, de s'appuyer sur des éléments déjà recomposés, présents dans des pratiques effectives, pour travailler sur les aspects émergents des différentes composantes qui peuvent intervenir. Autrement dit nous suggérons de partir le plus possible de pratiques existantes pour les travailler, en prenant en compte l'imbrication de plusieurs strates qui les caractérise et non d'adopter l'entrée séparée (et successive) par un contenu à enseigner, des programmes, des tâches, des déroulements, des évaluations⁷.

L'hypothèse qui justifie cette proposition, est empruntée à Vygotsky (ibid) mais étendue au développement professionnel. Il s'agit de transposer et d'adapter à ce dernier le modèle de la ZPD déjà transposé aux apprentissages scolaires (cf. ci-dessus). On « remplace » le travail partagé professeur/élèves faisant intervenir, sur des activités⁸, des connaissances mathématiques des élèves « proches » des connaissances visées, par un travail partagé formateur/formés faisant intervenir des pratiques effectives ou filmées, ou au moins simulées (c'est ce que nous exemplifierons plus loin, section 4).

2.4. Quels objectifs pour un travail partagé en formation à partir des pratiques d'enseignement ?

Les objectifs dépendent évidemment de la spécificité de la formation, mais dans cette démarche ce sont des objectifs liés aux pratiques elles-mêmes qui sont visés, installation ou enrichissement. Ce peuvent être des prises de conscience de l'absence ou la présence de certains gestes, comme se taire aux moments opportuns – à repérer –, ou prendre en compte les élèves – ni trop ni trop peu –, ces gestes étant contextualisés à une situation précise partagée. C'est ce travail sur des pratiques « en vrai », mettant en jeu un contenu et des élèves, qui fait la différence avec un enseignement de pédagogie générale... En fait, ce travail engage des analyses qui dépassent largement ces gestes. Autre objectif : la compréhension de l'intérêt de faire des analyses de tâche pour disposer, avant une séance, de références permettant de mieux saisir sur le vif les démarches et erreurs des élèves dans des résolutions d'exercices et de mieux adapter les réponses, toujours à improviser en partie, y

⁷ C'est ce que nous qualifions de formation « à l'envers » pour insister sur ce mouvement des pratiques aux contenus à enseigner.

⁸ Sur des exercices ou pendant les cours.

compris la décision d'arrêter la recherche des élèves s'il y a lieu. Là encore cela engage des analyses plus globales sur les mathématiques en jeu. Ces objectifs peuvent concerner des questionnements sur les pratiques, qui, sinon, restent souvent implicites, ou des discussions, ou même des propositions de substitution. L'explicitation de ce qui est en cause, surtout s'il s'agit de sources éventuelles de tensions, permet d'anticiper certains choix, voire de rassurer sur la difficulté réelle de ce qui est en jeu. Un exemple concerne les alternatives qui peuvent exister à tel ou tel moment d'une séance, avec leurs conséquences éventuelles, et compte tenu de l'environnement, qu'on peut imaginer de faire varier en formation. Autre exemple, dans une classe REP, ce peut être une discussion sur les choix de tâches, intermédiaires entre des tâches réussies ou trop complexes, peu porteuses d'apprentissages dans tous les cas. Un autre exemple concernerait les cours (moments d'exposition des connaissances) et le choix de déléguer certains cours à des capsules-vidéos à écouter hors-classe, mais là l'observation des pratiques est difficile ! Un exemple banal concerne les programmes à finir ou non, mais là encore partir des pratiques pour arriver à discuter cette question n'est pas immédiat. La discussion sur les mathématiques en jeu, avec la prise en compte simultanée de la nature des notions, des programmes et des difficultés connues des élèves⁹, est ainsi totalement intégrée à l'étude plus globale des pratiques développées à leur sujet, ce qui n'empêche pas d'y réfléchir mais de manière contextualisée.

En réalité, et nous arrivons au cœur du sujet, nous donnons une grande importance aux déroulements des séances de formation pour réussir à ce que ces prises de conscience, questionnements, débats, propositions, soient appropriées par les participants au niveau de leurs propres pratiques. Nous allons développer maintenant un aspect particulier de ces déroulements qui nous semble fondamental et commun à beaucoup de séances variées de formation.

3. Comment partager un travail sur des pratiques pendant les formations ? Les déroulements des séances de formation et l'outil « proximités », pour le chercheur et pour le formateur

Faisons un parallèle avec ce que la didactique nous a appris sur les apprentissages : une tâche, même à fort potentiel didactique, ne tient ses promesses qu'à condition que ce qui se passe en classe soit adapté, ce qui met en jeu certaines conditions cognitives relatives aux apprentissages et au contexte particulier. Sont en cause notamment la nature de la tâche au sein d'un scénario global, qui doit tenir compte des spécificités de la notion, des programmes et des difficultés des élèves et les déroulements, avec l'importance des médiations organisées par l'enseignant,

⁹ Ce que nous appelons le relief (Robert et al., 2012)

notamment aides et proximités. Ces dernières sont associées aux rapprochements explicites que fait l'enseignant entre ce qu'il vise (notamment en termes de connaissances) et ce qui vient des élèves (activités et connaissances déjà-là) (Robert & Vandebrouck, 2014 ; Bridoux et al., 2016).

Nous faisons l'hypothèse qu'il en est de même en formation, les conditions cognitives devant être remplacées par des conditions plus larges d'acquisition professionnelle. Parmi ces dernières il en est une que nous privilégions, vu la nature complexe de ce qui est en jeu, c'est la manière dont se déroulent les séances de formation. Cela met particulièrement en jeu les interventions du formateur, avec les adaptations nécessaires pour engager un travail suffisamment « proche » de ce que (re)connaissent les formés. Le formateur adapte ainsi ses connaissances¹⁰ et ses objectifs, notamment en termes de besoins supposés des formés, à ce que ceux-ci révèlent de leurs expériences, de leurs besoins et de l'état de leurs propres connaissances.

Il s'agit alors, pour le chercheur, de se donner les moyens d'analyser les occasions d'échange entre formateurs et enseignants, pendant les déroulements des séances de formation, compte tenu des activités à développer par les formés sur les tâches proposées, au sens large, y compris d'écoute de vidéos. Sont traqués les rapprochements explicites que font les formateurs entre ce que les formés expriment et les visées de formation, même très locales, comme autant de traces d'un travail inscrit dans la ZPDP des formés. Ces « proximités », que le chercheur repère comme telles dans le travail du formateur, peuvent relier des éléments du contexte et d'autres plus généraux ou mettre en regard des aspects différents, voire contradictoires, des pratiques en jeu. C'est de l'adéquation (de la proximité) entre le discours du formateur et ce qui s'est manifesté pendant la séance chez les formés que dépend à nos yeux une partie de l'impact de la formation attendue.

Les proximités dans le discours du formateur relèvent de trois catégories¹¹, pas toujours exclusives les unes des autres, d'autant qu'elles peuvent être perçues différemment selon les formés :

- Les proximités ascendantes (du contextualisé au général), qui s'appuient sur les retours d'expériences et les discours individuels des participants pour expliciter une généralisation rendue possible via l'appui sur des résultats issus de la recherche en didactique. Par exemple lors de l'étude collective d'une vidéo, le formateur reprend le fait de réduire une tâche pendant la phase de recherche des

¹⁰ Mathématiques, didactiques et sur le métier en particulier.

¹¹ Là encore, nous adaptons la catégorisation des proximités discursives en situation de classe à la situation de formation.

élèves, parce que celle-ci s'avère trop longue ou difficile, aux dires même des participants. Il discute de cette question plus généralement. Il peut dégager par exemple le dilemme entre réussite et apprentissage des élèves et énumérer des alternatives à des choix de tâches ou déroulements toujours analogues. Ce peut être de re-proposer une tâche à peine modifiée permettant de varier les aides dispensées aux élèves (Robert & Vandebrouck, 2014).

- Les proximités descendantes (du général au contextualisé) qui au contraire explicitent la manière d'utiliser le général, partagé ou admis dans la profession, dans des cas individuels et des contextes particuliers. Par exemple une discussion sur le suivi des programmes en vigueur et les difficultés afférentes sur une notion donnée peut émerger des choix de tâches proposées à la discussion. C'est également le cas de la discussion initiée par le formateur sur l'utilisation (pour la préparation ou en classe) de ressources disponibles en ligne. Partir d'un panorama de ces ressources et des études relatives à leurs utilisations en enseignement amène progressivement les formés à expliciter et partager avec le groupe leurs propres critères de choix des ressources et les usages (après adaptation ou pas) qu'ils en font (Abboud-Blanchard, 2011).
- Les proximités horizontales (sans changement de niveau de généralité) qui correspondent à des répétitions ou des illustrations ou des reprises détaillées sans changement de niveau de généralité du discours en jeu mais plutôt en reformulant et souvent en utilisant le vocabulaire commun en construction pendant la formation. Si par exemple il est question, dans une analyse de vidéo, de la difficulté des élèves à interpréter la perpendicularité de deux droites en termes d'existence d'un angle droit, le formateur peut réexprimer cela en évoquant la difficulté pour les élèves de passer, dans cet exercice, d'un point de vue purement géométrique (droites) à un point de vue mesure (angle droit).

Le recours à cet outil pour l'étude des formations permet de davantage évaluer la distance entre ce que disent et décrivent les participants de leurs pratiques et de leurs représentations et les interventions du formateur visant un enrichissement de ces pratiques.

4. Une démarche de formation des enseignants à quatre temps : présentation, illustration, caractérisation et élargissements

Nous allons contextualiser ce qui précède en termes de formations, en présentant une démarche générale à partir de deux exemples, associés soit à des formations généralistes, comme une formation de formateurs d'enseignants de mathématiques soit à des formations plus spécifiques, comme une formation de ces enseignants aux

technologies. Nous dégageons ensuite ce qui nous semble caractériser ces séances de formation en discutant des possibilités d'adoption de la démarche et en mettant en regard d'autres démarches, plus ou moins proches, sans viser l'exhaustivité, ne serait-ce que vue la diversité évoquée au début.

Plusieurs scénarios déjà mis en œuvre mettent en jeu des séances de formation d'enseignants, collectives, inscrites dans des plans de formation, basées sur l'étude de vidéos tournées en classe ; ils diffèrent notamment par :

- le public concerné (formateurs ou enseignants ou enseignants débutants) et l'objectif correspondant de la formation ;
- la durée du scénario dans lequel s'inscrivent les séances (plusieurs mois, plusieurs séances, ou une seule séance) ;
- la nature de la vidéo (tournée par un participant dans sa classe ou apportée par le formateur) ;
- les thèmes mathématiques en jeu ;
- l'information plus ou moins développée sur la classe filmée et sur la place de la séance dans la progression de l'année ;
- les « outils » dont disposent les participants pour analyser la vidéo.

On peut cependant dégager, pour illustrer ce qui précède, une démarche générale adoptée dans les séances de formation comportant un travail des participants à partir de vidéos tournées dans des classes (Chappet-Pariès & Robert, 2011 ; Robert, 2005 ; Robert et al., 2012 ; Abboud-Blanchard & Robert, 2015 ; Abboud et al., 2020). Les deux exemples qui suivent, qui concernent des formations pour 10 à 20 participants, ont des temps communs et des temps qui diffèrent, en particulier en fonction du choix, généraliste ou spécifique, de la formation. C'est ce qui en organise la présentation.

4.1 Un premier exemple pour illustrer la démarche de formation adoptée

Nous décrivons ce qui est prévu pendant les séances d'une formation de formateurs où on visualise des vidéos. Ce sont des vidéos d'abord apportées par le formateur puis filmées dans les classes de chaque participant et présentées par leur.e auteur.e. Cette formation dure plusieurs mois et participe à l'obtention d'une certification (Robert et al., 2012).

Le premier temps, commun, est l'organisation en séance, avant le visionnement, d'une analyse de la tâche proposée aux élèves dans ce qui va être visionné, y compris s'il s'agit de l'écoute d'un cours. Certes cette analyse diffère selon les outils dont disposent les participants, et peut prendre d'autres noms qu'analyse de la tâche.

S'il s'agit d'une vidéo concernant la résolution d'un exercice, cela peut être limité à le faire résoudre en repérant juste ce qui sert, ou, si possible, en repérant la manière d'utiliser (voire d'adapter) les connaissances et procédures à mettre en œuvre par les élèves. Selon les publics cette analyse est mutualisée ou non avant le visionnement. Plusieurs inconvénients et avantages à un partage de l'analyse de la tâche avant visionnement : le risque que les participants confondent analyse de la tâche et analyse de ce que les élèves vont pouvoir faire, le risque d'y passer trop de temps mais aussi l'avantage de montrer des divergences d'analyses et la possibilité d'enrichir pour tous ce qui peut être attaché à la tâche. Cela peut amener à illustrer en particulier la différence entre deux types d'analyses rencontrées. Il y a une manière d'étudier la tâche qui ne dépend que des connaissances à mettre en œuvre, à ce niveau scolaire, et cela permet d'attacher à une tâche un certain potentiel en termes d'activités à y déployer. C'est ce type d'analyse que le formateur vise dans notre démarche. Mais on peut aussi se trouver face à une analyse qui va directement à une évaluation des difficultés de la tâche pour les élèves, et cela n'amène qu'à apprécier des capacités supposées des élèves (mais desquels ?) basée au mieux sur l'expérience, c'est un risque qui amènerait le formateur à rectifier le tir, en expliquant ce qui est attendu.

S'il s'agit d'un cours, il s'agit de faire repérer ce qui est attendu, complété éventuellement par l'analyse de ce qui peut servir d'appui au cours s'il y a eu une tâche introductive.

Quoi qu'il en soit, cette phase permet de travailler ou au moins d'amorcer le travail sur ce qui est proposé aux élèves, du point de vue du potentiel et non directement des déroulements anticipés, mettant souvent en jeu, même inconsciemment, les réussites ou compréhensions immédiates des élèves plus que leurs apprentissages.

Le deuxième temps, commun, est de demander ensuite aux participants de regarder la vidéo en utilisant l'analyse de la tâche faite *a priori*, même limitée, et en comparant autant que possible ce qui aura été prévu et ce qui peut être observé, en particulier du côté de l'enseignant mais compte tenu des élèves. Cette phase est silencieuse, mais sans doute riche d'activités des participants pour réaliser la consigne.

Le troisième temps est la gestion après visionnement.

C'est à ce moment-là qu'on reprend d'abord la discussion sur l'analyse de la tâche si cela n'a pas déjà été fait. Le fait d'avoir visionné la vidéo avant de mutualiser cette analyse *a priori* peut permettre aux participants de l'enrichir, en ajoutant ce qu'ils ont pu oublier par exemple et qu'ils ont réalisé pendant le visionnement. Il y a là une source de travail individuel, voire invisible des autres, sur les différences entre prévu et réalisé mais centré seulement sur la tâche, ce qui peut déboucher, après, sur une réflexion sur le choix des tâches par l'enseignant.

Il s'agit ensuite, dans tous les cas, d'organiser des échanges et une discussion entre les participants sur les pratiques en jeu de l'enseignant pendant la séance, basée sur la comparaison attendu-réalisé telle que chacun a pu la faire en visualisant le déroulement. Au formateur de laisser parler aussi longtemps qu'il y a des interventions. En particulier les questions que se posent les participants, notamment sur ce qui leur manque pour aller plus loin, sont très intéressantes pour le formateur. Dans ce premier exemple le formateur n'intervient cependant pas encore pendant ces échanges, si c'est possible ! Là encore il se peut cependant qu'il y ait à reprendre des appréciations critiques non fondées, visant à juger le déroulement de la séance, voire le collègue filmé. Le formateur doit alors rectifier le tir, en expliquant qu'on ne cherche pas à juger, et qu'on n'en a même pas les moyens, vu qu'on ne connaît pas le contexte global : il s'agit seulement d'analyser... Il n'est pas exclu alors, mais c'est difficile, que les participants arrivent à exprimer éventuellement des idées d'alternatives, en tenant compte du contexte qu'on peut alors faire varier.

Le quatrième temps est la prise de parole finale du formateur, après tout ça. Les discussions qu'il a entendues sont propices à ce que le formateur, qui parle en dernier, apprécie ce qui est présent chez les participants et y trouve un appui pour son propos conclusif, quitte à s'adapter par rapport à ses visées premières. C'est pendant ce temps que les proximités dans le discours du formateur sont à l'œuvre. C'est à ce point précis que s'applique notre propos théorique : ce moment, à condition de respecter tout ce qui précède, nous semble avoir une portée formative probable... Mais les acquisitions sont sans doute variables, aussi bien pour chaque participant que globalement ! Dans certains cas, le formateur pourra « remonter » (proximités ascendantes) au relief sur les notions en jeu, et travailler sur les composantes cognitives et institutionnelles, dans d'autres cas il en restera à un travail contextualisé sur les composantes médiatives, personnelles et/ou sociales (proximités horizontales ou descendantes). Il pourra cependant reprendre les questionnements et prises de conscience supposées en les généralisant aux choix et tensions inévitables des pratiques « en général » (proximités ascendantes).

4.2 Un deuxième exemple avec une variation lors des deux derniers temps de la démarche

Le deuxième exemple, d'une formation aux technologies, reprend la même démarche, mais met le focus sur le rôle de l'analyse des déroulements des séances en environnement technologique (Abboud-Blanchard, 2011 ; Abboud-Blanchard & Robert, 2015).

Le schéma général est toujours celui commun présenté ci-haut avec des ajustements des premier et deuxième temps à des contextes de classes intégrant les technologies numériques. Les deux derniers temps diffèrent quant aux interventions du formateur, à sa saisie des opportunités de proximités déjà présentes dans le troisième temps et

au fait d'une élaboration collective de généralisation pendant le quatrième temps. Les discussions entre formés et formateur pendant et à l'issue des analyses portent spécifiquement sur les tensions que rencontrent un enseignant ordinaire dans ce type d'environnement (Abboud & Rogalski, 2017) et sur la palette de moyens pour gérer (ou non) ces tensions. Le formateur se base alors sur les témoignages des formés, qui reconnaissent souvent avoir vécu des tensions similaires, pour remonter vers ce qui relève du partagé dans les expériences rapportées et les résultats des recherches dans ce domaine (dimension cognitive et pragmatique), ou bien reformuler avec le vocabulaire commun, installé pendant la formation, ce qui se rapporte à la composante personnelle et médiative de chacun.

Cette variation dans la démarche commune vient en premier du fait que contrairement à l'enseignement de contenus mathématiques donnés qu'on peut supposer déjà balisé, l'utilisation des outils technologiques pour l'enseignement des mathématiques n'est pas encore une connaissance partagée et ne relève pas toujours d'une expertise standardisée dans la communauté enseignante. Les expériences des participants sont très variées et leurs témoignages du vécu privilégient souvent la dimension pragmatique liée à l'environnement de travail et aux médiations en relation avec les instruments au détriment, à un certain degré, de la dimension cognitive des analyses. Les interventions du formateur dès le troisième temps, notamment via des proximités horizontales permet d'esquisser les traits d'une expertise qui se révèle être de plus en plus partagée (même si au début elle paraissait très différente et liée à des contextes de travail variés) qui servira par la suite d'appui pour la généralisation et la décontextualisation visée. Quant au quatrième temps, la volonté d'engager les participants dans une construction collective du savoir professionnel visé situé dans une ZPDP minimale commune, constitue en elle-même un moyen de développement de pratiques relatives aux technologies.

4.3 Caractérisation de la démarche

Dans nos écrits précédents (Abboud-Blanchard & Robert, 2015) nous avons spécifié notre démarche en évoquant quatre caractéristiques. La formation dispensée est *inductive* : elle s'appuie sur des pratiques, réelles ou filmées, pour dégager des logiques d'action, des régularités et des alternatives et non l'inverse ; le point de départ n'est pas du type « enseigner tel contenu à tel niveau » à partir des programmes par exemple, en déduisant des objectifs d'apprentissage et un scénario à préparer mais bien l'étude d'extraits de vidéos tournées en classe¹². Cette formation est *holistique* dans la mesure où les pratiques sont travaillées en tenant compte d'emblée de toutes les composantes imbriquées ; en particulier, pour comprendre les

¹² Cela peut préparer ce que les formateurs, en formation initiale, auront à faire en visite.

raisons des choix de contenus et de déroulements qui apparaissent et qui sont décrits, il s'agit de mettre en jeu des contraintes, liées à la classe, aux programmes, aux mathématiques en jeu mais aussi aux conceptions de l'enseignant. Ainsi, des discussions du troisième temps, avec les questions des participants qui connaissent moins le thème, naît le besoin de revenir à des éléments en amont des déroulements en classe, comme les objectifs et les difficultés prévisibles, notamment mathématiques, et la préparation de la séance. C'est le fait que cela devient un besoin qui nous intéresse. Cette formation est *collective* et on a vu à quel point la discussion du troisième temps, avec les diversités qu'elle révèle, est fondamentale, y compris pour le formateur, pour concevoir ses interventions ultérieures. Enfin la formation est *opportuniste*, au sens où les vidéos qui sont travaillées ne s'inscrivent pas (nécessairement) dans un thème précis qu'on chercherait à (faire) travailler spécifiquement. Cela permet d'aborder, au final, suffisamment d'aspects variés, notamment du relief, malgré les aléas des discussions et des apports pas toujours complets du formateur (par rapport à ses prévisions).

Ces quatre caractères sont solidaires, et nécessaires : travailler sur un seul thème par exemple ne permettrait pas de visionner des vidéos de tous les participants, qui ne suivent ni les mêmes programmes, ni les mêmes progressions et c'est une richesse pour un dispositif centré sur des analyses de vidéos. De plus, travailler à plusieurs dans ce cadre permet de mettre à distance chacun et facilite l'adoption de la posture d'analyse et non de jugement – condition indispensable à ce type de séances. Ce qui précède nous amène à compléter cette description en insistant sur plusieurs points : l'importance de la parole des formés, tout au long de la formation, et l'appui de la parole du formateur sur ce qui a été dit. Cela lui sert à élaborer les proximités, indispensables à la réalisation de son projet, entre ce qu'il a envie de dire, notamment pour répondre aux besoins qu'il suppose, et ce qui a été dit par les participants eux-mêmes. Les discussions dévoilent peut-être d'autres besoins, plus ou moins éloignés des prévisions du formateur, exprimés autrement, auxquels il doit répondre en adaptant ses connaissances. Elles peuvent révéler des conceptions mathématiques ou pédagogiques à mettre en débat. Cette appréciation d'une ZPDP « moyenne et commune » des participants et son « exploitation », permise par les différents types de proximités décrits, nécessitent une réelle disponibilité des connaissances du formateur. C'est d'autant plus important que les vidéos portent sur des contenus divers, aléatoires, et qu'au fur et à mesure de la formation les besoins exprimables peuvent évoluer et conduire à de nouvelles adaptations de ses connaissances.

4.4 Élargissements

On conçoit qu'un dispositif long soit bien adapté, vu ce qui précède, à une formation de formateurs. Cependant des formations continues d'enseignants comportant des séances d'analyses de vidéos filmées en classe peuvent aussi être organisées selon le

même schéma (Chappet-Pariès & Robert, 2011). En fait le premier temps doit être aménagé en relation avec les analyses dont disposent les participants, et peuvent donner lieu à des compléments au quatrième temps.

Cela dit, nous proposons maintenant d'évoquer deux autres types de démarches de formation continue, communément proposées en France, en les mettant en vis à vis de la démarche que nous avons détaillée plus haut. Un premier type est celui d'un certain nombre de formations continues courtes inscrites dans des plans officiels de formation. Elles commencent souvent par des interventions sur les contenus visés, même si elles ne concernent pas des nouveautés des programmes. Ces présentations peuvent être éventuellement précédées de la résolution d'un exercice par exemple, ou d'un questionnement oral sur ce que font les enseignants sur le sujet. On en vient alors aux progressions possibles, ou aux activités ou exercices proposables, ou à des compléments mathématiques. Souvent les professeurs retournent en classe expérimenter les propositions ; la dernière journée permet de mutualiser et de discuter de ce qui s'est passé en classe. Mais il semble bien que l'essentiel du travail porte sur les contenus à enseigner, sans vidéos pour interroger les pratiques, ni même questionnements précis sur le déroulement. Le besoin de travailler les contenus et les tâches proposées aux élèves est supposé partagé d'emblée, et devient central, alors que les contraintes qui pèsent sur les pratiques et ce qui peut se jouer pendant les déroulements sont laissées implicites. Seul le caractère collectif est partagé dans ce format avec les caractéristiques de notre démarche que nous avons dégagées plus haut.

Des formations d'un autre type sont étroitement associées à des recherches, adoptant une démarche collaborative pour reprendre ce qualificatif utilisé au Canada (Bednarz et al., 2011). Il s'agit des LÉA (Lieux d'éducation Associés) dont certains s'inscrivent dans ce type de démarche, avec une grande diversité de situations (Monod-Ansaldi et al. 2018)¹³. On évoque alors plutôt le développement des pratiques des enseignants participant que leur formation, comme dans le cas des recherches collaboratives où « la visée première n'est pas un changement mais essentiellement une meilleure compréhension. Elle nécessite un croisement entre deux regards, entre différentes formes de connaissances, entre diverses expériences des chercheurs et des enseignants, entre des compréhensions différentes » (Bednarz, 2015, p.174). Souvent ces dispositifs ont pour objet explicite à la fois le partage d'une certaine posture de recherche, qui peut comporter des analyses de séances filmées dans les classes, et une production de ressource, à diffuser chez les

¹³ Dans ce bilan de l'Institut Français de l'éducation, la plupart des publications référencées portant sur les mathématiques portent sur l'enseignement élémentaire. Les formations sont peu décontextualisées du terrain sur lequel les actions ont été conduites.

enseignants. Le développement professionnel suit, sans être nécessairement visé en tant que tel. Autrement dit l'inscription institutionnelle de ces dispositifs est différente de celle que nous avons décrite. En revanche la prise de parole des participants et sa prise en compte sont un grand point commun très général entre notre démarche et celles qui s'inscrivent sous ce vocable, tout comme l'effort d'adaptation demandé aux formateur.e.s (chercheur.e.s), qui s'appuient sur ce qui est apporté par les participants.

Dans ces deux types de démarches, nous relevons des points communs qui les rapprochent à un certain niveau de notre propre démarche. Il s'agit par exemple de la disponibilité du formateur lors de la dernière journée du premier type, où il s'agit de mutualiser et d'analyser les expériences vécues en classe avec la diversité évidente des contextes. Il est aussi question d'une adaptation constante du formateur à la ZPDP des enseignants inscrits dans un LéA pour pouvoir participer à leur développement professionnel à travers leur implication dans cette formation (recherche) collaborative.

Même si nous pouvons retrouver des éléments communs à notre démarche dans ces deux types de formation, et certainement dans d'autres, nous prétendons que ce qui fait l'originalité de notre propre démarche est la prise en compte combinée des quatre caractéristiques cités plus haut mises en acte sur un temps long. A laquelle vient s'ajouter le souci constant du formateur de travailler, dès le début, dans la ZPDP des formés et d'offrir les proximités discursives adéquates.

Conclusion

Nous nous sommes placées d'emblée dans une visée professionnelle de formation continue (y compris de formateurs) des enseignants de mathématiques du secondaire, déjà formés dans leur discipline et nous nous sommes restreintes à des formations collectives, en nous fondant sur le cas de la France. Nous avons éclairé notre démarche par deux tels dispositifs de formation, articulés entre eux, qui illustrent l'hypothèse générale que nous avons adoptée : installer pendant les séances de formation un travail à partir des pratiques, mettant en jeu expériences des formés et connaissances des formateurs dont on escompte qu'elles s'enrichissent mutuellement. Cela se réalise en particulier grâce aux proximités développées par le formateur, suite aux choix de tâches et de déroulements qu'il met en place. Cet outil sert aussi à l'analyse du chercheur. L'arrière-plan théorique est l'extension de la notion de ZPD au domaine professionnel (ZPDP).

Ce que nous avons développé n'est pas évalué, rappelons-le, même si des expériences de formation attestent de la possibilité d'adopter ce type de démarche. Cependant cela nécessite non seulement des formateurs formés, convaincus, mais aussi des conditions externes adaptées : des formations sur un temps assez long, un

travail partagé entre formés et formateurs, l'adoption d'une posture d'analyse, de questionnement, sans jugement (Abboud et al., 2020).

Des limites sont apparues, qui sont d'ailleurs déjà présentes lorsqu'on adopte le modèle de la ZPD pour l'enseignement. Lors de ses interventions le formateur n'aborde pas tout ce qui pourrait être dit, choisissant en fonction de ce qui est apparu pendant les séances. Que penser de la dispersion des interventions, de ce qui est laissé dans l'ombre et du passage à la synthèse, associé à une sorte de ZPDP « collective » fictive, qui appelle sans doute des développements théoriques appropriés ?

Par ailleurs cette démarche laisse de côté certains aspects des pratiques, que d'autres travaux mettent en avant – les mathématiques à enseigner¹⁴ (cf. Proulx & Bednarz, 2014), les facteurs affectifs (Baier et al., 2019), voire des qualités individuelles des formés ou des formateurs. Par exemple les travaux de Kunter et al. (2011) évoquent l'enthousiasme pour enseigner et pour la discipline à enseigner comme facteurs discriminants en rapport avec les impacts des formations. Que penser de la différence entre ce que laisse voir une vidéo et ce qui se passe en classe ? Que penser de l'impact du temps long sur les pratiques ? Nous n'avons pas non plus envisagé les variables liées aux différentes modalités d'intervention possible en formation ou aux publics d'élèves concernés. Au contraire, beaucoup de travaux autour de Clarke (2014), comme Mena et al. (2016), qui ne sont spécifiques ni d'un niveau scolaire précis ni d'un domaine disciplinaire adoptent le point de vue opposé. Signalons enfin les travaux de Bacon et al. (2019), relatifs au premier degré sur « l'intelligence professionnelle des conseillers pédagogiques » qui ciblent plutôt la qualité des aides apportées aux enseignants pour organiser les relances dans les résolutions de problèmes en classe.

Est-il envisageable d'adapter la démarche ou des éléments de celle-ci au primaire et aux formations de terrain¹⁵ ? Certaines des références déjà citées nous y engagent – on peut y ajouter les travaux de Charles-Pezard (2010) et de son équipe qui s'appuient notamment sur l'hypothèse « d'enrichir les pratiques des formés en partant de pratiques suffisamment proches » (ibidem p.245). On reconnaît là un de nos parti-pris importants. Ces chercheurs définissent aussi des dimensions attachées aux pratiques que les enseignants de primaire débutants en ZEP (Zone d'Education Prioritaire) doivent viser, l'installation de la paix scolaire et la vigilance didactique,

¹⁴ Mis à part par l'intermédiaire des remontées à l'étude du relief des notions qui apparaissent dans les vidéos de chaque séance (mais pas d'autres notions).

¹⁵ Celles où le formateur va dans la classe de l'enseignant concerné.

en s'interrogeant encore sur la manière de les faire atteindre par les formés, à travers les types de dispositifs de formation qu'ils préconisent, plus ou moins liés au terrain.

A l'évidence beaucoup de chantiers de recherche sont ouverts !

Bibliographie

ABBOUD-BLANCHARD, M. (2011). Mathematics and technology: Exploring teacher educators' professional development. Dans M. Joubert, A. Clark-Wilson & M. McCabe (dir.), *Proceedings of the 10th International Conference on Technology in Mathematics Teaching*, (p. 48-56). University of Portsmouth and University of Chichester, UK.

ABBOUD-BLANCHARD, M. (2013). *Les technologies dans l'enseignement des mathématiques. Etudes des pratiques et de la formation des enseignants. Synthèses et nouvelles perspectives*. Note de synthèse pour l'Habilitation à Diriger des Recherches. France : Université Paris Diderot.

ABBOUD-BLANCHARD, M. & EMPRIN, F. (2009). Pour mieux comprendre les pratiques des formateurs et de formations TICE. *Recherche et formation*, 62, 125-140.

ABBOUD-BLANCHARD, M. & ROBERT, A. (2013). Strategies for training mathematics teachers. the first step: training the trainers. Dans F. Vandebrouck (dir.), *Mathematics Classrooms: Students' activities and Teachers' practices* (p. 229–245). The netherlands: Sense Publishers.

ABBOUD-BLANCHARD, M. & ROBERT, A. (2015). Former des formateurs d'enseignants de mathématiques du secondaire : un besoin, une expérience et une question d'actualité. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 20, 181-206.

ABBOUD, M. & ROGALSKI, J. (2017). Des outils conceptuels pour analyser l'activité de l'enseignant "ordinaire" utilisant des technologies en classe. *Recherches en didactique des mathématiques*, 37(1/2), 161-216.

ABBOUD, M., ROBERT, A. & ROGALSKI, J. (2020). Educating mathematics teacher educators. The transposition of didactical research and the development of researchers and teacher educators. Dans K. Beswick & O. Chapman (dir.), *The Mathematics Teacher Educator as a Developing Professional: Vol. 4 of The International Handbook of Mathematics Teacher Education*, (p.131-156), Sense Publisher

ABBOUD, A., ROBERT, J., ROGALSKI, J. & VANDEBROUCK, F. (2018). Pour une théorie de l'activité en didactique des mathématiques. Un résumé des fondements partagés des développements récents et des perspectives. *Cahier du Laboratoire de Didactique André Revuz*, n°18. IREM de Paris7.

BACON, L., BEDNARZ, N., SABOYA, M., HANIN, V. & LAJOIE, C. (2019). L'intelligence professionnelle des conseillers pédagogiques au sujet de la relance lors du pilotage de la résolution de problèmes mathématiques en classe. Dans *Actes du 5ème colloque international de didactique professionnelle : former et développer l'intelligence professionnelle, (communications individuelles, 2ème partie, p. 3-16)*. Université de Sherbrooke, Québec, 23-25 octobre 2019.

BAIER, F., DECKER, A.T., VOSS, T.H., KLEICKMANN, T., KLUSMANN, U. & KUNTER, M. (2019). What makes a good teacher? The relative importance of mathematics teachers' cognitive ability, personality, knowledge, beliefs, and motivation for instructional quality. *British Journal of Educational Psychology*, 89(4), 767-786.

BALL, D. L., BEN-PERETZ, M. & COHEN, R. B. (2014). Records of practice and the development of collective professional knowledge. *British Journal of Educational Studies*, 62(3), 317-335.

BALL, D. L., THAMES, M. H. & PHELPS, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.

BEDNARZ, N., FIORENTINI, D. & HUANG, R. (2011). *International approaches to professional development for mathematics teachers*. Ottawa : University of Ottawa Press.

BEDNARZ, N. (2015). La recherche collaborative, entretien réalisé par J.-L. Rinaudo et E. Roditi. *Carrefours de l'éducation*, 39, 171-184.

BUTLEN, D. & ROBERT, A. (2013). Interroger la profession en didactique des mathématiques, un filtre pour apprécier les activités possibles des élèves et des enseignants – et interroger la didactique ! Dans Bronner et al. (dir.), *Questions vives en didactique des mathématiques. Actes de la XIVème école d'été de Didactique des Mathématiques*, (p. 57-84). Grenoble : la Pensée sauvage.

BRIDOUX, S., GRENIER-BOLEY, N., HACHE, C. & ROBERT, A. (2016). Les moments d'exposition des connaissances, analyses et exemples. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 21, 187-234.

CHAPPET-PARIES, M. & ROBERT, A. (2011). Séances de formation d'enseignants de mathématiques (collège et lycée) utilisant des vidéos-exemples. *Petit x*, 86, 45-77.

CHARLES-PEZARD, M. (2010). Installer la paix scolaire, exercer une vigilance didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 30(2), 197-261.

CHESNE, J.-F. (2006). La formation des pratiques chez les enseignants du second degré : des passages obligés ? Mémoire de master, Université Paris 7.

CHEVALLARD, Y. (2006). Former des professeurs, construire la profession de professeur. Notes pour un exposé. *Journées scientifiques sur la formation des enseignants du secondaire de la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation*, Genève, 17 mai 2006.

CLARKE, A., TRIGGS, V. & NIELSEN, W. (2014). Cooperating teacher participation in teacher education: A review of the literature. *Review of Educational Research*, 84(2), 163-202.

GOOS, M. (2008). Sociocultural Perspectives on Learning to Teach Mathematics. Dans B. Jaworski & T. Wood (dir.), *The International Handbook of Mathematics Teacher Education* (Volume 4, p.75–91). Springer.

KUNTER, M., FRENZEL, A., NAGY, G., BAUMERT, J. & PEKRUN, R. (2011). Teacher enthusiasm: Dimensionality and context specific. *Contemporary Educational Psychology*, 36(4), 289-301.

LAJOIE, C. & TEMPIER, F. (2019). Introduction au numéro spécial sur les dispositifs de formation à l'enseignement des mathématiques. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19, 83–86.

MASSELOT, P. (2000). *De la formation initiale en didactique des mathématiques (en centre IUFM) aux pratiques quotidiennes en mathématiques, en classe, des professeurs d'école (une étude de cas)*. Thèse de doctorat Université Paris7.

MASSELOT, P. & ROBERT, A. (2007). Le rôle des organisateurs dans nos analyses didactiques de pratiques de professeurs enseignant les mathématiques. *Recherche et formation*, 56, 15-32.

MENA, J., GARCIA, M., CLARKE, A. & BARKATSAS, A. (2016). An analysis of three different approaches to student teacher mentoring and their impact on knowledge generation in practicum settings. *European Journal of Teacher Education*, 39(1), 53-76.

MONOD-ANSALDI, R., AKNOUCHE, S., CHABANNE, J.-C., LE HENAFF, C., LOISY, C. & TROUCHE, L. (2018). *Bilan du réseau des LéA 2017-2018. Places des LéA dans la sphère éducative et les recherches en éducation à différentes échelles*. Lyon : Ifé (Institut français de l'éducation), ENS.

ORANGE, C. (2006). Analyse de pratiques et formation des enseignants. *Recherche et formation*, 51, 119-131.

PELTIER, M.-L. (1995). *La formation initiale en mathématiques des professeurs d'école : "entre conjoncture et éternité" : étude des sujets de concours de recrutement et contribution à la recherche des effets de la formation sur les professeurs stagiaires*. Thèse de doctorat Université Paris7.

PROULX, J. & BEDNARZ, N. (2009) *Quelle formation mathématique pour les futurs enseignants du secondaire ? Un éclairage fondé sur une analyse des recherches*. Dans *Actes EMF 2009* (p. 129-142). Dakar, Sénégal.

RICHTER, D., KUNTER, M., LÜDTKE, O., KLUSMANN, U., ANDERS, Y. & BAUMERT, J. (2013). How different mentoring approaches affect beginning teachers' development in the first years of practice. *Teaching and Teacher Education*, 36, 166-177.

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

ROBERT A. (2001). Les recherches sur les pratiques des enseignants et les contraintes de l'exercice du métier d'enseignant. *Recherches en didactique des mathématiques*, 21(1/2), 57-80.

ROBERT, A. (2005). Deux exemples d'activités en formation des enseignants de math. *Petit x*, 67, 52-79.

ROBERT, A. (2008). La double approche didactique et ergonomique pour l'analyse des pratiques d'enseignants de mathématiques. Dans Vandebrouck (dir.) *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (p. 59-68). Toulouse : Octarès.

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

ROBERT, A., RODITI, E. & GRUGEON, B. (2007). Diversité des offres de formation et travail du formateur d'enseignants. *Petit x*, 74, 60-90.

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

ROBERT, A. & VANDEBROUCK, F., (2014). Proximités-en-acte mises en jeu en classe par les enseignants du secondaire et ZPD des élèves. *Recherches en didactique des mathématiques*, 34(2/3), 239-285.

