Fonds de recherche
Société et culture
Québec

Rapport de recherche

PROGRAMME ACTIONS CONCERTÉES

Projet ARIM [Actions et rapprochements interordres en mathématiques] : processus de rapprochement des pratiques d'enseignement de mathématiques pour favoriser un passage plus harmonieux pour les élèves lors de transitions scolaires

Chercheure principale
Claudia Corriveau, Université Laval

Cochercheurs
Alain Breuleux, Université McGill
Marta Kobiela, Université McGill
Izabella Oliveira, Université Laval

Établissement gestionnaire de la subvention
U. Laval

Numéro du projet de recherche-action
2017-PO-202613

Titre de l'Action concertée
Programme de recherche sur la persévérance et la réussite scolaires

Partenaires de l'Action concertée
Le Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (MEES)
et le Fonds de recherche du Québec – Société et culture (FRQSC)

RAPPORT SCIENTIFIQUE

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

INTRODUCTION

Le système scolaire québécois a été pensé en plusieurs paliers (préscolaire, primaire, secondaire, collégial et université). Chacun possède ses propres objectifs et modes de fonctionnement. Ainsi, des ruptures ont été souhaitées entre deux ordres du point de vue du fonctionnement et de l'organisation (Rapport Parent, gouvernement du Québec 1963-1965). Toutefois, ces ruptures révèlent aussi un constat de difficultés chez les élèves. Dans les faits, les transitions s'avèrent difficiles pour les élèves qui les vivent, mais aussi pour les enseignants et les enseignantes qui les accompagnent. Le projet ARIM s'inscrit dans ce contexte. Il aborde le thème des transitions interordres en mathématiques.

Notre travail repose essentiellement sur la volonté d'aider les élèves en mathématique lors des transitions scolaires en faisant en sorte que les communautés enseignantes du primaire, du secondaire et du collégial se côtoient. Nous cherchons à mettre en place des dispositifs de collaboration interordres à travers lesquels le personnel enseignant de plusieurs ordres scolaires, des conseillers et des conseillers pédagogiques ainsi que des chercheurs et chercheuses échangent sur des questions de transition et sur les difficultés des élèves. Bref, ces personnes travaillent conjointement à amoindrir le fossé en mathématiques entre deux ordres.

Au moment de présenter ce rapport, soit trois ans après le début de la recherche, nous avons déjà collaboré avec plus d'une soixantaine de partenaires du milieu scolaire, cumulant plus de 340 heures de travail conjoint. Si le financement associé au projet ARIM se termine cette année, la recherche quant à elle se doit de poursuivre. En effet, l'équipe de recherche collabore encore avec plusieurs autres membres du personnel scolaire. Ainsi, le rapport fait état des résultats préliminaires, soit ceux dégagés des analyses faites au fur et à mesure de l'avancement du projet. Néanmoins, un important travail d'analyse a posteriori reste à faire et conduira l'équipe de recherche à poursuivre la collaboration.

Dans la partie A de ce rapport, nous présentons une problématique à propos des transitions scolaires en mathématiques et les arguments à la base des choix faits au regard de l'étude de celles-ci. Cette partie ouvre sur trois objectifs de recherche en lien avec la mise sur pied d'un dispositif de collaboration interordres. La partie B est consacrée aux implications de notre recherche à ce jour. Ces implications sont présentées sous la forme de constats et de recommandations et elles s'adressent aux différentes personnes impliquées dans le système scolaire. La partie C renvoie à notre démarche méthodologique. Dans la partie D, nous abordons les trois objectifs de recherche sous l'angle des principaux résultats. Finalement, nous terminons par la question des perspectives et des prolongements de la recherche. Mais d'abord, dans les deux sections qui suivent, nous proposons une mise au point terminologique et nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont collaboré au projet et qui ont rendu cette recherche possible.

MISE AU POINT TERMINOLOGIQUE

L'organisation de la recherche fait apparaitre une terminologie particulière qu'il convient de clarifier dès le départ. De plus, nous avons fait des choix en matière d'écriture inclusive.

1) Organisation du projet ARIM

Dans le cadre du projet ARIM, plusieurs communautés d'apprentissage professionnelles [CAP] ont été mises en place. Nous les nommons CAP-ARIM. Des équipes, composées d'un chercheur ou d'une chercheuse, de son équipe de recherche, de conseillers et conseillères pédagogiques, d'enseignants et d'enseignantes leaders, ont pris en charge l'organisation des CAP-ARIM. Nous appelons ces équipes, équipe de pilotage. Une équipe de pilotage est associée à une CAP-ARIM dans le cadre de notre recherche.

Les enseignants et enseignantes leaders sont des enseignants et des enseignantes qui ont démontré des compétences en leadership, une capacité à prendre des risques, une certaine capacité à faire ce que la CAP essaie de réaliser (c.-à-d., un enseignement de haute qualité), à partager ce qu'ils font et qui ont une légitimité auprès de leurs pairs. Beaucoup de ces caractéristiques sont regroupées sous la notion d' « agentivité relationnelle » (Edwards, 2005). Ce sont des « agents du changement » (Van der Heijden, Geldens, Beijaard et Popeijus, 2015). Comme mentionné plus, dans le cadre de la recherche, ces enseignants et ces enseignantes ont été invités à faire partie de l'équipe de pilotage. Nous les avons informés sur ce qu'était leur rôle et nous leur avons précisé que nous pouvions les soutenir dans celui-ci. Tous les enseignants et toutes les enseignantes que nous avons invités à rejoindre les équipes de pilotage ont eu besoin de très peu de soutien. Ils ont tendance à être intéressés et heureux de participer de cette façon.

