

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

Adolphe ADIHOU

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

Patricia MARCHAND

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

Jeanne KOUDOGBO

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

Anne-Julie LEROUX

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

Résumé

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

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

I - INTRODUCTION

Au Québec, la formation initiale à l'enseignement au primaire et au secondaire s'appuie sur une formation théorique (cours disciplinaires et didactique en classe) et une formation pratique (stage). Au terme de cette formation, une autorisation d'enseigner et un diplôme de baccalauréat sont décernés aux étudiants¹. Dans le cadre de cette formation à l'enseignement au primaire et au secondaire, plus particulièrement, la formation à l'enseignement en adaptation scolaire et sociale (ASS) vise à former des enseignants pouvant intervenir auprès d'élèves HDAA². Cette formation s'étale sur 4 ans et s'articule autour de 12 compétences professionnelles à développer (MEQ, 2001a; MEQ, 2001b) avec l'autorisation du Comité d'Agrément des Programmes de Formation à l'Enseignement (CAPFE). Pour assumer son rôle de formation à l'enseignement, chaque institution universitaire québécoise propose diverses

¹ La forme masculine utilisée dans le texte désigne aussi bien les étudiantes que les étudiants ou plus loin, les enseignantes et enseignants ou encore les superviseuses et superviseurs. Elle n'est utilisée que pour alléger le texte.

² Élèves handicapés ou en difficultés d'adaptation ou d'apprentissage

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

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

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

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

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

II - PROBLÉMATIQUE

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

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

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

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

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

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

III - CADRE DE RÉFÉRENCE

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

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

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

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

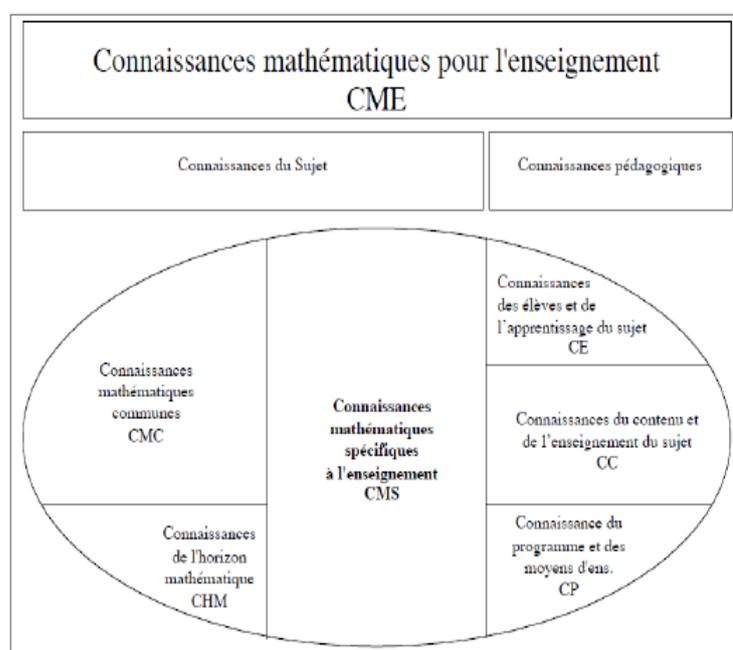


Figure 1: Connaissances mathématiques pour l'enseignement (Clivaz (2011), traduit de Ball et al. (2008))