ROGALSKI, J. (2003). Y a-t-il un pilote dans la classe ? Une analyse de l'activité de l'enseignant comme gestion d'un environnement dynamique ouvert. *Recherches en didactique des mathématiques*, 23(3), 343-388.

SAYAC, N. (2012). Pratiques de formateurs en mathématiques dans le premier degré. *Recherche et formation*, 71, 115-130.

VERGNES-AROTCA, D. (2000). *Analyse des effets d'un stage de formation continue en géométrie sur les pratiques d'enseignants de l'école primaire*. Thèse de doctorat Université Paris7.

VYGOTSKY, L. (1986). *Thought and language*. Cambridge MA: MIT Press.

MAHA ABBOUD

CY Cergy Paris Université, Université Paris Cité, Univ Paris Est Creteil, Univ.
Lille, UNIROUEN, LDAR, F-95000 Cergy-Pontoise, France

maha.abboud-blanchard@cyu.fr

ALINE ROBERT

CY Cergy Paris Université, Université Paris Cité, Univ Paris Est Creteil, Univ.
Lille, UNIROUEN, LDAR, F-95000 Cergy-Pontoise, France

robertaline.robertaline@orange.fr

JANINE ROGALSKI

Université Paris Cité, Univ Paris Est Creteil, CY Cergy Paris Université, Univ.
Lille, UNIROUEN, LDAR, F-75013 Paris, France

rogalski.muret@gmail.com

CHRISTINE CHOQUET

COMPRENDRE LES EFFETS DES CHOIX DE FORMATEURS SUR LES PRATIQUES DE PROFESSEURS DE MATHÉMATIQUES DÉBUTANTS

Abstract. Understanding of the effects of trainers' choices on the practices of beginner mathematics teachers. This paper presents a research carried out by a researcher and teachers' trainers involved in initial training of mathematics teachers. The aim of this research is the study of the effects of choices made during training on beginner teachers' practices. The analyzes are realized within the theoretical framework the dual didactic and ergonomic approach (Robert, 2008). The results of these analyzes specify in terms of components of practices the significant influence of the practices of trainers on the development of the practices of beginner mathematics teachers.

Keywords. teachers' trainers, practices, mathematics, beginner teachers, double approach

Résumé. Cet article rend compte d'une recherche menée par un enseignant-chercheur et des formateurs intervenant dans la formation initiale de professeurs de mathématiques. Il s'agit d'étudier les effets des choix réalisés en formation par les formateurs sur les pratiques des professeurs débutants. Les analyses se situent dans le cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique (Robert, 2008). Elles permettent de préciser en termes de composantes des pratiques l'influence non négligeable des pratiques des formateurs sur les pratiques en construction des professeurs de mathématiques débutants.

Mots-clés. formateurs, pratiques, mathématiques, professeurs débutants, double approche

Dans cet article, nous souhaitons rendre compte d'une recherche menée depuis l'année 2017, entre un chercheur et des formateurs intervenant en Inspé¹. Notre groupe étudie les pratiques de professeurs débutants de mathématiques du second degré en lien avec la formation initiale qu'ils reçoivent ou ont reçue. Notre but est également de fournir des éléments méthodologiques permettant de repérer, de décrire et de comprendre les effets de la formation et notamment de la pratique du ou des formateur(s) sur les pratiques des débutants.

¹ Institut National Supérieur du Professorat et de l'Éducation.

1. Présentation de notre recherche

Un projet de l'Inspé de l'académie de Nantes intitulé « Débuter, quelle activité pour quelle école ? » rassemble une trentaine d'enseignants-chercheurs et formateurs de diverses disciplines. Le travail consiste à étudier les processus de développement professionnel des professeurs débutants dans le cadre de la formation dispensée à l'Inspé, au regard des didactiques des disciplines et de la psychologie du travail. L'enjeu principal est de réfléchir à l'élaboration d'outils d'analyse afin d'étudier, de comprendre puis d'ajuster les contenus de formation et les pratiques des formateurs.

Un axe de ce projet intitulé « *Débuter : quelles activités de formation pour quelles pratiques en mathématiques ?* » rassemble un chercheur et six formateurs en mathématiques. Le travail se situe dans le champ de la didactique des mathématiques et fait écho à d'autres études déjà réalisées (Robert, 2005 ; Grugeon, 2008) révélant 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-Pézarid et al., 2012, p. 15). Cependant, au-delà d'une réflexion sur les savoirs en jeu et par suite sur les objets de formation, il s'agit dans ce groupe d'interroger le rôle du formateur dans la construction de la professionnalité des débutants et de définir les moyens dont ce formateur dispose pour y contribuer. La pratique du formateur est définie en particulier par les contenus de formation qu'il propose, par les objectifs fixés et les objets de savoirs mis en jeu. Dans le cadre de cet article, nous mettons en relation les pratiques des enseignants débutants et celles des formateurs afin de répondre à la question : Quelle influence une formation menée par un formateur (ou une équipe de formateurs) peut-elle avoir sur la pratique d'un enseignant débutant et comment caractériser cette influence ? Nous cherchons ainsi à repérer des effets de la formation organisée par un formateur sur la pratique des futurs professeurs de mathématiques. Par effet de la formation sur la pratique, nous entendons tout élément qui amène le professeur débutant à questionner et/ou à faire évoluer sa pratique suite à cette formation. Il peut s'agir d'une situation didactique étudiée en formation que l'enseignant choisit de reproduire dans une classe mais également de toutes les questions et toutes les évolutions que les éléments étudiés en formation (par exemple, une analyse des instructions officielles, d'articles dédiés à la recherche en didactique) vont générer chez l'enseignant et faire que sa pratique s'en trouve interrogée voire modifiée.

2. Inscription dans des recherches déjà réalisées sur les formations

Les questions posées précédemment inscrivent notre travail dans différentes recherches déjà réalisées sur les formations des enseignants, depuis les années quatre-vingt-dix, dans le champ de la didactique des mathématiques.

Bon nombre de ces recherches interrogent la formation des professeurs des écoles. Houdement et Kuzniak (1994) ont catégorisé les différentes stratégies proposées par

les formateurs selon les stratégies culturelles, d'homologie, de monstration et de transposition. D'autres recherches sur les formations initiales et continues (Peltier, 1995 ; Masselot, 2000 ; Vergnes, 2001) montrent en particulier une certaine complexité à identifier la portée de ces formations sur les enseignants du premier degré. Des études précisent par ailleurs des savoirs au travers des pratiques de formation à l'enseignement des mathématiques, notamment dans le cadre des technologies numériques (Emprin, 2007). Sayac (2012, 2013) propose une réflexion sur les pratiques des formateurs et analyse des modalités de formation dans le cadre de l'élaboration des mémoires de fin de Master en lien avec le développement professionnel des professeurs des écoles.

Robert (2005) engage une réflexion sur des contenus et des modalités de formation des professeurs de mathématiques. Elle s'appuie pour cela sur les résultats de recherches menées sur les pratiques et insiste en particulier sur la notion de stabilité des pratiques et sur la difficulté à les modifier ainsi que sur leur complexité. Elle propose d'élaborer puis d'étudier :

[...] des scénarios de formation, qui articulent des éléments théoriques et des expériences en classe, et qui puissent être évalués par des recherches. [...] concevoir de tels scénarios implique à la fois un travail explicite de transposition de certaines recherches : tant sur les apprentissages des élèves que sur les pratiques et leur formation, un travail d'ingénierie longue, avec la mise au point des modalités de ces formations, une réflexion sur les formateurs et peut-être une certaine formation de ces derniers. (Robert, 2005, p. 213).

Le travail mené par Grugeon (2008) interroge le développement des pratiques des professeurs de mathématiques débutants en lien avec des formations qu'ils ont reçues. Cette étude est prolongée par la proposition de dispositifs de formation initiale et des moyens d'analyser cette formation au regard du développement professionnel des professeurs débutants pendant leurs premières années d'exercice (Grugeon-Allys, 2010).

Notre recherche interrogeant les pratiques de professeurs de mathématiques débutants au regard des formations initiales qu'ils ont reçues, s'inscrit donc dans le prolongement de ces derniers travaux. Elle contribue à les enrichir et les compléter en proposant une analyse des effets des choix effectués par des formateurs ainsi qu'un repérage de l'influence des pratiques des formateurs sur le processus de développement des pratiques des débutants.

3. Cadrage théorique

Cette recherche est placée dans le cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique (Robert & Rogalski, 2002 ; Robert, 2008). Par l'approche didactique, il s'agit de déterminer le parcours mathématique tel qu'il est organisé par l'enseignant pour la classe (Choquet, 2016). L'approche ergonomique s'appuie sur la théorie de l'activité (Vygotsky, Galperine, Léontiev) qui vise « *l'analyse des processus en jeu chez le sujet agissant et les processus par lesquels son activité évolue et par lesquels il se développe* » (Rogalski, 2008, p. 23). La pratique de l'enseignant ne se réduit pas à ce qu'il fait dans la classe mais est étudiée en prenant en considération tout son travail avant, pendant et après les séances, en englobant « *tout ce qui se rapporte à ce que l'enseignant pense, dit ou ne dit pas, fait ou ne fait pas [...]* » en classe. (Robert, 2008, p. 59). Ce cadre théorique nous a permis, lors de précédentes recherches, d'analyser la pratique de l'enseignant dans toute sa complexité, d'un point de vue didactique selon les composantes cognitive et médiative et d'un point de vue ergonomique selon les composantes sociale, institutionnelle et personnelle (Choquet, 2016). Les composantes cognitive et médiative rendent compte respectivement, des choix opérés avant les séances et pendant les séances en termes de savoirs mathématiques et d'apprentissages des élèves. La composante cognitive renseigne sur les apprentissages potentiels des élèves et la composante médiative sur les savoirs véhiculés en classe et les apprentissages réalisés lors de la séance. Les trois autres composantes sont liées à l'exercice du métier et aux contraintes externes qui en découlent. La composante sociale inclut les éventuelles exigences de différents acteurs (groupe d'élèves, de collègues, de parents, etc.) et la composante institutionnelle, les injonctions officielles, les contraintes horaires, etc. La composante personnelle renseigne sur les représentations personnelles de chaque enseignant (par exemple de l'enseignement de la discipline ou des apprentissages potentiels des élèves) ainsi que sur ses propres connaissances mathématiques et didactiques.

L'utilisation de ce cadre se justifie dans le cas de l'étude de la pratique d'un formateur, en lien avec des travaux réalisés par Sayac (2012) et Robert (2005, 2008, 2010). Nous définissons la pratique d'un formateur de la même manière que la pratique d'un enseignant : nous prenons en compte les contenus de la formation prévue par un formateur, ses objectifs de formation pour les professeurs débutants tout en tenant compte des contraintes pesant sur le métier de formateur et de ses propres représentations de ce que doit être la formation initiale d'enseignants.

3.1 Formation des professeurs débutants

L'objectif de la formation initiale dispensée à l'Inspé dans le cadre du Master MEEF Mention Second Degré² vise le développement des compétences professionnelles des futurs enseignants renseignées dans un référentiel officiel proposé par l'institution (2013). Des travaux de recherche ont précisé ces compétences professionnelles et nous donnent une lecture de ce que pourrait/devrait être cette formation :

Former des pratiques serait, réussir à donner à chaque enseignant des moyens pour optimiser à son échelle les composantes cognitives et médiatives de ses pratiques, en tenant compte des contraintes, variables selon ses classes (Robert, 2005, p. 220).

Cela permet de comprendre que la formation s'adressant à des professeurs débutants n'a pas pour seul objectif de les préparer et les aider à faire la classe (Robert, 2005) mais qu'elle a également un autre but, celui de construire des enseignants réflexifs, capables de prendre du recul sur leurs pratiques en ne tenant pas seulement compte de ce qui se passe dans la classe mais également du métier et de ses contraintes externes. Il s'agit alors de permettre aux débutants d'acquérir « *des connaissances, des moyens d'apprécier leur portée et leurs limites, des moyens de les critiquer et de les adapter* » (Ibid., p. 221).

3.2 Pratique du formateur

Force est de constater que « [...] *le formateur ne peut pas seulement être un 'super enseignant'* » (Robert et al., 2007, p. 61). Cependant, même si des formations de formateurs se développent, celui-ci peut parfois être démuni face à la tâche qui lui incombe :

Le travail du formateur se place bien souvent dans un « entre-deux » : entre pratiques effectives des enseignants et théories de l'apprentissage des mathématiques par exemple, [...] entre ce qui intéresse un groupe d'enseignants et peut tenir à un genre, spécifié par des régularités communes, des habitudes partagées, pas forcément explicites, et ce qui spécifie les pratiques individuelles davantage liées à des questions de style, etc. (Ibid., p. 61).

Les travaux de Robert (2008) et Grugeon (2008) confirment que le formateur, au-delà de la transmission aux étudiants de savoirs didactiques et de la mise en œuvre de modalités de formation, développe des pratiques professionnelles qu'il s'agit d'étudier. Cette pratique du formateur est en lien avec ses propres expériences et ses représentations personnelles sur la formation d'enseignants ainsi qu'en réponses aux attentes du groupe d'étudiants et/ou de professeurs débutants qu'il forme.

² Master des Métiers de l'Enseignement, de l'Éducation et de la Formation Mention Enseignement du Second Degré (des professeurs exerçant avec des élèves de 11 à 18 ans).

4. Présentation de la formation dans notre étude

Dans notre groupe composé d'un enseignant-chercheur et de six formateurs, la formation initiale, s'adressant à des futurs professeurs de mathématiques dans le cadre de leur Master MEEF, est élaborée dans un travail en commun. Il est mené depuis l'année 2017 et se poursuit actuellement. Nous nous appuyons, pour réfléchir à cette formation du point de vue de son organisation et des contenus, sur des travaux de recherches (Robert et al., 2007 ; Robert, 2008, 2010 ; Grugeon, 2008, Choquet & Zebiche, 2019) qui proposent des pistes permettant d'envisager une formation des futurs enseignants du second degré au plus près de leurs besoins.

4.1 Une réflexion sur les pratiques de formation

Notre groupe s'attache particulièrement à tenir compte des spécificités de chaque participant, de son rapport personnel à la formation initiale et à la recherche en didactique des mathématiques. Dans nos échanges et la préparation des formations, nous prenons notamment en considération les apports liés aux propres pratiques d'enseignants des formateurs qui sont eux-mêmes professeurs de mathématiques du second degré³. Nous avons, dans ce groupe, pris conscience par les travaux de recherche déjà menés et dans notre propre pratique de formateur que

[...] la formation ne peut pas être exhaustive [...], les questions de complémentarité et d'explicitation des différents modules de leur formation, de hiérarchie et d'ordre dans ce qui est choisi pour être abordé en formation [...] sont particulièrement importantes. (Robert et al., 2007, p. 72)

Des choix doivent être faits et au-delà de ces choix, une cohérence entre les divers temps de formation est souhaitable afin que les étudiants et les professeurs débutants en comprennent les enjeux. C'est ce qui a guidé l'élaboration de notre formation et oriente ses évolutions au cours de ces dernières années. Notre objectif est de décroisonner les unités d'enseignement (UE que nous détaillons après) pour amener les professeurs débutants à comprendre les liens existants entre la didactique des mathématiques et son enseignement dans la classe, entre l'analyse des pratiques des débutants et des éléments de cadres théoriques issus de la recherche.

Nous observons comme Robert (2010) que

cela implique, avec un formateur, un travail collectif qui s'appuie sur des pratiques réelles et/ou filmées et/ou simulées pour remonter à des questions globales à partir des problèmes particuliers qui auront pu être dégagés (p. 98).

³ Quatre formateurs sur les cinq travaillent à mi-temps à l'Inspé et à mi-temps dans un établissement scolaire du second degré en tant que professeurs de mathématiques.

Les professeurs débutants sont encouragés, par les différents travaux prévus en formation, à passer rapidement d'une posture étudiante à une posture de professionnel exerçant un métier dans une communauté éducative. Que ce soit dans les établissements scolaires comme dans les classes, ces professeurs débutants

sont amenés à adopter une nouvelle posture, qui fait intervenir leurs conceptions et leurs connaissances et qui est liée à l'exercice d'un métier nouveau, dans un établissement réel (p. 94).

De ce fait, un des enjeux des formations proposées est d'entrer en corrélation avec des attentes de réponses immédiates. Par exemple, lorsque le formateur a pour objectif l'acquisition de savoirs didactiques parfois loin des préoccupations premières « de terrain » des professeurs débutants, il a tout intérêt, afin d'engager tout le groupe dans la réflexion et des apprentissages, de baser son travail sur des séances à analyser faisant référence pour chaque participant à des éléments « *de sa propre pratique, déjà passée et/ou à venir* » (Robert, 2010, p. 98).

4.2 Des choix de contenus et d'organisation de formation

Le plan de formation du Master MEEF, dans lequel intervient notre groupe de formateurs depuis l'année 2017, est réparti sur deux années de formation, selon quatre unités d'enseignement (UE)⁴. La 1^e UE est dédiée exclusivement à des remises à niveau des étudiants en mathématiques. Très orientée vers la préparation à l'une des épreuves du concours de recrutement des professeurs (CAPES⁵) et non vers leur développement professionnel, nous n'en tenons pas compte dans notre étude. Les trois autres UE ont, en revanche, pour enjeu (au-delà de la préparation au concours) d'amener les étudiants à apprendre à enseigner les mathématiques dans le secondaire. Et c'est dans ce cadre que notre groupe de formateurs intervient et que nous plaçons notre étude.

Deux axes de travail sont proposés simultanément aux étudiants pendant les deux années de Master : le premier consiste en la découverte et l'étude de différents concepts didactiques et cadres théoriques issus de la recherche ; le deuxième est centré sur la mobilisation de ces cadres et différents concepts dans des analyses de la pratique de professeurs débutants et des analyses de l'activité mathématique des élèves.

⁴ Pour information, depuis la rentrée 2021, la formation dans ce Master MEEF Mention Second Degré est répartie selon trois UE. Les UE et EC dédiés au travail en termes de *Didactique des mathématiques*, *Recherche* et *Analyse de l'activité de l'Enseignant et de l'Elève*, que nous présentons ici, sont toujours présents avec les mêmes enjeux.

⁵ *Certificat d'Aptitude au Professorat de l'Enseignement Secondaire*, diplôme donnant accès à un stage dans un établissement du secondaire (élèves de 11 à 18 ans).

Les contenus des trois unités d'enseignement se veulent complémentaires. Dans deux des UE –UE *Didactique des mathématiques* et UE *Recherche* – il s'agit de former les étudiants à la didactique de la discipline en s'appuyant sur des résultats de la recherche, notamment par l'étude d'articles issus de revues scientifiques et par la présentation par les formateurs de recherches existantes. L'UE *Mise en situation professionnelle* (et notamment un de ses éléments constitutifs, l'EC *AAEE, Analyse de l'activité de l'enseignant et de l'élève*) est dédiée à des analyses des pratiques de professeurs de mathématiques et des analyses de l'activité des élèves. Elle s'appuie sur des extraits filmés de séances et des productions d'élèves choisis par les formateurs et également apportés par des étudiants à la suite de leur stage. La formation ainsi conçue dans ces trois UE est donc explicitement associée aux stages réalisés par tous les étudiants en établissement scolaire, pendant lesquels ils sont encouragés à mettre en pratique ce qu'ils ont étudié dans les UE *Didactique* et UE *Recherche* afin, ensuite, de les analyser en formation dans l'UE *Mise en situation professionnelle*.

Les contenus sont élaborés en commun dans le groupe de formateurs et répartis sur les deux années de formation. En revanche, le choix des modalités d'organisation des séances de formation et de certains supports de travail (extraits de séances, extraits d'articles scientifiques, etc.) est laissé à chacun des formateurs dans le cadre de l'UE (ou des UE) dont il a la responsabilité.

5. Constitution d'un corpus et méthodologie d'analyse

Pour répondre aux questions de recherche, le plan de formation ainsi élaboré est mis en œuvre (à partir de l'année 2017) et un recueil de données assez large est engagé. Les documents associés aux formations proposées par les différents formateurs sont récoltés (contenus de formation, productions des étudiants, mémoires de fin de Master, comptes rendus de stages, etc.). Par ailleurs, nous avons choisi de suivre le parcours des étudiants lors de leur première année de Master, puis lors de leur deuxième année lorsqu'ils sont professeurs stagiaires et ensuite, lors de leur première année d'enseignement en tant que professeurs débutants titulaires.

5.1 Recueil de données

Pour cet article, nous choisissons de restreindre nos analyses aux pratiques de trois formateurs (Form1, Form2 et Form3) et de trois professeurs débutants (Ens1, Ens2 et Ens3). Deux des formateurs (Form1 et Form2) sont des professeurs de mathématiques du second degré, ils ne sont pas spécialistes en didactique des mathématiques mais y sont sensibilisés par quelques formations internes réalisées à l'Inspé et des lectures personnelles. Le troisième formateur (Form3) est le chercheur.

Nous recueillons les éléments suivants :

- Des observations des séances de formation pour chaque formateur ainsi que des entretiens, avant et après les séances afin de leur demander de préciser les objets de formation dans les UE et les choix qu'ils ont faits (organisation et supports de travail).
- Les travaux fournis par les étudiants (1^e année de Master) et professeurs stagiaires (2^e année de Master) dans le cadre de ces UE.
- Des documents de préparation, des observations et comptes rendus de séances mises en œuvre par les professeurs débutants (stagiaires lors de la 2^e année de Master et lors de la 1^e année de titularisation). Nous recueillons également des productions écrites d'élèves, des enregistrements audio ou vidéo d'extraits de séances.
- Des entretiens menés avec les professeurs débutants avant et/ou après les séances observées : il s'agit de leur demander de proposer des raisons de leurs choix d'organisation, contenus et supports de séances puis d'engager avec eux une réflexion sur ces choix à l'échelle des séquences qu'ils mènent et du travail mathématique qu'ils engagent avec les élèves.

5.2 Méthodologie d'analyse

Nous organisons les analyses des pratiques des professeurs débutants et des formateurs selon trois niveaux de granularité (Choquet, 2016) : un *panorama* sur l'année scolaire, un *premier zoom* au niveau d'une séance et un *second zoom* au niveau de moments choisis de la séance (notamment en lien avec les processus de dévolution, régulation et institutionnalisation). Ces analyses nous permettent de renseigner les composantes cognitive et médiative tout en précisant les composantes sociale, personnelle et institutionnelle de la pratique de chacun des professeurs débutants observés ainsi que chacun des formateurs. Pour cela, nous utilisons des *indicateurs* (Charles-Pézard et al., 2012) permettant de rendre compte de la situation d'apprentissage prévue et de la situation d'enseignement mise en œuvre par l'enseignant débutant ou le formateur. Par ailleurs, afin de renseigner le point de vue ergonomique repéré en tenant compte des trois composantes institutionnelle, sociale et personnelle, nous étudions les différentes données issues des entretiens et des documents de préparation de la formation et des séances des professeurs débutants. Cette étude des éléments recueillis en dehors des observations de séances nous semble apporter des indices importants pour la compréhension fine des pratiques des débutants, des formateurs et des liens existants entre les deux.

5.3 Grille d'analyse

Les analyses concernent les pratiques des professeurs débutants que nous mettons ensuite au regard des analyses des pratiques des formateurs.

5.3.1 La composante cognitive

Concernant les pratiques des enseignants, afin de renseigner la composante cognitive de la pratique de l'enseignant débutant une analyse *a priori* des énoncés choisis, est réalisée en utilisant des indicateurs (Charles-Pézard et al., 2012), à savoir : les problèmes choisis sont-ils *consistants* (amènent-ils à construire et/ou mobiliser le savoir en jeu dans la séance ?), l'enseignant a-t-il anticipé les procédures envisageables par les élèves et les erreurs qui en découlent ? A-t-il prévu à l'avance le déroulement de la séance, des aides ? etc. Cette analyse permet d'identifier notamment les savoirs et compétences mathématiques en jeu dans les séances observées. Nous utilisons également les différents types d'adaptation des connaissances des élèves (Robert, 2008) qui permettent d'étudier *a priori* les énoncés choisis en relation avec une classe donnée de l'enseignant.

Concernant les pratiques des formateurs, l'analyse *a priori* des documents de formation n'est pas tout à fait la même. Cependant, il s'agit bien pour nous de déterminer les objectifs de formation en termes de savoirs (didactiques, disciplinaires, professionnels) et de compétences visées. Le formateur propose-t-il une situation permettant à tous les enseignants en formation de s'engager dans une réflexion, dans une activité menant à des apprentissages (didactiques, disciplinaires, professionnels) ? La situation proposée est-elle en cela *consistante* ? Quelle(s) mise(s) en œuvre le formateur a-t-il prévue(s) ? A-t-il anticipé les réactions, les productions écrites et orales des professeurs débutants ? A-t-il anticipé des difficultés et prévu des aides permettant d'y répondre ?

5.3.2 La composante médiative

Concernant la pratique enseignante, la composante médiative s'intéresse à la mise en œuvre dans la classe. Pour y avoir accès, les séances observées sont découpées en différentes phases, pour lesquelles sont précisées la durée des phases de recherche laissées aux élèves et celle des phases d'explicitation de leurs productions. Les modalités de travail (orales, écrites, fidèles à ce qui était prévu ou improvisées, etc.) sont précisées, la manière dont l'enseignant prend en compte les erreurs des élèves et comment il le fait est repéré et les temps relevant du processus d'institutionnalisation sont identifiés. Une comparaison de ce qui était prévu et de ce qui est réalisé permet également de renseigner cette composante médiative.

Concernant la pratique du formateur, l'observation des séances et la mise en œuvre des activités prévues donne accès à la composante méditative de sa pratique. Les modalités de travail peuvent également être exploitées. En revanche, il ne semble pas envisageable de parler de la prise en compte des erreurs des débutants : en effet, le travail consiste en des analyses de situations, d'articles et/ou de productions d'élèves et, le plus souvent, il n'y a pas à proprement parler d'erreurs. L'analyse *a posteriori* des séances de formation interroge plutôt les niveaux des réflexions que

les professeurs débutants sont capables de mener, leurs différents niveaux de compréhension des situations proposées en lien avec leurs compétences d'analyse et leurs connaissances didactiques, disciplinaires et professionnelles. Une comparaison entre le prévu et le réalisé est également un outil pour renseigner la composante médiative.

5.3.3 Les composantes personnelle, sociale et institutionnelle

Concernant les professeurs débutants, les différents éléments recueillis en dehors des séances renseignent les trois autres composantes. Les composantes personnelle et institutionnelle sont alimentées par l'accès aux contenus des formations (proposées par le formateur) ainsi que par les travaux réalisés par l'enseignant débutant pendant cette formation. Ces travaux révèlent en effet ses propres connaissances mathématiques et didactiques. Les entretiens avant et après les séances permettent d'identifier les représentations personnelles de l'enseignant sur l'enseignement en général et sur l'enseignement des mathématiques en particulier. Ils aident à préciser les choix effectués pour la séance en classe. Les entretiens menés avec les professeurs débutants portent sur les justifications de leurs choix et permettent de renseigner également la composante sociale, en déterminant les effets que peuvent avoir sur lui et, par suite, sur ses choix, son entourage professionnel (les formateurs, le groupe classe, les collègues de l'enseignant, etc.).

Concernant le formateur, les entretiens avant et après les séances de formation révèlent et alimentent ces trois composantes. Des éléments liés aux connaissances didactiques du formateur permettent de renseigner la composante personnelle de sa pratique, de repérer ses représentations personnelles sur la formation, sa représentation de ce que doit/devrait être une formation adaptée à des professeurs débutants. Les entretiens peuvent révéler également les liens qu'entretient le formateur avec l'institution (l'Inspé, comme centre de formation mais également le rectorat, comme « employeur ») ce qui renseigne les composantes institutionnelle et sociale.

Cette grille d'analyse appliquée à notre corpus, permet de décrire et de reconstituer, en mettant en lien les différentes composantes, la pratique de chacun des débutants ainsi que celle des formateurs. Elle conduit à repérer (ou à essayer de repérer) chez l'enseignant débutant comme chez le formateur, des régularités intra individuelles caractérisant les pratiques de chacun. Le résultat de ce travail d'analyse nous permet ensuite de catégoriser leurs pratiques au regard des profils de formateurs et d'établir des liens entre ces profils afin de repérer les différents effets de tel ou tel profil de formateurs sur les débutants.

6. Résultats

Dans le but de détailler les effets de la formation sur les pratiques des enseignants débutants, nous commençons par décrire les contenus de formation proposés, puis nous présentons les résultats des analyses des pratiques des professeurs débutants observés dans leurs classes afin de dégager des incidences des choix faits pour la formation. Nous concluons sur une catégorisation des effets ainsi repérés.

6.1 Influence d'un formateur sur la pratique d'un professeur débutant

Dans ce paragraphe, nous présentons une analyse de la pratique d'un enseignant (Ens1) débutant, observé lors de sa première année de titularisation. Cet enseignant a suivi une formation initiale menée par un formateur (Form1).

La formation proposée par Form1

Form1 a participé à l'élaboration de la formation et a choisi les contenus qu'il propose (choix des supports et mise en œuvre). Il intervient auprès des professeurs débutants lors de leur deuxième année de Master MEEF dans deux unités d'enseignement dédiées à la didactique des mathématiques ainsi qu'à l'analyse de l'activité de l'enseignant et de l'élève (UE Didactique des Mathématiques et UE Mise en situation professionnelle). Il participe à leur suivi par des observations de séances dans leurs classes (visites) et lors de la rédaction d'un mémoire.

Les choix de Form1 révèlent des objectifs de formation des professeurs débutants tournés vers la présentation de pratiques existantes et vers leur analyse du point de vue de la recherche en didactique. Il s'agit pour lui, par exemple, d'amener les débutants à découvrir et à comprendre comment l'algèbre peut être enseignée au collège, que les difficultés des élèves dans ce domaine sont connues et peuvent être anticipées, que des résultats issus de la recherche en didactique existent et vont outiller l'enseignant dans la proposition de séances consistantes, menant tous les élèves à des apprentissages solides.

L'analyse de la formation proposée et les entretiens avec Form1 révèlent que sa pratique est surtout influencée par sa composante personnelle, plus que par ses composantes sociale et institutionnelle. Les choix de Form1 reposent peu sur des attentes institutionnelles formulées notamment dans le référentiel officiel de compétences des métiers du professorat (MEN, 2013) mais sont directement reliés à ses connaissances en didactique et des résultats issus de la recherche ainsi qu'à l'analyse qu'il a pu effectuer de sa propre pratique de l'enseignement, ici, de l'algèbre au collège depuis une vingtaine d'années. Lors des séances de formation, Form1 fait régulièrement allusion à sa propre pratique pour illustrer mais surtout pour convaincre les professeurs débutants de la force des résultats de la recherche qu'ils étudient dans les extraits d'articles et de l'intérêt, pour leur propre pratique, des ressources qu'il a choisies.

6.1.1 La pratique observée de Ens1

Lors de sa première année en tant que titulaire, Ens1 enseigne dans un collège rural, il a la charge de cinq classes (des niveaux 6^e, 5^e et 4^e). La séance choisie pour notre étude est observée en classe de quatrième, elle correspond à la première séance d'une séquence portant sur le calcul algébrique. Nous choisissons d'analyser cette séance (parmi les quatre observées lors de cette année scolaire) en raison du thème abordé en classe (écriture algébrique) et du travail mené par Form1 l'année précédente lorsqu'Ens1 était en formation.

La séance s'articule autour de deux temps majeurs : une première partie (11 minutes) est réservée à des activités rapides pendant lesquelles les élèves, individuellement, sont amenés à calculer, développer, factoriser des expressions algébriques simples (pour des élèves du niveau 4^e), une deuxième partie (41 minutes) dédiée à la recherche/résolution d'un problème (Cf. Annexe 1). Nous avons décomposé en plusieurs phases cette deuxième partie de la séance :

Aucune synthèse n'est prévue lors de cette séance. Ens1, lors de l'entretien, nous explique qu'un échange oral avec la classe lors de la séance suivante a apporté des preuves des formules proposées par les groupes. Notre analyse des productions des élèves montre en effet que leurs différentes stratégies de recherche ont mis au jour quatre formules permettant de répondre à la question (Calculer le nombre de mosaïques). Le problème proposé par Ens1 est donc relativement consistant, il engage tous les élèves dans une activité et un raisonnement mathématique leur permettant d'élaborer des connaissances conformes aux objectifs d'apprentissage, fixés par Ens1 pour cette classe dans le cadre algébrique.

Cette séance s'inspire de travaux présentés et étudiés lors de la formation avec Form1 (dans l'UE Didactique des mathématiques et pour la rédaction de son mémoire). Ens1 apporte quelques variantes à l'exposé fait par Form1 lors de la formation : en début de séance, il anticipe le travail dans le cadre algébrique en proposant des activités rapides dans ce même cadre et, pendant la recherche des groupes, il interrompt le travail des groupes en commençant à institutionnaliser quelques éléments permettant aux élèves de s'orienter vers l'algèbre lors de leur 2^e phase de recherches en groupes. L'analyse de la pratique d'Ens1 au regard de sa formation avec Form1 montre que les composantes institutionnelle et personnelle de sa pratique influent donc sur les composantes cognitive et médiative.

Tableau 1. Déroulement de la 2^e partie de la séance observée

Consignes et lecture individuelle de l'énoncé du problème	8 minutes	Ens1 présente à la classe ses attendus : <i>une recherche par groupes de solutions, les brouillons seront relevés et serviront de base à la correction lors de la séance suivante.</i>

Répartition des élèves dans des petits groupes	5 minutes	Ens1 impose une répartition des élèves dans des groupes hétérogènes.
Recherches en groupes (1)	9 minutes	Les élèves travaillent au brouillon. Ens1 observe, régule la mise au travail.
Intervention face à la classe	1 minute	Ens1 demande l'attention et projette un texte ⁶ qu'il a rédigé, le commente et le nomme <i>Le cours</i> .
Recherches en groupes (2)	18 minutes	Les élèves poursuivent au brouillon. Ens1 intervient dans chaque groupe et aide, si besoin.

6.1.2 Discussion sur l'influence de la pratique de Form1 sur celle de Ens1

Ens1 utilise régulièrement dans sa pratique de classe des éléments étudiés lors de sa formation avec Form1 ce qui tend à prouver que les contenus de formation ainsi que leur mise en œuvre proposés par Form1 ont une influence forte sur la pratique de ce professeur débutant. Ens1 utilise des énoncés de problèmes, des manières d'organiser la classe présentés et analysés par Form1, il montre également qu'il a acquis des connaissances didactiques et professionnelles qui lui permettent de mener des séances riches d'apprentissages pour tous les élèves. Dans un premier temps, nous en concluons que l'organisation de la formation proposée par Form1 semble outiller Ens1 et lui a permis d'acquérir des compétences professionnelles solides. Nous observons néanmoins un phénomène qui nous interroge sur les limites de cette influence : à la séance suivante, Ens1 ne s'appuie pas seulement, d'après nous, sur les productions des élèves pour faire une synthèse. Il retient de ces productions surtout ce qu'il a prévu d'y trouver. Lors de l'entretien, il présente et insiste sur ce qui a été dit des élèves lors de la formation, des éléments qu'il cherche à repérer dans les productions des élèves de sa propre classe. Le travail fourni en formation a outillé Ens1 sur les difficultés connues des élèves dans le cadre de l'enseignement de l'algèbre. Ens1 semble plutôt orienter sa pratique vers le repérage de ce qu'il a vécu en formation et montre des difficultés à utiliser ce qui se joue réellement dans la classe dont il a la responsabilité. La composante institutionnelle de la pratique d'Ens1, alimentée par les composantes cognitive et surtout médiative de la pratique de Form1, influe de manière importante sur les composantes cognitive et médiative de la pratique d'Ens1.

⁶ « Deux expressions littérales sont égales si elles sont toujours égales quelles que soient les valeurs données aux lettres. »

6.2 Influence des contenus de formation

Nous nous intéressons ici à l'analyse de la pratique d'un professeur stagiaire (Ens2) lors de la deuxième année de Master MEEF. La formation initiale est menée par un formateur (Form2) et l'observation de la séance (dans la classe de Ens2) est réalisée par un autre formateur (Form3).

6.2.1 Les contenus de formation choisis par Form2

Form2 propose aux professeurs stagiaires, lors de leur deuxième année de Master MEEF, une formation à la didactique des mathématiques ainsi qu'une initiation à la recherche en didactique des mathématiques dans le cadre de deux unités d'enseignement (les UE *Didactique des Mathématiques* et UE *Recherche*). Les contenus de cette formation sont élaborés en commun avec les autres formateurs de notre groupe, la mise en œuvre reste à la charge de Form2. Lors de la préparation de cette formation initiale, les formateurs ont pris en compte des difficultés identifiées dans la pratique en classe de professeurs stagiaires observés les années précédentes notamment pour ce qui concerne l'enseignement de la géométrie au collège. Le choix a été fait de proposer une lecture et analyse de travaux réalisés sur le sujet dans le but d'interroger les difficultés d'apprentissage des élèves, identifiées par Form2 comme non repérées par les professeurs débutants. L'article rédigé par Houdement et Rouquès (2016) a été choisi comme support pour trois raisons majeures : Houdement est chercheure en didactique des mathématiques et propose, notamment, un article dédié à la cohérence de l'enseignement de la géométrie de l'école primaire au collège ; Rouquès est professeur de mathématiques dans le second degré et a participé à l'écriture d'un ouvrage scolaire (2014) et ce texte est cité comme référence dans les documents d'accompagnement des programmes du collège (2016). Le texte choisi par Form2 permet donc de faire un lien important, pour sa pratique de formation, entre des résultats de la recherche en didactique, une ressource existante sous forme d'un guide pour l'enseignant et les attentes de l'institution concernant l'enseignement au collège de la géométrie.

6.2.2 La pratique observée de Ens2

Ens2 enseigne au sein d'un collège rural dans deux classes de niveaux 6^e et 5^e. Les travaux menés en formation avec Form2 ainsi que les entretiens réalisés avant et après la séance observée par Form3 montrent chez Ens2 des connaissances didactiques solides et une volonté d'utiliser ces connaissances dans sa pratique quotidienne. Des analyses plus fines aux premier et second zooms de la pratique d'Ens2, c'est-à-dire au niveau de la séance et de quelques moments choisis dans la séance, révèlent des difficultés persistantes dans la mise en œuvre de ces connaissances. C'est ce que nous illustrons ici en présentant les résultats d'analyse de la séance observée par Form3 dans la classe de 5^e. Pour chaque séquence, Ens2

rédige *a priori* un document qu'il nomme *Bilan de chapitre* destiné à être distribué aux élèves. Ens2, en lien avec la formation qu'il a reçue, développe un enseignement des mathématiques basé sur la résolution de problèmes. Les problèmes sont choisis et construits en lien avec les notions qu'il souhaite aborder dans sa classe. La séance observée, ayant pour objectif la notion d'échelle, est la première d'une séquence dédiée à l'étude de situations de proportionnalité. Ens2 prévoit la recherche/résolution de deux problèmes avant la rédaction par les élèves d'une définition de la notion d'échelle (Cf. Annexe 2). Il envisage également, pour la fin de la séance, de s'appuyer sur ces définitions, sur des mots clés repérés dans les productions écrites de certains élèves pour détailler à la classe son *bilan de chapitre* (Cf. Annexe 3). Lors de la séance observée, le déroulement prévu est bouleversé par les difficultés et le renoncement des élèves face à l'énoncé du premier problème *Plan du collège*. Les élèves ne pensent pas à mesurer sur le plan proposé dans l'énoncé, d'autres se l'interdisent. Ils restent persuadés qu'ils n'en ont pas le droit en rappelant le fait que, lors d'une séance préalablement vécue, Ens2 leur interdisait des mesures sur une figure géométrique. Ens2, désarçonné par des difficultés qu'il n'avait pas anticipées, ne réussit pas à y faire face lors de la séance. Il décide de renoncer au deuxième problème (qui sera traité lors de la séance suivante) ainsi qu'à la rédaction d'une définition sur la notion d'échelle. La séance se termine par une correction collective du premier problème pendant lequel Ens2 ne reprend aucun des travaux de recherche des élèves. Ens2 explique cette décision lors de l'entretien post séance : il pense après coup que le travail demandé n'est pas à la portée des élèves et qu'ils ne sont pas capables de rédiger seuls une définition.