Le tableau 1, à la page suivante, présente l'organisation du projet ARIM et la terminologie associée.

Tableau 1. Organisation du projet ARIM

Regroupement ***Type de rencontre***	**Partenaires impliqués** **Nombre d'équipes/communautés** ***Description***
Équipe de recherche *Rencontres de recherche*	Toutes les chercheuses et le chercheur, les professionnelles de recherche, les auxiliaires de recherche, stagiaire de recherche et les étudiantes graduées. **Il y a une équipe de recherche** *Rencontres visant à planifier et assurer le suivi de la recherche (une à deux rencontres par mois) .*
Équipe de pilotage *Rencontres de pilotage*	Un chercheur ou une chercheuse, son équipe de recherche (professionnelles, auxiliaires, stagiaire, étudiantes graduées), conseillers et conseillères pédagogiques, enseignants et enseignantes leaders. **Il y a 5 équipes de pilotage (de 2016 à 2019)** *Rencontres visant à organiser les rencontres en Communauté-ARIM. Il s'agit des rencontres qui constituent le principal matériau de recherche pour l'objectif 3.*
CAP-ARIM *Rencontres en CAP-ARIM*	Équipe de pilotage et enseignants et enseignantes de deux ordres. **Il y a 5 CAP-ARIM (4 prim/sec et 1 sec/coll)** *Rencontres visant la concertation entre les enseignants et les enseignantes de différents ordres. Il s'agit des rencontres qui constituent le principal matériau de recherche pour les objectifs 1 et 2.*
Grande communauté-ARIM *Rencontre de la grande communauté-ARIM*	L'ensemble de l'équipe de recherche et des équipes de pilotage **Il y a une seule grande communauté-ARIM** *Rencontre visant le partage des expériences des différentes communautés-ARIM autour d'un thème (il y a eu une seule rencontre de ce type).*

Tableau 2. Précisions en matière d'écriture inclusive

En général	
Personnel scolaire	Réfère aux personnes qui enseignent, aux personnes conseillères pédagogiques et au personnel administratif
Personnel enseignant/ communauté enseignante	Réfère aux personnes qui enseignent
CP	Réfère aux personnes conseillères pédagogiques
Élève	Réfère aux élèves du primaire, du secondaire et du collégial. Nous avons choisi le terme générique « élève » bien que nous savons qu'au collégial, il convient aussi d'utiliser les termes « étudiant » et « étudiante ».
En particulier	
Enseignantes du primaire	Toutes les enseignantes du primaire qui ont participé à la recherche s'identifient comme femmes.
Professionnelles de recherche	Les deux professionnelles de recherche sont des femmes.
Stagiaire de recherche	Il y a eu un seul homme stagiaire de recherche.
Auxiliaires de recherche	Il n'y a eu que des femmes auxiliaires de recherche.

2) Écriture inclusive

Dans le cadre de ce rapport, nous tentons d'adopter une écriture inclusive. Cependant, nous distinguons les moments où nous évoquons des personnes de manière générale (comme lorsque nous parlons du personnel enseignant en général) des moments où nous évoquons des personnes qui ont collaboré à la recherche. Par exemple, toutes les personnes enseignant au primaire dans le cadre du projet se sont identifiées femmes. Nous parlerons donc des enseignantes du primaire. Par contre, nous parlerons des enseignants et des enseignantes du secondaire et du collégial. Quant aux conseillers et conseillères pédagogiques, nous adoptons l'abréviation CP. Les précisions sont présentées dans le tableau 2 de la page précédente.

REMERCIEMENTS

Nous venons de l'évoquer dans l'introduction, plus de soixante-quinze partenaires du milieu scolaire (enseignants et enseignantes du primaire, du secondaire, du collégial, conseillères et conseillers pédagogiques [CP]) ont collaboré à ce projet jusqu'ici. Encore cette année, de nouvelles personnes s'ajoutent et d'autres poursuivent et poussent plus loin le travail entamé dans le cadre du projet ARIM. Nous désirons remercier chaleureusement toutes les personnes qui ont participé. Nous avons eu un réel plaisir à chacune de nos rencontres. Les résultats présentés dans ce rapport s'avèrent bien modestes par rapport à tout le travail que nous avons mené conjointement. La « recherche en train de se faire » avec ses allers-retours entre les rencontres et la classe, les négociations entre les différents partenaires (personnel scolaire et équipe de recherche), les divers points de vue qui ont été nécessaires d'adopter dans la collaboration, les multiples voies empruntées collectivement et individuellement ainsi que les retombées sont beaucoup plus riches que ne saurait le souligner ce rapport. La générosité de toutes les personnes qui ont participé nous a profondément touchés. Leur collaboration est précieuse et constitue l'essentiel de cette recherche.

De la même manière, nous souhaitons souligner le travail des auxiliaires, des professionnelles et stagiaire de recherche. Leur implication à toutes les phases de la recherche a été bénéfique. Nous tenons à souligner particulièrement l'incroyable travail de Nilou Baradaran et Stephanie Beck. Leur collaboration a été indispensable. Merci aussi à Chao Zhang et de Gyeong-Mi Heo pour leur participation régulière et leur implication. Plusieurs autres se sont impliqués intensivement au bon déroulement des CAP-ARIM. Nos sincères remerciements à Valérie Cantin, Sarah Dufour, Azadeh Javaherpour, Scosha Merovitz, Sophie Pinard et Benoit Morand.