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

IV - MÉTHODOLOGIE : DÉMARCHE ET OPÉRATIONNALISATION

1 Description du dispositif

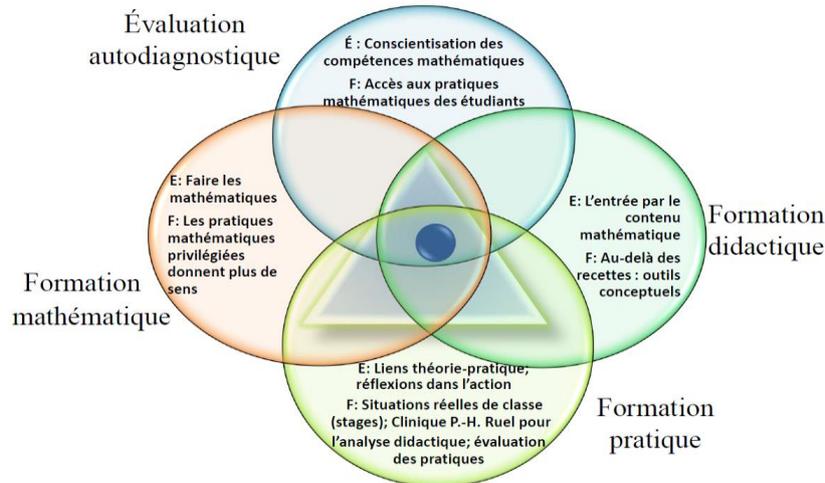


Figure 2 : Dispositif de formation à l'enseignement des mathématiques au BASS³

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

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

2 Processus de la mise en place du dispositif

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

- La conception d'une évaluation auto diagnostique⁴ en mathématiques en vue d'émettre un diagnostic aux étudiants dès leur entrée dans le programme.
- L'élaboration, la conception et la scénarisation de quatre métacours⁵ (théorie, activités pratiques, résolution de problèmes, solutions et démarches) et des ateliers sur un site Internet.
- L'élaboration d'un mécanisme de prise en charge des étudiants, favorisant leur autonomie.
- L'articulation entre évaluation auto diagnostique, métacours, cours de didactique des mathématiques et interventions à la clinique.

³ Légende : É pour Étudiant et F pour Formateur

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

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

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

3 Opérationnalisation du dispositif

3.1 Évaluation auto diagnostique

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

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

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

3.1.1 Description des domaines visés

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

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

Tableau 1 : Aperçu des domaines

3.1.2 Référentiel de l'évaluation auto diagnostique

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

3.1.3 Administration : consignes, durée et matériel autorisé

L'évaluation se déroule au premier trimestre de la première année de la formation. La date et les salles de cours pour la passation de l'évaluation sont indiquées à l'horaire des étudiants du BASS. Elle est d'une durée de trois heures. Le matériel requis est le suivant : crayons de plomb ou stylos, gomme à effacer ou correcteur, ensemble de géométrie (règle, équerre, rapporteur d'angle, compas, ...). Si d'autres instruments sont nécessaires, les étudiants sont avisés. Aucun échange de matériel n'est permis lors de l'évaluation. Des feuilles de brouillon sont mises à leur disposition pour l'évaluation, mais sont récupérées à la fin de la période par le surveillant. Aucun document de référence n'est autorisé pour l'évaluation⁶. La calculatrice⁷ n'est pas permise pour la partie ciblant les algorithmes de calcul. Une pièce d'identité avec photo est obligatoire. Des exemples de questions, sont dans l'Annexe B.

3.1.4 Correction, interprétation et diffusion des résultats

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

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

Tableau 2 : Lien entre contenu mathématique et cours de didactique des mathématiques⁸

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

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

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

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

3.1.5 Fiche d'évaluation auto diagnostique

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

<p>Nom de l'étudiant (e) : _____</p> <p style="text-align: center;">Évaluation auto diagnostique en mathématiques</p> <p>Voici les concepts ou processus associés aux différents cours de didactique de votre formation qui seraient important de travailler à la suite de votre évaluation auto diagnostique. Cette préparation est nécessaire pour bien comprendre les cours de didactique.</p> <p>Arithmétique I</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Valeurs de position (numération décimale) <input type="checkbox"/> Opérations sur les nombres (addition, soustraction, multiplication et division) <input type="checkbox"/> Ordre (croissant, décroissant) <input type="checkbox"/> Priorités d'opérations <input type="checkbox"/> Caractéristiques de l'ensemble des naturels <p>Arithmétique II</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Propriétés des opérations (associativité, commutativité, distributivité, élément neutre, élément absorbant) <input type="checkbox"/> Fraction réduite <input type="checkbox"/> Notation décimale, nombre décimal <input type="checkbox"/> Pourcentage (définitions, calcul de pourcentage) <input type="checkbox"/> Critères de divisibilité <input type="checkbox"/> Changement de notation (fraction, notation décimale, pourcentage, notation scientifique...) <input type="checkbox"/> Fractions équivalentes <input type="checkbox"/> Caractéristique des ensembles de nombres (entiers, décimaux, réels, rationnels, irrationnels...) <input type="checkbox"/> Multiples, diviseurs <input type="checkbox"/> PPCM, PGCD <input type="checkbox"/> Proportionnalité