Nos résultats montrent que la réaction du groupe-classe a incité Ens2 à renoncer au travail prévu. La composante sociale de la pratique d'Ens2 influe fortement la composante médiative qui se trouve alors quasiment en contradiction avec la composante cognitive de sa pratique.

6.2.3 Discussion sur l'influence des contenus choisis par Form2 sur la pratique de Ens2

Il apparaît à ce niveau de nos analyses, que le choix de Form2, concernant l'approche de la géométrie au collège, a amené Ens2 à encourager les élèves à ne plus se contenter de justifier un résultat « avec ce qu'on voit sur la figure ». Cependant lorsqu'Ens2 utilise ce qu'il considère comme un plan (qu'il a lui-même dessiné) dans une situation relevant du champ de la proportionnalité, il ne pense pas que les élèves vont l'apparenter à une figure géométrique et appliquer ce qu'ils ont acquis dans le champ de la géométrie. Le cloisonnement entre les deux champs mathématiques en jeu ici n'a été anticipé ni par Ens 2, ni par Form2. En effet, Form2 n'évoque à aucun moment dans sa formation avec les professeurs stagiaires, l'usage parfois problématique de figures en dehors de l'enseignement de la géométrie. Le choix des contenus véhiculés lors de cette formation et leur mise en œuvre agissent sur les

connaissances didactiques d'Ens2 et sur ses compétences professionnelles en construction. Nous en déduisons ici que les composantes cognitive et médiative de la pratique du formateur influent fortement sur les composantes cognitive et médiative de la pratique de cet enseignant débutant, ce qui dans un premier temps peut sembler satisfaisant. Cependant lorsque, comme dans la séance observée par Form3, la composante médiative de la pratique de l'enseignant débutant vient quasiment en contradiction avec la composante cognitive de sa pratique : la formation vécue par Ens2 le déstabilise et l'empêche de trouver, pendant la séance, des solutions en s'appuyant sur les productions même modestes des élèves.

6.3 Former en s'appuyant sur la recherche en didactique des mathématiques

La formation présentée dans cette partie s'adresse à des professeurs débutants lors d'un renouvellement de leur stage avant leur titularisation : ces professeurs stagiaires n'ont pas été titularisés après leur première année de stage en responsabilité, ils effectuent une deuxième année de stage et suivent une formation adaptée à leurs besoins.

6.3.1 Les contenus de formation choisis par Form3

Form3 propose, en réponse aux besoins identifiés pour ces professeurs débutants, des allers-retours entre le stage en responsabilité et les différents temps de formation. En accord avec le groupe de formateurs, il fixe deux objectifs majeurs à cette formation. Il prévoit dans l'unité d'enseignement dédiée à la recherche (UE *Recherche*) de familiariser les professeurs débutants à des éléments théoriques mobilisés dans les recherches en didactique des mathématiques. Et il envisage par ailleurs, dans l'unité d'enseignement dédiée à l'analyse de l'activité de l'enseignant et de l'élève (EC *AAEE*⁷) de les outiller dans l'analyse des activités mathématiques de leurs élèves afin de les décrire mais surtout de les comprendre.

La formation est organisée sur la base d'allers-retours entre les séances de formation avec Form3 et les expérimentations de quelques professeurs stagiaires dans leurs classes (Cf. tableau 2) :

⁷ *Analyse de l'Activité de l'Enseignant et de l'Elève : élément constitutif de l'UE Mise en situation professionnelle.*

Tableau 2. Organisation temporelle de la formation proposée par Form3

Formation 1 avec Form3	Découverte d'éléments associés à deux cadres théoriques Analyses <i>a priori</i> d'énoncé de problèmes
Expérimentations en classe	Recueil des productions des élèves Premières analyses par les professeurs
Formation 2 avec Form3	Analyses des productions des élèves Compléments théoriques

Les professeurs stagiaires découvrent, à partir de la lecture d'extraits d'articles choisis par Form3, des éléments de deux cadres théoriques associés à la didactique des mathématiques : l'analyse *a priori* en termes d'adaptations des connaissances des élèves, associée à la double approche didactique et ergonomique (Robert, 2008) et l'analyse *a posteriori* sous forme d'espaces de contraintes, associée à l'apprentissage par problématisation (Orange, 2012). Ils choisissent et analysent en formation quelques énoncés de problèmes qu'ils envisagent de proposer à leurs élèves. Un temps est laissé de quelques semaines pour des expérimentations en classe. Les professeurs stagiaires recueillent les productions de leurs élèves et en préparent une première analyse pour la séance suivante de formation. Lors du retour en formation avec Form3, les productions des élèves sont analysées *a posteriori* par le groupe de professeurs stagiaires. À la suite de ce travail et des conclusions tirées des échanges entre les professeurs stagiaires, Form3 propose des compléments théoriques (issus du cadre de la double approche) afin d'approfondir les analyses et la compréhension, par tous les professeurs débutants, de l'activité mathématique des élèves.

Il s'agit pour Form3 de former en s'appuyant sur la recherche en didactique des mathématiques. Il propose en effet une découverte et une étude pour les appréhender d'outils théoriques puis amène les professeurs stagiaires à les faire fonctionner lors de l'analyse de données recueillies dans leur propre classe, comme peut le faire un chercheur en didactique des mathématiques. Ces allers-retours entre la pratique et la recherche visent la compréhension par les professeurs débutants de ce qui se joue dans la classe en termes d'activité mathématique.

6.3.2 La pratique de Ens3

Ens3 fait partie du groupe de professeurs-stagiaires et choisit de proposer, à une des classes dont il a la charge, un des problèmes *Golf* (Cf. Annexe 4) analysés *a priori* par le groupe. Il recueille les productions écrites des élèves et propose un compte rendu de sa séance, observée par Form3.

Les professeurs-stagiaires, dont Ens3, analysent les productions et montrent ainsi qu'ils ont compris les premiers outils théoriques présentés par Form3 lors de la séance de formation précédente. Cependant, ils en restent lors de leurs conclusions à des considérations « de surface » sur les élèves. Ens3 ne réussit pas à totalement identifier les savoirs mathématiques mobilisés par les élèves, il ne repère pas notamment les raisonnements qu'ils ont utilisés. Ens3 a mis en avant les erreurs commises par certains des élèves sans en chercher les raisons, sans identifier les essais effectués, les questionnements et les sous-problèmes construits par certains d'entre eux. Ens3, comme la plupart des professeurs stagiaires du groupe, n'est pas allé au-delà de remarques telles que « *c'est trop complexe pour ces élèves* » ou « *ces élèves ne sont pas capables de résoudre le problème proposé* ». L'activité effective des élèves n'a donc pas été bien comprise par Ens3, il pense même ne pas pouvoir leur proposer d'autres problèmes de ce type. Nous en déduisons qu'à ce stade de la formation, les composantes sociale et personnelle influent sur la composante cognitive de la pratique d'Ens3.

Lors du 2^e temps de formation, la relecture et une analyse plus attentive des productions de chaque élève, proposées par Form3 avec un outil théorique supplémentaire (en termes d'activités *a minima* et *a maxima* (Robert, 2008)), ont permis d'atteindre des résultats plus fins que les considérations précédentes. Les difficultés pour conclure à l'issue de leurs premières analyses, ont amené les professeurs stagiaires à la nécessité de s'intéresser à un nouvel outil théorique d'analyse donc à la nécessité d'approfondir leur formation en s'appuyant sur des outils d'analyses, des cadres théoriques issus de la recherche. L'apport par Form3 d'un outil théorique supplémentaire a été nécessaire pour identifier et comprendre les activités effectives des élèves de la classe d'Ens3. Finalement, la composante personnelle de la pratique d'Ens3 s'étant enrichie par des connaissances didactiques influe sur les composantes cognitive et médiative sans que la composante sociale de sa pratique ne vienne contredire les choix faits par Ens3.

6.3.3 Discussion sur l'influence des contenus choisis par Form3

Les professeurs stagiaires, dont Ens3, ont montré à travers l'évolution de leurs travaux d'analyse qu'ils comprenaient les éléments théoriques proposés par Form3 mais que le formateur devait insister et apporter des outils supplémentaires pour les convaincre de leurs nécessités dans la compréhension de l'activité mathématique des élèves. La composante cognitive de la pratique de Form3 influe par conséquent sur la composante personnelle de la pratique d'Ens3 en enrichissant ses connaissances liées à la recherche en didactique, et permet ainsi d'influer sur les composantes cognitive et médiative de la pratique d'Ens3.

7. Conclusion et perspectives

Dans cet article, nous interrogeons les effets de la formation sur les pratiques des professeurs débutants en étudiant l'influence que peuvent avoir les pratiques des formateurs.

Nos analyses des pratiques de trois professeurs débutants, dans le cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique (Robert, 2008), sont menées en relation avec les pratiques de trois formateurs et révèlent quelle influence les pratiques de ces formateurs ont pu avoir sur les pratiques de ces trois professeurs débutants. Les formations proposées ont eu des effets différents sur les pratiques des enseignants débutants et nous avons pu ainsi catégoriser trois types d'influence.

Dans le cas d'Ens1, nous parlerons d'un *effet direct* de la formation sur sa pratique. Celui-ci reprend une situation découverte lors de la formation et la met en œuvre en classe en utilisant ce qui a été étudié en formation. Dans les cas d'Ens2 et d'Ens3, l'effet n'est pas dans l'application directe de telles situations mais dans les réflexions que la formation engendre chez eux. La formation proposée a un *effet perturbant* sur la pratique d'Ens2 : ce qui a été étudié l'amène à des contradictions dans la classe qu'il n'avait pas anticipées. Pour Ens3, nous parlerons d'un *effet réflexif* : les éléments étudiés en formation engagent l'enseignant à analyser finement l'activité mathématique (potentielle et/ou réalisée) des élèves et à en tenir compte dans les choix didactiques qu'il opère ensuite pour la classe.

Notre étude aboutit également à trois autres résultats. Elle propose des éléments de compréhension des pratiques en construction des professeurs débutants. Elle amène à envisager des alternatives de formation afin d'améliorer le développement professionnel des professeurs débutants au regard des cinq composantes de leur pratique et des divers effets repérés. Enfin, elle fournit des moyens d'analyse de la pratique des formateurs dans le cadre théorique de la double approche didactique et ergonomique jusque-là presque exclusivement réservé à l'étude des pratiques enseignantes.

7.1 Des éléments de compréhension des pratiques des professeurs débutants

Les analyses des pratiques des débutants montrent, dans cette étude, une place importante de la composante cognitive de leur pratique : Ens1, Ens2 et Ens3 passent beaucoup de temps à préparer leurs séances, à choisir les problèmes qu'ils vont proposer en classe. Cette composante cognitive de leur pratique est influencée par les composantes personnelle et institutionnelle : en effet, les trois enseignants observés font part de leurs propres représentations de l'enseignement des mathématiques, de leurs connaissances didactiques et professionnelles mais ils révèlent qu'ils s'appuient également en partie sur la formation pour faire évoluer leurs choix. Nous en déduisons donc que la composante personnelle des pratiques

d'Ens1, Ens2 et Ens3 est alimentée par les composantes cognitive et surtout médiative des pratiques respectives de Form1, Form2 et Form3. Nous observons que les choix effectués par les trois formateurs dans le cadre de la préparation et de la mise en œuvre des différents temps de formation permettent aux professeurs débutants d'acquérir des connaissances didactiques et professionnelles tout en faisant évoluer leurs représentations et leur compréhension de l'activité mathématique des élèves. Les résultats des analyses des pratiques des trois enseignants montrent également des difficultés rencontrées dans leur(s) classe(s) face à l'activité mathématique des élèves ce qui renseigne la composante médiative de leur pratique. Elles sont liées à la difficile mise en œuvre de ce qu'ils ont préparé et de ce qu'ils ont appris en formation. C'est pourquoi nous obtenons que des éléments de la composante médiative de leur pratique viennent parfois en opposition avec leurs composantes personnelle et institutionnelle.

Nous poursuivons actuellement ce travail permettant de renseigner de manière de plus en plus précise les cinq composantes des pratiques des professeurs débutants. L'objectif étant de comparer leurs pratiques, de définir des profils de débutants au regard des effets de la formation et d'étudier comment ces profils évoluent lors des premières années d'enseignement.

7.2 Des alternatives pour la formation

Les propres connaissances de résultats de la recherche en didactique et le fait qu'ils soient, pour Form1 et Form2, professeurs de mathématiques du secondaire ont permis de développer des pratiques de formation directement en lien avec des besoins identifiés des professeurs débutants dans des recherches déjà réalisées (Robert, 2008 ; Grugeon, 2008). La formation de ce point de vue, et plus précisément les composantes personnelle et cognitive des pratiques des formateurs agissent sur la composante personnelle de la pratique des débutants.

Par ailleurs, du fait que les trois formateurs apportent aux professeurs débutants des connaissances didactiques et professionnelles en les adossant à la recherche en didactique des mathématiques, à l'analyse de pratiques effectives et en mettant à l'étude les activités mathématiques des élèves, les représentations personnelles de ces professeurs évoluent vers d'autres représentations plus didactiques, tournées vers la nécessité de proposer aux élèves des situations riches les mettant en activité mathématique. Les composantes cognitive et médiative des pratiques des débutants se trouvent donc enrichies parce qu'influencées par l'évolution de leur composante personnelle. Malgré tout, les analyses renseignant la composante médiative montrent des difficultés de mise en pratique dans la classe des éléments étudiés en formation. Le développement de la composante médiative de la pratique des débutants devient alors un enjeu de formation des professeurs débutants.

Ce résultat n'est certes pas nouveau, il fait écho à des résultats précédents (Robert, 2008). Néanmoins, en considérant les analyses en termes de composantes des pratiques, il permet à notre groupe de préciser des alternatives pour la formation initiale. Il s'agirait d'engager très rapidement, dès le début de la formation, un travail plus spécifique ciblant des analyses de pratiques effectives de professeurs de mathématiques (choisis par les formateurs) ou des pratiques des débutants. L'enjeu serait de repérer, assez tôt dans la formation, les difficultés récurrentes de la profession (par exemple, pour tenir compte des productions des élèves lors d'une synthèse en fin de séance, pour les hiérarchiser, pour développer un processus d'institutionnalisation lors des séances, etc.) pour les étudier et engager des réflexions avec les débutants sur le dépassement de ces difficultés.

7.3 Analyser les pratiques des formateurs

Les résultats obtenus, proposant de mettre en relation le processus de développement des composantes des pratiques des professeurs débutants avec celles des pratiques des formateurs, permettent de renforcer notre identification du rôle du formateur dans le développement professionnel des débutants.

Du fait que les professeurs « *débutants développent des pratiques qui évoluent tout au long de leur première année* » (Robert, 2010, p. 94), le formateur a un rôle d'accompagnant dans l'évolution des pratiques des professeurs débutants. Il prend appui sur des connaissances didactiques et professionnelles établies par la recherche afin d'organiser en toute objectivité des analyses et explicitations de pratiques d'enseignement des mathématiques. De plus, il donne à voir et à comprendre des outils d'analyse de la recherche afin d'outiller les professeurs débutants dans leurs propres analyses. Ces éléments constitutifs de la formation renseignent les composantes cognitive et médiative de la pratique du formateur et également sa composante personnelle. Des contraintes externes pèsent sur le formateur (le groupe d'étudiants, des autres formateurs, l'institution, les durées des formations, etc.) donnent des éléments des composantes sociale et institutionnelle.

Le travail de notre groupe sur les pratiques des formateurs se poursuit sur la base de ces critères d'analyse et des effets repérés sur la pratique des débutants. Il s'agit pour nous de décrire selon les cinq composantes, ces pratiques afin de les comparer et, par la suite, d'envisager des catégories de formateurs en lien avec les composantes de leur pratique et en relation avec l'influence de chacune de ces composantes sur le développement des composantes de la pratique des professeurs débutants.

Bibliographie

CHARLES-PEZARD, M., BUTLEN, D. & MASSELOT, P. (2012). *Professeurs des écoles débutants en ZEP. Quelles pratiques ? Quelle formation ?* La Pensée Sauvage.

CHOQUET, C. (2016). Profils de professeurs des écoles proposant des problèmes ouverts en mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 36 (1), 11-47.

CHOQUET, C. & ZEBICHE, N. (2019). Débuter dans l'enseignement des mathématiques : quel impact de la formation initiale. Dans M. Abboud-Blanchard (dir.), *Actes du Colloque EMF 2018. Mathématiques en scène des ponts entre les disciplines*. IREM de Paris.

EMPRIN, F. (2019). *La question des savoirs dans la formation des enseignants aux mathématiques. De l'analyse des pratiques de formation à la simulation informatique en formation*. Note de synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches. Université de Reims Champagne Ardenne.

GRUGEON-ALLYS, B. (2010). Évolution des pratiques des professeurs débutants de mathématiques pendant les premières années d'exercice. Dans R. Goigoux, L. Ria et M.C. Toczek-Capelle (dir.), *Les parcours de formation des enseignants débutants* (p. 205-224). Presses Universitaires Blaise Pascal.

GRUGEON, B. (2008). Quelle évolution des pratiques d'un professeur stagiaire de mathématiques pendant son année de formation à l'IUFM. Dans F. Vandebrouck (dir.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (p. 383-420). Toulouse : Octarès.

HOUEMENT, C. & ROUQUES, J.-P. (2016). *Deux géométries en jeu dans la géométrie plane : une qu'on appellera « dessinée », une qu'on appellera « abstraite »*. Cité dans *Espace et géométrie au cycle 3*. (2018). Ressources Eduscol.

HOUEMENT, C. & KUZNIAK, A. (1996). Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 16(3), 289-322.

MEN (2013). Référentiel des compétences des métiers du professorat et de l'éducation. *Bulletin officiel du 18-7-2013*. DGESCO.

ORANGE, C. (2012). *Enseigner les sciences. Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*. De Boeck.

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.

ROBERT, A. (2005). De recherches sur les pratiques aux formations d'enseignants de mathématiques du second degré : un point de vue didactique. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 10, 209-249.

ROBERT, A. (2008). La double approche didactique et ergonomique pour l'analyse des pratiques d'enseignants de mathématiques. Dans F. Vandebrouck (dir.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques des enseignants* (p. 45-52). Toulouse : Octarès.

ROBERT, A. (2010). Formation professionnelle des enseignants de mathématiques du second degré : un point de vue didactique prenant en compte la complexité des pratiques. *Repères IREM*, 80, 87-103.

ROBERT, A., RODITI, E. & GRUGEON, B. (2007). Diversité des offres de formation et travail du formateur d'enseignants de mathématiques du secondaire. *Petit x*, 74, 60-90.

ROGALSKI, J. (2008). Le cadre général de la théorie de l'activité : une perspective de psychologie ergonomique, Dans F. Vandebrouck (dir.), *La classe de mathématiques : activité des élèves et pratiques des enseignants* (p. 23-30). Toulouse : Octarès.

SAYAC, N. (2013). La recherche dans la formation des enseignants : quel impact sur les étudiants en termes de développement professionnel et de rapport au(x) savoir(s) ? *Formation et profession*, 21(1), 1-12.

SAYAC, N. (2012). Pratiques de formateurs en mathématiques dans le premier degré. Les savoirs de la formation. *Recherche et formation*, 71, 115-130. ENS Éditions.

VERGNES, D. (2001). Effets d'un stage de formation en géométrie sur les pratiques d'enseignants de l'école primaire. *Recherches en didactique des mathématiques*. La Pensée Sauvage, 21(1), 99-122.

CHRISTINE CHOQUET

Inspé, CREN, Nantes Université

christine.choquet@univ-nantes.fr

Annexe 1. Énoncé du problème choisi par Ens1 Les cadres de Pierre

Pierre joue avec des carreaux de mosaïque.

Il dispose ses carreaux pour obtenir des cadres carrés.

En voici trois.

Il se demande en jouant, s'il peut savoir à l'avance combien de carreaux de mosaïque il lui faut pour fabriquer n'importe quel cadre.

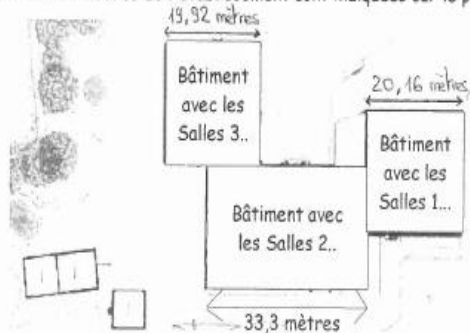
Pouvez-vous l'aider ?

Issu de l'ouvrage *Des maths ensemble et pour chacun 4^e*, CRDP, (2009)

Annexe 2. Problème proposé aux élèves par Ens2

Activité 1

Voici un plan du collège. Des dimensions réelles de l'établissement sont indiquées sur le plan.



1/ Utilise ta règle pour compléter le tableau ci-dessous :

	Bâtiments					
	Salles 1..		Salles 2..		Salles 3..	
	Longueur	Largeur	Longueur	Largeur	Longueur	Largeur
Distance réelle (en m)						
Distance sur le plan (en cm)						

2/ Ce plan est réalisé à l'échelle 1/1000 . En observant le tableau ci-dessus, explique ce que cela signifie.

Annexe 3. Bilan de chapitre préparé par Ens2Chapitre 7 : Les échelles

Ce que je dois savoir à l'issue de ce chapitre :

Connaissances/Compétences	Exercices d'entraînement
Calculer l'échelle d'une carte ou d'un dessin	Exercices 8 à 13 p.123, 23 et 24
Utiliser l'échelle d'une carte ou d'un dessin	p.124 et 46 à 48 p.126

I – Calculer une échelle**Définition**

L'**échelle** d'un plan (ou d'une carte, ou d'un dessin, ...) est le **coefficient de proportionnalité** entre les distances sur le plan et les distances réelles, exprimées avec la **même unité** :

$\text{échelle} = \frac{\text{distance sur ce plan}}{\text{distance réelle}}$

Exemple

Si 500 cm dans la réalité sont représentés par 10 cm sur un plan, alors l'échelle de ce plan est égale à $10 \div 500$ c'est-à-dire $\frac{1}{50}$. Cela signifie que la représentation sur le plan est 50 fois plus petite que la réalité.

Application

Sur une carte, 2 cm représentent 100 km. Quelle est l'échelle de cette carte ?

II – Utiliser une échelle

Les dimensions d'un plan sont proportionnelles aux grandeurs réelles. Le coefficient de proportionnalité entre ces deux grandeurs est l'échelle. On en déduit les méthodes suivantes (on s'aidera souvent de tableaux) :

- pour **calculer la représentation d'une grandeur** réelle sur un plan, on multiplie cette grandeur par l'échelle de ce plan.

Exemple

La distance à vol d'oiseau entre Blois et Marseille est 570 km. Quelle distance, en cm, sépare Marseille de Blois sur une carte à l'échelle $\frac{1}{3\,000\,000}$?

- pour **calculer une dimension réelle** à partir d'un plan, il suffit de multiplier la mesure correspondant à cette dimension sur le plan par l'inverse de l'échelle.

Exemple

Sur une carte à l'échelle $\frac{1}{1500\,000}$, la distance séparant Orléans d'Auxerre mesure 83 mm. Quelle est la distance réelle, à vol d'oiseau, entre Orléans et Auxerre ?

Annexe 4. Le problème choisi par Ens3 Golf

Séance 1 : « Vous allez chercher à obtenir 23 en additionnant des 5 et des 2, puis vous allez chercher à obtenir 41 avec des 8 et des 3, puis vous allez chercher à obtenir 97 toujours avec des 8 et des 3. Vous allez chercher le plus de solutions possibles. »

Séance 2 : « Retour sur 97 puis vous allez chercher à obtenir 92 en ajoutant des 5 et des 3. Vous allez chercher toutes les solutions. »

Séance 3 : « Vous allez essayer de trouver toutes les solutions pour obtenir 92 et essayer d'expliquer pourquoi vous êtes sûrs de les avoir toutes. »

Issu de Ermel CM1 (1999)

ISABELLE DEMONTY

APPROCHE PAR PROBLÈME ET FORMATION D'ENSEIGNANTS DE MATHÉMATIQUES : COMMENT SE DIFFUSENT, EN FORMATION, LES RÉSULTATS DE LA RECHERCHE ?

Abstract. Problem-based approach and teachers professional development: how the research results are disseminated in training? Based on the framework of meta-didactic transposition analysis (Arzarello et al., 2014) and specifically the concepts of brokering and boundary object, this paper studies how knowledge to teach algebra is exchanged during a training program involving nine mathematics teachers and two researchers specialised in algebra teaching and learning. Organized in three half-day sessions, this program is based on a problem pointed out in the research literature as particularly rich to develop algebraic thinking. In addition, the materials used in training are come directly from the classes of the teachers participating in the program. In this sense, the program values knowledge that makes sense in both research and teaching practice. The analysis of interactions between researchers and teachers highlights three types of collaborative activities between the two groups and thus questions the potential of such a mechanism to foster integration of research results by teachers.

Keywords. teacher professional development, meta-didactic transposition, algebra, brokering, frontier object

Résumé. En s'appuyant sur le cadre d'analyse de la transposition méta-didactique (Arzarello et al., 2014) et plus précisément sur les concepts de *courtage en connaissances* et d'*objet frontière*, cet article étudie la manière dont les connaissances pour enseigner l'algèbre sont échangées dans le cadre d'un programme de formation réunissant neuf enseignants de mathématiques et deux chercheurs spécialisés en didactique de l'algèbre. Organisé en trois séances d'une demi-journée, ce programme s'articule autour d'un problème pointé dans la littérature de recherche comme particulièrement riche pour développer la pensée algébrique des élèves. Les documents exploités en formation sont en outre directement issus des classes des enseignants participant au programme. En ce sens, le programme valorise des connaissances ayant du sens tant dans la recherche que dans la pratique enseignante. L'analyse des interactions entre les chercheurs et les enseignants met en évidence trois types d'activités de collaboration entre les deux groupes d'intervenants et questionnent le potentiel d'un tel dispositif pour favoriser une appropriation, par les enseignants, de résultats de recherches.

Mots-clés. formation d'enseignants, transposition méta-didactique, algèbre, courtage en connaissances, objet frontière.

Si les programmes de développement professionnel des enseignants en mathématiques font l'objet d'une attention grandissante ces dernières années (Ball, Thames & Phelps, 2008 ; Arzarello, et al., 2014), les recherches ont accordé davantage d'attention à l'efficacité *a posteriori* des formations plutôt qu'à l'analyse des processus d'apprentissage qui prennent vie en formation (Wilkie, 2017). En effet, la manière dont les connaissances issues de la recherche en didactique des mathématiques sont effectivement travaillées dans les dispositifs de formation reste actuellement largement sous-documentée (Lin & Rowland, 2016). Une des raisons évoquées pour expliquer ce phénomène réside dans le fait que des théories manquent pour décrire finement et interpréter le contenu même des formations continuées à destination des enseignants de mathématiques (Arzarello, 2014 ; Lin & Rowland, 2016 ; Wilkie, 2017).

Dans le domaine de l'enseignement de l'algèbre, un programme de développement professionnel, appelé cycle de la résolution de problèmes (Borko et al., 2005) vise spécifiquement à approfondir les connaissances didactiques des enseignants en vue d'améliorer leurs pratiques en algèbre. Ce programme est organisé en trois séances distinctes, gérées par des chercheurs spécialisés en didactique de l'algèbre. Ces séances sont toutes centrées sur une tâche de résolution de problèmes à destination des élèves de 12 à 15 ans, présentée, dans la littérature de recherches, comme potentiellement porteuse pour développer le raisonnement mathématique. Lors de la première séance, les enseignants résolvent le problème et planifient son exploitation dans les classes. Entre la première et la deuxième séance, les enseignants sont invités à mettre en place, dans leur classe, le problème. Si l'enseignant marque son accord, la leçon est observée et filmée par les chercheurs. Durant les deux autres séances, des extraits de leçons choisis préalablement par les chercheurs, sont analysés par le groupe, dans le but d'approfondir les connaissances didactiques des participants : durant la deuxième séance, les enseignants explorent le rôle qu'ils ont à jouer dans l'exploitation en classe du problème. Durant la troisième séance, les enseignants analysent les raisonnements des élèves. Les thèmes spécifiques abordés durant ces séances dépendent des besoins et des intérêts des enseignants et des chercheurs. Ils peuvent concerner la manière d'introduire le problème, les questions à poser aux élèves lorsqu'ils sont occupés à résoudre le problème, une méthode inhabituelle pour résoudre le problème, etc. Le cycle de la résolution de problème est pensé pour être répliqué plusieurs fois, en vue de permettre aux enseignants d'acquérir leurs connaissances didactiques, au départ de problèmes variés exploités dans leurs classes.

Des analyses réalisées auprès d'enseignants ayant participé à plusieurs répliques du programme montrent que leurs pratiques d'enseignement évoluent et, en particulier, que leurs démarches d'exploitation d'activités centrées sur la résolution de problèmes s'améliorent (Koellner, Jacobs & Borko, 2011) : les enseignants

analysent en effet plus en profondeur les démarches de leurs élèves et parviennent mieux à les exploiter pour susciter le raisonnement mathématique. Toutefois, ces auteurs ne documentent pas la manière dont ces connaissances se développent effectivement en formation.

La recherche présentée dans cet article vise à apporter des éléments d'explications centrées sur cette thématique, en approfondissant le déroulement de la première itération d'un tel programme de formation. Elle aborde la problématique suivante : comment les interactions entre les enseignants et les chercheurs lors d'une formation continuée contribuent-elles à exploiter les connaissances issues de la recherche ?

1. Cadre théorique

Le modèle de la *transposition méta-didactique* (Arzarello et al., 2014) fournit un cadre d'analyse permettant d'étudier le déroulement de programmes de développement professionnel réunissant des enseignants et des chercheurs. Il est au cœur de cette section.

1.1. La transposition méta-didactique : un modèle d'analyse au service de l'étude de programmes de formation

Le modèle de la transposition méta-didactique (Arzarello et al., 2014) s'inspire de la *théorie anthropologique du didactique* (Chevallard, 1991), et en particulier du concept de transposition didactique qui permet d'étudier les relations entre les différents types de savoir : le savoir de référence, le savoir à enseigner, le savoir enseigné et enfin le savoir appris. Ce modèle adapte le concept de transposition didactique au contexte de développement professionnel d'enseignants. Il permet ainsi de prendre en compte les spécificités du savoir professionnel des enseignants dans l'étude de la diffusion des connaissances issues de la recherche, en contexte de formation d'enseignants.

La figure 1 présente les diverses facettes du modèle¹.

La transposition méta-didactique correspond à un processus dynamique au travers duquel, grâce aux interactions entre enseignants et chercheurs, leurs praxéologies respectives vont pouvoir être confrontées, discutées en formation. Ces praxéologies concernent les réflexions pratiques et théoriques échangées dans le cadre des tâches exploitées durant la formation.

¹ La notion d'objet frontière n'apparaît pas dans le schéma proposé par Arzarello et al. (2014) : nous l'avons ajoutée car elle constitue une dimension importante investiguée ici.

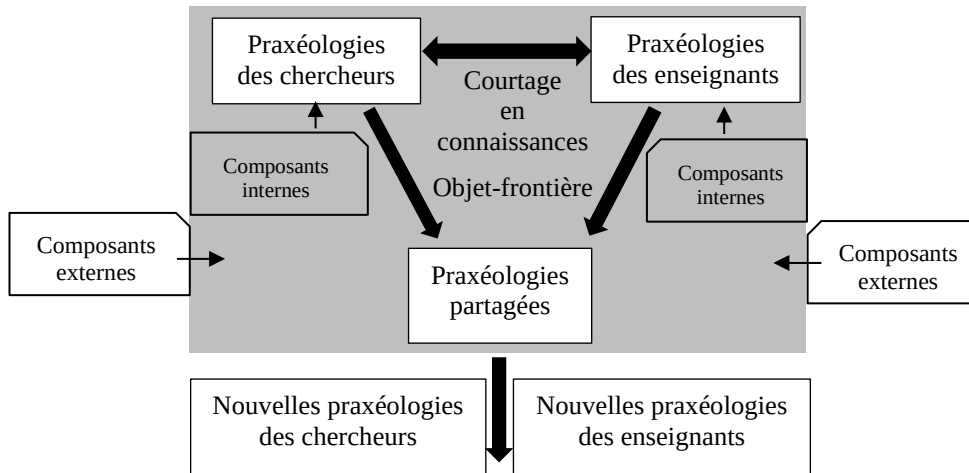


Figure 1. Adaptation du modèle de la transposition méta-didactique (Arzarello et al., 2014, p.355). Traduction libre.

Lors d'un programme de formation, les composantes des praxéologies des deux communautés (enseignants et chercheurs) peuvent évoluer en passant d'un statut externe à un statut interne. Par exemple, dans le cas d'une formation continuée centrée sur l'exploitation d'un nouveau logiciel en géométrie, les enseignants et les chercheurs ne maîtrisent pas pleinement la manière d'utiliser le logiciel en classe. Il s'agit donc au départ d'une composante externe de leurs praxéologies respectives qui, à la suite du vécu en formation, va pouvoir être internalisée et faire finalement partie de la praxéologie des enseignants et des chercheurs.

Le courtage en connaissances (Munerol, Cambon & Alla, 2013) correspond au processus visant à favoriser les interactions entre les deux groupes de partenaires. Ce courtage se développe lors d'un travail sur un objet frontière qui constitue le déclencheur des discussions. Du côté des enseignants, ces échanges viseront à s'approprier des connaissances issues de la recherche. De leur côté, les chercheurs pourront développer des connaissances directement issues de la pratique enseignante. Dans l'idéal, ces échanges permettront le développement d'une praxéologie partagée (Arzarello et al., 2014), amenant à modifier les praxéologies initiales des chercheurs et des enseignants. Par exemple, lors du programme de formation, l'enseignant aura appris comment mieux tirer parti des démarches des élèves pour développer le savoir ciblé. Le chercheur aura, quant à lui, pu appréhender le contexte réel de travail des enseignants, dans le but par exemple de mieux comprendre pourquoi certaines connaissances issues de la recherche peinent à s'inscrire dans les pratiques effectives des enseignants.

Ce cadre d'analyse paraît intéressant pour étudier la manière dont les connaissances issues de la recherche vont pouvoir prendre vie dans la formation étudiée, au travers

des interactions entre enseignants et chercheurs (Monod-Ansaldi, Vincent & Aldon ; 2019).

En focalisant l'attention sur l'analyse des interactions entre les chercheurs et les enseignants contribuant au partage de connaissances, cet article approfondit deux concepts majeurs du modèle : tout d'abord, le processus de courtage en connaissances par lequel les connaissances vont pouvoir être échangées et discutées entre enseignants et chercheurs et ensuite la notion d'objet frontière, qui constitue le déclencheur de ces échanges.

1.1.1. Le courtage en connaissances

Munerol et al. (2013) ont réalisé une revue de la littérature ancrée dans le domaine de la promotion de la santé en vue de mieux comprendre les caractéristiques du courtage en connaissances. Trois éléments centraux favorisent ce dernier : (1) la présence de deux groupes cibles bien distincts (enseignants ou décideurs politiques par exemple et chercheurs) ; (2) la notion d'échange et de mise en relation entre des groupes ; (3) le concept de preuve qui insiste sur l'idée que les échanges entre les groupes cibles doivent viser à maximiser l'efficacité des pratiques discutées en formation.

Ces auteurs identifient également deux leviers principaux favorisant le courtage en connaissances. Tout d'abord, l'existence d'un ancrage institutionnel permettant de renforcer les échanges entre chercheurs et enseignants. Dans le cadre de la formation analysée dans cet article, cet ancrage institutionnel prévoit une présence des enseignants aux trois séances de formation en les déchargeant de leurs cours durant ces séances ainsi qu'une possibilité, pour les chercheurs, d'observer des leçons données par les enseignants en formation, si ces derniers marquent leur accord. Un autre levier important concerne le rôle primordial du courtier en connaissances, c'est-à-dire de la personne favorisant les échanges entre enseignants et chercheurs : les actions de ce courtier sont bien entendu multiples en fonction des contextes et cherchent à susciter des communications, à valoriser les connaissances de chacun et à maintenir le cap d'un travail visant l'amélioration des pratiques. Dans la formation analysée ici, un des chercheurs pourrait occuper le rôle de courtier en connaissances, dans la mesure où il est lui-même enseignant de mathématiques de première formation. Toutefois, les analyses qui seront proposées chercheront à voir la mesure dans laquelle ce rôle de courtier est assumé par une seule personne ou si, au contraire, il peut être pris en charge par plusieurs personnes, en fonction par exemple du contenu des échanges.

1.1.2. L'objet frontière et les activités qu'il permet de susciter

Selon Monod-Ansaldi et al. (2019), l'objet frontière correspond à « un dispositif permettant d'amorcer un travail commun entre plusieurs mondes et assurant une

flexibilité suffisante pour que chaque acteur puisse trouver un intérêt à son étude ou son usage » (p. 64). C'est grâce à ce travail sur l'objet frontière qu'une connaissance apportée par l'une ou l'autre communauté sera internalisée, dans la mesure où elle devient le point central de la discussion. Dans l'étude qui nous intéresse, cet objet frontière vise à susciter la collaboration entre chercheurs et enseignants autour de connaissances pour enseigner. L'objet frontière constitue un élément clé dans les interactions entre les chercheurs et les enseignants : en effet, c'est grâce au travail sur l'objet frontière que la connaissance pourra être internalisée.

Afin d'analyser le type d'interactions suscitées par le travail sur l'objet frontière, Monod-Ansaldi et al. (2019) ont étudié les types d'interactions entre chercheurs et enseignants concernant les savoirs discutés en formation. Ils identifient trois types d'interaction : le transfert, la traduction et la transformation. Ces trois types d'interactions paraissent centraux dans cette étude également puisqu'ils permettent de préciser la nature des échanges entre les chercheurs et les enseignants.

Le transfert constitue la condition minimale pour que le partage de connaissances puisse se réaliser : les partenaires établissent un lexique commun permettant de saisir l'objet frontière et ses caractéristiques.

La traduction permet quant à elle de développer des échanges dans une optique sémantique : les acteurs recherchent un sens partagé au savoir développé. L'objectif est donc de créer des significations communes entre les deux types de partenaires.

La transformation se produit lorsque des intérêts conflictuels se manifestent entre les deux groupes. Dans le cadre d'un projet collaboratif, les partenaires sont amenés à définir des intérêts communs pour qu'ils puissent continuer à agir. Lors d'une transformation, les connaissances respectives des deux groupes doivent en outre se modifier afin de maintenir un espace de travail commun.

1.2. Le cycle de la résolution de problèmes, courtage en connaissances et objet frontière

Le modèle de la transposition méta-didactique a été conçu pour analyser le déroulement de programme de formation d'enseignants orchestré par des chercheurs et visant la diffusion de résultats de recherches dans la pratique enseignante. Le cycle de la résolution de problèmes (Koellner et al., 2007) est un dispositif de formation qui poursuit également cet objectif.

En outre, les trois éléments centraux du courtage en connaissances développés ci-avant (Munerol et al., 2013) apparaissent dans le cycle de la résolution de problèmes. En effet, tout d'abord, deux groupes cibles (enseignants et chercheurs) participent au dispositif. Ensuite, la notion d'échange entre les groupes est largement sollicitée, puisque les chercheurs élaborent les séances en s'appuyant directement sur des situations observées en classe. Enfin, le concept de preuve est présent, dans la mesure

où les connaissances pour enseigner l'algèbre sont au cœur du programme de formation.