PARTIE A – CONTEXTE DE LA RECHERCHE

1. Problématique : les transitions scolaires en mathématiques

En mathématiques, les transitions scolaires sont particulièrement sensibles pour les élèves. Que ce soit dans le passage du primaire au secondaire ou celui du secondaire au collégial, les élèves ont peine à comprendre les nouvelles exigences à l'entrée à un ordre scolaire et cela occasionne certaines difficultés (ex. Robert, 1998). Or, les difficultés vécues en mathématiques sont à la source de décrochages scolaires (Potvin et Paradis, 2000) et d'abandons de programmes scientifiques menant à l'université (Doray et coll., 2003).

Dans le milieu de l'enseignement au Québec, un besoin d'aborder les questions de transition se fait sentir. De nombreuses commissions scolaires ont mis sur pied des programmes de liaison entre les ordres primaire et secondaire, et, mais dans une moins grande mesure, entre le secondaire et le collégial. Le manque d'harmonisation entre les ordres scolaires, à l'origine de ces initiatives locales, est considéré comme un enjeu majeur lorsqu'il est question de transition. On souligne à cet égard le manque de concertation entre le personnel enseignant de différents ordres (Conseil Supérieur de l'Éducation [CSÉ], 1989, 2010). Il est vrai que les enseignants et enseignantes du primaire, du secondaire et du collégial ont reçu des formations distinctes, ne partagent pas les mêmes programmes et manuels, et travaillent dans des institutions séparées. En plus, ils ont bien peu l'occasion d'échanger de ce qu'ils font en mathématiques. Selon Bednarz et coll. (2008), ce cloisonnement est peu propice à une transition harmonieuse pour les élèves. Au contraire, il engendre des incompréhensions réciproques (Corriveau, 2007) et amène certains membres du personnel enseignant à penser que leurs élèves ont été mal préparés à l'ordre précédent (Oliveira et Rhéaume, 2014). Une mise en dialogue entre le personnel enseignant de plusieurs ordres est identifiée comme nécessaire dans l'enseignement des mathématiques (Poirier, 2012).

La communauté internationale en didactique des mathématiques accorde une importance particulière aux questions de transition. Plusieurs groupes de travail sur cette question ont mis en évidence, dans leur rapport (ex. Vandebrouck, Corriveau et Cherikh, 2015; Van

Zoest, Lo, Kratky, 2012), toutes sortes de ruptures caractéristiques de ces moments de transition. Ces rapports soulignent la nécessité de considérer les transitions sous différents angles présentés à la figure 1.

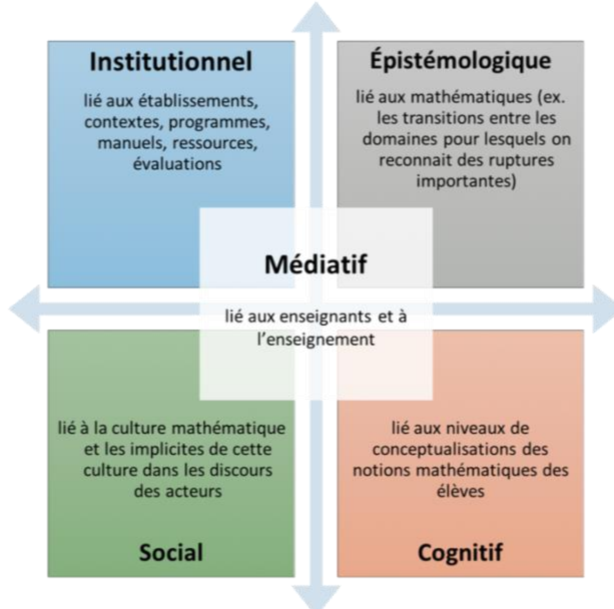


Figure 1. Angles pour aborder les transitions interordres en mathématiques

Bien qu'il y ait ce consensus autour de la problématique des transitions scolaires en mathématiques, peu d'études l'analysent de façon systématique. Celles et ceux qui l'ont abordé l'ont surtout fait sous l'angle institutionnel par une comparaison des programmes et des manuels scolaires (ex. Bouchard, 2016; Gueudet, 2004; Winsløw, 2007). En entrant par une analyse de contenus à partir des documents officiels, ces études se sont centrées sur la partie visible des enjeux de transition. Or, les transitions marquent un changement profond de cultures mathématiques (Artigue, 2004; Corriveau et Bednarz, 2017). La manière dont on fait les mathématiques constitue des composantes fondamentales de ce changement de cultures mathématiques. Une grande part de ce qui est fait est non explicite dans l'enseignement et mène à de grandes incompréhensions entre deux ordres (Corriveau, 2013).

D'autres encore ont dégagé des enjeux de transition par le biais des difficultés que vivent les élèves à l'entrée au secondaire ou au postsecondaire (ex. Corriveau et Tanguay, 2007; Stadler, 2011; Vandebrouck, 2011). Or, pour mieux comprendre le passage d'un ordre à l'autre, il apparait nécessaire de mettre en regard les difficultés des élèves et la manière dont les mathématiques sont faites à l'ordre précédent (Chesnais, Grenier-Boley, Horoks, et Robert, 2015). De plus si les élèves ont des difficultés, les différents acteurs du milieu de l'éducation (personnel enseignant et CP) sont certainement à mettre à contribution pour assurer l'accompagnement dont ils ont besoin.