Figure 3 : Fiche évaluation auto diagnostique

3.2 Formation mathématique

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

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

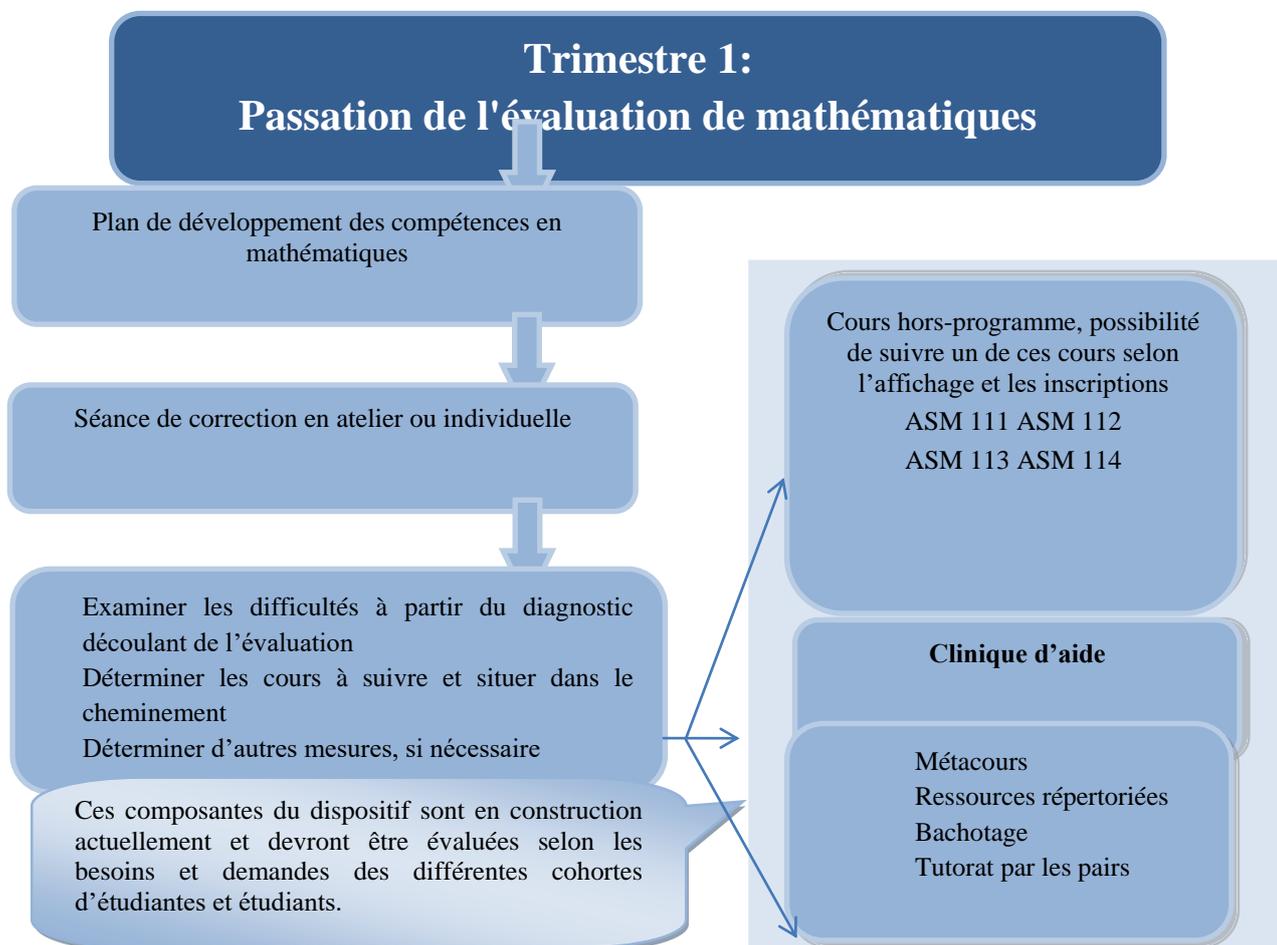


Figure 4 : Cheminement au regard du développement des compétences en mathématiques