Le travail sur le problème présenté durant la première séance de formation de même que les extraits utilisés durant les deux dernières séances du cycle rencontrent les caractéristiques de l'objet frontière (Monod-Ansaldi et al., 2019). Ils ont pour but d'amorcer un travail commun entre chercheurs et enseignants. De plus, ils proviennent d'activités exploitées en classe par les enseignants et observées par les chercheurs. En ce sens, ils ont du sens dans la pratique tant des chercheurs que des enseignants. Enfin, ils sont choisis pour favoriser l'échange de connaissances entre chercheurs et enseignants et constituent donc un support pertinent pour amener les deux groupes à partager leurs points de vue.

2. Objectifs de la recherche

Pour cibler les interactions entre les enseignants et les chercheurs, cet article s'intéresse au phénomène de courtage en connaissances, observé dans le cadre de la première mise en place du cycle de la résolution de problèmes (Koelner et al., 2011).

Les analyses visent à cerner l'impact de trois objets frontières (le problème exploité en formation lors de la première séance ainsi que les deux extraits servant de support aux deux autres séances) sur les interactions entre les enseignants et les chercheurs. Plus précisément, il s'agit de voir la mesure dans laquelle les activités réalisées autour de ces objets frontières suscitent la collaboration entre les deux groupes et favorisent, en particulier, le transfert, la traduction ou la transformation de connaissances (Monod-Ansaldi et al., 2019).

3. Méthodologie

Le programme de formation s'est organisé en trois séances de trois heures. Il s'intègre dans l'offre de formation à destination des enseignants et soutenu par l'Institut de formation de l'Éducation nationale du Grand Duché de Luxembourg. C'est de manière tout à fait spontanée que les enseignants se sont inscrits au programme. Ils étaient en outre informés qu'ont leur demanderait de tester une activité dans leur classe, entre la première et la deuxième séance de formation.

3.1. Le problème étudié en formation

Le programme de formation s'articule autour d'un problème adapté d'un livre de Driscoll (1999) et spécifiquement élaboré pour promouvoir la réflexion algébrique des élèves. Il est prévu pour des élèves de 14-15 ans. La figure 2 présente le problème tel qu'il a été proposé par les chercheurs aux enseignants, lors de la première séance de formation.

Patchwork	
Tania réalise des tapis à partir de pièces de formes hexagonales. Une pièce hexagonale lui coûte 0,50 euros. Elle a une hauteur de 20 cm. Tania voudrait fabriquer des tapis de plusieurs tailles. Le plus petit modèle, appelé « fleur » serait fabriqué en contournant cette pièce hexagonale avec des nouvelles pièces, de cette façon :	
	
Modèle de base	Modèle « Fleur »
1) Déterminez la hauteur et le prix du modèle « fleur » : - Le modèle au-dessus s'appelle « spirale » et celui qui vient après « rosace ». 2) Déterminez la hauteur et le prix de ces deux modèles. - Tania voudrait trouver une façon rapide de déterminer la hauteur et le prix du tapis en fonction du nombre n de tours réalisés autour du modèle de base. 3) Établissez une formule de la hauteur et du prix du tapis en fonction de n.	

Figure 2. Le problème exploité en formation (Driscoll, 1999).

Intégrée dans un contexte de modèles de tapis construits selon une même logique, cette activité porte sur la généralisation de deux suites de nombres accompagnées d'un support visuel : l'une porte sur la hauteur des modèles et l'autre sur leur prix en exprimant ces deux variables en fonction du nombre de tours réalisés autour du modèle de base.

Afin de fournir une aide au processus même de généralisation, une feuille vierge présentant un réseau d'hexagones est mise à disposition : elle permet de représenter aisément les quatre premiers modèles.

La figure 3 présente une solution possible de ce problème. Si l'expression de la hauteur des modèles (c'est-à-dire la distance maximale entre deux extrémités d'un modèle comportant n pièce hexagonales) est assez simple à établir, celle du prix du modèle est plus complexe à obtenir, puisqu'une étape intermédiaire consiste à

déterminer la somme de n nombres naturels consécutifs. Même s'il existe une formule pour la déterminer, celle-ci n'est pas nécessairement connue par les élèves de 14-15 ans.

Hauteur du modèle - On part d'un modèle de base qui ne comporte qu'un hexagone - Chaque fois qu'on ajoute un tour, on ajoute 2 hexagones - Formule : $(1 + 2n) \cdot 20$			
	Modèle de base	Modèle fleur (1 tour)	Modèle spirale (2 tours)
			
	1.20	3.20	5.20
Prix du tapis - On part d'un modèle de base qui ne comporte qu'un hexagone - Au premier tour, on ajoute 6 hexagones; au deuxième tour, on en ajoute 12; au troisième tour, on en ajoute 18 $1 + 1.6 + 2.6 + 3.6 + \dots n.6$ - Formule : $(3n^2 + 3n + 1).0,50$			
	Modèle de base	Modèle fleur (1 tour)	Modèle spirale (2 tours)
			
	1.0,50	$(1 + 6).0,50$	$(1+6+12).0,50$

Figure 3. Une solution possible à l'activité

Plusieurs auteurs plaident pour que les activités de généralisation soient présentées à l'aide d'un support visuel (Imre & Akkoç, 2012 ; Kieran et al., 2016 ; Radford, 2014 ; Riviera, 2013 ; Warren et al., 2016). En effet, selon Radford (2014), les activités ainsi présentées permettent d'approcher la régularité selon une double structure, numérique d'une part et spatiale d'autre part, autorisant alors des mises en relation riches entre ces deux supports. En outre, la manière de visualiser les suites de nombres induit aussi une plus grande variété de démarches dont plusieurs relèvent de la pensée algébrique. Selon Radford (2014), cette pensée algébrique se définit, non pas au travers d'une réponse particulière, mais plutôt à travers la capacité des élèves à effectuer des opérations impliquant des quantités indéterminées. L'ensemble de ces recherches montrent que, dans ces activités de généralisation, peut se développer non seulement une pensée algébrique (s'appuyant ici sur la capacité à effectuer des opérations sur des quantités indéterminées), mais aussi une manière particulière de symboliser celle-ci (Radford, 2014). La variété des entrées possibles dans les problèmes est, à cet égard, essentielle pour donner sens aux concepts et procédures algébriques fondamentaux (sens de la lettre, des expressions numériques ou algébriques, égalité). Pour pouvoir accompagner les élèves dans le développement de la pensée algébrique, il semble donc primordial que l'enseignant puisse à la fois cibler les enjeux de ces problèmes en matière de pensée algébrique, reconnaître qu'une variété de solutions est possible et valoriser cette variété. Ces trois connaissances sont plus particulièrement développées durant la formation d'enseignants.

3.2. Une brève description des trois séances de formation

Conformément au cycle de la résolution de problèmes (Koellner et al., 2007), chacune des séances de formation poursuivait des objectifs spécifiques pointés, dans la littérature de recherche, comme incontournables pour exploiter efficacement ce type de problème en classe. La figure 4 présente une brève description de chaque séance du programme de formation.

	Objectifs principaux	Activités clés
Séance 1	Développer les connaissances de contenu nécessaires pour accompagner les élèves dans l'exploitation du problème	✓ Résolution du problème par les enseignants (travail en équipes de trois) ✓ Adaptation du problème et planification de l'activité, en vue d'un essai dans les classes des enseignants participants
Séance 2	Développer les connaissances pour gérer le problème en classe - rôle joué par l'enseignant lors de l'exploitation du problème en classe	Analyse d'extraits vidéos à l'aide d'un questionnaire sur : ✓ les interventions de l'enseignant lors du travail en équipes des élèves ✓ la difficulté de gérer la variété des démarches des élèves, lors de la mise en commun en groupe classe
Séance 3	Développer les connaissances permettant d'analyser les démarches des élèves lors de la résolution du problème	Analyse des productions écrites par les élèves, en vue de faire émerger une réflexion sur : ✓ la symbolisation algébrique des régularités observées ✓ l'utilisation de cette symbolisation pour résoudre le problème

Figure 4. Brève description du programme de formation.

Les enjeux de la pensée algébrique ont été abordés à différentes reprises, dans la formation.

Tout d'abord, lors de la première journée de formation, les chercheurs se sont appuyés sur les démarches effectivement mises en place par les enseignants lors de la résolution du problème pour mettre en avant le concept de pensée algébrique, la variété des démarches correctes et l'intérêt de s'appuyer sur les supports visuels pour susciter cette variété. En collaboration avec les enseignants, les chercheurs ont également analysé le curriculum du Luxembourg afin d'identifier la place que pouvait avoir les activités de généralisation dans les apprentissages algébriques : ce type d'activité permet d'amener les élèves à résoudre des problèmes pouvant se modéliser par l'algèbre.

Lors de la deuxième journée de formation, l'analyse des erreurs a permis principalement de montrer les difficultés des élèves à développer une pensée algébrique.

Lors de la troisième séance, les chercheurs ont souhaité revenir sur le lien entre pensée algébrique et techniques algébriques, en vue de mettre en évidence le fait que les élèves pouvaient tout à fait développer une telle pensée, sans nécessairement mobiliser le langage algébrique formel.

Au terme du programme de formation, les connaissances discutées en formation ont été synthétisées sous la forme d'une présentation orale des chercheurs, illustrée par des extraits recueillis dans les classes des enseignants ayant exploité les activités en classe. Des exemples d'autres problèmes de généralisation ont également été fournies aux enseignants, de manière à répliquer la démarche à l'aide d'autres supports.

3.3. Les participants

La formation s'est déroulée entre le mois de novembre 2015 et le mois de mars 2016 au Grand Duché de Luxembourg. Deux chercheurs expérimentés et spécialisés en didactique de l'algèbre ont réalisé le programme de formation et neuf enseignants responsables de la formation mathématique des jeunes de 12 à 15 ans y ont participé. Ceux-ci se sont inscrits spontanément à la formation. Ils étaient âgés de 26 à 59 ans et avaient une expérience professionnelle en enseignement des mathématiques variée (entre quatre et plus de vingt-cinq années d'expérience).

Au total, sur les neuf enseignants ayant participé à la formation, quatre ont exploité le problème dans leur classe et deux d'entre eux ont accepté d'être observés et filmés par les chercheurs. Les séances de cours ont duré environ trois fois 50 minutes. Tous les enseignants ont respecté la méthodologie préconisée : travail en équipes de trois à quatre élèves durant deux fois 50 minutes, suivi d'une exploitation collective en groupe classe d'une durée de 50 minutes. Les données recueillies dans ces six classes (soit au total cent-quarante-quatre élèves, répartis en quarante-et-une équipes) ont donc servi de supports aux discussions gérées en formation. Les élèves de ces classes étaient en troisième année de l'enseignement secondaire (grade 9 – élèves de 14-15 ans). Ils avaient donc une expérience de deux années environ d'apprentissage de l'algèbre. Celle-ci les a amenés à développer les techniques algébriques élémentaires (résolution d'équations, réduction de termes et de facteurs algébriques, produits remarquables et factorisation) et à aborder la résolution de problèmes aboutissant principalement à la résolution d'équations du premier degré à une inconnue. Le problème étudié en formation s'inscrit dans le prolongement de ces apprentissages et approfondit l'activité de généralisation qui constitue l'essence même de l'algèbre. En outre, l'activité permet de travailler la symbolisation, à l'aide d'une formule algébrique, de cette généralisation.

3.4. La collecte de données et les analyses réalisées

Le programme de formation a été entièrement filmé et l'ensemble des échanges ont été retranscrits. Nous avons également recueilli les différents documents exploités en formation : les diaporamas présentés par les chercheurs, les productions d'élèves et les extraits vidéo de leçons partagées en formation. L'analyse s'appuie sur trois vignettes représentatives de la formation proposée : celles-ci ont été choisies car elles s'ancrent dans des activités proposées aux enseignants par les chercheurs et qu'elles ont suscité des interactions entre les enseignants et les chercheurs ou entre les enseignants. En ce sens, elles présentent les caractéristiques d'objets frontières (Monod-Ansaldi et al., 2019). Ces courtes descriptions d'événements observés ont pour but de rendre compte d'événements majeurs qui se sont déroulés au cours de la formation, en référence à l'objet plus spécifiquement étudié (Koellner et al., 2011). L'élaboration de ces vignettes a impliqué une analyse détaillée de nombreuses données, incluant les enregistrements filmés de la formation et les documents écrits partagés durant la formation. Plus précisément, nous avons d'abord visionné l'ensemble des enregistrements de la formation et, après chaque séance, pointé des éléments particulièrement représentatifs des interactions entre chercheurs ou enseignants. Ces éléments nous ont permis de mettre en évidence chacun des aspects à synthétiser sous la forme de vignettes.

4. Résultats

Cette section analyse trois vignettes représentatives des trois séances de formation, à la lumière des concepts de courtage en connaissances et d'objet frontière. Dans les vignettes, les éléments mis en italique correspondent à des résumés descriptifs et les commentaires interprétatifs sont indiqués en caractère normal.

4.1. Regard sur la première séance – la ré-écriture du problème par les enseignants

Après avoir eux-mêmes résolu le problème en équipes, les enseignants sont invités à réfléchir à l'exploitation en classe de l'activité. L'intention des chercheurs était d'amener les enseignants à échanger leurs expertises pour anticiper au mieux la gestion de l'activité en classe.

4.1.1. Présentation de la vignette 1

Cette vignette s'appuie sur un échange entre trois enseignants (E1, E2, E3) qui, après avoir chacun résolu le problème, discutent de son utilisation en classe.

L'enseignante E2 considère que l'activité est intéressante mais qu'il faudrait la modifier car les termes « rosace » et « spirale » introduisent un vocabulaire inutile que certains élèves ne comprendront sans doute pas. Il serait plus simple de

numéroter les modèles par ordre croissant (modèle 1, modèle 2, ...). Une discussion s'organise alors autour du numéro à donner au modèle de base : modèle 0 ou modèle 1 ? Très rapidement, les enseignants se mettent d'accord sur le fait que le modèle 0 est le plus simple pour faciliter le passage à la formule : en effet, dans ce cas, le numéro du modèle renseignerait sur le nombre de tours réalisés avec des hexagones autour du modèle de base. Le modèle n correspondrait alors à un modèle obtenu en utilisant des hexagones pour réaliser n tours autour du modèle de base. Toutefois, le terme « modèle 0 » risque d'être complexe à comprendre pour les élèves dans ce contexte. Ils décident donc de conserver le terme « modèle de base » et de numéroter les modèles suivants en commençant par le modèle 1. S'en suit alors un débat sur les questions du problème. L'enseignant E3 explique qu'il a personnellement éprouvé des difficultés à entrer dans le problème ; mieux vaut d'abord s'interroger sur la hauteur, puis sur le nombre d'hexagones et enfin sur le prix des modèles. E3 renchérit en expliquant que ses élèves ne s'investiront pas seuls dans l'activité : il faut d'abord leur dire de s'intéresser à des modèles faciles à réaliser (par exemple les modèles 1, 2 et 4), puis à envisager des modèles plus lointains qui nécessiteront l'utilisation d'une formule (modèle 10). E1 ajoute qu'on pourrait faire déboucher la réflexion sur la résolution d'un problème (chercher le numéro d'un modèle ayant une hauteur de 340 cm) pour que les élèves puissent comprendre à quoi sert la formule.

Au terme de la discussion, les enseignants reformulent l'énoncé du problème puis une discussion collective amène à valider les décisions prises par le groupe. Les chercheurs ont en effet considéré que, malgré le guidage plus important induit par la reformulation de l'énoncé, l'activité proposée aux élèves gardait son potentiel initial pour amener les élèves à développer la pensée algébrique.

La figure 5 présente la modification de l'énoncé du problème en réponse au travail réalisé par les enseignants.

Contrairement à l'intention des chercheurs, qui souhaitaient, au travers de cette activité, que les enseignants échangent quant à leur manière respective de gérer l'activité en classe, les discussions de ces derniers ont consisté à adapter la formulation de l'énoncé du problème. Elles s'articulent autour de la façon de guider les élèves vers la généralisation (ajout d'une question 1 visant à identifier les premiers termes des suites avant de chercher à généraliser), et vers l'utilisation de la formule algébrique pour résoudre un problème (ajout d'une question 3 permettant aux élèves de comprendre l'utilité de la formule). Ces enseignants justifient les aménagements proposés par leur propre démarche pour entrer dans la tâche (E3) par l'anticipation qu'ils se font des difficultés de leurs élèves (problème de vocabulaire ou sens du modèle 0 pour E2) ou par la volonté de convaincre les élèves de l'utilité du passage à l'algèbre (E1).

Patchwork		
Tania réalise des tapis à partir de pièces de formes hexagonales. Une pièce hexagonale lui coûte 0,50€. Elle a une hauteur de 20 cm. Tania voudrait fabriquer des tapis de plusieurs tailles.		
• Chaque modèle est obtenu en entourant le précédent par des motifs de base :		
 20 cm		
Motif de base	Modèle 1	Modèle 2
Partie A : Hauteur 1) Déterminer la hauteur des modèles 1, 2, 4 et 10. 2) Etablir une formule donnant la hauteur d'un modèle n quelconque. 3) La hauteur d'un tapis réalisé par Tania vaut exactement 3,40 m. De quel modèle s'agit-il ?		
Partie B : Prix 1) Déterminer le prix des modèles 1, 2, 4 et 10. 2) Etablir une formule donnant le prix d'un modèle n quelconque. 3) Le prix d'un tapis réalisé par Tania vaut exactement 273,50€. De quel modèle s'agit-il ?		

Figure 5. Modification de l'énoncé proposée suite aux discussions menées lors de la première séance de formation.

4.1.2. Analyse de la vignette 1 à la lumière des concepts d'objet frontière et courtoise en connaissances

L'énoncé du problème initialement rédigé par des chercheurs (Driscoll et al., 1999) constitue l'objet frontière sur lequel tant les chercheurs que les enseignants ont travaillé. Les chercheurs ont conservé l'énoncé de départ, considérant qu'il remplissait les conditions nécessaires pour favoriser le développement d'une pensée algébrique. Alors que les chercheurs auraient souhaité que cet énoncé suscite une réflexion didactique sur la manière de gérer le problème en classe, les enseignants ont préféré réaliser un travail de réécriture de l'énoncé, argumentant les choix posés sur la connaissance qu'ils ont de leurs élèves et de l'importance de favoriser leur engagement dans la tâche.

Cette vignette décrit une activité de transfert (Monod-Ansaldi et al., 2019). En effet, les discussions ont porté sur l'élaboration d'un énoncé susceptible de rencontrer les intérêts des deux groupes de partenaires. Il y a eu très peu de dialogues portant sur un échange de connaissances entre enseignants et chercheurs : en effet, les échanges se sont limités à une validation, par les chercheurs, des aménagements proposés par les enseignants, élément central pour permettre une exploitation du problème travaillé en formation dans les classes des enseignants participants. En d'autres

termes, l'activité suscitée par les chercheurs a permis de préciser un objet commun de travail (le problème qui sera exploité dans les classes des participants) indispensable pour que des échanges de connaissances puissent avoir lieu dans les prochaines séances de formation.

En ce qui concerne le courtage en connaissances, ces premiers échanges n'ont pas réellement permis un échange autour des connaissances pointées dans la recherche comme essentielles pour susciter, auprès des élèves, le développement d'une pensée algébrique.

4.2. Regard sur la séance 2 – Les interventions des enseignants face à des raisonnements inattendus d'élèves

La vignette présentée dans cette section est issue de la deuxième journée de formation durant laquelle les chercheurs souhaitent faire réfléchir les enseignants sur les types d'aide à fournir aux élèves lorsqu'ils s'engagent dans une généralisation s'appuyant sur une analyse incorrecte de la suite. Du point de vue des chercheurs, ce choix de thématique se justifie par le fait que la littérature de recherche montre que les enseignants éprouvent des difficultés à analyser des stratégies incorrectes et ont tendance, dans leurs interventions, à engager les élèves dans la voie qu'ils ont eux-mêmes utilisées pour résoudre la tâche, plutôt que d'encourager les élèves à réguler leur propre démarche (Rivera, 2013).

4.2.1. Présentation de la vignette 2

Un chercheur introduit la production d'une élève présentée à la figure 6 aux enseignants en expliquant que cet élève réfléchissait au prix du modèle 10 lors d'un travail en équipes. Lors du travail en classe, l'enseignante avait éprouvé des difficultés pour interpréter la démarche présentée à la figure 6.

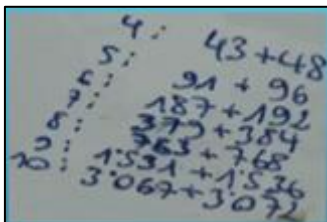


Figure 6. Exemple de production d'élève de grade 9 exploitée en formation

Le chercheur demande aux enseignants leur point de vue sur cette production et comment ils y réagiraient. Aucun enseignant ne s'exprime spontanément. Après quelques minutes de réflexion, un enseignant (qui avait lui-même testé l'activité en classe) propose l'explication correcte suivante : cet élève a bien vu qu'il fallait faire « +6 » pour le 1^e modèle puis « +12 » pour le deuxième modèle mais il a cru

qu'après, il fallait chaque fois doubler, donc il propose « +24 » pour le 3^e modèle, « +48 » pour le 4^e modèle, « +96 » pour le 5^e modèle... Donc au lieu de faire « +6 », « +12 », « +18 », « +24 », il a fait « +6 », « +12 », « +24 », « +48 », ... Le chercheur demande ensuite ce que pensent les autres enseignants de cette interprétation et s'ils ont une autre explication. Aucun enseignant ne s'exprime. S'en suit alors une discussion sur les réactions à avoir en tant qu'enseignant face à ce type de production. Et à ce moment, le débat s'anime et trois stratégies sont envisagées : (1) demander à l'élève d'expliquer la production (pour que l'enseignant comprenne sa démarche ou pour que l'élève se rende compte de son erreur), (2) susciter le lien au support visuel en demandant aux élèves de trouver le nombre d'hexagones du modèle 4 en le dessinant sur la feuille présentant un réseau d'hexagones, (3) demander aux autres élèves du groupe ce qu'ils pensent de cette démarche. Ce qui justifie ces propositions relève principalement du souci qu'ont les enseignants que l'élève comprenne son erreur et puisse, de lui-même, s'orienter dans une stratégie correcte.

Alors que les chercheurs pensaient initialement que les enseignants devaient analyser correctement une production d'élèves avant de pouvoir intervenir efficacement, ils ont pris conscience, grâce aux discussions menées avec les enseignants, de la possibilité qu'ont ces derniers de proposer des réactions générales (de type « explique ta démarche » ou « qu'en pensent les autres élèves du groupe ? ») permettant finalement d'obtenir davantage d'informations sur la démarche de l'élève. Cette étape de prise d'informations complémentaires est essentielle pour permettre à l'enseignant de comprendre la démarche de l'élève et proposer une intervention adéquate en vue de l'aider à approfondir son raisonnement.

Du point de vue des enseignants, les interprétations des démarches erronées d'élèves sorties de leur contexte de classe semblent réellement un exercice complexe et peu habituel, comme en atteste le manque de réaction lorsque le chercheur leur soumet la production présentée dans la figure 6. En revanche, discuter de stratégies à adopter face à une réaction d'élèves suscite davantage les échanges. Les justifications que les enseignants proposent pour motiver leurs décisions d'interventions sont assez cohérentes avec les objectifs poursuivis par les chercheurs dans ce problème : il s'agissait en effet d'intervenir dans la démarche en cours de l'élève en vue de l'aider à réguler sa réflexion, sans chercher à imposer la façon dont l'enseignant aurait lui-même résolu le problème : en effet, lors de la première journée de formation, les enseignants avaient très souvent délaissé le réseau d'hexagones au profit d'une réflexion s'appuyant directement sur les données écrites fournies dans l'énoncé du problème. En outre, dans cet échange est également apparu le rôle clé du support visuel pour aider les élèves à généraliser la suite (Imre & Akkoç, 2012 ; Lannin 2005 ; Radford 2014 ; Warren, et al., 2016).

4.2.2. Analyse de la vignette 2 à la lumière des concepts d'objet frontière et courtage en connaissances

Dans cette vignette, l'objet frontière se matérialise sous la forme d'une production incorrecte d'élèves. C'est en effet à partir de cet extrait de production que les échanges entre les chercheurs et les enseignants s'amorcent. Toutefois, on remarque que ce n'est pas tant l'analyse de la production erronée qui a véritablement suscité les échanges, mais plutôt la réflexion sur la manière de réagir, en tant qu'enseignant, à cette production. Et c'est véritablement à partir de ce moment que les connaissances didactiques ont pu être travaillées. Celles-ci concernent les manières d'intervenir efficacement dans la réflexion algébrique des élèves.

De plus, l'activité autour de cet objet frontière a permis aux personnes présentes une construction de sens : de leur côté, les chercheurs ont pu prendre conscience de la possibilité qu'ont les enseignants de questionner les élèves sur leur démarche, ce qui peut les aider à mieux comprendre la démarche avant de proposer une aide aux élèves. Les enseignants ont quant à eux pu percevoir le potentiel du support visuel pour approfondir la réflexion sur le problème. En ce sens, nous pensons que l'activité sur l'objet frontière a amorcé un travail de traduction (Monod-Ansaldi et al., 2019), puisque les deux partenaires ont eu la possibilité de créer des significations concernant les manières d'aider les élèves à généraliser une suite de nombres, en ancrant la réflexion dans leurs démarches spontanées.

En ce qui concerne le courtage en connaissances et le processus de l'internalisation, il semble que l'enseignant qui est parvenu à interpréter la démarche de l'élève a joué un rôle clé dans l'évolution des échanges, endossant alors le rôle de courtier en connaissances. C'est en effet à la suite de l'analyse qu'il a pu réaliser concernant la démarche de l'élève que des discussions impliquant l'ensemble des partenaires ont pu être observées.

4.3. Regard sur la séance 3 – L'évaluation de la qualité du raisonnement produit par un groupe d'élèves

En référence à l'objectif de la troisième journée de formation qui était consacrée à l'analyse des démarches des élèves, l'attention des chercheurs s'est portée sur l'analyse de productions de groupes d'élèves. Pour cela, ils ont proposé aux enseignants (répartis en petits groupes) de noter sur 10 quatre productions, dont celle présentée dans la figure 7.

1	60 cm	} +40
2	100 cm	
3	140 cm	} +40
4	180 cm	
Modèle 1 = modèle 0 + 1.40 = 60		
Modèle 10 = modèle 0 + 10.40 = 420		
Modèle n = 340 n = ?		
= (340 - modèle 0) : 40		
= (340 - 20) : 40 = 8		
→ Modèle 8		

Figure 7. Exemple de production d'élève (grade 9) à évaluer

Du point de vue des chercheurs, l'objectif était d'amener les enseignants à prendre conscience de la manière dont la pensée algébrique se manifeste dans ce type de problème : celle-ci consiste en effet à effectuer des opérations impliquant des quantités indéterminées (Radford, 2014). Dans cette production, même si l'usage de lettres variables n'apparaît pas, les élèves ont développé une pensée algébrique pour généraliser la régularité observée dans la suite de nombre. En effet, ils mettent bien en évidence le fait que, pour généraliser, il faut partir du modèle 0 (dont la hauteur mesure 20 cm) et multiplier le numéro du modèle par 40. Cette production montre également qu'il est tout à fait possible de répondre à la question 3 (trouver le numéro du modèle dont la hauteur vaut 340 cm) sans mobiliser le symbolisme algébrique formel (résolution d'une équation du 1^{er} degré à une inconnue).

4.3.1. Présentation de la vignette 3

Répartis en trois équipes, les 9 enseignants sont très rapidement entrés dans la tâche et leurs analyses de la production ont été assez différentes selon les groupes. Un premier groupe d'enseignants a proposé la note de 4/10 à cette production, en expliquant que cette démarche était chaotique : il manque la formule, elle est très intuitive et ces élèves ne résolvent pas l'équation au sens algébrique du terme. Un deuxième groupe a proposé la note de 7/10 en considérant que le groupe n'a pas utilisé la formule mais n'est pourtant pas loin du but : il suffisait qu'il remplace le modèle 0 par 20 et qu'il remplace le nombre 1 ou 10 par la lettre n pour obtenir une généralisation algébrique tout à fait correcte. Enfin, le troisième groupe a proposé la note de 9/10 en considérant que ces élèves avaient sans doute très bien compris

comment gérer ce problème puisqu'ils n'ont pas eu besoin d'écrire une formule ou de résoudre une équation pour répondre correctement aux questions. Après ce travail en équipes, une mise en commun a été organisée en vue de confronter les différents points de vue. Un représentant de chaque équipe a alors présenté l'analyse réalisée et les chercheurs ont conclu l'activité en mettant en évidence le fait que raisonner de manière algébrique n'impliquait pas nécessairement l'utilisation du symbolisme formel : c'est plutôt la capacité d'élaborer des raisonnements impliquant des quantités indéterminées qui fait la spécificité de la pensée algébrique. Symboliser algébriquement leurs démarches est loin d'être simple pour les élèves et nécessite donc des approfondissements, si l'on veut permettre aux élèves de mobiliser leurs acquis techniques (en l'occurrence ici, la résolution d'équations) dans ce type de problème.

Cette activité d'évaluation de démarche d'élèves a permis aux enseignants d'investiguer les caractéristiques de la pensée algébrique : au-delà de la tâche proposée qui nécessitait d'attribuer une note à des productions, le débat des uns et des autres s'est rapidement orienté vers l'analyse de la dimension algébrique de la production de cet élève et l'avis des enseignants n'est pas unanime sur ce sujet : en effet, seule une équipe sur les trois reconnaît la dimension algébrique du raisonnement, en mentionnant qu'il ne manquait finalement pas grand-chose pour parvenir à modéliser algébriquement la relation envisagée.

4.3.2. Analyse de la vignette 3 à la lumière des concepts d'objet frontière et courtage en connaissances

L'activité d'évaluation de productions d'élèves a permis aux enseignants d'engager des réflexions profondes sur les démarches mises en œuvre par les élèves. L'analyse du raisonnement de ces derniers a en effet constitué le point central des discussions. Ce travail a en outre fait émerger des divergences de point de vue quant aux caractéristiques de la pensée algébrique, divergences exacerbées sans doute par le fait que les élèves avaient une expérience algébrique non négligeable : l'utilisation du symbolisme formel était donc sans doute un attendu de plusieurs enseignants. Ce sont bien des connaissances issues de la recherche qui ont été travaillées dans cette activité : les enseignants ont eu l'occasion de prendre conscience à la fois de la pertinence des démarches élaborées par les élèves mais aussi de la difficulté qu'ont ces derniers de mobiliser le symbolisme algébrique. Contrairement à ce qu'ils pensaient lorsqu'ils ont adapté le problème, les enseignants ont en outre pu constater qu'il n'était pas nécessaire d'avoir recours au symbolisme algébrique pour répondre à la question 3 du problème (trouver le numéro du modèle dont la hauteur est donnée). Les chercheurs ont pu prendre conscience de l'ambiguïté de ce type de problème aux yeux des enseignants, malgré les discussions déjà développées lors des deux premières séances de formation : si ces derniers peuvent reconnaître la

pertinence du raisonnement développé par les élèves, la dimension algébrique de la démarche n'est reconnue que par une minorité.

Dans cette activité, le courtage en connaissances a, dans un premier temps, été pris en charge par les enseignants eux-mêmes : en étant plongé dans une pratique du quotidien qui consiste à évaluer des productions d'élèves, ceux-ci ont pu analyser en profondeur les démarches et se questionner quant à la pertinence de celles-ci dans le cadre du problème étudié. Le travail en équipes, prolongé par une confrontation d'idées, a permis un échange autour de ce qu'est la pensée algébrique et des difficultés que rencontrent les élèves à symboliser une telle pensée par l'algèbre.

La mise en commun des discussions s'inscrit *a minima* dans une activité de traduction puisque la recherche de sens a été au cœur de la réflexion. Elle a en outre clairement amorcé une activité de transformation, dans la mesure où des intérêts conflictuels ont pu être mis en évidence. En effet, seul un des trois groupes d'enseignants reconnaît la présence d'une pensée algébrique. Nous pouvons également considérer que la mise en commun des échanges a provoqué une modification des connaissances des chercheurs : ceux-ci ont en effet pu prendre conscience de la diversité des avis des enseignants concernant la valeur algébrique d'une production n'impliquant pas l'utilisation du symbolisme formel. En revanche, il n'est pas possible de garantir que les enseignants ont également modifié leurs connaissances : en effet, nous ne disposons pas de données permettant de considérer que les enseignants ont internalisé cette dimension de la pensée algébrique, qui n'implique pas nécessairement l'utilisation du symbolisme algébrique formel. Des informations complémentaires relevées auprès des enseignants, auraient donc été utiles pour pouvoir qualifier l'activité décrite dans cette vignette de transformation.

5. Discussion

Comment aider les enseignants à intégrer, dans leurs pratiques de classe, des tâches cohérentes avec les résultats de la recherche ? Beaucoup de chercheurs s'accordent à penser qu'une simple diffusion de tâches porteuses auprès des enseignants ne permet pas d'améliorer significativement leurs pratiques (Goigoux, Renaud & Roux-Baron, 2020 ; Hamre et al., 2012 ; Wilkie, 2017).

Dans le domaine algébrique, le programme de développement professionnel des enseignants appelé « Cycle de la résolution de problèmes » s'ancre dans l'exploitation d'un problème riche pour développer la pensée algébrique des élèves. Afin de stimuler le développement professionnel des enseignants, ce programme suggère de développer les connaissances pour enseigner en exploitant, durant la formation, des documents (vidéos ou écrits) directement recueillies dans les classes des enseignants participant au programme.

Un tel programme impose donc un travail de transposition de savoirs issus de la recherche en savoir pour agir en classe, travail nécessitant des interactions entre enseignants et chercheurs.

La recherche présentée dans cet article visait à étudier ce travail de transposition de savoirs, en s'appuyant sur le modèle de la transposition didactique (Arzarello et al., 2014). Plus précisément, nous avons étudié les interactions entre les chercheurs et les enseignants dans le cadre d'une réflexion sur trois objets frontières suscitant particulièrement ces échanges : la réécriture du problème par les enseignants (vignette 1), les interventions des enseignants face à des raisonnements inattendus d'élèves (vignette 2) et l'évaluation de la qualité du raisonnement produit par un groupe d'élèves (vignette 3).

Cette étude exploratoire et descriptive présente une série de limites. Tout d'abord, ce programme concernait un public très restreint puisque seuls 9 enseignants ont participé à l'expérience. Alors que les concepteurs du programme estiment nécessaire que les enseignants participent à plusieurs réitérations du programme pour que les effets se fassent ressentir (Koellner et al., 2011), nous avons choisi de focaliser l'attention sur la première mise en place du programme. De plus, les analyses se sont centrées sur l'ensemble des participants : les réactions de chacun auraient également pu être explorées en vue d'affiner encore les constats.

Au-delà de ces limites, les tendances qui se dégagent de cette étude nous ont permis de documenter le processus de courtage en connaissances en identifiant trois types d'échanges autour des objets frontières : le transfert, la traduction et la transformation.

La première vignette présentée a permis de décrire une activité de transfert. Celle-ci s'est matérialisée lorsque les enseignants ont adapté l'énoncé du problème en vue de l'utiliser en classe. Si ce travail a suscité des interactions entre enseignants qui ont eu l'occasion de combiner leurs idées respectives dans le cadre de la réécriture de l'énoncé, le regard des chercheurs sur le travail réalisé par les enseignants n'a pas réellement fait l'objet d'échanges entre les deux groupes de partenaires.

La deuxième vignette fait état d'un partage de réflexions entre chercheurs et enseignants : l'activité a favorisé un travail de traduction entre les différents partenaires. Dans la troisième vignette, les échanges ont suscité davantage de débats renforcés sans doute par le fait qu'un intérêt conflictuel a pu émerger : il concerne l'identification du caractère algébrique d'une production, malgré l'absence d'un symbolisme algébrique formel. En effet, d'après les résultats de recherches actuelles en algèbre, les chercheurs considèrent que le travail sur le problème permet le développement d'une pensée algébrique (İmre & Akkoç, 2012 ; Radford, 2014 ; Riviera, 2013 ; Warren et al., 2016 ; Kieran et al., 2016). Les élèves sont en effet parvenus à développer des raisonnements impliquant des quantités indéterminées.

Cet intérêt n'est reconnu finalement que par un des trois groupes d'enseignants. Si cette divergence de points de vue n'a pas réellement débouché sur un consensus commun ou un accord explicite des deux partenaires, il n'est toutefois pas exclu que la confrontation de points de vue divergents ait permis aux enseignants d'internaliser cette nouvelle connaissance liée à la pensée algébrique. En ce sens, les discussions analysées dans cette troisième vignette se rapprochent, selon notre point de vue, d'une transformation.

On peut penser que le cadre institutionnel lié à ce programme de formation (trois demi-journées organisées sur l'analyse d'un problème) a limité les possibilités de courtage en connaissances. En effet, ce programme était uniquement centré sur l'approfondissement d'un problème considéré comme porteur dans la littérature de recherche et devait se clôturer au bout de trois séances. Il n'était pas prévu d'amener les enseignants à revoir en profondeur la planification de leur enseignement algébrique, ce qui est sans aucun doute une étape importante pour réellement permettre une amélioration significative de leurs pratiques (Grugeon, Pilet, Chenevotot, & Delozanne, 2012).

6. Conclusion

Les résultats soulèvent plusieurs réflexions.

Si les analyses présentées ont permis d'identifier le rôle d'objets frontières dans les échanges entre enseignants et chercheurs autour des connaissances pour enseigner, le rôle du courtier en connaissances mériterait des approfondissements complémentaires. En effet, nous avons pu constater que ce rôle pouvait tantôt être tenu par un chercheur, tantôt par un enseignant, mais les actions réellement porteuses pour favoriser les échanges entre les deux groupes d'intervenants restent largement sous-documentées. Et dans ce programme, il semble que davantage de mises en relations entre les deux groupes d'intervenants auraient pu avoir lieu pour approfondir encore la richesse des échanges en débouchant en particulier sur des pistes d'action faisant sens pour les enseignants.

Les résultats questionnent également la valorisation des savoirs issus de l'action. En effet, en sélectionnant des documents provenant de l'exploitation en classe du problème, les chercheurs ont avant tout été soucieux de faire en sorte que ces documents offrent des possibilités pour approfondir les connaissances des enseignants. Il nous semble que ce type de dispositif de formation pourrait également encourager les enseignants à relever, par eux-mêmes, des extraits qu'ils jugent significatifs. Les chercheurs pourraient alors analyser ces supports, en vue de voir comment ils pourraient contribuer à approfondir les connaissances issues de la recherche. Un tel travail pourrait permettre de faire en sorte que les préoccupations des enseignants soient également en cœur des échanges organisés en formation.

Plus globalement, cette étude met en évidence l'intérêt de favoriser dans la formation à l'enseignement des mathématiques, une meilleure articulation entre les savoirs issus de la recherche et ceux issus de l'expérience des enseignants : celle-ci paraît en effet indispensable pour une utilisation efficace des connaissances issues de la recherche dans la pratique enseignante.