Finalement, peu de travaux de recherche en didactique des mathématiques ont abordé la transition sous l'angle d'un rapprochement entre les ordres. Ceux qui l'ont fait ont eux-mêmes élaboré une séquence d'enseignement autour d'un contenu spécifique à un ordre donné et visant une certaine continuité avec l'ordre subséquent (ex. Bloch, 2000). Ainsi, le personnel enseignant n'est pas mis à contribution ni dans l'élaboration des activités ni dans l'accompagnement des élèves.

2. Principaux arguments à la base de la recherche

De la section 1, nous dégageons quatre arguments justifiant notre recherche.

- **Considérer les enseignants et les enseignantes pour l'étude des transitions**

Les enseignants et les enseignantes ont un rôle à jouer dans la compréhension du phénomène de transition puisque leur travail ne se réduit pas à la mise en œuvre des activités d'un manuel et des instructions officielles (Roditi, 2013). Leurs manières de faire, collectivement construites selon un contexte donné, souvent informulées dans l'enseignement, doivent aussi être prises en compte dans les questions de transition (Corriveau, 2013).

- **Favoriser la concertation entre les ordres**

Il semble important que le personnel enseignant de plusieurs ordres (fin primaire/début secondaire et fin secondaire/collégial) ainsi que d'autres membres du personnel scolaire puissent mener une réflexion collective autour de la transition. Les recherches sur le développement professionnel du personnel indiquent que les communautés d'apprentissage professionnelles [CAP] offrent une avenue prometteuse en ce sens (Brodie, 2013; Hairon, Goh, Chua et Wang, 2015; Jäppinen, Leclerc, M et Tubin, 2016). La CAP est entendue comme un groupe de personnes qui partagent des préoccupations ou une problématique commune et qui approfondissent leurs connaissances et leur expertise autour de ce domaine en interagissant de manière continue (Wenger, McDermott, et Snyder, 2002).

- **Adopter une perspective d'harmonisation**

La perspective d'harmonisation signifie que nous visons un certain rapprochement entre les ordres secondaire et collégial. Travailler avec des enseignants et des enseignantes dans une perspective d'harmonisation signifie que l'on s'engage dans un processus qui 1) met au jour les manières de faire à chaque ordre, 2) constitue les « vides » à combler et 3) permet de penser à des façons de mieux soutenir les élèves lors des transitions scolaires (Corriveau, 2013). Autrement dit, le fait d'être en contact avec l'autre ordre amène le personnel enseignant à mieux comprendre ses propres manières de faire et celles de l'autre ordre, à interpréter sous un nouveau jour certaines difficultés, etc. Ce rapprochement se fait de l'intérieur des ordres et non en créant des dispositifs externes comme c'est le cas dans d'autres recherches.

- **S'engager dans une démarche visant un partenariat recherche-pratique**

Notre démarche de recherche s'inscrit dans une approche de partenariat entre la recherche et la pratique (Bevan et Penuel, 2017; Coburn et Penuel, 2016; Desgagné, Bednarz, Couture, Poirier et Lebuis, 2001; Penuel, Fishman, Haugan Cheng, et Sabelli, 2011). Elle met au premier plan l'engagement des membres du personnel enseignant et scolaire dans l'élaboration de moyens de favoriser l'apprentissage et la réussite de leurs élèves (DuFour, 2004) et se traduit par une implication régulière de leur part.

3. Objectifs poursuivis

Notre étude rejoint donc un besoin d'ouvrir le dialogue entre le personnel enseignant et scolaire (enseignants, enseignantes, CP) de différents ordres et vise à mieux comprendre comment se font les mathématiques à chaque ordre pour favoriser un passage plus harmonieux pour les élèves. Plus particulièrement, nous chercherons à :

1. identifier des différences, des tensions et des enjeux de transitions (des ruptures et des liens) qui émergent entre les pratiques en place à chacun des ordres;
2. analyser le développement et la mise en place de pratiques renouvelées à la lumière des tensions et enjeux soulevés;
3. analyser la mise en place d'un dispositif de collaboration interordres et de partenariat recherche-pratique.

PARTIE B – PISTES DE SOLUTION, RETOMBÉES ET IMPLICATIONS

Introduction

L'équipe de recherche ne s'est pas engagée dans ce projet de recherche dans un rapport avec les autres membres du personnel scolaire dans le seul but de mener une recherche. Au contraire, elle s'est positionnée dans l'idée que la collaboration entre les différents membres du personnel scolaire était essentielle sur le plan des connaissances à produire. Ce positionnement méthodologique a conduit à élaborer un dispositif de recherche ayant une réelle portée pour les personnes impliquées dans la recherche, c'est-à-dire que le dispositif est pensé de manière à ce qu'il les engage toutes dans une réflexion sur la pratique. La recherche et sa méthodologique ont été pensées en fonction des bénéfices potentiels pour tous les partenaires impliqués.

En ce sens, les problèmes de transfert de connaissances et d'appropriation des résultats ne se posent pas de la même façon que dans une recherche plus traditionnelle. En effet, dans le cas présent, il y a la volonté que le dispositif élaboré se prolonge au-delà de la recherche. Autrement dit, les méthodes, construites in situ et en collaboration avec les différents partenaires, permettent un rapprochement plus authentique entre la théorie (c.-à-d., monde de la recherche) et la pratique (c.-à-d., vécu du personnel enseignant).