3.3 Formation didactique

L'évaluation permet aux formateurs de se référer aux procédures et erreurs effectives relevées dans les copies pour appuyer leurs analyses didactiques. De plus elle permet d'amener les étudiants à réfléchir sur ces erreurs, à avoir une meilleure compréhension des contenus mathématiques, à prévoir des activités pertinentes et à les amener, dans les cours didactiques, à anticiper les activités didactiques qui pourraient aider des élèves qui commettraient ces erreurs, étant donné que les contenus mathématiques de cette évaluation portent sur ceux du primaire et du premier cycle du secondaire. Ainsi, l'évaluation auto diagnostique, les rencontres individuelles et les suivis en mathématiques offrent l'occasion d'analyser les situations et activités⁹ proposées, mais aussi les procédures, les raisonnements et les erreurs des étudiants. D'ailleurs, les procédures, les raisonnements et les erreurs des étudiants rejoignent ceux que des élèves du primaire ou du secondaire pourraient produire.

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

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

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

3.4 Formation pratique

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

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

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

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

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

V - DISCUSSION

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

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

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

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

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

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

VI - LIMITES ET PERSPECTIVES

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

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

En ce qui concerne les perspectives de recherche, le dispositif offre des avenues pour la recherche. Il s'agit de comprendre le dispositif, c'est-à-dire de le questionner. Ainsi, il est possible de l'étudier, d'un point de vue du triplet des genèses (Chevallard, 1999) : méso - topo et chrono - génétiques¹⁰, les organisations mathématiques et didactiques en lien avec le dispositif, les rapports institutionnels aux savoirs mathématiques, didactiques et en lien avec la formation pratique (stage et clinique), les rapports personnels des formateurs aux savoirs mathématiques, didactiques et en lien avec la formation pratique (stage et clinique).

¹⁰ Mésogenèse (Entre autres : Processus par lequel on crée le milieu pour la formation)

Topogenèse (Entre autres : Comment l'étudiant s'engage dans la formation en lieu et place)

Chronogenèse (Entre autres : Processus par lequel les formateurs organisent le temps).

VII - CONCLUSION

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

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

VIII - BIBLIOGRAPHIE

- ADIHOU, A. (2013) *Que faire quand l'affect gouverne cognition en mathématiques?* Communication présentée au colloque international en éducation, Montréal, 2-3 mai 2013.
- ADIHOU, A. (2011) Enseignement/apprentissage des mathématiques et souffrance à l'école. *Actes du Premier colloque international « La souffrance à l'école » du Cercle interdisciplinaire de recherches phénoménologiques*, Université du Québec à Montréal, Canada, 3, 4, 5 mars 2010. *Les Collectifs du Cirp*, **2**, 90- 102.
- ADIHOU, A. (2010) Quelle formation à l'enseignement des mathématiques au primaire en milieu francophone minoritaire? In J. Proulx et L. Gattuso (Éds), *Formation des enseignants en mathématiques : tendances et perspectives actuelles*, (p. 215-224). Sherbrooke : Éditions du CRP.
- ADIHOU, A. & ARSENAULT, C. (2012). Dispositif de formation mathématique pour les enseignants du primaire : choix, caractéristiques, résultats et impacts In J. Proulx, C. Corriveau, et H. Squalli (Éds), *Formation mathématique pour l'enseignement des mathématiques : Pratiques, orientations et recherches*, (p. **225-253**). Québec : Les Presses universitaires du Québec.
- ADIHOU, A. ARSENAULT, C. & MARCHAND, P. (2006) Réflexion sur un dispositif de formation pour le développement de compétences en mathématiques chez les futurs maîtres. In N. Bednarz et C. Mary (dir.) *Acte du 3^e colloque international Espace mathématique francophone*, « *L'enseignement des mathématiques face aux défis de l'école et des communautés* ». [Cédérom]. Sherbrooke : Éditions du CRP.
- ARSENAULT, C., ADIHOU, A., PELLETIER, M.-A. & ROSSIGNOL, É. (A paraître) Le développement et l'évaluation des compétences professionnelles à l'enseignement : de la création à l'évaluation d'un dispositif à l'enseignement des mathématiques. In G. Thésée et al. (dir.) « *La formation à l'enseignement au Québec : bilan des 25 dernières années et perspectives pour l'avenir* » COLLECTIF CAPFE - 83^e congrès de l'Association francophone pour le savoir (ACFAS), Québec : Presses de l'Université du Québec.
- BEDNARZ, N. (2012) Formation mathématique des enseignants – état des lieux, questions et perspectives. In J. Proulx, C. Corriveau et H. Squalli (dir.), *La formation mathématique pour l'enseignement des mathématiques*, Québec : Presses de l'Université du Québec.
- BRONNER, A. (2016) Développement de la pensée algébrique. In *Actes du colloque de l'Espace Mathématique Francophone (EMF 2015)*, Alger.
- BRONNER, A. (2006) Installation et régulation par l'enseignant de l'espace parole-pensée-actions-relations. Gestes d'étude, Gestes professionnels, événements et ajustements. *Actes des journées d'études Interaction Verbales Didactiques et Apprentissage du 19 au 20 mai 2005* à Lyon. Presses universitaires de Franche-Comté.
- BROUSSEAU, G. (1998) Théorie des situations didactiques. *Recherche en Didactique des mathématiques 1970-1990*. Éditions : La Pensée Sauvage, Grenoble.
- BROUSSEAU, G. (1986a) Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, **7(2)**, 33-115, Éditions : La Pensée Sauvage, Grenoble.
- BROUSSEAU, G. (1986b) La relation didactique : le milieu. In *Actes de la 4^e école d'été de didactique des mathématiques*. (54-68). Éditions : IREM de Paris 7.
- CHEVALLARD, Y. (1999) L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, **19.2**. La Pensée Sauvage.
- CHEVALLARD, Y. (1992) Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par une approche anthropologique, *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, **12/1**, 73-112.
- CLIVAZ, S. (2011) *Des mathématiques pour enseigner, analyse de l'influence des connaissances mathématiques d'enseignants vaudois sur leur enseignement des mathématiques à l'école primaire* (Thèse de doctorat), Université de Genève, Genève, <<http://archive-ouverte.unige.ch/unige:17047>>.
- COMITÉ D'AGRÉMENT DES PROGRAMMES DE FORMATION À L'ENSEIGNEMENT (2013) *Rapport annuel de gestion 2011-2012*. Québec : ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport.
- CONNE, F. (1999) Faire des maths, faire faire des maths, regarder ce que ça donne. In G. Lemoyne et F. Conne (dir.). *Le cognitif en didactique des mathématiques*. (p. 30-69). Montréal : Presses de l'Université de Montréal.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