Bibliographie

- ARZARELLO, F., ROBUTTI, O., SABENA, C., CUSI, A., GARUTI, R., MALARA, N., & MARTIGNONE, F. (2014). *Meta-didactical transposition: A theoretical model for teacher education programmes*. In *The mathematics teacher in the digital era* (pp. 347-372), Springer, Dordrecht.
- BALL, D. L., THAMES, M. H. & PHELPS, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special. *Journal of teacher education*, 59(5), 389-407.
- BORKO, H., FRYKHOLM, J., PITTMAN, M., EITELJORG, E., NELSON, M., JACOBS, J., KOELLNER, K., & SCHNEIDER, C. (2005). Preparing teachers to foster algebraic thinking. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 37(1), 43-52.
- CHEVALLARD, Y. (1991). *La transposition didactique*. La pensée sauvage.
- DRISCOLL, M. (1999). *Fostering Algebraic Thinking: A Guide for Teachers, Grades 6-10*. Heinemann.
- GOIGOUX, R., RENAUD J., & ROUX-BARON, I. (2020). Comment influencer positivement les pratiques pédagogiques de professeurs expérimentés ? In B., Galand, & M., Janosz (Eds.), *Améliorer les pratiques en éducation*. (pp.13-22). Presses universitaires de Louvain.
- GRUGEON, B., PILET, J., CHENEVOTOT, F., & DELOZANNE, E. (2012). Diagnostic et parcours différenciés d'enseignement en algèbre élémentaire. *Recherches en didactique de mathématiques, Enseignement de l'algèbre, bilan et perspectives, hors série*, 137-162.
- HAMRE, B.K., PIANITA, R.C., BURCHINAL, M., FIELD, S., LOCASALE-CROUCH, J., DOWNER, J.T, ..., & SCOTT-LITTLE, C. (2012). A Course on Effective Teacher-Child Interactions: Effects on Teacher Beliefs, Knowledge, and Observed Practice. *American Educational Research Journal*, 49(1), 88-123.
- İMRE, S. Y., & AKKOÇ, H. (2012). Investigating the development of prospective mathematics teachers' pedagogical content knowledge of generalising number patterns through school practicum. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 15(3), 207-226.

- KIERAN, C., PANG, J., SCHIFTER, D., & NG, S. F. (2016). *Early algebra: Research into its nature, its learning, its teaching*. Springer Nature.
- KOELLNER, K., JACOBS, J., BORKO, H., SCHNEIDER, C., PITTMAN, M. E., EITELJORG, E., & FRYKHOLM, J. (2007). The problem-solving cycle: A model to support the development of teachers' professional knowledge. *Mathematical thinking and learning*, 9(3), 273-303.
- KOELLNER, K., JACOBS, J., & BORKO, H. (2011). Mathematics Professional Development: Critical Features for Developing Leadership Skills and Building Teachers' Capacity. *Mathematics teacher education and development*, 13(1), 115-136.
- LANNIN, J. K. (2005). Generalization and justification: The challenge of introducing algebraic reasoning through patterning activities. *Mathematical Thinking and learning*, 7(3), 231-258.
- LIN, F. L., & ROWLAND, T. (2016). Pre-service and in-service mathematics teachers' knowledge and professional development. In *The second handbook of research on the psychology of mathematics education* (pp. 481-520). Brill Sense.
- MONOD-ANSALDI, R., VINCENT, C., & ALDON, G. (2019). Objets frontières et brokering dans les négociations en recherche orientée par la conception. *Education didactique*, 13(2), 61-84.
- MUNEROL, L., CAMBON, L., & ALLA, F. (2013). Le courtage en connaissances, définition et mise en œuvre : une revue de la littérature. *Santé publique*, 25(5), 587-597.
- RADFORD, L. (2014). The progressive development of early embodied algebraic thinking. *Mathematics Education Research Journal*, 26, 257-277.
- RIVERA, F. D. (2013). *Teaching and learning patterns in school mathematics: Psychological and pedagogical considerations*. Springer.
- WARREN, E., TRIGUEROS, M., & URSINI, S. (2016). Research on the Learning and Teaching of Algebra. In A. Gutiérrez, G. Leder, & P. Boero (Eds), *The Second Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education. The journey continues* (pp. 73-108). Sense Publishers Rotterdam.
- WILKIE, K. J. (2017). The challenge of changing teaching: investigating the interplay of external and internal influences during professional learning with secondary mathematics teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 22(1), 95-124.

ISABELLE DEMONTY

Université de Liège

isabelle.demonty@uliege.be

CECILE ALLARD, MAIRA MAMEDE

ÉTUDE DES CONDITIONS NÉCESSAIRES POUR FAVORISER L'EXERCICE DE LA VIGILANCE DIDACTIQUE DES FORMATEURS EN FORMATION INITIALE CIBLÉE SUR LES LIENS ENTRE APPORTS THÉORIQUES ET PRATIQUES EN CLASSE

Abstract. *Study of the conditions necessary to promote the awakening of didactic vigilance for primary school teachers undergoing initial training.* This article is based on the definition of teachers' didactic vigilance in order to consider the conditions of the trainer's vigilance in the initial training of primary school teachers assigned to kindergarten. We associate the exercise of a certain vigilance of the trainer with the improvement of the link between theory and practice in the trainees. The exercise of VDT requires particular conditions to grasp the needs of the trainees to this end, we have developed a training scenario that we describe. We analyse the data produced by its implementation.

Keywords. prospective teacher training, didactic vigilance, preschool, teacher practices, mathematics

Résumé. Cet article s'appuie sur la définition de la vigilance didactique des enseignants pour penser les conditions de celle du formateur en formation initiale des enseignants du premier degré, affectés en maternelle. Nous associons l'exercice d'une certaine vigilance du formateur à l'amélioration au lien entre théorie et pratique chez les formés. L'exercice de la VDF exige des conditions particulières pour saisir les besoins des formés. À cette fin, nous avons mis au point un scénario de formation que nous décrivons. Nous analysons les données produites par sa mise en oeuvre.

Mots-clés. formation initiale, vigilance didactique, école maternelle, pratiques enseignantes, mathématiques.

Cette recherche, menée de 2017 à 2019, auprès d'enseignants débutants professeurs des écoles, vise l'étude des conditions qui favorisent les liens entre les apports des cours en didactique des mathématiques et en sociologie de l'éducation et leurs opérationnalisations sur leur lieu de stage, compte tenu des connaissances des formateurs, dans cet article nous nous centrons sur les aspects didactiques.

En France, à la suite de l'obtention du Concours de Recrutement des Professeurs des Ecoles (CRPE), les étudiants sont soumis à une obligation de formation en

alternance¹ en INSPE (Institut Supérieur du Professorat et de l'Éducation). Cette alternance est promue pour assurer une meilleure articulation entre formation et pratique professionnelle. Broccolichi, Joigneaux et Mierzejewski (2018) montrent qu'elle se vit le plus souvent comme une juxtaposition mettant en concurrence des temps sur le terrain et des temps de formation. La difficulté pour les Étudiants Formateurs Stagiaires (EFS) à concilier les attentes de la formation et les exigences de l'exercice du métier dans le cadre du stage contribue à expliquer une plainte très ancienne (Paquay et al., 1996 ; Perrenoud et al., 2008 ; Altet et al., 2013), et pourtant toujours d'actualité, relevant d'une tension entre théorie et pratique. Souvent perçue comme une critique par les formateurs, cette plainte nous semble mériter d'être entendue comme une demande de formation : il s'agit d'accompagner l'articulation entre les savoirs académiques et didactiques exposés et leurs utilisations effectives en classe lorsque c'est possible. Le formateur est le pivot pouvant faciliter cette articulation à condition qu'il comprenne ce qui se joue dans les stages des étudiants.

Or, Butlen et Masselot (2018, 2019) soulignent à quel point construire des formations en assurant à la fois la transmission et l'articulation des savoirs académiques et des pratiques effectives est complexe. Cela implique, pour les formatrices² que nous sommes, d'être en mesure d'identifier ce qui reste à la charge des EFS pour assurer cette articulation et en particulier pour saisir comment ils mobilisent ou non les connaissances en jeu. En effet, les informations que nous avons sur les pratiques effectives de nos étudiants sont restreintes au travail de préparation écrit ou à leurs récits *a posteriori* de leur séance. Leurs analyses sont souvent binaires et distinguent des séances qui « marchent » de celles qui « ne marchent pas ». Pour nous, ces récits sont insuffisants car ils véhiculent des restitutions appuyées sur leurs ressentis. Pour les dépasser nous avons besoin d'objectiver nos regards et les leurs sur leur pratique professionnelle dans et hors la classe.

Nous présentons un scénario déployé en formation initiale auprès de EFS de l'académie de Créteil affectés en maternelle qui préparent et enseignent des mathématiques en maternelle. Nous montrons comment nous pensons rendre possible des liens entre pratiques des EFS et éléments de cours. Il s'agit de respecter certaines conditions :

¹Nous expliquons les modalités d'alternance plus loin dans le texte. Les EFS sont en responsabilité à mi-temps sur la durée de l'année scolaire dans un même établissement.

² Nous utilisons le mot *formatrices* lorsque nous parlons de nos propres pratiques d'enseignantes-chercheuses et le mot *formateur* de manière plus générique.

- disposer de suffisamment d'informations sur les lieux de stages et sur les connaissances déjà-là des étudiants ;
- analyser ces informations de manière à cerner ce qui est commun au plus grand nombre des étudiants, que nous nommons *zone proximale de développement professionnel* ;
- s'appuyer sur ces analyses en formation pour illustrer et articuler les connaissances didactiques et les pratiques enseignantes.

Tous ces éléments participent aux conditions pour permettre l'exercice de la VDF du formateur

1. Spécificités de l'académie de Créteil : comprendre et mieux appréhender globalement notre public

Avant de présenter notre cadre théorique, nous donnons quelques précisions sur le contexte et le public de notre étude qui orientent nos choix de formatrices.

1.1. Une académie déficitaire et peu sélective en termes de recrutement

L'académie de Créteil est caractérisée par un très fort pourcentage de réseaux d'éducation prioritaire (REP) : 10,8% des écoles en REP+ et 24,2% en REP, alors que ce pourcentage est respectivement de 6,5% et 11,5% en France métropolitaine (MEN-DEPP, 2020). C'est aussi une académie démographiquement dense, avec 487 574 élèves dans le primaire, soit plus de 8% de la population scolaire du primaire de toute la France, ces élèves sont très majoritairement scolarisés dans l'enseignement public (93,7%).

Une autre particularité de l'académie est de proposer depuis 2015 deux concours de recrutement la même année, dont l'un est en décalé des épreuves nationales. Le nombre de places cumulées aux concours des Professeurs des Ecoles (PE) est très élevé (1850 postes en 2018 et 2040 en 2019³). Le second concours est plus sélectif que le premier : les candidats provenant d'autres académies moins déficitaires ont un niveau académique plus élevé. Plusieurs raisons expliquent cette nécessité de deux concours : la forte demande liée aux caractéristiques démographiques indiquées, le besoin de combler des départs massifs à la retraite, et enfin l'insuffisance du vivier local de candidats au CRPE. Cette difficulté à recruter impacte directement la sélectivité du concours. En effet, pour la session 2017, le taux de réussite du premier concours externe était supérieur à 60% (MEN-DEPP

³ <https://www.devenirenseignant.gouv.fr/cid132503/donnees-statistiques-crpe-2018.html> et <https://www.devenirenseignant.gouv.fr/cid143546/donnees-statistiques-crpe-2019.html>

2018). La contrepartie de la faible sélectivité est justement un seuil d'admission bas⁴. L'augmentation du nombre de postes n'a cependant pas suffi à le rendre plus attractif : 1,5 candidats présents pour chaque poste à Créteil, pour un ratio de 2,6 au niveau national (ibid.).

Malgré cela, tous les postes offerts au concours ne sont pas pourvus⁵, si bien que le recours aux candidats inscrits sur les listes complémentaires y est fréquent et en particulier à ceux de la liste complémentaire du concours supplémentaire. Depuis 2015, les deux concours ont permis de combler ce déficit chronique et de renouveler le corps enseignant à hauteur d'environ 2000 enseignants tous les ans. De fait, 29% des enseignants titulaires de l'académie de Créteil ont moins de 5 ans d'ancienneté. (MEN-DEPP, 2020)⁶.

1.2. Les diplômes universitaires : une formation allégée pour un public spécifique d'étudiants fonctionnaires stagiaires

1.2.1 Former des étudiants en reconversion professionnelle

Le cadrage de la formation initiale des enseignants est national, par une circulaire qui en spécifie les modalités⁷, les EFS exercent dans une classe à mi-temps. L'organisation de ce mi-temps est à la charge des INSPE en accord avec le Rectorat. Elle varie selon les académies.

Notre recherche a été menée auprès d'un public spécifique d'EFS. Ils ne sont pas tenus de valider un Master Métiers de l'Enseignement de l'Éducation et de l'Enseignement (MEEF1) car ils disposent d'un diplôme de certification équivalent (bac+5) ou bien en sont dispensés, comme les parents de plus de trois enfants ou les sportifs de haut niveau.

Ces EFS, inscrits dans un Diplôme Universitaire (DU), sont appelés de manière raccourcie les DU⁸. Dans l'académie de Créteil, ils représentent jusque 50 % des EFS (vs 30% selon la moyenne nationale, MEN-DEPP, 2018). Il s'agit le plus souvent d'un public en reconversion professionnelle, avec une moyenne d'âge plus

⁴ De 7,5/20, alors qu'il peut être supérieur à 13/20 dans les académies les plus sélectives.

⁵ 26% des postes ouverts au concours externe n'ont pas été pourvus en 2017

⁶ Ces six dernières années, l'INSPE de Créteil a reçu entre 1900 et 2400 EFS par an, répartis dans les trois départements de l'académie, la Seine-et-Marne (77), la Seine-Saint-Denis (93) et le Val de Marne (94).

⁷ <https://www.education.gouv.fr/bo/19/Hebdo16/MENF1908346C.htm>

⁸ Les données concernant la caractérisation du public ont été fournies par l'INSPE de Créteil.

élevée que les étudiants stagiaires inscrits en deuxième année de MEEF 1, appelés les M2. Les étudiants DU suivent une formation « allégée » : ainsi le volume des heures de formation est réduit à 50 % des 303 heures du M2, il y a moins d'évaluations et on note l'absence d'un mémoire⁹.

Pour les années universitaires 2018-2019 et 2019-2020, qui concernent notre étude, la moyenne est de 34 ans pour les étudiants DU (cf. annexe 1, graphique 4)¹⁰. Pour comparaison, au niveau national l'âge moyen les étudiants M2 était de 25,6 ans (MEN-DEPP, 2018). Une plus grande dispersion de l'âge est également observée chez les étudiants DU de l'académie de Créteil, ils ont entre 21 et 57 ans au début de la formation, dont la moitié entre 28 et 40 ans.

C'est donc un public très hétérogène en âge, ce qui dénote des différences importantes en termes de formation et d'expérience professionnelle préalables. De plus, pour les étudiants DU l'arrivée dans le métier enseignant relève souvent d'une démarche de reconversion, motivée aussi bien par des raisons professionnelles que personnelles. Le suivi de ce public en reconversion va être l'occasion de (re)découvrir l'école après la réussite au concours. En particulier, les expériences plus ou moins anciennes de ces étudiants en tant qu'élève ou de parent d'élèves sont à prendre en considération pour amorcer un changement de posture et de rapport au métier qui nous semble nécessaires.

1.2.2 Un démarrage sans formation : former à partir d'un stage en responsabilité en maternelle

Dans le département dans lequel nous exerçons, les groupes d'étudiants en DU sont constitués en fonction des niveaux de classe dont ils ont la charge. Ceux de notre étude sont tous affectés dans une classe de maternelle¹¹. Leurs modalités de stage sont propres à certains départements de l'académie de Créteil. Dès la rentrée, les stagiaires sont dans les classes, l'alternance avec la formation ne débute qu'après ces trois premières semaines en responsabilité. Elle s'organise ensuite à raison d'une semaine sur deux entre fin septembre et janvier et ensuite sur des périodes de quinze jours à partir de la mi-janvier. Deux EFS se partagent la même classe en exerçant ensemble les trois premières semaines, puis en alternance sur des périodes d'une ou

⁹ Nous les appelons DU dans la suite du texte bien qu'ils soient des EFS-DU

¹⁰ Sur les six dernières années, entre 2015-2016 et 2020-2021, à l'INSPE de Créteil, la moyenne d'âge est de 31 ans pour tous les étudiants de deuxième année, 34 ans pour les DU et 28 ans pour les EFS MEEF 2 (graphique 5, annexe 1).

¹¹ Ce qui est également une spécificité de notre contexte d'exercice, et pas généralisable à tous les départements de notre INSPE et encore moins à tous les autres INSPE.

deux semaines. Aucun titulaire ne travaille dans la classe¹². Par conséquent, l'entrée dans le métier des DU est peu soutenue par la formation, en termes de volume horaire, et peut conduire ces étudiants à s'appuyer davantage sur leurs croyances personnelles ou bien sur des doxas¹³ véhiculées dans le milieu professionnel.

1.2.3 Former en tenant compte des contraintes et de la spécificité du public

Notre questionnement principal porte sur les modalités d'accompagnement de ce public spécifique et en particulier sur la manière de mieux l'aider à mettre en relation les apports de la formation et leur contexte d'exercice professionnel. Pour nous, c'est là un véritable enjeu de formation et de recherche, les DU sont soumis à un faisceau de contraintes dont certes certaines sont communes avec les autres stagiaires mais dont certaines sont spécifiques voire défavorables. Du fait de ce cumul de difficultés, il peut y avoir un « effet de loupe » justifiant notre intérêt scientifique. Nous défendons dans cet article la thèse suivante : compte tenu des conditions d'entrée dans le métier, l'articulation entre les expériences de stage et les contenus de la formation ne semble possible qu'à la condition que les formateurs sachent comment les enseignants stagiaires pensent, préparent et font la classe pour s'appuyer dessus en formation.

Dans la partie suivante, nous allons présenter des éléments de nos appuis théoriques qui fondent la mise en place d'un scénario de formation, pensé pour travailler les pratiques et les liens entre les apports de contenus mathématiques et sociologique (moins développé dans ce texte) dans les classes des stagiaires.

2. Appuis théoriques et questions de recherche

Dans un premier temps, nous revenons sur les doxas professionnelles auxquelles les débutants sont confrontés dès leur entrée dans le métier et qui pèsent sur nos formations, tout particulièrement quand ils exercent en maternelle, nous supposons que nous allons les rencontrer et être conduites à les déconstruire. Nous présentons ensuite le concept de vigilance didactique (Charles-Pézard, 2010) utilisé dans les analyses de pratiques en mathématiques des professeurs des écoles, pour ensuite

¹² Cette modalité de mise en stage n'est pas généralisable à tous les INSPE de France. En France, le nombre de jours de stage est fixé, mais les modalités de l'alternance sont variables selon les académies, voire selon les départements au sein d'une même académie. Elles peuvent se faire selon une rotation de 3 semaines / 3 semaines, ou deux jours / deux jours, ou...

¹³ D'après le dictionnaire Robert, l'ensemble des opinions communes aux membres d'une société et qui sont relatives à un comportement social, reçues sans discussion comme évidentes.

l'étendre à une vigilance didactique qui se situerait du côté des pratiques des formateurs.

2.1 Les pratiques des débutants en maternelle

Les EFS font des vœux pour leur affectation mais ces derniers sont pris en compte en fonction des berceaux de stage et de leur classement au concours. L'affectation en maternelle est plus souvent subie que souhaitée. Un stage en cycle 1 est source de déstabilisation pour les débutants notamment à cause du jeune âge des élèves, mais également par la nature des savoirs à enseigner, en apparence simples et pourtant complexes (Laparra & Margolinas, 2016), parfois perçus comme transparents (Laparra & Margolinas, 2008), ou comme opaques (Hersant, 2020, p 25). Si le terme varie, les auteurs se rejoignent sur la nature invisible de ces savoirs. Ils sont ainsi souvent naturalisés¹⁴, perçus par les enseignants comme résultat d'un processus de « *maturation* de l'élève sans qu'une intervention de leur part soit nécessaire voire souhaitable » (De Redon & Margolinas, 2008, p. 2). Hersant (2020) ajoute que la construction de ces savoirs est tout particulièrement difficile à cerner par des débutants. De plus, l'auteure montre que les EFS ne comprennent des situations mises en place que la suite chronologique des actions sans en saisir les pertinences didactiques :

pour eux tout se passe comme si s'approprier une situation consistait à bien mémoriser les étapes de sa réalisation et les actions que les élèves doivent réaliser avec le matériel sans que cela n'induisse un questionnement sur les fonctions didactiques des étapes (Hersant, 2020, p. 28).

Elle ajoute qu'il :

paraît difficile de construire une pensée didactique rationnelle car les concepts didactiques présentés en formation seront « hors sol » et risquent simplement de se juxtaposer aux connaissances naïves déjà-là des débutants (Hersant, 2020, p. 28).

Elle conclut en expliquant que cela peut les conduire à générer des processus de différenciation passive (Rochex & Crinon, 2011) qui sont en cause dans la construction des inégalités scolaires.

Enfin, nous rejoignons les développements de Hersant à propos de la difficulté des formateurs à proposer des scénarios de formation qui ne semblent pas hors sol aux stagiaires. Former à enseigner des mathématiques en maternelle est d'autant plus difficile que les savoirs sont naturalisés par les débutants, c'est un défi supplémentaire à relever pour les formateurs et l'enjeu est de taille.

¹⁴ En tant qu'adultes, il est en effet impossible de se souvenir de certains apprentissages, tels la marche, la parole ou le dénombrement.

2.2. Les pratiques des enseignants en maternelle : entre malentendus d'enseignement et doxas professionnelles

Nous rapprochons cet article récent de Hersant (2020) d'un document plus ancien de Goigoux (1998). En effet, ce dernier pointe ce qu'il appelle les « 7 malentendus concernant les apprentissages en maternelle » (Goigoux, 1998), dans un document largement diffusé via les sites des circonscriptions¹⁵. Ce document n'est pas une publication dans une revue scientifique mais il est connu des acteurs de la profession et ce qui y est développé rejoint nos observations de formatrices. Ce texte expose des caractéristiques des pratiques enseignantes en maternelle sans les restreindre aux débutants et aux mathématiques. Nous en présentons ici un résumé en les numérotant de 1 à 7. Tout d'abord, il existe une tension entre des activités « scolaires » jugées parfois ennuyeuses et les activités ludiques (1), cela conduit alors les enseignants à proposer aux élèves des tâches en usant d'habillage « attractif » (2) qui détourne les enjeux d'apprentissage et à multiplier les tâches (3) dans des contextes différents nécessitant de nombreuses adaptations des connaissances qui sont difficiles pour des élèves. Goigoux dénonce également le fait que les activités des élèves soient réduites à leurs dimensions matérielles (4) : être en activité c'est manipuler sans que la relation didactique du matériel soit envisagée. Enfin, d'après cet auteur, les pratiques des enseignants de maternelle sont pilotées par une logique de réussite (5) : celle-ci étant perçue comme une preuve des apprentissages, l'erreur devient dès lors un symptôme de ce qui a été non appris et non mal appris. Enfin, Goigoux déplore que le langage soit réduit à un outil de communication (6) et ne soit pas envisagé comme un objet d'apprentissage, et pointe la confusion entre langue et langage (7).

Nos cours sont l'occasion de mettre en perspectives les apports de nos champs respectifs et les doxas sous-jacentes aux pratiques notamment à partir de séances d'analyse de vidéos d'enseignants débutants ou chevronnés. Nous mettons l'accent en particulier sur les tensions entre logique de réussite immédiate et logique d'apprentissage (Butlen, Peltier-Barbier & Charles-Pézard, 2002 ; Charlot, Bautier & Rochex, 1992), sur la différence entre manipulation et activité intellectuelle (Bonnéry, 2007), sur la place des erreurs dans les processus d'apprentissage (Margolinas, 1993 ; Bautier & Goigoux, 2004), sur l'importance de la dimension langagière dans les apprentissages (Bautier, 2001). Nous sommes enclines à penser que la persistance de certaines caractéristiques des pratiques identifiées fait l'écho à des doxas professionnelles. Nous partageons le constat de Rayou (2018) :

les cours dispensés en formation initiale seraient ainsi de peu d'effets sur les doxas des futurs enseignants qui sont aussi des croyances (Rayou, 2018, p. 97).

¹⁵

<http://www.i-en-elancourt.ac-versailles.fr/spip.php?article196> ou encore http://www.circoweb.net/spip/IMG/pdf/02_7_malentendus_maternelle.pdf

2.3. La vigilance didactique des professeurs des écoles

Le cadre que nous mobilisons pour décrire les pratiques enseignantes est celui de la double approche didactique et ergonomique (Robert & Rogalski, 2002). La description des pratiques des enseignants passe par la prise en compte de dimensions personnelle, institutionnelle et sociale de ces pratiques (Roditi, 2013 ; Broccolichi & Roditi, 2014) et par leur analyse selon deux composantes appelées cognitive (associée aux choix des situations et à leur organisation de celles-ci proposées aux élèves) et médiative (associée aux choix des modalités et déroulements). Il ne s'agit pas de décomposer l'activité enseignante en connaissances disciplinaires, didactiques ou encore pédagogiques, isolées, mais de prendre en compte le "caractère imbriqué des connaissances de l'enseignant" ou "l'épaisseur des pratiques enseignantes" (Butlen, Masselot & Charles-Pézard, 2003). En appui sur ce cadre théorique, Charles-Pézard (2010) explique que

exercer une certaine vigilance didactique met en jeu des connaissances mathématiques et didactiques nécessaires pour enseigner. Les connaissances mathématiques ne sont pas seulement académiques, elles doivent être finalisées pour l'enseignement. Les connaissances didactiques contribuent à une bonne perception des enjeux d'apprentissage des situations et de leur organisation en vue de l'enseignement des savoirs mathématiques. (Charles-Pézard, 2010, p. 210).

La définition de ce qu'est la vigilance didactique reste à enrichir, pour autant son exercice peut être envisagé comme la mobilisation de connaissances-en acte (Vergnaud, 1990) académiques et didactiques. Questionner l'exercice de la VD nous amène ainsi à porter une attention sur ce qui peut rendre possible "la mise en fonctionnement (des connaissances) dans l'acte d'enseigner" (Charles-Pézard, *ibid*).

Houdement et Masselot (2019) expliquent qu'analyser les pratiques en déterminant quand et comment s'exerce la vigilance didactique du professeur des écoles constitue une manière de décrire et de comprendre comment s'articulent la maîtrise des contenus mathématiques et des enjeux d'enseignement. Les savoirs intervenant dans l'exercice de la VD fonctionnent comme des « outils permettant de lire le réel » (Castela, 2008) et d'agir en lien avec les finalités de l'enseignement.

Nous allons dessiner dans la section suivante une première définition de ce que peut recouvrir l'exercice d'une vigilance didactique étendue à celle du formateur (VDF).

2.4. De la vigilance didactique des formateurs (VDF) en INSPE

Charles-Pézard pointe également les difficultés pour le formateur à faire des liens, à articuler les différentes connaissances et enjeux du travail enseignant.

Une des choses les plus difficiles en formation est de faire prendre conscience aux futurs professeurs de la dépendance entre les deux moments : préparation des séances en amont de la classe et déroulement pendant la classe. Comment faire en sorte que ce dernier soit piloté par les mathématiques, certes en tenant compte des élèves, mais

sans trop s'éloigner des apprentissages visés ? Des recherches sur la formation, sur ce qu'elle vise, sur les ingénieries à mettre en place sont nécessaires pour avancer sur toutes ces questions. (Charles-Pézar, 2010, p 246)

Houdement et Masselot (2019) étendent le concept d'exercice de la VD d'un enseignant à celui qui releverait de l'exercice de la vigilance didactique du formateur (VDF). Ces deux auteures donnent quelques exemples des préoccupations de plusieurs formateurs de statuts différents (selon leurs trajectoires en termes de diplômes ou de certifications¹⁶, d'entrée dans le métier...) travaillant dans les INSPE. Elles proposent alors cette première description de la VDF :

la vigilance didactique du formateur serait un composite d'une intention (outiller au mieux les futurs professeurs des écoles pour l'exercice de leur métier), de connaissances (cognitives) nourries par des lectures sur les pratiques des enseignants et analyse de pratiques de débutants (quelles connaissances professionnelles utiles/accessibles aux débutants, comment les repérer), de connaissances (médiatives) (quelles modalités pour faire passer ces connaissances)... sous les contraintes imposées par l'institution de formation. (Houdement et Masselot, 2019, p. 6)

Nous adoptons la définition proposée par Houdement et Masselot (ibid). En effet, pour nous, former les débutants signifie les accompagner dans l'appropriation de savoirs académiques et didactiques en pensant leur utilisation au plus près de leur contexte de stage. Plus précisément, nous ajoutons que c'est dans l'articulation des leurs besoins, exprimés ou non, de leurs attentes et de nos apports que se situent les difficultés de la formation et les possibles avancées. C'est pourquoi nous pensons indispensables de prélever des informations sur leurs pratiques et leurs connaissances afin d'utiliser nos propres connaissances pour les former.

Nous ajoutons que la connaissance des particularités du public à former contribue à mieux interpréter ces besoins et attentes et fait ainsi partie des conditions pour exercer notre VDF.

2.5. Questions de recherche

Notre étude consiste à décrire et à analyser un scénario de formation basé sur plusieurs présupposés et dont certains sont remis en chantier et testés, sous forme d'hypothèse.

¹⁶ Dans les instituts de formations se côtoient des maitres formateurs (enseignant du premier degré titulaire du Certificat d'aptitude de formateur des instituteurs et professeurs des écoles), des professeurs certifiés et agrégés dans les différentes disciplines scolaires ainsi que des enseignants-chercheurs en didactiques des disciplines, comme dans des disciplines scientifiques diverses telles que la sociologie, la psychologie, les sciences de l'éducation et de la formation ou bien la philosophie.

Nous rappelons que les trois premières semaines de septembre, les EFS ne sont pas accompagnés par des formateurs de l'Inspe si bien que se manifestent des pratiques basées sur des croyances professionnelles que nous devons identifier et prendre en compte.

Nous émettons alors l'hypothèse que, pour appuyer nos propres pratiques de formation sur les connaissances didactiques et pédagogiques, nous devons utiliser des données qui informent sur ce que font et pensent les EFS quand ils préparent et animent la classe. Autrement dit, notre hypothèse est que l'exercice de notre VDF serait assujéti à l'accès aux données concernant les pratiques des formés, données sur lesquelles nous pouvons mobiliser nos connaissances à des fins d'analyse, pour ensuite nous y appuyer en formation et faire progresser nos étudiants.

C'est pourquoi notre scénario est pensé pour organiser des aller-retours entre les apports de la formation et leurs mises en acte dans les classes. Nous avons élaboré à cette fin une démarche longue et spiralaire dans laquelle nous allons :

- contextualiser les connaissances mathématiques et disciplinaires en préparant avec les étudiants des séances d'apprentissage sur des thèmes précis, pour la classe
- identifier les variabilités et les régularités des pratiques débutantes auxquelles nous avons affaire.

C'est ce qui va permettre d'identifier les besoins et mieux répondre aux questions des formés en rendant possible des articulations entre les apports de connaissances et la pluralité des pratiques rencontrées.

3. Une méthodologie de l'étude qui croise des objectifs de formation et de recherche sur les conditions favorables à l'exercice de la VD et de la VDF

Charles-Pézarid (2011) souligne les limites des fiches de préparations pour comprendre les pratiques des enseignants débutants. En effet, ces fiches et même les récits de pratique nous semblent des données parcellaires, non situées dans l'action et peu objectivées. Nous pensons alors que l'exercice de la VDF, sur ce type de données et compte tenu du caractère réduit de la formation est difficile. Pour chaque étape du scénario de formation, nous recueillons des données que nous avons traitées en cherchant ce qui relevaient des doxas professionnelles, puis nous avons identifié des régularités de pratiques lorsque les étudiants préparent et font la classe.

3.1. Précisions sur le scénario et sur les données recueillies

Nous avons mis en place deux années de suite le scénario avec un groupe de 32 étudiants en DU (année 2018-2019) puis avec un groupe de 24 étudiants en DU

(année 2019-2020). Nous précisons que les données analysées ici sont celles de la première année du scénario, la deuxième nous ayant servi à consolider la méthodologie de travail, avec des résultats semblables.

Au total, le scénario, sur une année, est réparti sur 16h de formation. Il est intégré dans le premier semestre de formation, pendant lequel les DU suivent les différentes unités d'enseignement. Notre scénario de formation se décline en 5 temps de T0 à T4, les données alors recueillies constituent notre corpus. Par ailleurs, dans la mesure où nous nous intéressons au lien entre la formation et les éventuelles traces qu'elle laisse dans les pratiques, notre corpus est hétérogène : des éléments de discours, les fiches de préparation, les extraits vidéos et les outils d'analyse des séances par les stagiaires en DU¹⁷. Nous avons analysé ces différentes données avec une focale sur l'identification de la mobilisation des connaissances exposées en cours ou bien sur d'autres « influences » comme la présence de certaines doxas que nous avons décrites dans ce texte. Nous montrerons dans la discussion en quoi ces données nous ont permis d'exercer notre VDF en s'appuyant sur des connaissances de différentes natures.

3.2. Temps 0 : éléments sur les apports didactiques lors des séances en cours à l'INSPE

Après leurs trois premières semaines, T0 nous donne accès aux questions et/ou demandes de précisions sur des éléments de cours. Le thème de la séquence est la construction du nombre en moyenne et grande section de l'école maternelle (élèves de 4 à 6 ans), classes d'affectation de la très grande majorité de nos DU. Différents apports sont faits lors de deux cours magistraux (2h et 3h), notamment en appui sur des travaux de recherche sur l'énumération (Briand et al., 2004 ; Margolinas et al. 2015) et sur la présentation de la situation fondamentale du nombre cardinal. Pour rappel, il s'agit dans cette situation de construire une collection de garages de même quantité qu'une collection de voitures c'est-à-dire : étant donnée une collection de voitures, constituer une collection (de garages) pour avoir un garage pour chaque voiture. A partir de cette situation, moyennant un jeu sur les variables didactiques (comme l'éloignement dans l'espace puis dans le temps, l'usage ou non d'une collection intermédiaire, la possibilité de voir ou pas une des collections ...), il est possible de construire d'autres situations proches mobilisant l'usage du nombre pour désigner et mémoriser une quantité. Une possible mise en œuvre de cette situation est illustrée en visionnant, de courts extraits vidéos du CD Rom Hatier (Briand et al., 2004) montrant des élèves des classes des écoles de Talence (Corem, 1978-1998) sur

¹⁷ Même si nous avons visé un recueil le plus exhaustif possible, la mise à disposition de certaines données était soumise à l'accord des DU (notamment pour les vidéos de classe et les présentations collectives en T4).

une déclinaison de la situation fondamentale du nombre cardinal (voitures et garages). La présentation d'une telle situation est importante pour dépasser des croyances sur ce qu'est « savoir compter » et en appréhender toute la complexité. A ce stade de la formation, les interventions des DU montrent qu'ils pensent que « savoir compter » c'est « savoir réciter la suite des nombres » ou considèrent que « savoir compter » c'est « savoir utiliser la suite orale des mots-nombres pour donner le cardinal d'une collection d'objets » (dénombrer en utilisant une procédure de comptage). Bien que les connaissances liées à la récitation de la comptine numérique soient nécessaires, elles ne sont pas suffisantes pour « savoir compter ». Nos interventions proposent des apports pour montrer aux stagiaires en DU qu'à certaines conditions l'utilisation du nombre comme mémoire et représentant de la mesure d'une quantité est une réponse à un problème posé.

Les étudiants s'interrogent sur la mise en place d'une telle situation avec une classe de 30 élèves et sur la formulation ce qu'ils appellent la consigne « va chercher juste ce qu'il faut ... » afin d'éviter de poser la question « Combien te faut-il ? ». Leurs questions nous engagent lors du temps T1 à faire des apports sur le travail en atelier en maternelle (Houdement & Peltier, 1997 ; Joigneaux, 2009), et sur ce que représente l'autonomie. Puis nous expliquons ce que signifie l'usage à bon escient du nombre comme la solution au problème posé aux élèves et que poser la question « combien » revient à orienter la procédure. La question de la formulation de la consigne et de la mise en activité des élèves apparaît alors comme la préoccupation principale pour eux. Nous apportons des réponses et insistons sur l'importance de construire le nombre comme la solution d'un problème donné, à ce stade nous ne sommes pas certaines que l'exposition de cette connaissance soit perçue comme pertinente pour les stagiaires.

Nous apportons également quelques précisions sur les conditions propices aux apprentissages des élèves. Nous adoptons, comme Hersant (ibid.), les hypothèses de la théorie des situations didactiques à savoir celles d'un apprentissage par adaptation et par acculturation (Brousseau, 1998, 2012 ; Hersant, 2019). Nous partageons alors avec nos étudiants des éléments du cadre mobilisé ainsi que des outils d'analyse tels l'analyse *a priori/a posteriori*, le jeu des variables didactiques, la construction du milieu, les rétroactions du milieu ou les modes de validation. Sur ce dernier point, les EFS manifestent leur étonnement quant à la capacité de leurs élèves à valider le résultat de leurs actions. Nous interprétons alors cet étonnement comme l'expression d'une méconnaissance des capacités des élèves ou bien comme une méconnaissance didactique plus générale : la validation peut être à la charge des élèves quel que soit leur âge moyennant un choix judicieux des variables didactiques et des supports des tâches.

Enfin, ce temps se termine par la présentation des ouvrages pouvant outiller les enseignants dans leur préparation (Allard & Masselot, 2019) : *Vers les maths* (2009),

Maths à Grands Pas (2016, 2018), *Capmaths* (2015), *Mon année de maths* (2012) et *Découvrir les maths* (2015)

3.3. Temps 1 : Préparer la classe avec des pairs en s'appuyant sur des connaissances didactiques et disciplinaires lors des cours à l'INSPE

Lors de cette première séance de TD (4h), les DU préparent une séquence sur la construction du nombre cardinal en maternelle en mettant en œuvre au moins une séance présentant une situation dans laquelle une collection de même cardinal qu'une collection témoin devra être construite par les élèves. La consigne est de produire une séquence assez détaillée dans laquelle est précisée les différentes tâches et leur articulation ainsi que les supports utilisés. Nous mettons l'accent sur la validation par le matériel et par les élèves : par exemple, « s'il y a autant de bouchons que de bouteilles, et plus aucun bouchon dans mon panier alors il y a juste ce qu'il faut de bouchons ».

Lors de ce moment, les DU sont invités à se répartir en petits groupes de trois ou quatre selon leur niveau de classe. Ils peuvent à tout moment aller à la bibliothèque de l'INSPE ou bien utiliser les ouvrages mis à leur disposition. Au terme des 4 heures de travail, les groupes nous envoient leurs préparations de manière à poursuivre les échanges sur leur travail et adapter les conseils en fonction de la séquence proposée. Nous avons pris des notes de ces échanges et récupéré des informations sur le choix des manuels, sur leurs points de vigilance en adéquation ou non avec les programmes et /ou des éléments apportés en cours, sur les précisions sur les objectifs ou sur des consignes ou encore sur des éléments de mise en œuvre.

3.4. Temps 2 : Filmer la part observable de l'activité dans les classes

Ce temps du scénario se déroule en dehors de l'INSPE et n'est pas comptabilisé dans les 16 heures annoncées. À la suite de la préparation discutée en petits groupes et encadrée, et après relecture de leur projet par les formatrices, les étudiants mettent en œuvre les séances et choisissent des moments à filmer. Il est convenu que ces vidéos ne sont pas diffusées au-delà du travail avec le groupe. Les DU sont libres dans le choix des moments qu'ils filment et des extraits qu'ils souhaitent partager avec le groupe. Ces courtes vidéos constitueront le matériel pour les échanges ultérieurs (temps 3 et 4). Utiliser les vidéos en formation présente de nombreux avantages car cela contribue au travail d'élaboration et de transformation de sa propre activité (Clot et al., 2000 ; Robert et al., 2012 ; Flandin, 2015 ; Leblanc & Muller, 2015). Cependant certaines précautions sont à prendre quant à l'anonymisation et la confidentialité de tels supports. Nous avons ainsi pris soin de montrer aux stagiaires comment flouter les vidéos et nous avons donné des consignes de manière à ne pas filmer les visages des enfants mais de se concentrer un peu plus sur les gestes et les traces des activités des élèves (manipulations, travaux). Lors du

temps 4, ils reviennent sur les justifications de leurs choix en termes de contenus et de mise en œuvre.