De plus, dans ce dispositif, le personnel du milieu scolaire fait déjà partie de la négociation du sens et de la mise en forme des connaissances dans l'action. L'objet de la recherche et ses résultats émergents sont déjà appropriés par les personnes participant à la recherche du fait même de leur participation au projet. En plus de sa participation à la construction des résultats, le personnel scolaire est déjà témoin de ceux-ci. Autrement dit, du fait de sa participation même, le personnel scolaire prend connaissance, de manières pratique et intellectuelle, des résultats de la recherche au fur et mesure où ils émergent. En conséquence, la recherche présentée ici contraste avec l'image d'un partenariat vu comme facilitant le transfert des résultats de recherche vers la pratique. Au contraire, le partenariat est vu comme un engagement mutuel, une occasion de mener un travail conjoint qui nécessairement va au-delà des frontières habituellement érigées entre recherche et pratique (Penuel, Allen, Coburn, et Farrell, 2015).

Ainsi, une grande part des retombées sont générées dans l'action et la collaboration. Dans ce qui suit, nous formulons des constats qui découlent de nos observations au sein du dispositif de collaboration interordres et d'une analyse de celui-ci. Pour chaque constat, nous identifions des recommandations à la lumière de ce que nous avons observé dans cette recherche.

Constat 1 - Une volonté institutionnelle nécessaire

Nous l'avons déjà mentionné, les membres du personnel enseignant des ordres primaire, secondaire et collégial ont des formations distinctes, des associations professionnelles distinctes et ont très peu d'occasions de se côtoyer. Même s'il y a plusieurs initiatives locales, notamment dans les commissions scolaires, qui sont mises en place pour aborder les problématiques entourant la transition primaire-secondaire, il n'y a pas de structure organisationnelle, ou à tout le moins, un soutien institutionnel systématique qui supporte la concertation et la collaboration. Ceci est davantage marqué lorsqu'il est question de la transition secondaire collégial dans la mesure où il n'y a pas, en dehors du Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement Supérieur [MÉES], d'appareil institutionnel qui chapeaute à la fois le secondaire et le collégial. Trouver des personnes-ressources pouvant faciliter l'organisation de la CAP-ARIM secondaire collégial a été, en ce sens, plus difficile. En fait, les institutions secondaires et collégiales sont tellement détachées les unes des autres plusieurs niveaux (voir figure 1), que le lien s'est constitué par une chercheuse du projet, directement avec les enseignants et les enseignantes. Le maintien de cette communauté repose donc essentiellement sur cette chercheuse.

Quant au travail avec les enseignants et les enseignantes du primaire et du secondaire, le travail avec les CP de mathématiques au primaire et au secondaire a constitué un appui essentiel à l'équipe de recherche, tant dans la mise sur pied et le maintien du dispositif de collaboration interordres. Cela dit, l'appui reçu des commissions scolaires a été très variable d'une communauté à l'autre. Par exemple, certaines commissions scolaires ont pris en charge une part des libérations du personnel enseignant alors que d'autres ne l'ont pas fait. Au-delà de la reconnaissance de l'apport d'une telle démarche en matière de libération, nous avons observé que lorsqu'il y a une volonté politique institutionnelle marquée, la pérennité de la CAP parait davantage assurée.

Recommandations

Au-delà d'une reconnaissance, la précision d'une problématique. Nous observons qu'il y a reconnaissance, au niveau institutionnel (gouvernemental, commissions scolaires), de la problématique des transitions scolaires en mathématiques. Ne serait-ce que dans le support reçu dans le cadre de ce projet de recherche. Bien des rapports émettent d'ailleurs des recommandations à propos des transitions, elles sont essentiellement formulées en termes d'un besoin de concertation (ex. CSE, 2010). C'est donc dire qu'il y a bel et bien une reconnaissance des problèmes liés aux transitions scolaires en général et particulièrement en mathématiques. Toutefois notre recherche montre qu'il est difficile de s'appuyer sur les structures en place. Il est important, à notre avis, que l'institution (qu'elle soit gouvernementale ou scolaire) d'une part, reconnaisse la problématique à plusieurs niveaux (du palier gouvernemental jusqu'à la classe) et d'autre part, précise cette problématique entourant la transition entre les ordres dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Dans l'état actuel, la problématique reste peu définie, surtout en ce qui a trait aux actions à prendre au niveau des écoles et de la classe. Sur quoi faut-il agir pour pallier les problèmes liés aux transitions scolaires en mathématiques ? L'expérience que nous avons eue dans cette recherche (et dans nos recherches antérieures) apporte une précision des besoins en ce sens, des objets sur lesquelles travailler ainsi que des manières de l'aborder.

Réorganisation du travail pour que la concertation entre les ordres soit possible. À notre avis, il est nécessaire de réorganiser le travail pour qu'il y ait des libérations et des ressources mises à disposition pour que les enseignants et les enseignantes de deux ordres puissent se rencontrer et échanger à propos de leurs pratiques. À l'heure actuelle, certaines personnes du milieu scolaire s'attendent à ce que la recherche produise ou fabrique une pratique efficace pour la pratique du personnel enseignante, dans le cadre de notre recherche. Nous concevons plutôt que la pratique n'existe pas sans la participation de ses membres et en ce sens nécessite des adaptations selon les contextes. Ainsi, permettre à des groupes formés de personnes du milieu scolaire (personnel enseignant et CP) qui partagent des préoccupations autour des transitions scolaires en mathématiques d'interagir semble une voie à privilégier. Cette voie met au premier plan l'engagement des enseignants et des enseignantes dans l'élaboration de moyens de favoriser l'apprentissage et la réussite de leurs élèves dans le passage d'un ordre à l'autre. Il s'agit sans aucun doute pour le personnel enseignant d'une manière de s'engager dans une démarche de développement professionnel. L'ancien programme Chantier 7 (MÉES) était certainement une disposition favorable en ce sens.

