

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 familier 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 15^e 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>.

DEMONTY, I. (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.

GUILLE-BIEL WINDER, C., 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 Cegep (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 Cegep	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

	<p>d'admission. Les programmes ne sont pas contingentés</p> <p>Depuis 2020 une passerelle permet de passer d'un baccalauréat en mathématiques à la maîtrise en enseignement des mathématiques au secondaire</p>	<p>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.</p> <p>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).</p>	<p>l'ancienneté (deux réseaux de recrutement : Fédération Wallonie-Bruxelles, Enseignement libre).</p>
Stages	<p>Sur 4 ans sans rémunération</p> <p>Année 1 : 10 jours</p> <p>Année 2 : 24 journées étalées sur 1 année scolaire (1 journée/sem.)</p> <p>Année 3 : 5 semaines</p> <p>Année 4 : 17 semaines en continu</p>	<p>Cela dépend des parcours</p> <p>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).</p>	<p>Environ 30h et un stage d'écoute d'environ 10 heures.</p>
Évaluation	<p>Chacun des cours est évalué par chacun des responsables de cours. Un minimum de 1,8/4,33 est nécessaire pour</p>	<p>Les modalités d'évaluation dépendent des différentes universités. Souvent c'est un ensemble de contrôles continus et terminaux</p>	<p>Dépend fortement des universités (lycée) et des hautes écoles (primaire et collège). Souvent des contrôles continus et terminaux.</p>

	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.