3.5. Temps 3 : Comparer les mises en œuvre entre des étudiants des groupes de travail constitué

Par petits groupes, les étudiants en DU échangent sur leurs vidéos et les comparent avec celles des autres, dans une salle réservée à l'INSPE. Nous n'avons pas pour ce temps-là des données directes puisque ce temps se déroule en autonomie. L'objectif de ce moment est de rendre possible des discussions entre DU, sans qu'un regard expert puisse être posé sur leurs pratiques, contrairement à ce qu'ils connaissent lorsqu'ils sont observés lors des visites. A l'issue du temps de travail en autonomie, ils doivent produire une courte présentation de 4 à 5 diapositives, pour le temps (4) sur les analyses qu'ils ont faites de leurs extraits vidéos. Notre scénario de formation, facilite la comparaison et l'analyse de leurs activités. En effet, par groupe de 3 ou 4, les DU sont conduits à analyser à partir d'une préparation commune une mise en œuvre dont ils pointent certaines régularités et variabilités. Pour cela, les étudiants disposent du document (Houdement & Peltier, 1997) qui vise à outiller les étudiants dans leurs analyses par une approche didactique.

Lors de présentations, les DU expriment leur satisfaction de bénéficier de cette opportunité de travailler ensemble sans supervision et témoignent du peu d'occasion qu'ils ont de le faire.

3.6. Temps 4 : Partage des expériences professionnelles et des analyses

Ce quatrième temps clôture le scénario. Lors de cette séance (5h), chaque sous-groupe expose le résultat de ses analyses.

Cette séance de cours est riche de deux points de vue. Tout d'abord c'est au moment des exposés que les stagiaires nous donnent à voir leurs pratiques effectives, via les extraits de vidéo, les photos ou les enregistrements sonores qu'ils présentent. Ensuite, cet accès à la pratique est accompagné par leurs analyses et les éventuels outils qu'ils mobilisent pour les réaliser.

3.7. Éléments supplémentaires de méthodologie

Le scénario ainsi organisé rend possible un travail sur des données qui semblent plus objectivées. Nous souhaitons exercer notre VDF à plusieurs étapes : avant, pendant et après nos séances de travaux dirigés, afin de prélever des informations sur ce que disent et font nos stagiaires lors de nos TD, mais surtout sur ce qu'ils font lorsqu'ils sont dans leurs classes respectives. Nous cherchons plus spécifiquement à identifier ce qui résiste après la formation, à très court terme, et les connaissances en acte mobilisées par les DU. Pour cet article, nous nous appuierons sur le travail de

trois petits groupes de la première année, « emblématiques » de la manière dont les DU investissent le scénario. En appui sur nos prises de notes, les transcriptions des vidéos transmises et les analyses réalisées après les séances nous avons identifié les trois groupes suivants. Les groupes A et C essaient d'opérationnaliser les apports de la formation et sont moins enclins à tomber dans les malentendus de l'enseignement en maternelle (Goigoux, 1998), tandis que le groupe B résiste davantage aux apports de la formation et a plus de difficultés à se détacher de certaines doxas. Pour chacun de ces groupes, lorsque nécessaire, nous mobiliserons des éléments présents dans les extraits vidéos qu'ils ont choisis de présenter : Salomé pour le groupe A, Christian pour le groupe B et Marine pour le groupe C.

4. Présentation des analyses et de nos résultats

L'analyse des données recueillies de la préparation à l'analyse de la préparation, nous ont conduites à identifier des tensions sur l'usage des ressources, sur le choix des activités et enfin sur les fonctions du jeu dans une situation d'apprentissage. Nous présentons nos analyses selon ces trois axes.

4.1. Compiler les activités vs penser la progressivité des apprentissages

Lors de la préparation, deux ressources sont utilisées : Capmaths (Charnay et al., 2015) et Maths à grands pas (Thomas & Hersant, 2016 ; Thomas & Hersant, 2018), un seul groupe a utilisé la situation « 10 dans le dortoir » (Valentin et al., 2001). L'ensemble des groupes ont demandé s'ils pouvaient utiliser plusieurs ressources.

Au retour de leurs trois premières semaines sans formation, les DU ne discriminent pas fin septembre les ressources présentes dans leur classe ou conseillées par leurs collègues. Nous avons déjà signalé leurs difficultés à les comprendre, ce qui les conduit à utiliser les ressources en détournant les enjeux de l'apprentissage (Allard, 2018). La plupart d'entre eux utilisent « Vers les maths » (Sautenet et al., 2009). Ils en apprécient les fiches courtes décrivant les activités mais ils regrettent le peu d'informations sur la formulation des consignes et sur la mise en œuvre des propositions dans une classe de maternelle (la mise en atelier étant souvent la norme de la modalité de travail dans cette ressource). Malgré cette « prise de risque » qui consiste à changer de ressource, au stade de la préparation (T1), nous ne voyons là alors qu'un faible appui de ce qui a été exposé en cours. Lors de ce temps, nous cherchons à voir leurs adaptations des tâches au sens de Robert et Rogalski (2002) : les éléments repris ou non à la manière dont ces éléments étaient éventuellement transformés, aux traces de la « compréhension » des intentions de l'auteur. Souvent, la progressivité des apprentissages est envisagée par les DU seulement au regard du dénombrement de collections de plus en plus importantes d'objets variés. Leur préoccupation est avant tout orientée vers la gestion de la classe, nous rapportons,

ici, leurs propos : dire la consigne, sans perdre les élèves, trouver des activités qui occupent les élèves de 15 à 20 minutes.

De plus, T1 est aussi pour eux l'occasion de témoigner de l'impossibilité de rencontrer leur binôme¹⁸ ou de la difficulté à utiliser des préparations qu'ils n'ont pas conçues. Nous comprenons alors que l'alternance une semaine/une semaine rend difficile la conception d'une séquence et sa mise en œuvre par deux EFS qui ne se concertent pas ou peu. Cette difficulté contextuelle renforce la conception qu'enseigner en maternelle c'est empiler les activités (annexe 2) et rend plus difficile la préparation de séquences composées de séances articulées entre elles.

L'un de nos objectifs, en présentant ces ressources était de les amener à comprendre les choix de leurs auteurs et de concevoir la séquence en appui sur des propositions qui semblent clé en main. Cette diversité des ressources a, au contraire, renforcé chez certains la logique de compilation d'activités.

4.2. Rendre les mathématiques attrayantes vs construction du milieu¹⁹

Les DU des groupes A et C trouvent l'ouvrage « Maths à Grand Pas » (Thomas & Hersant, 2016 ; Thomas & Hersant, 2018) attractif car coloré mais hésitent à l'utiliser car ils ne retrouvent pas rapidement les liens entre objectifs d'apprentissage et compétences à acquérir. Ils apprécient les photos nombreuses qui illustrent la mise en activité, cependant ils sont surpris de ne pas trouver la consigne (annexe 4). Or, cet ouvrage développe précisément la passation de la consigne, assurant potentiellement la dévolution de la situation. De plus, les auteurs ont fait le choix de proposer du matériel présent dans la majorité des classes maternelles et assez dépouillé (des pions, des cubes à empiler, des cartes avec des cercles dessinées sans aucun distracteur...).

C'est précisément ce qui amène le groupe B (vidéo de Christian) à écarter cet ouvrage. Ils privilégient une situation dont le contexte leur paraît plus attractif : le goûter (annexe 3) malgré nos réserves. La consigne proposée dans Cap maths GS (2015) est la suivante :

¹⁸ En assurant la responsabilité de la classe en alternance, combinée au temps de formation, les stagiaires ne se croisent ni dans les écoles, ni en formation.

¹⁹ Nous rappelons que le milieu comprend les objets matériels de la situation, les connaissances des élèves associées à ces objets mais aussi les connaissances mathématiques antérieures, il doit permettre à l'élève de s'engager dans l'action et est contraignant s'il l'oblige à construire la connaissance visée et est rétroactif s'il renvoie à l'élève des informations sur la validité de ce qu'il propose (Hersant, 2010)

Le goûter va commencer quand toutes les assiettes seront garnies. Certaines assiettes sont déjà garnies mais d'autres non. Vous allez me demander en une seule fois tous les biscuits pour mettre un biscuit par assiette. Vous allez demander juste ce qu'il faut, pas plus, pas moins. (Cap maths GS, 2015)

La transcription de l'extrait vidéo montre Christian théâtralisant le lancement de la situation (annexe 3 bis). Christian transforme en réduisant les contraintes de la consigne proposée. Il scénarise un jeu de la marchande et échange avec ses élèves « Bonjour monsieur, que désirez-vous aujourd'hui ? », utilisant le vouvoiement et variant ses formulations « Que désirez-vous manger ? Vous en voulez combien, Fatima, des biscuits ? ». Pour rendre la situation encore plus réaliste, il soigne la préparation matérielle et a découpé des photocopies d'images en couleur de gâteaux utilisées comme support de l'activité. L'habillage de la situation l'emporte au détriment de la tâche contrariant l'activité.

En choisissant de théâtraliser une activité mathématique, Christian explique qu'il essaie de poursuivre un deuxième objectif : construire des compétences langagières. Aussi, cet habillage vise, d'après les membres du groupe B, à rendre les mathématiques davantage motivantes avec une situation plus « ludique »²⁰. Nous retrouvons bien ici la prégnance de deux malentendus déjà pointés par Goigoux (1998) sur la non-distinction entre langue et langage et sur le besoin d'enjoliver des activités pour les rendre plus attrayantes. L'extrait vidéo donne à voir ce qui met en difficulté le groupe B : la tentative de combiner plusieurs enjeux d'apprentissage. Cette difficulté à saisir les enjeux ne signifie pas pour autant que les stagiaires ne perçoivent rien. Ils expriment que ça « ne marche pas » car tous les élèves étaient en réussite ce qui constitue pour eux un indicateur de non-adaptation de la situation aux enjeux d'apprentissage. C'est lors du temps T4 qu'ils établissent les liens entre la question posée « Combien de gâteaux vous faut-il ? », et le recours au dénombrement qui est suggéré par la question. De plus, le fait que les collections soient restées visibles peut également amener les élèves à mobiliser des procédures qui évitent le dénombrement. Ils comprennent que leurs adaptations indiquent la procédure à utiliser pour résoudre le problème. Le choix de leur extrait est un bon indicateur de cet éveil de la VD : ils n'ont pas les outils pour mener une analyse *a priori* mais ce retour sur la mise en actes leur permet de revenir sur leurs choix pendant de l'analyse *a posteriori*. Le scénario crée une occasion de le faire dans la mesure où l'on se donne le temps d'y revenir, seul et avec les pairs, en s'appuyant sur des traces de leurs pratiques effectives.

Les deux autres groupes suivent de très près les propositions du manuel utilisé (annexe 4). Leurs extraits vidéos montrent des élèves concentrés et prêts à agir sur

²⁰ D'après les propos recueillis de Christian.

le matériel, l'enrôlement a été effectué sans habillage et l'accent a été mis sur la manière de valider les productions par les élèves eux-mêmes.

Marine : Aujourd'hui on va faire un jeu, il s'appelle les briques rouges et les briques bleues. Je vous montre comment on fait. Attends Adil, si tu ne regardes pas tu ne sauras pas comment on fait !

Alors, je prends quelques briques rouges, et je les mets dans ma boîte. Je ferme ma boîte, je ne peux plus voir les briques rouges. Maintenant, je prends les briques bleues et je les pose devant ma boîte. [...]

Je ne prends plus de nouvelles briques et je regarde si j'ai gagné. Donc là, je peux ouvrir. Pour voir si j'ai gagné, il faut voir si j'ai fait des paires que je mette une brique rouge sur une brique bleue.

Les vidéos nous donnent la possibilité d'exercer notre VDF en nous permettant de nous appuyer sur des données un peu plus objectivées, nous avons pu alors constater les différences en termes de maîtrises et d'opérationnalisation des connaissances de DU. De plus le scénario donne la possibilité aux DU non seulement de se voir faire, mais de comparer les mises en œuvre des situations, si bien que les variations de pratiques deviennent plus saillantes. Bien que nous pointions certaines difficultés conditionnant les pratiques en maternelle, un groupe a besoin de se détacher de nos apports et d'oser montrer des extraits vidéos peu concluants en termes d'apprentissage des élèves. De ce fait, les échanges entre les DU participent à l'éveil de leur VD notamment en validant les choix avec des arguments reposant sur les potentialités d'apprentissage. Par ailleurs, nous avons pu revenir sur ce qui relève de la construction du milieu, à la charge de l'enseignant afin de ne pas le réduire à une préparation matérielle ou à un enrôlement pédagogique.

4.3. Jouer vs Valider

En formation, nous travaillons sur la place des erreurs dans les processus d'enseignement-apprentissage. Nous présentons deux fonctions des erreurs : d'une part, leur reconnaissance et leur identification par les élèves conduit à des rétroactions du milieu et, d'autre part, pour l'enseignant, l'analyse de certaines erreurs est un moyen pour identifier les connaissances potentiellement mobilisées par les élèves. Nous insistons donc sur l'importance de les repérer, de mesurer leur fréquence et de les analyser pour réguler l'activité dans la classe. À côté de ces apports, les DU reçoivent d'autres injonctions relatives au traitement des difficultés des élèves de la part d'autres formateurs qui interviennent auprès d'eux. Dès les premières visites/observations, à partir septembre, ils sont invités à proposer des « remédiations » et à mettre en place de la « différenciation pédagogique ». Ainsi, bien que nous insistions sur l'importance de la prise en compte de l'erreur dans les apprentissages, ils sont également confrontés à un discours qui exige qu'elles soient traitées rapidement : s'il faut remédier, c'est bien qu'il y a un problème !

Les groupes A et C ont choisi de montrer des vidéos des mêmes moments de l'activité : la passation de la consigne et la validation prise en charge par les élèves en appui sur le matériel. L'activité décrite dans l'annexe 4 consiste, dans un premier temps, à demander aux élèves de prélever une certaine quantité d'objets dans un tas (des jetons empilables ou des briques). Les élèves choisissent, par exemple, le nombre de jetons blancs qu'ils veulent, les déposent dans la boîte et referment la boîte. La collection de jetons blancs n'est plus visible. Dans un second temps, ils doivent prélever dans un autre tas autant de jetons gris que de jetons blancs. Si les élèves mettent un nombre au hasard de jetons blancs alors il est possible que le nombre de jetons gris soit différent. Pour valider, les élèves appariement les jetons gris sur les jetons blancs et vérifient qu'il y a autant de jetons blancs que de jetons gris.

Pour le groupe C, Marine valide ou invalide en regardant s'il reste des briques rouges dans la boîte et si les paires sont bien réalisées. « Alors Raphaël, est-ce que tu as gagné ? », l'élève ouvre la boîte et associe 4 briques rouges et 4 briques bleues, l'enseignant valide « bravo, tu as gagné ». Lorsque l'appariement exact des briques rouges et blanches n'est pas possible, elle indique « tu as perdu, il faut recommencer » et redonne les règles du jeu. L'activité semble plutôt relever d'un jeu de hasard, corroborant les analyses d'Hersant (2020). La visualisation de cet extrait lance la discussion en T4 sur la notion de jeu, sur la focale gain et perte, et sur le traitement des réussites et des erreurs.

L'extrait vidéo présenté par le groupe A (Salomé, annexe 4 bis) conduit ensuite à questionner les réussites, d'autres groupes ont d'ailleurs soumis des extraits vidéos proches de celui-là. La captation vidéo de Salomé est centrée sur les mains d'une élève : Paola.

Salomé : comment tu as fait pour gagner Paola ?

Paola : J'ai pris assez de jetons et les autres aussi.

Salomé : Est-ce que tu as compté dans ta tête ? Est-ce que tu as retenu un chiffre dans ta tête ?

Paola : J'ai rien senti.

Salomé : Tu n'as rien senti dans ta tête ? Est-ce que tu peux me dire combien tu en as pris ? Tu n'as pas compté ? Comment tu as fait pour prendre la même chose, si tu n'as pas compté ?

Salomé est surprise de la réponse de Paola qu'elle sait en difficulté et essaie de comprendre. L'enseignante s'interroge sur les réussites de son élève qui est invitée à faire plusieurs essais. Salomé ne comprend pas comment une élève qui ne sait pas énumérer gagne à tous les coups... Elle lui demande alors de dénombrer la collection des paires de jetons gris et blancs. Paola commet une erreur de pointage. Salomé identifie cette erreur de pointage et demande immédiatement à l'élève de recompter.

C'est en visionnant l'extrait vidéo que le groupe A comprend enfin la procédure de Paola. Celle-ci dépose par ligne de 3 les jetons blancs, elle obtient ainsi deux lignes de 3 jetons. Paola garde donc en mémoire la disposition spatiale des jetons et la quantité 3 qu'elle sait nommer. Dans ses essais successifs, elle associe les jetons par paquets de 2 ou de 3. Pour Salomé, une incompréhension est levée sur les réussites de cette élève. Paola ne maîtrise pas le pointage et le dénombrement mais s'appuie sur le subitizing et retient les différentes collections intermédiaires. Ces deux extraits ouvrent la discussion sur le fait que jouer et identifier un perdant ou un gagnant ne suffit pas pour apprendre, les justifications et l'observation fine des procédures des élèves sont des éléments à prendre en compte pour déterminer si les apprentissages visés sont atteints.

De manière générale, les DU cherchent des situations qui mettent les élèves en réussite : pour eux, si les élèves sont en mesure de réaliser l'activité, c'est qu'elle est à leur niveau et correspond donc aux objectifs envisagés, perception qui est confortée par la doxa associant la réussite à l'apprentissage, signe aussi qu'ils ont bien fait leur travail... un bon enseignant, c'est celui qui fait réussir ! À l'inverse, si les élèves ne réussissent pas, c'est que la situation « n'a pas marché » et qu'alors les DU n'ont pas les bons indicateurs pour apprécier le choix des situations. L'accumulation de tous ces éléments permet de mieux comprendre les stratégies déployées pour éviter que l'erreur ne se produise : sur-étayage, communication verbale, voire des interventions directes dans les manipulations des élèves... La vidéo de Salomé et ceux des autres groupes sur la même situation ont aidé les stagiaires en DU à être plus mesurés sur les liens entre réussite et apprentissage.

La manière dont les modes de validation sont intégrés dans les pratiques des DU est une des informations qui nous amène à exercer notre VDF. Salomé ne se contente pas de pointer ceux et celles qui ont gagné ou perdu, elle revient également sur les réussites qu'elle ne traduit pas en un indicateur d'« apprentissage ». Marine (annexe 4 ter) propose bien une validation par le matériel à ses élèves mais se contente de relever les réussites et les erreurs. En cas de réussite, elle demande aux élèves de mettre plus de jetons dans la boîte. Au cours de l'année 1, de nombreux groupes ont joué, voire surjoué en félicitant ceux qui avaient gagné, créant alors des tensions dans la classe. L'année 2 du scénario, nous avons alors mis en garde les DU sur la survalorisation du jeu et les avons invités à être plus mesurés. Ainsi aucun groupe n'est tombé dans « le jeu pour le jeu ».

L'exercice de notre VDF est également enrichi par la possibilité de refaire plusieurs fois de suite les mêmes apports pour réguler nos actions, de préciser un peu plus et peut être un peu mieux les attendus du travail de préparation, repérer des régularités, compléter le répertoire des cheminements cognitifs des stagiaires en DU...

5. Conclusion

Ce dispositif finalement a contribué au développement d'un regard didactique voire d'un éveil de la vigilance didactique du côté des formés et nous a permis d'exercer notre propre vigilance didactique de formatrices grâce à un accompagnement très resserré pour la mise en place d'une séquence d'apprentissage en mathématiques. Nous allons développer ces deux points dans les paragraphes suivants.

5.1 Le paradoxe de l'immédiateté

Les DU expriment le besoin d'être accompagnés dans les liens entre les apports des cours et les mises en œuvre dans leur classe. Nous avons donc répondu à ces besoins d'accompagnement par un scénario qui rend possible un travail de formation qualitativement différent d'autres scénarios habituels selon plusieurs dimensions. Pour cela, nous avons accompagné les stagiaires sur trois moments du travail de l'enseignant, ce qui nous a conduites à mieux cibler nos apports. Certaines de nos croyances de formateurs ont même été remises en question à cette occasion. Par exemple, nous pensions que montrer plusieurs ouvrages servirait à mieux cerner les avantages et les inconvénients de ces derniers, mais cela a plutôt conduit nos étudiants à vouloir un peu plus compiler les activités et tuer alors l'écologie des ressources (Chevallard, 2002). A vouloir les outiller trop rapidement sans les aider à construire eux-mêmes des critères ciblés nous avons renforcé un malentendu « faire beaucoup c'est apprendre ».

Le scénario de formation vise à modifier, en l'enrichissant, la boucle préparer/mettre en œuvre/analyser, jusqu'ici vécue dans l'urgence et soumise à l'évaluation lors des visites de classe. Les différents temps du scénario introduisent un autre rapport à cette boucle notamment grâce à de nombreuses occasions pour échanger, préparer et analyser au sein même de la formation. C'est pourquoi en répondant aux besoins immédiats des formés, paradoxalement, nous les accompagnons à sortir de l'immédiateté qui caractérise leur rapport au métier d'enseignant. Nous avons alors la possibilité de voir comment la résistance que certains expriment et les limites des apports de la formation se traduisent dans les pratiques professionnelles des débutants. Il serait naïf de penser que les étudiants sont en mesure de se saisir des apports de la formation dès les premières rencontres. Lorsque les étudiants s'appuient sur des doxas usuelles pour penser leur enseignement, ils ont besoin de ces essais infructueux dont les analyses sont nécessaires pour les dépasser. La conception spiralaire du scénario rend possible la mobilisation des apports lors des différents temps et l'identification de ce qui résiste à la formation. Ce temps long, plusieurs semaines et en moyenne 12 heures de cours sur la même notion est une des conditions pour tisser les liens entre théorie et pratique, soutenus par les ajustements réalisés par le formateur.

5.2. Précisions sur la VDF

Nous avons testé d'autres types de scénarios qui n'incluaient pas les pratiques effectives des étudiants, et nous concluons toujours, sûrement rapidement, que les étudiants ne s'appuyaient pas sur nos apports de contenus lorsqu'ils décrivaient, dans leurs évaluations, leur séquence de classe. Nous n'arrivions pas à cerner la somme des régularités de leur pratique ou bien encore leur zone de développement proximal de pratiques (Robert et al. 2015) et par conséquent nos connaissances de formateurs ne semblaient pas nous outiller. Il nous a paru aussi qu'il était difficile pour les DU d'assumer une certaine asymétrie des rôles. Bien que nous ne soyons pas enseignantes du premier degré, nous nous retrouvons à être les « experts » quant aux connaissances à mobiliser, y compris sur la gestion de classe, ce qui peut ressembler à des prescriptions et laisse peu de place aux formés pour s'exprimer.

Pour correspondre un peu plus aux besoins des DU, nous avons par exemple dû développer nos connaissances sur les conditions des usages de la vidéo en formation (Robert et al., 2012). Pour les premières vidéos, les DU nous renvoyaient néanmoins que ces classes n'étaient pas les leurs, c'est pourquoi nous avons encore plus contextualisé les exemples en nous appuyant sur de courts extraits de leurs classes. Nous avons également apporté des précisions sur la gestion de classe, et répondu à des questions très pragmatiques sur la pertinence ou non de plastifier le matériel fabriqué ou encore sur les usages de la coopérative scolaire pour acheter du matériel. Dans une certaine mesure, nous avons dû faire la preuve que notre connaissance du métier n'était pas réduite à la discipline que nous représentons ou « hors sol ».

Reprenant nos questions initiales, notre conclusion actuelle, étayée en partie par nos données, est que l'efficacité des interventions des formateurs dépend de plusieurs facteurs, déjà évoqués. Le scénario développé a permis de mieux repérer les régularités des pratiques débutantes et mieux saisir les raisons des variabilités souvent dues au poids des doxas.

Notre scénario a été construit pour répondre à nos besoins de formateurs afin de rendre disponibles nos connaissances de manière plus ciblée, plus adaptée aux véritables besoins repérés, et de minorer ainsi nos erreurs d'interprétation. C'est en cela que nous pensons que le prélèvement des informations à plusieurs moments (T1 à T4) et la mutualisation des données (T3 et T4) a contribué à ce que nous exerçons comme formateurs la vigilance didactique appropriée, qui a permis la formation conjointe des étudiants et des formateurs

Finalement, former en INSPE est un exercice difficile, voire rendu encore plus difficile depuis la succession des réformes, et, plus encore, pour des publics

particulièrement peu préparés²¹. Pour réussir à mettre en relation les apports théoriques et leur adaptation pour l'enseignement en classe, notamment maternelle, il est primordial de s'approcher au plus près du déjà-là des étudiants (Robert, Roditi et Grugeon, 2008). Pour qu'un praticien puisse exercer sa vigilance didactique, il est nécessaire de lui apprendre à mobiliser ses connaissances et à les adapter au milieu dans lequel il exerce. Il nous semble alors indispensable de rendre possible l'exercice de la vigilance didactique du formateur en lui offrant les moyens de le faire.

Bibliographie

ALLARD, C. et MASSELOT, P. (2019). Manipuler en maternelle : pour quoi faire ? De l'analyse de la ressource aux pratiques enseignantes : place et fonction de la manipulation au cycle 1. *Actes du 45^{ème} colloque de la COPIRELEM ; Manipuler, représenter, communiquer. Quelle place pour les artefacts dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques ? Blois, Juin 2018.* (p 408-420). ARPEME

ALTET, M., DESJARDINS, J., ÉTIENNE, R., PAQUAY, L. et PERRENOUD. PH. (2013). *Former des enseignants réflexifs : Obstacles et résistances.* De Boeck Supérieur.

BAUTIER, É. (2001). Pratiques langagières et scolarisation. *Revue française de pédagogie*, 137(1), 117-161.

BAUTIER, É. & GOIGOUX, R. (2004). Difficultés d'apprentissage, processus de secondarisation et pratiques enseignantes: une hypothèse relationnelle. *Revue française de pédagogie*, 148, 89-100

BONNERY, S. (2007). *Comprendre l'échec scolaire. Elèves en difficultés et dispositifs pédagogiques.* Paris : La Dispute.

BRIAND, J., LACAVE, L., M. J., HARVOUËT, M., BEDERE, D. et GOUA, D. B. V. (2004). Enseigner l'énumération en moyenne section. *Grand N*, 66. 7-22.

BROCCOLICHI, S., JOIGNEAUX, C. et MIERZEJEWSKI, S. (2018). *Le parcours du débutant. Enquête sur les premières années d'enseignement à l'école primaire.* Artois presses université.

BROCCOLICHI, S. et RODITI, É. (2014). Analyses didactique et sociologique d'une pratique enseignante. *Recherches en éducation*, 188, 39-50.

BROUSSEAU, G. (1998). *Théorie des situations didactiques.* Grenoble. La pensée sauvage.

²¹ Le modèle de la formation décrit dans cet article n'est plus le modèle actuel : une réforme de la formation a eu lieu en France en 2021.

BROUSSEAU, G. (2012). Des dispositifs Piagétien...aux situations didactiques. *Education et didactique*, 6(2), 103-129. <https://doi.org/10.4000/educationdidactique.1475> consulté le 10 mai 2021.

BUTLEN, D. et MASSELOT, P. (2018). De la recherche à la formation: enrichir les pratiques des enseignants pour favoriser les apprentissages des élèves en mathématiques. *Recherche formation*, (1), 61-75.

BUTLEN, D. et MASSELOT, P. (2019). Enjeux et modalités de formation pour les professeurs des écoles en didactique des mathématiques. *Canadian Journal of Science and Mathematics Technology Education*. 19, 91–106. <https://doi.org/10.1007/s42330-019-00048-8>

BUTLEN, D., MASSELOT, P. et CHARLES-PEZARD, M. (2003). De l'analyse de pratiques effectives de professeurs d'école débutants nommés en ZEP/REP à des stratégies de formation. *Recherche et formation*, 44, 45-61.

BUTLEN, D., PELTIER-BARBIER, M. L. et CHARLES-PEZARD, M. (2002). Nommés en REP, comment font-ils? Pratiques de professeurs d'école enseignant les mathématiques en REP: contradiction et cohérence. *Revue française de pédagogie*, 41-52.

CHARLES-PEZARD, M. (2010). Installer la paix scolaire, exercer une vigilance didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 30 (2), 197-261

CHEVALLARD, Y. (2002). Organiser l'étude. Écologie et régulation . Dans J.-L. Dorier, M. Artaud, M. Artigue, R. Berthelot & R. Floris (dir.), *Actes de la 11^e école d'été de didactique des mathématiques*. Grenoble : La Pensée sauvage, (p. 41-56).

CASTELA, C. (2008). Travailler avec, travailler sur la notion de praxéologie mathématique pour décrire les besoins d'apprentissage ignorés par les institutions d'enseignement. *Recherches en didactique des mathématiques*, 28(83), 135-182

CHARLOT, B. BAUTIER, E. et ROCHEX J. Y. (1992). *Ecoles et savoir dans les banlieues...* et ailleurs, Paris : A. Colin.

CLOT, T., FAITA, D., FERNANDEZ, G. et SELLER, L. (2000). Entretiens en autoconfrontation croisée : une méthode en clinique de l'activité, *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé* [En ligne], 2(1) mis en ligne le 01 mai 2000, consulté le 13 mai 2021. URL : <http://journals.openedition.org/pistes/3833> ; DOI : <https://doi.org/10.4000/pistes.3833>.

DE REDON, M-C et MARGOLINAS, C.(2008). Connaissances naturalisées dans le champ du numérique à l'articulation école maternelle/école primaire. Dans, A.

Roucher & I.Bloch. *Perspectives en didactiques des mathématiques*. Grenoble : la Pensée sauvage.

FLANDIN, S. (2015). Trois approches contrastées de la vidéoformation dans le paysage francophone. Tensions épistémologiques et effets en formation. Dans L. Ria (dir.), *Former les enseignants au XXIème siècle. Établissement formateur et vidéoformation*, p151-159. De Boeck.

GOIGOUX, R. (1998). *Sept malentendus capitaux*. In Forum pour l'école maternelle, Paris. http://www.iens-variables.ac-versailles.fr/IMG/pdf/2_-_Les_7_Malentendus_capitaux_En_Maternelle.pdf

HERSANT, M. (2010). *Le couple(contrat didactique, milieu) et les conditions de la rencontre avec le savoir : de l'analyse de séquences ordinaires au développement de situations didactiques*. Habilitation à diriger des recherches, université de Nantes.

HERSANT, M.(2019). *Théorie des situations didactiques et questions curriculaire : Quels outils ? quels apports ?*, Cours du thème2 « questions curriculaires ». Cours de la 20^{ème} école d'été de didactique des mathématiques, Autrans. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01777604>

HERSANT, M. (2020). Pratiques de débutants en mathématiques en maternelle: matérialité des situations et chronologie . *Revue française de pédagogie*. 208, 17-30.

HOUEMENT, C. et MASSELOT, P. (2019). La vigilance didactique, un concept à interroger pour les formateurs d'enseignants... Dans *Rencontres Internationales du Réseau Recherche-Éducation-Formation*, REF, Jul 2019,Toulouse, France. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03198046>

HOUEMENT, C. et PELTIER, M. L. (1997). *Dessine-moi une séance: aides méthodologiques à la préparation et à l'analyse de séances de mathématiques à l'école primaire*. IREM de Haute-Normandie.

JOIGNEAUX, C. (2009). La construction de l'inégalité scolaire dès l'école maternelle. *Revue française de pédagogie*, 169, 17-28.

LAPARRA, M. et MARGOLINAS, C. (2008). Quand la dévolution prend le pas sur l'institutionnalisation. Des effets de la transparence des objets de savoir. Dans, *Les didactiques et leur rapport à l'enseignement et à la formation, colloque Bordeaux*. Consultable en ligne : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00779656/document>

LAPARRA, M. et MARGOLINAS C. (2016). *Les premiers apprentissages à la loupe. Des liens entre énumération, oralité et littérature*. De Boeck.

LEBLANC, S. et MULLER A. (2015). Vidéoformation "orientée activité" : quelles utilisations pour quels effets sur les enseignants ? *Raisons éducatives*, 19, 179-198.

MAMEDE, M.(2018 a). Devenir enseignant : obstacles à l'adoption d'une posture réflexive dans le développement professionnel. Dans S. Broccolichi, C.Joigneaux et S. Mierzejewski (dir), *Le parcours du débutant* (p135-163). Artois Presses universitaires.

MAMEDE, M. et NETTER, J. (2018 b). Former pour lutter contre les inégalités. *Recherche et formation*, 87(1), 9-14.

MARGOLINAS, C. (1993). *De l'importance du vrai et du faux dans la classe de mathématiques*. Grenoble : La pensée sauvage.

MEN-DEPP (2018) *Note d'information 18.13* Concours de professeurs des écoles dans l'enseignement public à la sessions 2017.

MEN-DEPP (2020) *Repères et références statistiques (RERS) 2020* : enseignements, formations, recherche.

PAQUAY L., ALTET M., CHARLIER É. et PERRENOUD PH. (EDS) (1996) *Former des enseignants professionnels : quelles stratégies ? quelles compétences ?* Bruxelles : De Boeck

PERRENOUD, PH., ALTET, M., LESSARD C. & PAQUAY L. (DIR.). (2008). *Conflits de savoirs en formation des enseignants. Entre savoirs issus de la recherche et savoirs issus de l'expérience*. Bruxelles : De Boeck.

RAYOU, P. (2018) Savoirs et conceptions professionnelles des enseignants... *Education & Formation* – e-310, Novembre – 2018 97-102

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

ROBERT, A., RODITI, E. et GRUGEON, B. (2008). Diversité des offres de formation et travail du formateur de professeurs de mathématiques du secondaire. *Petit x*, 74, 60-90.

ROBERT, A., PENNINGCKX, J. et LATTUATI, M. (2012). *Une caméra au fond de la classe*. Presses Universitaires de Franche Comté.

ROCHEX, J. Y. et CRINON, J. (2011). *La construction des inégalités scolaires. Au cœur des pratiques et des dispositifs d'enseignement*. Rennes : PUR.

RODITI, É. (2013). Une orientation théorique pour l'analyse des pratiques enseignantes en didactique des mathématiques. *Recherches en didactiques*, (1), 39-60.

ROGALSKI, J. et ROBERT, A. (2015). De l'analyse de l'activité de l'enseignant à la formation des formateurs. Le cas de l'enseignement des mathématiques dans le secondaire. *Raisons Éducatives*, 19, 95-114.

VALENTIN, D. et VIENNOT, J. (2001). Dix dans un dortoir. Les compléments à 10 en Grande Section: pourquoi? Comment? *Grand N.* 67, 7-14.

VERGNAUD, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques*, 10, 133-170.

Ressources éditoriales consultées :

BRIAND, J., SALIN, M., et LOUBET, M. (2004). *Mathématiques en maternelle CDROM*. Hatier.

CHARNAY, R., DUSSUC, M-P., CHALLÉAT, R. (2015). *Capmaths GS*. Hatier

FENICHEL, M., MAZOLLIER, M-S. et TRITSCH, C. (2012). *Mon année de math GS*. SED

THOMAS, Y. et HERSANT, M. (2016). *Maths à Grands Pas. Pour les PS et les MS*. Retz.

THOMAS, Y. et HERSANT, M. (2018). *Maths à Grands Pas. Pour les GS*. Retz.

SAUTENET, C., DUPREY, S. et DUPREY, G. (2009). *Vers les maths*. Accès Edition.

VALENTIN, D., SALIN, M-H., VERDENNE, D. et CHARNAY, R. (2015). *Découvrir les maths*. Hatier.

CECILE ALLARD

LDAR, Université Paris Est Créteil

`cecile.allard@u-pec.fr`

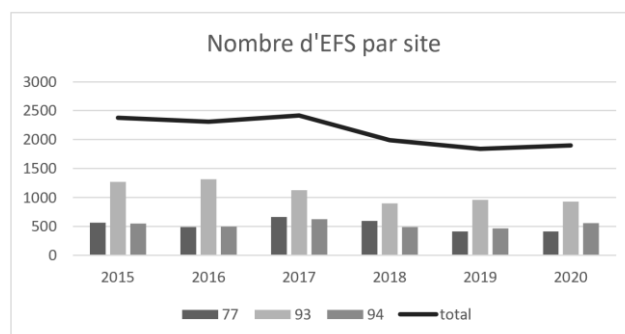
MAIRA MAMEDE

Circeft-Escol, Université Paris Est Créteil

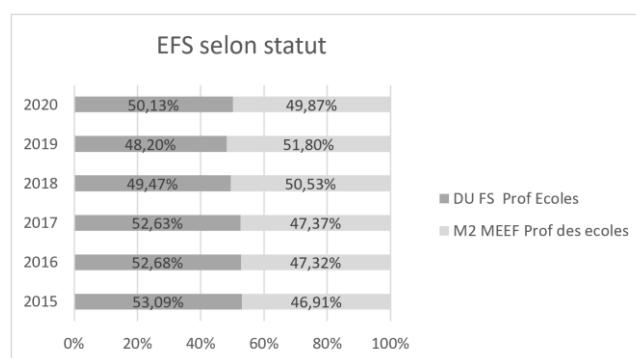
`maira.mamede@u-pec.fr`

Annexe 1.

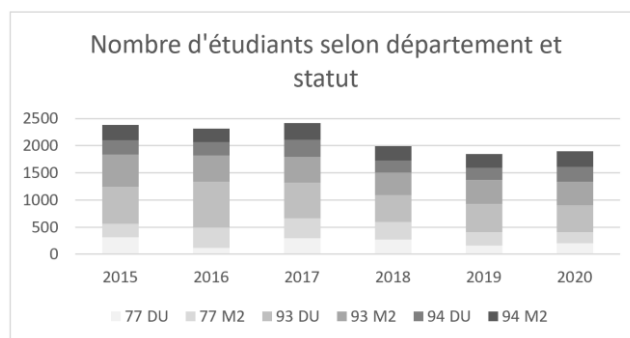
Graphique 1



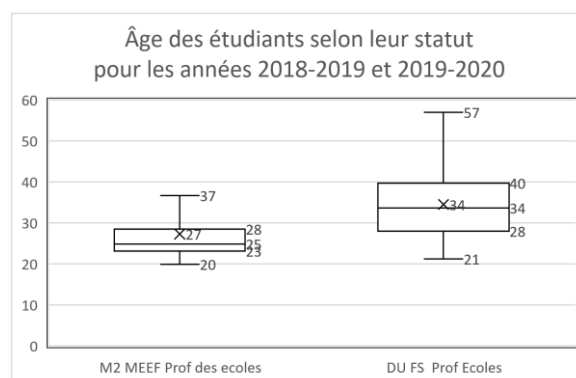
Graphique 2



Graphique 3

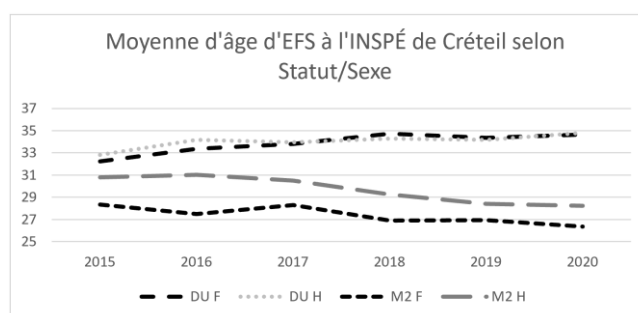


Graphique 4



Lecture du graphique : pour les Étudiants M2 MEEF, le premier quartile a entre 20 et 23 ans, le 2^{ème} entre 23 et 25, le 3^{ème} entre 25 et 28 ans, le 4^{ème} a entre 28 et 37 ans. Leur moyenne d'âge est de 27 ans et la médiane est de 25 ans. Pour une meilleure lisibilité, les points hors-norme ne sont pas représentés.