Constat 2 - Des manières de faire propre à chaque ordre d'enseignement

Les mathématiques sont souvent présentées comme universelles. Elles sont aussi vues comme s'échafaudant de la même façon que se construit un édifice. Dans l'enseignement, cela se traduit par une préoccupation sur ce qui constitue les fondations (les « bases ») et sur l'organisation d'une progression permettant d'aborder des mathématiques de plus en plus complexes. Avec une telle vision, les problèmes de transition se résument entre autres à bien identifier les bases, à repérer ce que Praslon (2000) nomme les ruptures fortes entre grands domaines mathématiques (ex. arithmétique / algèbre élémentaire / algèbre abstraite) ou encore à caractériser ce que constituent les mathématiques dites avancées par rapport aux mathématiques dites élémentaires. Dans le cadre de la recherche, nous avons observé que la plupart des enseignants et des enseignantes avec qui nous avons collaboré avaient une telle vision des mathématiques. Comme le mentionne Artigue (2004), cette image des mathématiques n'est pas totalement fausse, mais « elle n'est que très partielle et peut se révéler trompeuse » (p. 1). Enrichir la vision des mathématiques et reconnaitre son caractère situé semble particulièrement important lors des transitions.

Dans le milieu de la recherche, il existe un important nombre de travaux qui affirment que les connaissances mathématiques ne sont pas neutres et universelles, mais plutôt culturellement et socialement situées (ex. Lave, 1988; Lerman, 2001; Nunes, Schliemann et Carraher, 1993; Traoré et Bednarz, 2009). De ce point de vue, chaque ordre d'enseignement possède ses propres manières de faire et de concevoir les mathématiques. Le passage d'un ordre à l'autre est tout d'abord une transition entre différentes cultures mathématiques (Artigue, 2004; Corriveau, 2013). Dans cette optique, les transitions scolaires en mathématiques s'avèrent particulièrement difficiles puisqu'elles s'accompagnent d'une accumulation de microruptures (terme emprunté à Praslon, 2000) dans la manière de présenter et de donner sens aux objets mathématiques, dans le changement des règles du jeu mathématiques et dans les pratiques d'enseignement liées au contenu mathématique.

En effet, plusieurs notions mathématiques prennent, selon l'ordre d'enseignement, une signification bien particulière. Autrement dit, les circonstances dans lesquelles sont convoquées ces notions viennent en teinter le sens. Ces éléments sont souvent non explicités dans l'enseignement et à notre avis, ils mènent aux plus grandes différences interordres en mathématiques. Cela a des implications importantes pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques en contexte de transition.

D'abord, cela exige une explicitation des pratiques et manières de faire à chaque ordre autour de contenus commun et d'investiguer les circonstances entourant celles-ci pour en dégager le sens (un exemple illustrant ce phénomène est présenté aux annexes A et E). En effet, ces façons de faire ne sont pas visibles dans les programmes et les manuels.

Ensuite, cela exige aussi un changement de point de vue à propos des mathématiques. Or, la vision des mathématiques universelles est celle qui est largement véhiculée dans le milieu scolaire. Ainsi, identifier le changement de sens autour de mêmes notions constitue certainement un enjeu de taille puisqu'il nécessite une conceptualisation différente des mathématiques elles-mêmes.

Certains enseignants et certaines enseignantes avec qui nous avons travaillé avaient tendance à aborder les mathématiques de l'ordre précédent en termes de ce qui est acceptable et ce qui ne l'est pas par rapport aux attentes de leur ordre. À la lumière des différences entre les ordres, la question se pose : qui a raison ? Pour aborder les questions de transition interordres avec des groupes d'enseignants et d'enseignantes, il est important de sortir de cette logique. Au contraire, la question qui doit se poser est plutôt « en quoi cet enseignant a-t-il raison de faire les choses de cette façon » et surtout « quel aménagement doit-on faire pour passer de cette façon de faire à celle de l'ordre qui suit ».

Recommandations

Un dialogue entre qui permet l'explicitation des situations respectives. Il serait tentant de recommander d'uniformiser les mathématiques d'un ordre d'enseignement à l'autre pour les rendre davantage universelles. Les problèmes de transition seraient ainsi aplanis. Notre recherche montre que ce n'est pas porteur. Toutes sortes de circonstances façonnent les manières dont on fait les mathématiques à chaque ordre et affecte le sens que prennent les objets mathématiques. La recommandation que nous formulons va plutôt dans le sens de la concertation exprimée au constat 1. En effet, à notre avis le constat 2 indique que la concertation dont il est question dans les recommandations liées au constat 1 est encore plus nécessaire. Ce constat 2 précise néanmoins l'objet de la concertation. Les échanges entre le personnel enseignant de plusieurs ordres scolaires doivent permettre d'identifier les situations respectives. C'est de cette façon que les personnes qui enseignent au primaire et au secondaire (ou au secondaire et au collégial) arriveront à bien comprendre la situation culturelle des mathématiques au primaire et au secondaire (ou au secondaire et au collégial).