IX - ANNEXE A

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

MAÎTRISE DES CONTENUS MATHÉMATIQUES

Arithmétique**Sens et écriture des nombres****Nombres naturels**

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

Fractions

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

Nombres décimaux

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

Utilisation des nombres

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

Sens des opérations sur des nombres**Nombres naturels**

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

Opérations sur les nombres**Nombres naturels**

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

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

Nombres décimaux

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

Fractions

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

Algèbre

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

Géométrie

Figures géométriques et sens spatial

Espace

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

Solides

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

Figures planes

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

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

Frises et dallages

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

Figures isométriques et semblables

Mesure

Aire

- Aire de polygones décomposables en triangles et en quadrilatères. Aire de disques et de secteurs.
- Aire de figures décomposables en disques, en triangles ou en quadrilatères.
- Aire latérale ou totale de prismes droits, de cylindres droits et de pyramides droites.
- Choix approprié de l'unité de mesure pour les longueurs ou les aires.
- Relations entre les unités de longueur du SI¹¹.
- Relations entre les unités d'aire du SI.
- Mesure manquante d'un segment d'une figure plane.

Angles

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

Longueurs : estimation et mesurage

- Unités et sous-unités conventionnelles.

Surfaces : estimation et mesurage

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

Volumes : estimation et mesurage

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

Capacités : estimation et mesurage

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

Masses : estimation et mesurage

- Unités et sous-unités conventionnelles.

Temps : estimation et mesurage

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

Températures : estimation et mesurage

- Unités conventionnelles (°C).

11

Système international d'unités.

Statistique

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

Probabilité

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

XI - ANNEXE B

Exemples de questions

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

Arithmétique

Quelle est le résultat de cette chaîne d'opérations ?

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

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

Arithmétique, mesure et algèbre

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

- a) son périmètre?
- b) son aire?

Arithmétique et algèbre

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

Géométrie

Indiquer si les propositions suivantes sont vraies ou fausses :

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

XII - ANNEXE C : NOUVELLE RÉORGANISATION

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

Lien entre contenu mathématique et cours de didactique des mathématiques