Graphique 5



Annexe 2. Exemple de séquence (compilations d'activités)

Séquence : construire les premiers outils pour structurer la pensée (utiliser les nombres) Juste assez			
Compétences : - Utiliser le dénombrement pour constituer une collection d'une taille donnée ou pour réaliser une collection de quantité égale à la collection proposée			
Séances	Objectifs	Matériel	Activités
Séance 1	Présenter le matériel et le principe du jeu Découvrir le matériel	Des boîtes articulées permettant de cacher une partie, cubes de même couleur, cartes à points (pincettes à linge rouge et vert ?)	Faire des essais avec 2 ou 3 cartes pour montrer le principe (regroupement)
Séance 2 (dans la foulée de la séance 1 qui sera faite en regroupement)	Constituer la collection demandée (en masquant)	Même matériel que précédemment	Mettre « juste assez » de cubes pour remplir chaque rond (évaluation diagnostique)
Séance 3	Constituer la collection demandée (sans masquer)	Boîte à œufs 12 trous, objets divers (mais identiques) pour remplir (ex : marrons)	Mettre juste assez d'objets pour remplir la boîte à œufs
Séance 4	Constituer la collection demandée (sans masquer)	Coccinelles plastifiées, jetons, petits bacs	1. Prendre une coccinelle et mettre autant de jetons qu'il y a des points 2. Jouer au jeu de la coccinelle et mettre, du premier coup, autant de jetons qu'il y a de points sur la coccinelle tirée au hasard
Séance 5	Constituer la collection demandée (sans masquer)	Coccinelles à remplir, gommettes	Réinvestir le jeu de la coccinelle (évaluation formative)
Séance 6	Constituer la collection demandée (sans masquer)	Lits plastifiés, bébés plastifiés (ou en vrai si suffisamment de matériel)	Ramener juste assez de bébés (plusieurs voyages possibles) d'un point de la pièce au coin-jeu « bébés » pour que chacun soit dans un lit
Séance 7	Constituer la collection demandée (en masquant)	Pots (pour faire garages), voitures plastifiées (ou en vrai si suffisamment de matériel)	Ramener juste assez de voitures, en un seul voyage, du coin-jeu « voitures » à la table pour que chaque voiture puisse être rangée dans un garage
Séance 8	Constituer la collection demandée (en masquant) avec un intermédiaire	Pots (pour faire garages), voitures plastifiées (ou en vrai si suffisamment de matériel), crayons, feuille	Même activité que la séance 6 mais l'élève doit demander au « magasinier » le nombre de voitures dont il a besoin
Séance 9	Constituer la collection demandée (en masquant)	Même matériel que pour les séances 1 et 2	Mettre « juste assez » de cubes pour remplir chaque rond (évaluation sommative)

Annexe 3. Extraits de Capmath GS (Groupe B : classe de Christian)

UNITÉ 2 ATELIERS DIRIGÉS 1 séance de 15 min par atelier

ATELIER DIRIGÉ 1 Le goûter avec commande orale

Nombres
Individuel dans un groupe de 6 élèves
Prolongement de la situation 1
Cet atelier peut être mené par l'ATSEM.

Objectifs

- Construire une collection équipotente à une collection donnée
- Dénombrer une collection (5 à 12 éléments) par comptage

Matériel

- Le cahier de l'élève est ouvert à l'activité 2
- Les étiquettes biscuits → à découper sur la planche 1 du cahier
- Un bâton de colle pour chaque élève

Reprendre si nécessaire la dernière phase de la situation du goûter de l'unité 1 avec commande orale (voir p. 38 du guide).

Le cahier est maintenant ouvert à l'activité 2 devant chaque élève du groupe. Des biscuits ont été collés préalablement sur certaines assiettes, le nombre et la disposition dépendant du niveau de l'élève (voir commentaire).



Donner la même consigne que précédemment :

→ Le goûter va commencer quand toutes les assiettes seront garnies.
Certaines assiettes sont déjà garnies, mais d'autres non. Vous allez me demander en une seule fois tous les biscuits pour mettre un biscuit par assiette. Vous allez demander juste ce qu'il faut, pas plus, pas moins.

Les étiquettes biscuits commandées sont données à chaque élève. Celui-ci valide son travail en collant une étiquette par assiette. Les étiquettes en trop sont collées sur la page du cahier.

Le nombre d'assiettes vides dépend de la capacité de l'élève à dénombrer par comptage :

- pour la plupart des élèves, entre 6 et 8 assiettes vides groupées ;
- pour les élèves les plus avancés, entre 9 et 11 assiettes vides groupées ;
- pour les élèves en difficulté, 5 (voire 4) assiettes vides, qui peuvent être réparties en deux paquets.

Annexe 3 bis. Transcription de l'extrait Vidéo : Groupe B

Christian : Que désirez-vous manger ?

Fatima : des biscuits !

Christian : Vous en voulez Combien Fatima des biscuits ? dites-moi combien ?

(la réponse attendue était 3)

Fatima : 4

Christian : Vous en voulez 4, ça fait beaucoup non ? Vous ne trouvez pas que ça fait beaucoup

(F regarde les pots) Vous voulez 4

Fatima hoche la tête pour signifier l'affirmation

Christian : alors je vais vous donner 4 biscuits... 4 biscuits d'accord (C laisse des pauses, il donne d'abord 3 puis ensuite 1 (en disant voilà), les 3 premières cartes biscuits sont déposées sur le plateau et il dépose ensuite 1 carte (voilà). Voilà, voilà madame.

Fatima distribue les 4 cartes biscuits dans les pots vides

Christian Alors Fatima vous avez gagné ou perdu ?

Fatima perdu

Christian Pourquoi as-tu perdu ?

Fatima je ne sais pas

Christian : parce qu'il te reste 1 biscuit tout seul, t'as pas bien compté le nombre d'assiettes qu'il n'y avait pas....qu'est ce qu'elle a pas bien compté ?

Elève : elle a compté des assiettes qui ont des biscuits

Christian : Elle a compté une assiette avec un en plus.

Annexe 4 : extrait de Maths à Grands Pas (groupe A et C, classe de Salomé et Marine) : une proposition de mise en œuvre du processus de dévolution (les étudiants cherchent la consigne)

1

Rouges et bleues

Période : Dès la période 1, jusqu'en fin d'année pour certaines variantes.

Organisation : Travail individuel en atelier de 8 élèves environ.

Matériel : Pour chaque élève :
 • Réserve de briques rouges et bleues.
 • 1 boîte opaque avec un couvercle.

Présentation de l'activité aux élèves



1 Je prends quelques briques rouges et je les pose devant la boîte.



2 J'ai caché les briques rouges dans la boîte, je prends des briques bleues et je les pose devant la boîte.



3 J'ai fini de choisir, je ne prends plus de nouvelle brique, je regarde si j'ai gagné. Pour ça, je fais des paires, une brique bleue sur une rouge, une bleue sur une rouge...
 J'ai perdu parce qu'il reste deux briques rouges en plus, je n'ai pas pu les mettre avec une brique bleue. Pour gagner il faut faire des paires avec une rouge et une bleue en utilisant toutes les briques.

24



4 Je range mes briques et je recommence tout. Cette fois j'ai gagné, il y a juste une brique bleue sur chaque brique rouge.



5 Je range mes briques et je recommence une dernière fois.
 Et comme ça, c'est gagné ou perdu ? *Perdu*.
 Tu as raison, pour gagner il faut avoir seulement des paires, pas de brique bleue en plus ni de brique rouge en plus.

Annexe 4 bis : transcription des interactions entre Salomé et ses élèves.

Salomé : Tu me dis quand tu as fini ? C'est bon ? Tu as terminé ? Tu as pris autant de jetons que tu voulais ? tu peux les cacher dans la boîte ?

Et on ne peut pas travailler quand il y a du bruit ?

Maintenant tu prends des jetons blancs s'il te plait et tu les poses devant la boîte, on essaie de gagner on n'oublie pas

Concentre-toi

Paola : (dépose les jetons blancs dans la même disposition que les jetons gris)

Salomé : On va voir si Paola a gagné ?

Paola : peux-tu faire des paires avec les jetons pour voir si tu as gagné ?

Si tu en as pris juste assez, s'il n'y en a pas un de plus ou un de moins ?

Mehdi, je te voir faire, je n'apprécie pas du tout. On ne tape pas, ça attention hein ? les mains sur ses genoux, les pieds à plat, le roi du Silence

Est-ce qu'elle a gagné Paola ?

Elèves : ouiiii

Salomé : et pourquoi elle a gagné, parce qu'il n'y a plus de...

Elèves : jetons...

Salomé : comment tu as fait pour gagner Paola ?

Paola : J'ai pris assez de jetons et les autres aussi

Salomé : est ce que tu peux me dire combien tu en as pris ? Tu n'as pas compté ? Comment tu as fait pour prendre la même chose, si tu n'as pas compté

Paola : j'ai rien senti.

Salomé : Tu n'as rien senti dans ta tête ? Est-ce que tu as compté dans ta tête ? Est-ce que tu as retenu un chiffre dans sa tête

Paola : énumère les objets de la collection en recitant la comptine numérique et commet une erreur de pointage entre le jeton 2 et le jeton 4

L'enseignante valide la procédure de pointage et de récitation de la comptine. Elle reprend du début en accompagnant les gestes de pointage.

L'enseignante l'interrompt dès l'erreur alors que Paola était en train d'ajuster

Salomé : 1...6, tu en as pris 6. Tu t'es dit dans la tête, je retiens que j'en ai pris 6, je prends la même chose en blanc. Est-ce que tu as retenu ce chiffre quand tu es allé chercher les jetons (Paola dit non) donc tu as visualisé ?

Donc très bien.

On va passer dans la deuxième étape qui est le jeu à deux, on va passer commande l'un avec l'autre.

Annexe 4 ter. Groupe C, Extrait de la classe de Marine

Marine : Aujourd'hui on va faire un jeu, il s'appelle les briques rouges et les briques bleues. Je vous montre comment on fait.

2^{ème}

Attends Adil, si tu ne regardes pas tu ne sauras pas comment on fait !

Alors, je prends quelques briques rouges, et je les mets dans ma boîte. Je ferme ma boîte, je ne peux plus voir les briques rouges. Maintenant, je prends les briques bleues et je les pose devant ma boîte.

Attendez, je n'ai pas fini.

Je ne prends plus de nouvelles briques et je regarde si j'ai gagné. Donc là, je peux ouvrir. Pour voir si j'ai gagné, il faut voir si j'ai fait des paires que je mette une brique rouge sur une brique bleue.

L'enseignante assemble les briques.

J'ai perdu ! parce que j'ai une brique rouge en trop, pour gagner je dois utiliser toutes les briques rouges.

Élève : Il faut prendre 4 rouges et 4 bleues.

Marine : Tu prends ce que tu veux.

LUCIE DEBLOIS, ALINE ROBERT

AVANCÉES ET NOUVELLES QUESTIONS SUR LES PRATIQUES DE FORMATION EN ENSEIGNEMENT DES MATHÉMATIQUES

Abstract. Advances and new questions on training practices in mathematics education.

This article presents a synthesis of the precedent articles to think about new perspectives in a large map of research in didactics of mathematics. The ten articles in this special issue conduct to observe, at first, that the context of professional formation in mathematics teaching, is crucial. In addition, a lot of questions about teacher, formations and their specificities emerge. In these conditions, didactics of mathematics could be mobilized in many and non-exclusive ways.

Keywords. mathematics teacher training, research and formation, mathematic education trainers

Résumé. Cet article a pour objet de présenter une synthèse des textes précédents pour réfléchir aux nouvelles perspectives qui se dégagent du paysage général des recherches en didactique des mathématiques. Les dix articles de ce numéro thématique permettent de constater d'abord que le contexte de la formation professionnelle à l'enseignement des mathématiques et celui dans lequel se réalise le développement professionnel de cet enseignement, semblent déterminants. En particulier, plusieurs questions sur la place de la formatrice et du formateur, sur les formations elles-mêmes et sur leurs spécificités émergent de ces travaux. Dans ces conditions, la didactique des mathématiques peut être mobilisée de plusieurs façons et ce, de façon non exclusive.

Mots-clés. formation à l'enseignement des mathématiques, recherche et formation, formatrices et formateurs à l'enseignement des mathématiques

Lorsqu'il s'agit de réfléchir aux usages possibles de la didactique pour la formation à l'enseignement des mathématiques, pour l'étude des activités des formatrices et des formateurs et pour l'étude des activités qu'elles provoquent, plusieurs aspects imbriqués semblent importants à prendre en compte. Un premier aspect concerne donc le fait de considérer la didactique comme contenu de formation. Ainsi les recherches, même si elles portent sur les pratiques, par exemple des analyses de vidéos de classe, diffèrent des formations utilisant ces mêmes vidéos : leurs résultats sont à transposer, à adapter ou à réduire selon les cas (Robert & Vivier, 2013). Durant une formation à l'enseignement, ce ne sont pas des concepts mathématiques qui sont

à construire¹, même si certains savoirs peuvent être visés². Les dynamiques d'appropriation sont donc différentes de celles qui sont mises en œuvre pour enseigner les mathématiques aux élèves en situation scolaire

Un deuxième aspect porte sur le partage d'outils. Par exemple, les stratégies d'intervention ou de diagnostics, les matériels de manipulation ou même les scénarios sont mis à l'épreuve par la recherche. Les formatrices et les formateurs ont alors la charge de la transposition à faire aux enseignantes et aux enseignants débutants ou expérimentés. L'inscription de ces transpositions dans les recherches, notamment grâce à un travail collaboratif, est ainsi de plus en plus mise en avant (Bednarz et al., 2019 ; Bednarz & Barry, 2010 ; DeBlois, 2009a ; Horoks & Pilet, 2015).

Un troisième aspect intervient pour qui s'inspire de ces outils. Différents scénarios développés en didactique, déroulements compris, doivent être adaptés aux séances de formation. Les questions de choix et de transposition des recherches et savoirs didactiques se situent au cœur de la réflexion. En effet, ces séquences à transposer devront être adaptées à des enjeux différents de ceux à partir desquels ils ont été développés. Des marges de manœuvre à investir devront être dégagées, au moins avec des chercheuses et des chercheurs. Des enjeux liés aux apprentissages des élèves devront être précisés.

Enfin, un quatrième aspect est lié aux analyses des formations et du rôle des formatrices et des formateurs. Nous constatons que les modalités des formations décrites dans les textes diffèrent de celles étudiées et mises en place pour la classe. Il nous semble essentiel de prendre en compte ces modalités. Les recherches, engagées notamment par Houdement et Kuzniak (1996), révélaient déjà différents types de formation (homologie, transposition, monstration) à partir de ressources produites en relation avec les recherches en didactique. Les connaissances didactiques des formatrices et des formateurs, leurs connaissances sur les pratiques et sur le développement professionnel influencent l'élaboration des situations de formation ou les mises en œuvre.

Interroger les formations à l'enseignement des mathématiques nécessite des cadres de référence sur les pratiques et sur le développement professionnel visé. Les quatre aspects décrits plus haut se retrouvent dans les activités, les préoccupations, les sensibilités, les contenus, les déroulements, les contextes et les discours de la formatrice ou du formateur qui font l'objet de diverses analyses et d'interprétations

¹ On évoque, selon les auteurs, des concepts pragmatiques, ou des schèmes, ou des compétences.

² Savoirs didactiques ou même mathématiques, liés aux savoirs mathématiques à enseigner.

dans les articles de ce numéro thématique. Certaines particularités du rôle des formatrices et des formateurs sont prises explicitement en considération. Par exemple, le statut ou le contexte d'exercice, leurs rapports à la recherche en didactique et à la pratique professionnelle, leurs interactions avec d'autres partenaires de la formation dans des dispositifs de formation. Comment les dix articles apportent-ils leur éclairage à la réflexion sur les pratiques de formation des enseignantes et des enseignants en mathématiques ?

Pour répondre à cette question, nous nous sommes d'abord basées sur divers travaux déjà disponibles sur ce sujet ainsi que sur nos propres travaux. Nous avons ainsi identifié, indépendamment des articles de ce numéro thématique, un certain nombre de constats sur les formations. Nous avons ensuite convenu des enjeux à présenter comme références pour nos analyses. Cela nous a permis de mettre au point des indicateurs liés aux contextes et aux objectifs déclarés des formations étudiées (factuels), puis d'autres facteurs liés à l'opérationnalisation des enjeux repérés, aux leviers mobilisés, aux cadres théoriques et aux méthodologies des recherches présentées (cf. annexe 2). En nous appuyant sur cette étude, nous avons ensuite dégagé les apports que nous retenons des dix articles dans le paragraphe intitulé « Comment former au métier ». La discussion met en relief ces résultats, notamment en regard d'autres travaux sur le sujet. Enfin, la conclusion revient sur la portée et les limites de l'ensemble et sur des perspectives de recherche.

1. Des constats sur les formations à l'enseignement des mathématiques

Un premier constat consiste à reconnaître que les formations à l'enseignement des mathématiques sont très diverses, de l'analyse de séances de classe à des initiations à la didactique en passant par une sensibilisation aux apprentissages des élèves : autant d'activités qui peuvent contribuer à une formation à l'enseignement, sans qu'il soit question de lister les connaissances à viser. Ces formations sont cependant toujours contraintes par le temps, mais peu documentées dans le détail et leur impact est difficile à évaluer. En effet, plusieurs niveaux peuvent (doivent) être considérés pour apprécier les apports d'une formation à la fois aux pratiques effectives et aux apprentissages des élèves. Par exemple, analyser des scénarios de formation, étudier les pratiques des formatrices et formateurs les mettant en œuvre ou encore étudier les pratiques des personnes en formation correspondent à autant de différence de niveaux. Une grande diversité de statut, d'expérience, de conditions d'exercice, de rapport à la recherche se retrouve aussi chez les formatrices et les formateurs. De plus, plusieurs champs disciplinaires peuvent être engagés dans des formations professionnelles, même pour l'enseignement des mathématiques. Poser la question de la formation du point de vue de la didactique des mathématiques pourrait contribuer à enrichir les pratiques enseignantes puisque ces pratiques peuvent être influencées par les résultats de recherche.

Un deuxième constat concerne le fait que les recherches en didactique des mathématiques ont beaucoup interrogé les liens entre l'enseignement et les apprentissages des élèves sur des contenus mathématiques précis. La complexité de ces liens entre les mathématiques à enseigner³, les erreurs des élèves et les alternatives qui ont été expérimentées pour l'enseignement d'un contenu donné (Robert & Rogalski, 2002 ; DeBlois & Squalli, 2002) a été reconnue. C'est ainsi que des régularités ont été dégagées, en particulier sur ce qui apparaît difficile, minoré ou ignoré par les enseignantes et les enseignants, sur les différences entre les cycles primaire et secondaire et sur les caractéristiques des enseignantes et enseignants débutants ou expérimentés. Lagrange et al. (2013) ont révélé la difficulté à intégrer en classe les ressources technologiques, pourtant très valorisées par l'institution scolaire. La multiplication des produits proposés sur internet, apparemment « clef en main », interroge aussi. Par-delà leur possible attrait pour les élèves, il semble important de donner aux enseignantes et aux enseignants les moyens de les évaluer pour identifier leur apport sur l'apprentissage des élèves.

Un troisième constat, plus pragmatique, concerne ce qui peut être ressenti et partagé par les formatrices et les formateurs qui s'accordent à reconnaître les exigences, voire les tensions, de leur travail. Par-delà la différence entre installer des pratiques, contribuer à les complexifier ou à les enrichir selon les populations visées, plusieurs recherches suggèrent la nécessité des adaptations de ce qui est travaillé en formation (Robert, 2003). Élaborer et mettre en œuvre les formations reçues n'est pas immédiat, notamment au début du métier d'enseignante ou d'enseignant. Par exemple, la réticence des enseignantes et des enseignants débutants à reconnaître, comme étant pertinente, une formation qui ne leur donne pas immédiatement et directement des recettes à appliquer a pu être constatée. Lorsque les formations données aux enseignantes et aux enseignants non débutants correspondent, même partiellement aux résultats de leurs expériences en classe, ces expériences pourraient ne plus être questionnées et laisser place à des routines qui ne sont pas toujours optimales⁴. Robert (2007) établit une relation entre cette observation et la stabilité des pratiques repérées dans des recherches menées avec des enseignantes et des enseignants expérimentés. Elle a pu constater la réticence des enseignantes et des enseignants qui n'aiment pas recevoir de conseils de formatrices et de formateurs qui n'enseignent pas eux-mêmes au primaire ou au secondaire et qui montrent des

³ On évoque le relief pour désigner l'étude imbriquée des mathématiques en jeu, de leur organisation dans les programmes et les procédures usuelles et erreurs déjà connues des élèves.

⁴ Cf. les naturalisations souvent repérées, qui échappent aux enseignantes et aux enseignants tellement elles et ils y sont habitués.

ressources qui semblent inexploitable ou encore qui s'aventurent dans des « théories » apparemment éloignées des pratiques (Robert et al., 2012).

Enfin, les formatrices et les formateurs peuvent être pris entre l'enclume et le marteau, devant défendre les injonctions de l'institution, comme les programmes en cours par exemple, tout en étant eux-mêmes critiques sur certains choix institutionnels. Ces personnes subissent aussi les contraintes liées aux dispositifs mis en place. Par exemple, les formations continues sont très courtes. Les différents cours dispensés semblent parfois sans lien entre eux lors des formations initiales. Des évaluations multiples sur les différentes unités de formation y sont imposées, ce qui peut disperser les personnes en formation. Il peut manquer des coordinations entre les stages et ces formations.

Ces constats nous invitent à synthétiser ce que nous retenons des recherches sur les pratiques enseignantes développées depuis les années 2000, en repérant des enjeux qui servent de références.

2. Les enjeux d'une formation à l'enseignement

Peut-on parler de « bonnes » pratiques ? Montrer des séquences modèles « toutes faites », ou en film, ne nous semble pas suffisant. Les choix et les adaptations que devront inévitablement faire les enseignantes et les enseignants lors du passage de la formation vers leur classe peuvent jouer sur des facteurs comme les durées, les consignes ou l'improvisation au cas par cas, et cela empêche de parler de bon modèle. Les séquences modèles ou les films peuvent inspirer des mises en œuvre de pratiques d'enseignement à condition de comprendre la nécessité de les adapter et d'avoir des moyens pour le faire. La pertinence d'une modalité d'enseignement dépend non seulement des élèves, des contenus et de la manière dont l'enseignante ou l'enseignant « fait classe » dans la durée mais aussi des évaluations qui sont proposées aux élèves. Des exercices, jugés médiocres, peuvent s'avérer utiles si l'enseignante ou l'enseignant enrichit la consigne en classe par exemple. Des séquences jugées à haut potentiel didactique peuvent échouer si elles sont développées à l'encontre des nécessités d'apprentissage ressenties par les élèves. Ces séquences peuvent être source d'inspiration à condition d'y développer la vigilance nécessaire à leur adaptation.

A nos yeux, un premier enjeu concerne les activités d'anticipation comme celles requises lors de la planification (les préparations) d'un scénario d'enseignement. Elles exigent, en particulier des enseignantes et des enseignants débutants, de se projeter dans le futur. Les enseignantes et les enseignants expérimentés y sont plus habitués mais peuvent rencontrer des difficultés à se renouveler devant des conditions changeantes. Des recherches récentes ont indiqué que l'évaluation semble un des éléments les plus stables des pratiques enseignantes et le plus lent à être

modifié par des formations, et ce malgré son influence sur l'apprentissage (Horoks & Pilet, 2016).

Ainsi, pour créer des occasions d'apprentissage en formation à l'enseignement, il est nécessaire de développer, de manière différenciée selon les publics, des concepts et des outils pour interpréter les événements de la classe, comme le contrat didactique, l'analyse a priori des tâches ou une réflexion sur les continuités et les ruptures entre les concepts mathématiques mis en jeu (DeBlois, 2011a ; Robert, 1998). Ces outils permettront aux personnes en formation initiale mais aussi en formation continue d'apprécier ce qui se passe en classe en fonction de ce qui est visé. Ils favoriseront la mise en place d'une prise de conscience de ce qu'ils et elles pourront faire pour s'adapter le mieux possible à chaque cas rencontré, en connaissant les limites, sans renoncer d'emblée...

Un deuxième enjeu concerne les activités visant à organiser les interactions de la classe (déroulements des séances). Nous savons que certaines formes d'aides, voire de modification de la tâche proposée, modifient le milieu. Il devient nécessaire d'y être sensible. Les adaptations repérées en didactique peuvent contribuer à développer cette sensibilité (Robert et al., 2012). Pour donner un exemple très local mais générique, une curiosité des enseignantes et des enseignants à l'égard de la familiarité des élèves avec certaines caractéristiques de la tâche, plutôt qu'à celui de la capacité de concentration de l'élève, les conduit à privilégier un contre-exemple plutôt qu'un rappel de l'explication déjà donnée dans la classe (DeBlois, 2009b). Des problèmes de comportement en classe sont mieux compris en examinant des phénomènes liés au contrat didactique comme la rupture de celui-ci, son effet ou la nature de l'extension des connaissances proposée. Le traitement des erreurs, en relation avec l'étude a priori des contenus en jeu, peut enrichir la mise à l'étude des différentes procédures possibles à discuter avec les élèves.

Un troisième enjeu lié au métier, vu plus largement, concerne les activités visant notamment l'exercice d'un jugement professionnel pour penser la collaboration entre les parents, les élèves ou les collègues, afin de créer une organisation scolaire et sociale favorable à l'apprentissage. DeBlois et Barma (2017) identifient comment une valorisation de la diversité des expériences mathématiques vécues par les membres d'une communauté professionnelle, ou fruit d'une formation, pourrait contribuer à réduire la cécité didactique. Cette dernière, lorsqu'elle concerne spécifiquement les savoirs à enseigner est aussi appelée « l'illusion de la transparence » (Chevallard & Joshua, 1982). DeBlois et Barma (ibid.) ont émis l'hypothèse selon laquelle inverser le processus familial de communication, qui vient habituellement de l'école pour informer les parents, pourrait inviter la communauté à créer un tissu social différent. Par exemple, des activités permettant aux parents d'informer les enseignantes et les enseignants de leurs procédures de calcul pour une opération quelconque, pourrait contribuer à faire partager les préoccupations de ces

partenaires, notamment sur la place de l'erreur, le rôle de l'évaluation ou l'explicitation de leurs choix. C'est ainsi que pourraient émerger leurs rapports aux savoirs mathématiques pour les négocier. Un climat scolaire différent pourrait se développer dans un établissement.

Ces trois enjeux montrent l'importance de situer l'élève, la classe et les pratiques d'enseignement dans une organisation scolaire et communautaire. Des préoccupations et des sensibilités particulières permettront aux enseignantes et aux enseignants de répondre aux exigences de cette construction sociale qu'est l'école. Il devient alors possible de viser le développement du potentiel mathématique des élèves en développant une épistémologie viable contribuant à une adaptation aux contextes sociaux des différentes classes auxquelles les enseignantes et enseignants seront confrontés.

3. Comment former au métier ?

Y a-t-il des régularités à dégager pour lier la qualité des pratiques et les apprentissages des élèves ? Là encore il n'y a pas de réponse univoque. Par exemple, pour une enseignante ou un enseignant la décision de « laisser chercher les élèves », sans intervenir, est susceptible de bien des déclinaisons. Laisser les élèves chercher trop longtemps peut être décourageant et entraîner des abandons. En revanche, la mise en commun d'explorations et d'expérimentations orchestrées judicieusement peut conduire à une étincelle créatrice de compréhension. En réalité, ne pas intervenir ne signifie pas laisser les élèves travailler complètement seuls mais plutôt en profiter pour regarder attentivement ce qu'ils font, pour classer ce qu'on observe, pour interpréter les observations et pour appuyer les interventions ultérieures sur ces observations.

Les contributions de ce numéro thématique permettent de faire un état des lieux de questions portant sur les pratiques des formatrices et des formateurs. Nous présentons ici ce qui se dégage de l'étude analytique que nous avons menée sur les dix articles proposés. Pour réaliser cette analyse, nous avons identifié des indicateurs qui nous ont servi de référence. Nos premiers indicateurs sont factuels : nature des formations (initiale, continue, de formateurs), informations diverses à propos des formatrices et formateurs, formations pour le secondaire ou le primaire, formations destinées à des volontaires ou non, durée prévue sur le terrain, formations individuelles ou collectives. Nous avons ensuite étudié les dispositifs mis à l'étude, ce qui est indiqué sur les formatrices et les formateurs et sur les contenus en jeu s'il y a lieu. Puis, nous avons établi une liste de la nature des données utilisées. Une deuxième série d'indicateurs sont analytiques : questions posées, savoirs en jeu, postures épistémologiques, puis cadres théoriques et outils de recherches en didactique, méthodologies, résultats (y compris difficultés), présence d'une évaluation, marges de manœuvre à investir. Nous avons enfin identifié des éléments

communs et des différences afin d'alimenter la discussion et les perspectives qui suivent.

3.1. Les résultats des données factuelles

Du fait de la durée et de l'appui sur des pratiques, les données utilisées en formation sont souvent riches et variées. Une première impression de diversité se dégage. Toutefois, nous présenterons d'abord des caractéristiques partagées par un certain nombre d'articles, sans que cela puisse déboucher sur une véritable classification globale. Puis, nous aborderons ce qui peut tout de même s'interpréter comme faisant consensus, à divers niveaux.

Nous constatons que quatre articles portent sur la formation continue (FC) et six sur la formation initiale (FI). Ajoutons que les participantes et les participants aux formations continues des recherches présentées sont volontaires au Québec, alors que cela n'apparaît pas clairement pour le cas des autres formations. En revanche les participantes et participants aux formations continues sont toujours volontaires en France, mais indépendamment du fait que ces formations sont objet de recherche. Cela peut constituer tout de même du commun au groupe (FC).

Quatre articles concernent uniquement la formation au primaire, dont trois en formation initiale. Quatre articles concernent uniquement la formation au secondaire⁵, dont trois en formation initiale. Deux articles portent sur la formation initiale à la fois pour le secondaire et pour le primaire. L'article de Marchand, Martin, Thibault et Bisson étudie ainsi une formation universitaire « à l'enseignement » réalisée par des didacticiennes et didacticiens des mathématiques, comme c'est toujours le cas pour la formation initiale qui est donnée au Québec (ici avec des jeux de rôles). L'article de Bacon et Saboya porte sur la supervision des stages par des formateurs de statut différent.

Dans plusieurs articles, les pratiques sur le terrain sont étudiées. Par exemple, les personnes sont filmées et des extraits sont analysés lors de séances de formation. Seuls trois articles n'évoquent pas de liens directs entre la formation et le terrain, dont deux du groupe portant sur des formations initiales au niveau primaire. Deux de ces trois articles portent sur des données issues de jeux de rôles. À l'opposé, deux articles sont réalisés à partir de données issues des lieux d'exercice, un pour la formation initiale et l'autre pour la formation continue. En somme, le groupe le plus important d'articles porte sur la formation initiale au primaire avec, dans deux tiers des cas, des séances collectives regroupées, ce qui semble assez représentatif des populations concernées et des formations habituelles.

⁵ On attribue secondaire à l'article de Masselin, Hartmann et Artigue, l'exemple donné portant sur la transition primaire/secondaire.

Le statut institutionnel des formatrices et des formateurs peut être celui de chercheuses et de chercheurs en didactique des mathématiques sans que ce ne soit toujours mis en évidence dans les articles. Or, un complément d'enquête (en annexe 1) nous a permis de constater que les formations ne sont pas organisées de la même façon en France, en Belgique et au Québec, durant cinq ou quatre ans (en moyenne). Par exemple, certaines formations font intervenir des enseignements de didactique des mathématiques, d'autres ne font travailler que les mathématiques à enseigner, voire les mathématiques. En outre, le système de recrutement est différent entre les pays et les cycles (avec des concours notamment en France). Les études présentées dans ce numéro ne permettent toutefois pas de distinguer ces variables institutionnelles. Cela laisse à penser que les mêmes difficultés et les mêmes questions se posent aux formatrices et aux formateurs, quels que soient le système et les types de formation.

Les dispositifs étudiés diffèrent aussi. Bien que la plupart de ces formations soient longues, même lors de formations continues, cette « durée » prend diverses formes. Ainsi, quatre scénarios longs, avec des boucles occupant plusieurs séances, font une place explicite au passage en classe avec retour en formation. Trois d'entre eux sont réalisés en formation continue, ce qui est assez exceptionnel en France, et un en formation initiale. Ces scénarios sont organisés autour de l'enseignement d'un contenu à enseigner aux élèves et/ou d'une production collective d'une séquence à expérimenter même si le contenu mathématique diffère (algèbre, nombres en maternelle, résolution de problème dont un avec modélisation). Cinq scénarios sont courts (sur une séance) mais répétés de manière analogue. Ces derniers portent sur des contenus étudiés à partir de vidéos. Quatre d'entre eux concernent une formation initiale. La durée des dispositifs étudiés, qui constitue un point commun, n'est pas inscrite dans l'organisation institutionnelle. Toutefois, la répétition de séances organisées de la même manière devient un argument à l'appui de l'apport du temps long à la formation.

Le rôle des pratiques effectives des personnes formées dans les scénarios de formation est souvent pluriel. Dans les formations continues, ce rôle contribue à élaborer ce qui sera expérimenté en classe puis à enrichir le premier travail de production grâce au retour après un passage en classe. En formation initiale, le premier temps est basé sur des apports des formatrices et des formateurs, voire des études de manuels. Les données ne sont pas toujours jointes aux articles, vu leur taille, mais font intervenir des verbatims d'entrevues ou de récits, des observations de séances, des films de classe ou de formations, des productions d'élève, des analyses a priori et a posteriori.

Pour analyser ces données, les cadres théoriques retenus sont de trois types : la double approche didactique et ergonomique et la Théorie de l'Activité dans laquelle elle s'inscrit (Robert & Rogalski, 2002 ; Vygotsky/i, 1985/1997), la didactique

professionnelle (Jorro, 2012) conjuguée à la notion de polyphonie (Bakhtine, 1984) et la Théorie Anthropologique du Didactique (Chevallard, 2019) complétée par la théorie de la transposition méta-didactique (Arzarello et al., 2014) avec les notions d'objets frontières, de courtage, de transposition méta-didactique et d'infrastructure didactique. Ces cadres théoriques visent tous à permettre d'apprécier les pratiques touchant ce qui se passe en classe et les aspects liés au métier d'enseignant (ou de formatrice et de formateur) sous le poids des institutions. Certains visent même à donner les moyens d'interpréter le processus réflexif engagé dans la formation. Cependant, ces cadres théoriques ne font pas l'objet d'une discussion dans les articles, ni d'un questionnement sur ce qu'ils permettent d'atteindre, ce qu'ils laissent échapper ou ce qu'ils minorent. Il faut reconnaître et souligner que théoriser le développement professionnel n'est pas encore achevé mais que ces recherches pourraient y contribuer.

Certains outils sont mis en œuvre en relation avec ces cadres théoriques : étudier les pratiques d'enseignement qui émergent d'un travail collectif, organiser des jeux de rôles, étudier des extraits de séances en classe, faire évoluer des scénarios. Il s'agit de créer des occasions pour susciter chez les personnes en formation des prises de conscience à l'égard de la complexité de l'acte d'enseigner afin d'expérimenter des pratiques renouvelées. L'exploitation de ces occasions à un grain fin manifeste des conceptions du rôle que les formatrices et les formateurs se donnent à l'égard de la vigilance didactique ou de rôles particuliers comme ceux de « traducteurs, transféreurs, transformateurs, animateurs ou superviseurs » cités dans certains articles. À cet égard, les activités retenues par les formatrices et les formateurs sont diverses et étudiées différemment. Cela nous amène à dégager un nouveau fil conducteur pour une lecture transversale en regroupant les supports et outils méthodologiques utilisés dans les différents articles et en comparant les intentions ou les résultats obtenus pour chaque groupe.

3.2. Les résultats des analyses des données de recherche

Ainsi, même si les analyses de vidéos sont privilégiées dans l'article de Abboud, Robert et Rogalski et dans celui de Allard et Mamede, les intentions sont différentes. La première recherche citée vise l'étude d'une opérationnalisation fine de la notion de Zone Proximale de Développement des Pratiques durant le travail de formation⁶. Cet article vise à repérer des rapprochements (proximités) entre ce qui vient des enseignantes et des enseignants expérimentés, besoins exprimés par exemple, et des formatrices et des formateurs, besoins supposés par exemple. La seconde recherche citée vise à étudier la vigilance didactique qui se développe chez des enseignantes et des enseignants débutants au contact des formatrices et des formateurs exerçants

⁶ En élargissant un modèle emprunté à Vygotsky/i (1985/1997).

eux-mêmes une forme de vigilance didactique. La vidéo permettrait de créer des conditions pour « faire du commun » et exploiter les écarts entre la planification et la réalisation d'une séquence d'enseignement. Les résultats obtenus conduisent à identifier des proximités de diverses natures. Ces recherches éclairent aussi l'importance de tenir compte de la distance ressentie par les partenaires entre le discours proposé durant la formation et les réalités vécues durant les expérimentations en classe. En outre, la deuxième recherche permet de repérer la nécessité de faire sortir les enseignantes et les enseignants débutants de leur posture d'ancien élève pour adopter une attitude réflexive.

Dans un deuxième groupe d'articles (Bacon & Saboya ; Choquet ; Lajoie, Bednarz, Saboya, Hanin & Bacon), les auteurs utilisent le terrain comme support. Dans ces trois cas, les publics sont différents. Ils concernent respectivement les formatrices et les formateurs à l'enseignement, les enseignantes et les enseignants du secondaire et les conseillères et les conseillers pédagogiques. Trois thèmes mathématiques sont exploités : l'algèbre, la résolution de problèmes et la mesure. Ces articles font émerger l'intérêt de cerner la complexité du travail enseignant en précisant les spécificités des activités en jeu et la sensibilité qui se développent chez les formatrices et les formateurs. L'article de Choquet met en lumière l'influence des composantes personnelles et institutionnelles sur la composante cognitive, ainsi que la difficulté d'agir sur la composante médiative. À cet effet, Lajoie et al. ajoutent le concept de dualité durant l'expérimentation de certaines modalités adoptées par les conseillères et les conseillers pédagogiques durant une formation : collectif vs individuel, enseignement vs apprentissage, problèmes vs situations.