Un accompagnement pour l'explicitation des situations respectives. Le seul fait que des personnes enseignent à différents ordres et ne connaissent pas nécessairement bien l'autre ordre favorise certainement l'explicitation des situations respectives. Elles s'interrogent mutuellement, interprètent et analysent l'autre ordre à la lumière de leur propre situation. Pourtant, ce ne serait être suffisant. Un accompagnement est nécessaire. Nous illustrons notre propos avec une métaphore qui renvoie à des différences interculturelles :

> Selon Hall (1959), les anthropologues savent qu'il y a des différences entre des cultures et que celles-ci se situent à un niveau profond (non visible à première vue) de sorte que les « non spécialistes » ne peuvent aisément profiter du regard et des connaissances développés par ces anthropologues pour comprendre une autre culture par rapport à la leur. Autrement dit, le non spécialiste a tendance à réduire une culture qui lui est étrangère à ses coutumes et à sa « garde-robe »; bref, à ce qui est visible lorsqu'il l'observe. Or, « la culture agit directement, profondément et de manière durable sur le comportement; et les mécanismes qui relient l'une à l'autre sont souvent inconscients, se situant donc au-delà du contrôle volontaire de l'individu » (Hall, 1959, p. 43). C'est comme si le « non spécialiste » ne percevait que le côté apparent de cette culture, mais non ses éléments plus profonds et tacites. Or ce sont ces éléments qui permettent de comprendre à fond cette culture (Corriveau, 2013, p. 45).

À notre avis, il est nécessaire que la concertation soit accompagnée par des membres du groupe ou des personnes tierces qui ont développé une sensibilité au fait que les mathématiques sont culturellement situées. Nous l'avons mentionné, ce n'est pas l'image des mathématiques véhiculées dans le milieu scolaire. De plus, il y a, au départ d'une collaboration, le risque d'un positionnement asymétrique entre le personnel enseignant de deux ordres (l'ordre qui suit pourrait avoir tendance à dire à l'ordre qui précède ce qu'il doit faire). La personne qui accompagne doit donc jouer un rôle de régulation entre les enseignants et les enseignantes de deux ordres, qui appartiennent à deux mondes différents et ont peu l'habitude de travailler ensemble. Dans le champ de l'éducation, particulièrement dans le champ qui s'intéresse aux dispositifs de collaboration entre les membres du personnel enseignant (comme les CAP), il est largement établi que l'accompagnement est essentiel pour nourrir et enrichir les réflexions (voir par ex., Dionne, Savoie-Zajc et Couture, 2013).

Constat 3 - Mettre en œuvre des CAP selon certaines conditions favorables

Au départ du projet ARIM, certaines CAP étaient déjà en place (sur d'autres objets et projets) et ont poursuivi leur collaboration. D'autres ont complètement été mis en place. Chaque CAP-ARIM s'est constitué selon les spécificités du milieu dans lequel elle a pris place.

Il n'y a pas eu de logique générale d'élaboration et de mise en œuvre des CAP. Néanmoins, notre recherche nous a permis de mettre en lumière certaines conditions favorables à la mise en place de CAP. Ce constat porte donc sur ce que nous avons appris du fonctionnement des CAP et de leur mise en place.

L'expérience au sein des CAP a confirmé que l'établissement d'un climat de confiance collégiale est une première étape fondamentale pour réunir les participants, afin que la prise de risques et le partage de la pratique et des connaissances puissent avoir lieu. Le projet a également proposé des moyens précis d'y parvenir en tenant compte du niveau de profondeur des discussions (ex., profonds - superficiels, collégiaux - antagonistes, collaboratifs - concurrentiels) et des règles de base qui permettent la participation démocratique (Breuleux, Heo et Dayan, 2017). Autrement dit, il est nécessaire de porter une attention particulière à la façon dont nous parlons et dont nous nous positionnons, en tant que chercheuse ou chercheur, CP et enseignant ou enseignante.

Un autre exemple concerne la création du rôle d'enseignants et enseignantes leaders (voir mise au point terminologique, pp. vii-viii), développé dans le cadre des CAP. Nous avons identifié ce rôle comme essentiel pour impliquer directement les enseignants et les enseignantes qui, dans la recherche, ont pu démontrer leur aisance à livrer leur pratique, mais aussi qui ont également pu formuler comment des changements de pratique s'étaient opérés à travers leurs expériences dans la CAP. Nous avons mis en évidence certains points d'attention (terme emprunté à Desgagné, 1994) chez les enseignants et enseignantes leaders. Ces points d'attention sont les suivants : faire preuve de leadership; disposé à prendre des risques; capacité à faire ce que la CAP essaie de faire; volonté de partager ce qu'ils et elles font et aisance à communiquer (ex., formuler des aspects de leur pratique qui ne sont pas clairement définis); légitimité (reconnu de ses collègues). Bon nombre de ces caractéristiques sont englobées dans la notion d'agence relationnelle, c'est-à-dire « la capacité d'offrir du soutien et de demander de l'aide aux autres » (Edwards, 2005).

Recommandations

Prise en compte des conditions favorables à la mise en œuvre de CAP dans l'établissement de collaboration interordres. Nous avons d'abord recommandé que le personnel enseignant de plusieurs ordres scolaires puisse se concerter. Nous avons pointé ce sur quoi pouvait porter la discussion, soit l'explicitation des circonstances et des situations entourant les manières de faire les mathématiques à chaque ordre. Ici, nous évoquons les conditions favorables pour la collaboration interordres.