Dans un troisième groupe d'articles, des séquences d'enseignement sont analysées. Pendant qu'Auclair étudie les enjeux selon des savoirs, des modalités de formations et des postures convoquées, Demonty, de même que Masselin, Hartmann et Artigue, analysent comment les enseignantes et les enseignants débutants ou non peuvent s'approprier des résultats de recherche en enseignement de l'algèbre ou sur un problème de modélisation. Ces chercheuses et chercheurs utilisent le concept d'« objets-frontières » pour traiter le problème choisi lors d'une formation durant la première séance et deux extraits d'interactions entre les chercheuses ou les chercheurs et les enseignantes ou les enseignants. Elles identifient trois types de collaboration : 1) le transfert, notamment entre les savoirs didactiques et la formation par l'élaboration d'un énoncé de problème ; 2) la traduction, particulièrement au moment du partage de réflexions entre universitaires et personnels enseignants à l'égard de l'apprentissage potentiel des élèves ; 3) l'émergence d'une nécessaire réflexion sur un « agir collectif et significatif » chez l'ensemble des partenaires pour susciter une transformation. Masselin et al., de leur côté, considèrent les formatrices et les formateurs comme des facilitateurs qui valorisent les savoirs issus de l'action. Leur article vise à repérer le rôle d'objets qui sont considérés comme des passeurs

de frontières : l'avatar (l'énoncé de la situation en jeu), la vidéothèque et la feuille de route. Leur analyse montre que des tensions temporelles cognitives provoqueraient diverses perturbations qui éloigneraient les formatrices et les formateurs de leurs objectifs initiaux.

Dans un quatrième groupe d'articles (Guille-Biel Winder, Lajoie, Mangiante-Orsola, Masselot & Tempier ; Marchand, Martin, Thibault & Bisson), les auteurs utilisent les jeux de rôles comme support et outil méthodologique. Ces articles visent à documenter ce qui contribue à préparer les formatrices et les formateurs à leur travail. Toutefois, à la lumière des articles présentés, nous interprétons que les jeux de rôles pourraient ne pas faciliter un passage au-delà des savoirs d'ancien élève. Par exemple, à maintes occasions, une assimilation est faite entre erreurs et difficultés ce qui pourrait provenir de l'outil utilisé. L'effort de familiarisation avec le jeu de rôle pourrait se réaliser au détriment de l'interprétation des procédures des élèves. Ce résultat suggérerait l'importance pour les formatrices et les formateurs de varier les approches dans une formation à l'enseignement des mathématiques.

En somme, nous observons que, le plus souvent, l'idée de « partir de pratiques », de « s'appuyer sur des pratiques », de « faire le lien entre formation et pratiques » pour « agir en retour sur les pratiques » se dégage dans ce qui est décrit comme une motivation animant les formatrices et les formateurs, même si cela reste quelquefois implicite. C'est ce qui fait l'objet de la discussion qui suit.

4. Discussion : regards croisés, regards complémentaires

Rappelons que ce numéro thématique propose de se pencher sur la place de la formatrice et du formateur pour mettre en lumière les liens entre formation à l'enseignement des mathématiques et enseignement des mathématiques. Dans la plupart des articles, les marges de manœuvre à investir ne sont pas dégagées séparément. Plusieurs composantes sont imbriquées. Cela est permis par des formations éventuellement opportunistes (aléatoires) quant aux contenus en jeu, non choisis à l'avance mais en relation avec ce qui est rencontré par les personnes en formation. Ces dernières sont souvent résolument collectives et presque toujours appuyées sur des pratiques réelles ou simulées (jeux de rôle).

Les cadres théoriques psychologiques (Nimier, 1996 ; Clot, 2017), psychanalytiques (Blanchard-Laville, 2001), pédagogiques (Schön, 1994 ; Altet, 1994) ou sociologiques (Charlot, 1997) utilisés au cours des années 1990-2000 ont inspiré un certain nombre de formations et de réflexions à leurs propos. Ils ont été délaissés dans certaines recherches pour des cadres théoriques didactiques ou professionnels, souvent liés explicitement aux contenus en jeu. Ce choix manifeste la pertinence de développer des cadres théoriques didactiques pour étudier les événements en jeu. Toutefois, contrairement aux précédents, ils ne permettent pas toujours d'éclairer les

intentions, les préoccupations et les projets d'enseignement des partenaires (DeBlois, 2011b).

Au fur et à mesure des développements des recherches en didactique des mathématiques, des recherches sur les pratiques des enseignantes et des enseignants de mathématiques ont vu le jour. Elles ont permis de préciser l'enseignement reçu par les élèves pour apprécier leurs apprentissages. De là à investir le champ des formations (Robert, 2005), il n'y a qu'un pas. Il est pourtant difficile à franchir vu la spécificité des questions de formations et de développement des pratiques.

4.1. Pour la formation à l'enseignement des mathématiques

Quelle que soit la formation étudiée, il semble nécessaire de créer du commun pour susciter l'appropriation de certains éléments, pour complexifier et enrichir les pratiques effectives. Il n'est donc pas question dans ce numéro thématique d'enseigner de la didactique pour elle-même, ni de transmettre des séquences telles quelles. En revanche, les échanges évolutifs et constructifs qui sont privilégiés dans plusieurs dispositifs, s'élaborent à partir des pratiques travaillées. Ils contribuent à mettre l'expérience en mots pour la confronter aux contextualisations appropriées. Ce qui fait l'objet des formations fait intervenir, plus ou moins, une didactique des mathématiques « en acte ». La présence de pratiques d'enseignement futures ou effectives, comme appui, se décline de manières diverses plus ou moins explicitement.

Il semble nécessaire de créer des opportunités différentes selon que les intentions portent sur l'« installation » de pratiques en formation initiale ou la « complexification » ou l'enrichissement de pratiques en formation continue. Les outils des recherches transposés, qu'ils soient liés à des questionnements, à des prises de conscience⁷ ou à des propositions, peuvent faire l'objet d'exposition collective à différents moments. Leur réutilisation collective, permise par la durée des formations, semble favoriser leur ancrage dans les futures pratiques. Ajoutons que les futurs enseignantes et enseignants, en particulier du primaire, peuvent considérer qu'un écart entre leur planification et ce qui se passe réellement est une erreur de leur part. À ce sujet, DeBlois et Maheux (2005) ont repéré quatre types d'écarts entre la planification d'une séquence d'enseignement et sa réalisation dans une classe chez une enseignante du primaire. Ils ont identifié ces écarts comme étant des adaptations de nature différente : normatives, projectives, de retraits ou d'évitements. Cette appellation permettrait de considérer ces écarts comme autant de manifestations

⁷ Notamment en termes de « dénaturalisation » des connaissances c'est-à-dire de prise de conscience de difficultés des élèves oubliées ou ignorées par les enseignants, vu leur grande familiarité avec ces connaissances.

d'adaptations aux contraintes de la classe et de l'école pour éviter de considérer les approches didactico-pédagogiques de façon dichotomique.

Plus spécifiquement, nous observons que ce qui fait l'objet des formations, ce qui est discuté, analysé, mis en projet, voire expérimenté et observé, passe souvent par une contextualisation des pratiques d'enseignement selon les concepts ou les domaines mathématiques (décimaux, mesure, algèbre ou résolution de problème). Par exemple, choisir et discuter un énoncé parmi plusieurs en faisant jouer les variables didactiques ou encore comparer des pratiques d'enseignement sur un même contenu permet de discuter une palette d'alternatives. Ces discussions peuvent intervenir lors d'analyses de vidéos de classe ou sur des contenus mathématiques. Elles peuvent aussi intervenir à l'occasion de jeux de rôle. Le choix des variables didactiques mises en jeu est lié au respect des programmes, aux erreurs des élèves ou encore au déroulement en relation avec les choix de tâches. Dans ces conditions, il devient possible de toucher différentes contraintes et composantes liées au métier de l'enseignement des mathématiques.

Une institutionnalisation des notions en jeu peut être indiquée comme étant réalisée ou non. Ce retour sur les contenus abordés dans les séances de formation conduirait à susciter des prises de conscience à l'égard des postures épistémologiques à adopter. Construite à partir d'une expérience d'élève du primaire ou du secondaire en mathématiques, la posture de l'ancien élève est marquée par une recherche de « bonnes méthodes » d'enseignement (DeBlois & Squalli, 2002). Le développement d'une curiosité à l'égard des démarches singulières des élèves, qui ne doit pas s'imposer devant le projet initial, semble toutefois passer par la création d'une distance à l'égard des expériences d'ancien élève⁸, très importante en formation initiale. Cette curiosité concourt à une préoccupation à l'égard d'une éducation inclusive. Une formation à l'enseignement contribuerait à situer l'étudiante ou l'étudiant dans une posture qui le rende disponible à complexifier sa conception de l'enseignement et de l'apprentissage par des prises de conscience à l'égard des conditions favorisant ou entravant l'apprentissage des élèves. Par exemple, une distinction entre erreur et difficulté semble fondamentale pour qui intervient auprès d'élèves en difficulté. En effet, l'enseignante ou l'enseignant qui distingue l'erreur et la difficulté laisse place aux expérimentations de ses élèves. C'est ainsi que cette interprétation de l'erreur favorise une recherche chez les élèves. Il faut aussi identifier les causes des erreurs récurrentes. C'est à ces conditions qu'il devient possible de sensibiliser les enseignantes et les enseignants débutants à l'importance de l'interprétation de ces erreurs pour situer l'élève dans le processus d'apprentissage. La difficulté sera ensuite reconnue comme telle à la suite d'une

⁸ On le trouve développé dans l'article de Allard et Mamede de ce numéro thématique mais aussi dans DeBlois et Vézina (2001) ainsi que Nongni et DeBlois (2017).

prise de conscience à l'égard des représentations, des procédures et des coordinations entre elles ainsi que d'une institutionnalisation de ces prises de conscience. Enfin, la posture épistémologique enseignante permettrait une préoccupation à l'égard des apprentissages effectifs des élèves en classe (DeBlois & Squalli, 2002 ; Sayac, 2013). En situant les trois postures épistémologiques observées durant une formation à l'enseignement, les conceptions, les préoccupations et les projets d'enseignement des différents partenaires sont mis en lumière (DeBlois, 2011b ; 2019).

Même si les articles de ce numéro thématique ne s'y attardent pas, il nous semble important, lors de l'élaboration d'une formation à l'enseignement des mathématiques, d'identifier et de lever si possible certains obstacles : 1) la distance entre les discours des formatrices, des formateurs et des institutions de même que le contexte social dans lesquelles évoluent les partenaires ; 2) la durée des formations offertes ; 3) l'importance d'aborder la méconnaissance, consciente ou non, des processus pouvant conduire aux savoirs visés ; 4) les habitudes non questionnées, liées à la possibilité ou non de générer un plus grand nombre d'interactions. Une tension semble inévitable, nous l'avons évoquée précédemment, celle concernant l'attrait pour un protocole d'enseignement universel (encore appelé « recettes » ou « séquences clef en main ») et l'intention des formatrices et des formateurs à l'égard d'un engagement réflexif des enseignantes et des enseignants débutants. À cet effet, Kaba (2019) a pu reconnaître que lors d'une formation initiale à l'enseignement de la démonstration en géométrie au secondaire, des rapports aux savoirs de nature pragmatique résulteraient d'une synergie entre les postures étudiante et enseignante et susciteraient une curiosité à l'égard des erreurs des élèves alors que des rapports aux savoirs de nature heuristique ou de nature formelle conduiraient plutôt à une préoccupation centrée sur les contenus mathématiques à enseigner. Kaba et DeBlois (2017) mettent en lumière comment l'organisation d'une tâche à proposer aux élèves et le choix des variables orientent les préoccupations des enseignantes et enseignants débutants vers le développement d'un raisonnement chez leurs élèves. D'autres travaux (Sayac, 2013) distinguent les postures que les formatrices et les formateurs dévoluent aux enseignantes et aux enseignants débutants, ou non, en y attachant des conséquences sur ce qui peut être approprié en termes de pratiques.

4.2 Pour la formation des formatrices et des formateurs

L'hypothèse, issue du modèle de la ZPD adapté au développement professionnel (ZPDP), amène à mettre au travail tous les partenaires sur un même objet dans ce cas, des pratiques de classe. Cette hypothèse est adoptée notamment par Abboud, Robert et Rogalski. Cela conduit à un double enrichissement. D'une part, l'expérience des enseignantes et des enseignants débutants, ou non, s'enrichit par des questionnements adaptés. Cette expérience mène aussi à systématiser et à créer

des alternatives⁹ apportées par les formatrices et les formateurs. Ces dernières sont alors engendrées à partir des connaissances didactiques et professionnelles des formatrices et des formateurs, y compris leur vigilance, qui permet d'élaborer les adaptations nécessaires. D'autre part, les expériences des personnes en formation s'enrichissent du fait de la nécessité de confronter et de faire évoluer ce qu'apportent les formatrices et les formateurs et leur représentation de la réalité.

Si dégager les activités des formatrices et des formateurs pour elles-mêmes semble assez nouveau, ces dernières sont ici valorisées plutôt que discutées. En effet, il est difficile d'apprécier ce que peut provoquer une activité ou une autre ou de vérifier que ce qui est supposé a eu lieu. Il semble que l'on puisse cependant y voir des visées pour les formatrices et les formateurs. La question du passage de ces descriptions à une appropriation se pose. Les différences observées pourraient être liées à l'étude des activités des formatrices et des formateurs pour elles-mêmes (par exemple observateurs, expérimentateurs, cameramen...), ou en fonction de ce qu'elles provoquent ou pourraient provoquer (travail inscrit dans une Zone Proximale de Développement des Pratiques, posture de traducteurs, geste de médiation...). Les activités présentées relèvent souvent de logiques d'action un peu différentes, d'une pluralité de rôles ou de postures et de gestes différents. Ces gestes concourent toutefois tous aux visées déjà énoncées, y compris grâce à une certaine polyphonie mise en évidence dans l'article de Bacon et Saboya, où deux superviseurs de statut différent interviennent en même temps.

Dans le même ordre d'idées, les postures que les formatrices et les formateurs souhaiteraient voir adopter par les enseignantes et les enseignants, débutants ou non, diffèrent d'une pratique à l'autre sans que les articles n'insistent sur ce point. Nous posons la question de l'importance de développer une sensibilité chez les formatrices et les formateurs de ce qui « émerge » des populations qui sont en formation à l'enseignement des mathématiques. Cela n'est pas toujours clairement identifié, voire ne s'accorde pas nécessairement à ce que les formatrices et les formateurs veulent mettre en place.

Vu ce qui précède, les formatrices et les formateurs peuvent avoir besoin de disposer d'études des contenus à enseigner, selon des aspects mathématiques et curriculaires (liés aux programmes) et des aspects cognitifs (liés aux erreurs et aux procédures des élèves). Ils peuvent aussi être intéressés par des analyses a priori de tâches¹⁰ contribuant à la mise en place de repères pour apprécier les déroulements, les

⁹ De nouveaux équilibres à suivre, en toute conscience – par exemple pour les élèves de milieux défavorisés.

¹⁰ Allégées par rapport à celles que les chercheurs peuvent mener, en référence aux adaptations dégagées dans les recherches.

scénarios et les évaluations. Or, souvent les articles de recherche ne sont pas directement utilisables à cet effet. La question des ressources se pose. Que trouve-t-on à ce sujet dans la littérature professionnelle, où certains aspects sont moins développés que pour des recherches ? Revient-il aux chercheuses et chercheurs d'y participer ? Plus généralement quoi faire des résultats obtenus en recherches en didactique, qu'en transmettre, comment ? Il nous semble que des premiers jalons sont posés dans ces articles, en termes de transposition, d'outils à partager, et de vigilance à ne pas transmettre tel quel.

La question se pose aussi pour les multiples fonctions associées aux postures ou aux rôles qui sont décrits. Ces activités et ces fonctions des formatrices et des formateurs, identifiées dans un certain nombre d'articles, s'acquièrent-elles « spontanément » ? S'improvisent-elles, dès lors qu'ils en prennent connaissance dans un article ? Comment mettre en actes les modalités adoptées et, peut-être surtout, qu'en fait-on ? Comment choisir de commencer les formations ? Par l'étude des mises en œuvre réelles, filmées ou simulées ou par celle des contenus en jeu ? Lorsqu'on commence par l'étude des mises en œuvre certains évoquent des formations à l'envers (Robert et al., 2012 ; Abboud & Robert, 2015 ; Rogalski & Robert, 2015). En formation continue, comment choisir ce qui est proposé ? Comment les formatrices et les formateurs peuvent-ils finalement identifier les formations pertinentes et adapter leurs apports en relation avec les besoins qu'ils peuvent supposer ? Quand, comment se font ces apports ?

Une certaine homologie entre ce qu'est la formatrice ou le formateur et ce que vont être les personnes en formation est peut-être à évoquer. Y a-t-il un lien entre les pratiques développées par les formateurs et les pratiques des personnes en formation ? Comment réfléchir à la répartition des formations disciplinaires ? Cela remet en jeu ce qu'on entend par développement professionnel en déployant une réflexion globale. Les choix actuels nous semblent encore très pragmatiques. Enseigner les mathématiques n'est pas former à l'enseignement des mathématiques. Cela semble acquis mais il reste des questions sur la formation. En effet, plusieurs personnes interviennent durant une formation initiale. Comment construire une certaine cohérence entre leurs interventions ? Les tensions sont particulièrement vives, nous l'avons déjà souligné, entre pratiques en classe et théories didactiques, engendrant une attente de situations clef en main en contradiction avec la conviction des formatrices et des formateurs de la nécessité de susciter l'adaptation déjà évoquée. Cela se traduit souvent par des tensions entre formation de terrain et formation regroupées, universitaires ou autres... Mais il y a aussi des tensions entre formations disciplinaires et formation générale, notamment en formation initiale, mais pas seulement. Y aurait-il lieu de sensibiliser les formateurs à l'intérêt d'une vision globale du développement professionnel et à les former à faire des liens, dans

leurs pratiques, entre les différents segments des formations, à se renvoyer la balle en somme ?

Encore plus délicates sont les questions liées aux manières d'être enseignant, à un engagement dans le métier. Nous avons pu observer comment l'engagement des partenaires est alimenté par leur rôle (DeBlois, 2009b) dans la classe lorsqu'une enseignante explique comment, chez ses élèves, le sentiment de vivre une expérience commune avec elle diminue le nombre de comportements inappropriés. Plus généralement, les formatrices et les formateurs peuvent-ils intervenir sur ces éléments et comment ?

Conclusion : questions et perspectives

Dans les dix articles de ce numéro thématique, l'hypothèse selon laquelle il est nécessaire, à certains moments des formations, de s'appuyer sur les expériences des participantes et des participants en classe, même en germe, est très présente. Certains éléments partagés par l'ensemble des articles semblent instructifs. Même s'il n'y a pas d'évaluations à la clef, sauf exception, nous voyons dans cette régularité une source de progrès. D'ailleurs, les questions d'évaluation des formations restent à explorer.

Ainsi, un premier chantier émerge si on réfléchit à ce que pourrait être l'évaluation d'une formation. Comment s'assurer que ce qui est apprécié relève de la formation étudiée ? Par-delà cette question initiale, bien délicate à renseigner, il faudrait : 1) analyser les scénarios de formation ; 2) analyser les gestes posés par les formatrices et les formateurs les mettant en œuvre ; 3) analyser les pratiques des enseignantes et des enseignants, débutants ou non ; 4) analyser les apprentissages de leurs élèves. Enfin, le développement de cadres théoriques pour une évaluation semble incontournable pour offrir une référence qui va au-delà du pragmatisme déjà identifié.

Un certain nombre d'autres questions méritent d'être abordées. Est-ce que des formations spécifiques sont nécessaires pour intervenir en milieux défavorisés dans lesquels nous savons qu'il n'est pas suffisant d'improviser ? Des spécificités pour les formations aux pratiques consistant à intégrer les TICE dans l'enseignement seraient-elles à développer ? Dans un autre ordre d'idées, pour développer certaines compétences professionnelles, peut-on organiser des formations par la recherche, comme certains travaux (Horoks, 2022) le valorisent depuis peu ?

De nouvelles recherches s'imposent ainsi, à la fois pour renforcer ce qui se dégage des travaux, proposés ici, et pour explorer les nouvelles questions que nous avons suggérées. Il faut cependant souligner que les recherches correspondantes sont délicates à mener pour des chercheuses et des chercheurs en didactique des mathématiques, à plusieurs titres. Ces recherches engagent en effet des études qui

relèvent souvent de plusieurs cadres, ce qui fragilise la position institutionnelle de celles et de ceux qui s'y engagent. De plus, ces recherches mettent en jeu, en les transposant de surcroît, des éléments de didactique qui ne sont pas « prouvés », au sens banal du terme... Enfin les contraintes des formations sont importantes, ce qui peut rendre difficile, voire impossible, de proposer à toutes les personnes en formation ce que les formatrices et les formateurs jugeraient légitime et favorable.

Bibliographie

ABBOUD-BLANCHARD, M. & ROBERT, A. (2015). Former des formateurs d'enseignants de mathématiques du secondaire : un besoin, une expérience et une question d'actualité. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 20, 181-206. <https://publimath.univ-irem.fr/numerisation/ST/IST15007/IST15007.pdf>

ABBOUD, M., ROBERT, A. & ROGALSKI, J. (2022). Interroger les pratiques de formation des professeurs de mathématiques : orientations de recherche et perspectives (un agenda). *Annales de didactique et de sciences cognitives*, numéro thématique « Les pratiques de formation à l'enseignement des mathématiques. Une approche par la recherche en didactique », 1, 261-285.

ALLARD, C. & MAMEDE, M. (2022). Étude des conditions nécessaires pour favoriser l'exercice de la vigilance didactique des formateurs en formation initiale ciblée sur les liens entre apports théoriques et pratiques en classe. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, numéro thématique « Les pratiques de formation à l'enseignement des mathématiques. Une approche par la recherche en didactique », 1, 341 - 376.

ALTET, M. (1994). *La formation professionnelle des enseignants*. Presses Universitaires de France.

AUCLAIR, C. (2022). Une analyse des pratiques de formation initiale à l'algorithmique et à la programmation à destination des enseignants du premier degré. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, numéro thématique « Les pratiques de formation à l'enseignement des mathématiques. Une approche par la recherche en didactique », 1, 91-118.

ARZARELLO F., ROBUTTI O., SABENA C., CUSI A., GARUTI R., MALARA N. & MARTIGNONE F. (2014). Meta-didactical transposition : A theoretical model for teacher education programmes. Dans A. Clark-Wilson, O. Robutti & N. Sinclair (dir.), *The mathematics teacher in the digital era* (p. 347-372). Springer, Dordrecht.

BACON, L. & SABOYA, M. (2022). La supervision des stages en enseignement des mathématiques au primaire et au secondaire : analyse des objets et des dynamiques d'interaction entre les acteurs de la formation. *Annales de didactique et de sciences*

cognitives, numéro thématique « Les pratiques de formation à l'enseignement des mathématiques. Une approche par la recherche en didactique », 1, 167-212.

BAKHTINE, M. (1984). *Esthétique de la création verbale*. Traduit du russe par Alfreda Aucouturier. Gallimard.

BEDNARZ, N., MAHEUX, J.-F., BACON, L., SABOYA, M., LAJOIE, C. & THIBAUT, M. (2019). Regards de chercheurs-conseillers pédagogiques sur les interactions en contexte de résolution de problèmes mathématiques en classe. *Éducation et Francophonie*, 47 (3), 140-162.

BEDNARZ, N. & BARRY, S. (2010). Recherches collaboratives en enseignement des mathématiques comme soutien au développement professionnel des enseignants. Dans C. Couture et L. Dionne (dir.), *La formation et le développement professionnel en sciences, technologies et mathématiques* (p.225-253). Les Presses de l'Université d'Ottawa.

BLANCHARD-LAVILLE, C. (2001). *Les enseignants entre plaisir et souffrance*. Presses Universitaires de France. Collection Éducation et formation.

CHARLOT, B. (1997). *Du rapport au savoir : éléments pour une théorie*. Anthropos.

CHEVALLARD, Y. (2019). Introducing the Anthropological Theory of the Didactic : An Attempt at a Principled Approach. *Hiroshima Journal of Mathematics Education*, 12, 71-114.

CHEVALLARD, Y. & JOSHUA, M.-A. (1982). Un exemple d'analyse de la transposition didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 3 (2), 157-240.

CHOQUET, C. (2022). Comprendre les effets des choix de formateurs sur les pratiques de professeurs de mathématiques débutants. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, numéro thématique « Les pratiques de formation à l'enseignement des mathématiques. Une approche par la recherche en didactique », 1, 287-313.

CLOT, Y. (2017). *Travail et pouvoir d'agir*. Presses Universitaires de France.

DEBLOIS, L. (2019). Un parcours de chercheuse : guidée par la soif de comprendre. Dans C. Corriveau, V. Martin, M. Thibault & A. Savard (dir.), *Actes du Colloque du Groupe de didactique des mathématiques* (p. 32-40). Université Laval.

DEBLOIS, L. & BARMA, S. (2017). Identification de contradictions dans l'activité d'enseignants du primaire devant l'enseignement de la compétence à résoudre des problèmes mathématiques. Dans *Actes du colloque International de didactique professionnelle* (p. 1-7). Université de Lille. https://rpd2017.sciencesconf.org/data/3120_DEBLOISlucieBARMAylvie.pdf

DEBLOIS, L. (2011a). *Enseigner les mathématiques. Des intentions à préciser pour planifier, guider et interpréter*. Presses de l'Université Laval.

DEBLOIS, L. (2011b). De l'ancien élève à l'enseignant : quel parcours mathématique ? Dans C. Corriveau, J. Proulx et H. Squalli (dir.), *Formation mathématique des enseignants de mathématiques : pratiques, orientations et recherches* (p. 314-319). Presses de l'Université du Québec.

DEBLOIS, L. (2009a). Les contextes et les besoins à l'origine de la recherche collaborative. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 14, 213-229. <https://publimath.univ-irem.fr/numerisation/ST/IST09011/IST09011.pdf>

DEBLOIS, L. (2009b). La collaboration enseignant/chercheur et leur développement professionnel respectif. Dans B. DI PAOLA (dir.), *Actes du congrès de la Commission Internationale pour l'Enseignement et l'Amélioration de l'Enseignement des Mathématiques (CIEAEM)* (p. 388-394). Université de Montréal. http://math.unipa.it/~grim/cieaem/Proceedings_cieaem_QRDM_Montreal_09_orales_sub5.pdf

DEBLOIS, L. & MAHEUX, J.-F. (2005). When things don't go exactly as planned: Leveraging from student teachers' insights to adapted interventions and professional practice. Communication présentée dans le cadre du 15e congrès de l'International Commission on Mathematical Instruction. Aguas De Lindoia, Brésil. https://crires.ulaval.ca/sites/default/files/full-text/deblois_lucieicmi15_prop_0.pdf

DEBLOIS, L. & SQUALLI, H. (2002). Implication de l'analyse de productions d'élèves dans la formation des maîtres. *Educational Studies in Mathematics*, 50(2), 212-237. <https://doi.org/10.1023/A:1021116014594>. 2001).

DEBLOIS, L. & VÉZINA, N. (2001). Conceptions des futurs maîtres du primaire relativement à des activités d'enseignement en mathématiques. *Canadian Journal of Higher Education*, XXXI (2), 103-134. <https://journals.sfu.ca/cjhe/index.php/cjhe/article/view/183390>.

DEBLOIS, L. (2022). Approche par problème et formation d'enseignants de mathématiques : comment se diffusent, en formation, les résultats de la recherche ? *Annales de didactique et de sciences cognitives*, numéro thématique « Les pratiques de formation à l'enseignement des mathématiques. Une approche par la recherche en didactique », 1, 315-339.

DEBLOIS, L., LAJOIE, C., MANGIANTE-ORSOLA, C., MASSELOT, P. & TEMPIER, F. (2022). Priorités et stratégies d'un formateur lors de la mise en œuvre d'un jeu de rôles en mathématiques. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, numéro thématique « Les pratiques de formation à l'enseignement des mathématiques. Une approche par la recherche en didactique », 1, 55-89.

HOROKS, J. (2022). *Des pratiques aux apprentissages mathématiques, en passant par la formation. Circulation des savoirs issus des recherches en Didactique des Mathématiques*. Habilitation à diriger des recherches. Paris.

HOROKS, J. & PILET, J. (2015). Étudier et faire évoluer les pratiques d'évaluation des enseignants de mathématiques en algèbre au collège dans le cadre d'un Léa. Dans L. Theis (dir.), *Actes du colloque Espace Mathématique Francophone 2015 : Pluralités culturelles et universalité des mathématiques : enjeux et perspectives pour leur enseignement et leur apprentissage* (p. 491-501). Tipaza (Alger).

HOROKS, J. & PILET, J. (2016). Analyser les pratiques d'évaluation des enseignants de mathématiques. Dans Y. Matheron & G. Gueudet (dir.), *Actes de la 18ème Ecole d'été des mathématiques. Enjeux et débats en didactique des mathématiques* (p. 623-636). La pensée Sauvage.

HOUEMENT, C. & KUZNIAK, A. (1996). Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. *Recherches en didactique des mathématiques*, 16 (3), 287-322.

JORRO, A. (2012). L'accompagnement, comme processus singulier et comme paradigme. Dans E. Charlier et S. Biemar (dir.), *Accompagner : un agir professionnel* (p. 5-10). De Boeck Université.

KABA, G.-R. & DEBLOIS, L. (2017). Postures épistémologiques et pratiques de futurs enseignants de mathématiques du secondaire au Gabon lors d'une formation à l'enseignement de l'articulation visualisation-raisonnements en géométrie. Dans A. Adihou, J. Giroux, D. Guillemette, C. Lajoie & K. Mai Huy (dir.), *Actes du colloque du Groupe de didactique des mathématiques du Québec* (p. 95-110). Université McGill.

LAGRANGE, J.B. (2013). *Les technologies numériques pour l'enseignement*. Octarès.

LAJOIE, C., BEDNARZ, N., SABOYA, M., HANIN, V. & BACON, L. (2022). Logiques d'action de conseillers pédagogiques en mathématiques au primaire dans l'accompagnement d'enseignants à la résolution de problèmes en contexte d'enseignement. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, numéro thématique « Les pratiques de formation à l'enseignement des mathématiques. Une approche par la recherche en didactique », 1, 119-166.

MARCHAND, P., MARTIN, V., THIBAUT, M. & BISSON, C. (2022). Postures et gestes de personnes formatrices exploitant les jeux de rôles comme dispositif de formation à l'enseignement des mathématiques : analyse de récits de pratiques. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, numéro thématique « Les pratiques de formation à l'enseignement des mathématiques. Une approche par la recherche en didactique », 1, 19-53.

MASSELIN, B., HARTMANN, F. & ARTIGUE, M. (2022). Étude du rôle des facilitateurs dans un dispositif de Lesson Study adapté. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, numéro thématique « Les pratiques de formation à l'enseignement des mathématiques. Une approche par la recherche en didactique », 1, 213-260.

NIMIER, J. (1997). *La formation psychologique des enseignants*. Éditions Sociales Françaises.

NONGNI, G. & DEBLOIS, L. (2017) Planification de l'enseignement de la moyenne en utilisant les ressources documentaires numériques. La didactique des mathématiques : entre spécificité et ouverture vers d'autres sciences - enjeux et perspectives pour l'Afrique. Dans A. Adihou, M. S. Sangaré, A. Mopondi Bendeko Mbumbu & J. Sadjia (dir.), *Actes du premier colloque de l'Association de Didacticiens des Mathématiques Africains* (p. 235-250).

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

ROBERT, A. (2003). De l'idéal didactique aux déroulements réels en classe de mathématiques : le didactiquement correct, un enjeu de la formation des (futurs) enseignants (en collège et en lycée). *Didaskalia*, 22, 99-116. <https://doi.org/10.4267/2042/23922>.

ROBERT, A. (2005). De recherches sur les pratiques aux formations d'enseignants de mathématiques du second degré : un point de vue didactique. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 10, 209-250. <https://publimath.univ-irem.fr/numerisation/ST/IST05011/IST05011.pdf>

ROBERT, A. (2007). Stabilité des pratiques des enseignants de mathématiques (second degré) : une hypothèse, des inférences en formation. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 27(3), 271-312.

ROBERT, A., PENNINGCKX, J. & LATTUATI, M. (2012). *Une caméra au fond de la classe, (se) former au métier d'enseignant de mathématiques du second degré à partir d'analyses de vidéos de séances de classe*. Presses Universitaires de Franche-Comté.

ROBERT, A. & ROGALSKI, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 2 (4), 505-528. <https://doi.org/10.1080/14926150209556538>

ROBERT, A. & VIVIER, L. (2013). Analyser des vidéos sur les pratiques des enseignants du second degré en mathématiques : des utilisations contrastées en recherche en didactique et en formation de formateurs – quelle transposition ? *Éducation et didactique*, 7 (2), 115-144.

ROGALSKI, J. & ROBERT, A. (2015). De l'analyse de l'activité de l'enseignant à la formation des formateurs. Le cas de l'enseignement des mathématiques dans le secondaire. *Raisons Éducatives*, 19, 95-114.

SAYAC, N. (2012). Pratiques de formateurs : la question centrale des savoirs de formation. Dans J.-L. Dorier & S. Coutat (dir.), *Actes du colloque Espace Mathématique Francophone 2012 : Enseignement des mathématiques et contrat social : enjeux et défis pour le 21^e siècle* (p. 240–250). Université de Genève.

SCHÖN, D.-A. (1994). *Le Praticien réflexif : à la recherche du savoir caché dans l'agir professionnel*. Éditions Logiques.

VYGOSTKI, L. (1985/1997). *Pensée et langage*. Messidor/ La dispute (4^{ème} édition).

LUCIE DEBLOIS

Université Laval

lucie.deblois@fse.ulaval.ca

ALINE ROBERT

CY Cergy Paris Université, Université Paris Cité, Univ Paris Est Creteil, Univ.
Lille, UNIROUEN, LDAR, F-95000 Cergy-Pontoise, France

robertaline.robertaline@orange.fr

Annexe 1. Types de formation initiale et continue au Québec, en France et en Belgique

2018-2021	Québec	France	Belgique
Primaire	Arrive le plus souvent des sciences humaines au Cégep (collège d'enseignement général et professionnel). Cote minimale de rendement (cote standardisée adaptée) de 22	Issus principalement de filière non scientifique. A peine 5% proviennent de filière scientifique (maths/sciences physique/chimie, biologie)	Issus de filières variées du lycée (souvent non scientifiques)
Secondaire	Arrive des sciences, lettres, arts, sciences de la nature ou informatique au Cégep	Arrive avec une licence de mathématiques, d'informatique, de physique de chimie, de mathématiques appliquées aux sciences sociales ou avec un diplôme d'ingénieur	Arrivent avec une licence de mathématiques pour démarrer un master en didactique, ou avec un master en maths (finalité non didactique), physique, informatique ou un diplôme d'ingénieur pour démarrer l'agrégation.
Didactique	135 heures sur 4 ans tant au primaire qu'au secondaire	Variable selon les Instituts National Supérieur du Professorat et de l'Education (INSPE) et les formateurs Au primaire : impossible de savoir, entre 0 heure et plus de 100 heures	Variable selon les universités pour le secondaire, difficile de savoir dans le primaire mais proche de 0 (plus de cours de pédagogie générale)

Mathématiques requises pour entrer dans le programme	Fin secondaire pour les étudiants.es du primaire Calcul différentiel et intégral, algèbre linéaire pour les étudiants.es du secondaire	Pour entrer dans le programme du primaire : un niveau cycle 4 fin de collège début du lycée Pour celui du secondaire : un niveau de licence de mathématiques théoriquement ou un bon L2 de mathématiques	Idem France
Cours de mathématiques durant le baccalauréat (sur 4 ans)	135 heures pour le primaire 405 heures pour le secondaire	Avant la dernière réforme... Au primaire c'est une moyenne de 5 heures par semaines sur 36 semaines En licence de mathématiques par exemple (pour le secondaire) : trois ans d'études de math universitaires	Pour le primaire, c'est très variable, en moyenne 4 heures par semaine. Pour le secondaire, en moyenne 6 heures par semaine.
Qui sont les formatrices et les formateurs	Des professeures et des professeurs ayant un poste dans une université et des chargés de cours ayant une maîtrise ou un doctorat en didactique des mathématiques	Essentiellement des enseignantes et des enseignants issus du secondaire ayant un CAPES de mathématiques ou une agrégation en mathématiques (concours de recrutement nationaux), des enseignants-chercheurs en mathématiques, parfois en didactique ou histoire des mathématiques	Pour le primaire et le collège, principalement des enseignantes et des enseignants ayant un master en mathématiques (tous n'ont pas l'agrégation). Pour le secondaire des universitaires en mathématiques, parfois en didactique.
Recrutement	Les étudiants.es font une demande	En Master 1 (après la licence), selon les académies les modes de	Listes de recrutement à tous les niveaux, les postes dépendent de

	d'admission. Les programmes ne sont pas contingentés Depuis 2020 une passerelle permet de passer d'un baccalauréat en mathématiques à la maîtrise en enseignement des mathématiques au secondaire	recrutement sont différents, parfois il y a un test d'entrée, une étude du dossier et des motivations, d'autres fois il suffit d'avoir juste une licence. Au secondaire, pour les étudiants qui n'ont pas de licence de Mathématiques, un nombre minimal d'heures de mathématiques acquises post-bac peut être requis (400 heures dans certains INSPE).	l'ancienneté (deux réseaux de recrutement : Fédération Wallonie-Bruxelles, Enseignement libre).
Stages	Sur 4 ans sans rémunération Année 1 : 10 jours Année 2 : 24 journées étalées sur 1 année scolaire (1 journée/sem.) Année 3 : 5 semaines Année 4 : 17 semaines en continu	Cela dépend des parcours Certains ont 16h d'observation en classe dès la licence. En master 1 il y a entre 4 à 6 semaines de stage et en master 2 les étudiantes et les étudiants ayant réussi le concours enseignent à mi-temps (stage en responsabilité).	Environ 30h et un stage d'écoute d'environ 10 heures.
Évaluation	Chacun des cours est évalué par chacun des responsables de cours. Un minimum de 1,8/4,33 est nécessaire pour	Les modalités d'évaluation dépendent des différentes universités. Souvent c'est un ensemble de contrôles continus et terminaux	Dépend fortement des universités (lycée) et des hautes écoles (primaire et collège). Souvent des contrôles continus et terminaux.

	l'obtention du baccalauréat		
Entrée professionnelle	Cv déposé par chacun des étudiants.es dans les centres de services scolaires à travers le Québec. Des entrevues sont habituellement proposées. Souvent, les lieux de stages sont privilégiés.	Au primaire : Affectés selon des critères établis par les syndicats et l'institution. Un nombre de points est affecté en fonction de l'ancienneté essentiellement, et de critères sociaux (comme être parent d'enfants handicapés). Ces points permettent d'accéder plus facilement aux postes visés. Au secondaire : concours	Dossier envoyé dans les différents réseaux qui contactent eux-mêmes les enseignantes et les enseignants quand ils ont besoin.
Formation continue	Les conseillères et les conseillers pédagogiques dans les centres de service scolaires Inscription à des programmes universitaires sans remboursement des frais	Au primaire : 18 heures de formation obligatoire tous les ans, les frais sont très rarement pris en charge. Les formations sont faites par les conseillères et les conseillers pédagogiques du primaire, ou des enseignants. Au secondaire : pas d'obligation	Environ trois jours par an de formation.

Annexe 2. Nos indicateurs

Nos premiers indicateurs sont factuels : nature des formations (initiale, continue, formateurs), pour le secondaire ou le primaire, destinées à des volontaires, durée prévue, sur le terrain, ou collective. Nous avons ensuite étudié les dispositifs mis à l'étude, ce qui est indiqué sur les formateurs et les contenus en jeu s'il y a lieu. Puis nous avons fait une liste de la nature des données utilisées.

Une deuxième série d'indicateurs a porté sur les analyses réalisées dans les articles : questions posées, savoirs en jeu, postures des formés/des formateurs, puis cadres théoriques de référence et outils évoqués comme transposés des recherches en didactique, méthodologies, résultats (y compris difficultés), présence d'une évaluation, marges de manœuvre à investir.

Imprimerie et reprographie
Directions des affaires logistiques intérieures
Université de Strasbourg
Dépôt légal 1^{er} trimestre 2023