- Établir un climat de confiance : il faut un temps pour que les participants s'apprivoisent. Cela ne sert à rien de vouloir tout régler en une rencontre, il faut voir la collaboration sur le long terme. La collaboration ne se fait pas instantanément, elle est progressive et les pas sont parfois tout petits. Cela ne signifie pas qu'un changement radical ne peut se produire, mais ce n'est pas l'objectif. Il faut certainement accepter qu'il y ait des rencontres moins intéressantes (rarement les mêmes pour les différents membres du groupe), mais cela fait partie de la collaboration.
- Conscience du niveau de profondeur des discussions : cet aspect apparait particulièrement important entrer dans une véritable collaboration. Nous avons observé parfois des discussions complaisantes et superficielles. L'objectif de la collaboration est ailleurs, les idées contraires, la négociation et la profondeur de la réflexion sont nécessaires. Ce niveau de profondeur doit être favorisé et à notre avis, le rôle de la tierce personne que nous avons exposé précédemment est tout approprié ici.
- Participation démocratique : l'organisation d'une CAP, ou d'un dispositif de collaboration, doit nécessairement être bien organisé. Cela signifie que certaines balises sont clairement définies. Toutefois, les personnes qui participent à la collaboration doivent avoir une certaine marge de manœuvre.
- Partage du leadership : avec notamment le rôle des enseignants et enseignantes leaders tel qu'il est décrit plus haut.

PARTIE C - MÉTHODOLOGIE

1. L'approche méthodologique privilégiée

Dans le cadre du projet ARIM, nous avons conçu une approche méthodologique, fondée sur un partenariat recherche-pratique, qui tente de relever les défis de pérennité et de déploiement à grande échelle (*scalability*) des recherches qualitatives menées avec des acteurs du milieu scolaire. Cette démarche d'investigation, présentée à l'annexe B, repose sur deux principes illustrés par la figure 2 : accroissement progressif de l'étendue de la recherche, transformation graduelle des responsabilités.

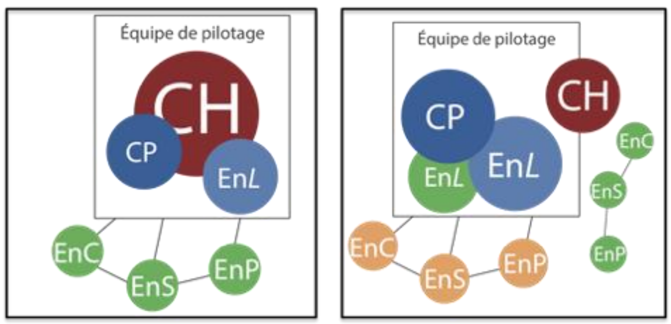


Figure 2. Accroissement progressif et transformation des responsabilités

2. Description des méthodes de cueillette de données et démarche d'analyse

La description et la justification des méthodes de cueillette de données ainsi que la démarche d'analyse sont présentées à l'annexe C. Cette annexe présente d'abord le nombre de personnes ayant participé au projet-ARIM. Le détail de la cueillette de données est ensuite exposé pour quatre communautés ARIM (en nombre de rencontres et en nombre d'heures). Puis, un tableau reprend les trois objectifs spécifiques de la recherche et met en exergue les méthodes mises en œuvre dans la recherche pour les atteindre : enregistrement vidéo, enregistrement audio, notes de terrain, notes de rencontre de recherche, etc. Nous décrivons également la démarche d'analyse qualitative. L'annexe D présente les modalités utilisées dans le cadre de la recherche pour d'une part, expliciter les enjeux de transition et d'autre part, envisager des moyens d'y remédier.

3. Corpus

Le matériau pour l'analyse est formé de vidéos, de verbatim et de notes de terrain provenant des différentes CAP-ARIM. Il s'agit du lieu où se sont constituées les données venant éclairer, d'une part, des enjeux de transitions (obj. 1), et d'autre part la mise en place de pratiques renouvelées à la lumière des enjeux soulevés (obj. 2). De plus, pour mieux comprendre le dispositif de collaboration interordres (obj. 3), le corpus est constitué de vidéos et de transcriptions de verbatim des rencontres de pilotage et des notes des rencontres de recherche.

PARTIE D - RÉSULTATS

1. Les principaux résultats obtenus

Dans cette section nous présentons une description de résultats obtenus au regard des trois objectifs spécifique de la recherche.

1.1 Premier objectif : différences, tensions et des enjeux de transitions

Dans ce qui suit, nous soulevons différents enjeux de transition. Ceux-ci ont pu être explicités par les enseignants et les enseignantes (analyse de premier niveau), ou encore, mis en exergue par une analyse des échanges (analyse de deuxième niveau). À partir de ces analyses de premier et deuxième niveaux, nous avons procédé à une analyse thématique. Quatre thèmes émergeant des analyses sont présentés à l'instant. Nous nous sommes centrés sur des thèmes qui concernent autant la transition primaire secondaire que la transition secondaire collégial.

1.1.1 Tension/contradiction entre autonomie et recherche d'uniformité

> **Extrait 1 – Un enseignant de première secondaire :**
> What I find challenging is that we have so many different elementary schools feeding into my classroom [...] so looking around my 30 students, there could be 12 different people that taught them grade 6. Twelve different programs, different approaches, different expectations in terms of the things that we are trying to do, so that is what I find the most challenging, is that every topic not only are there gaps, but everyone's gaps are different based on who... We don't know even what they used for a program last year, 'cause there is no uniformity.

Comme le suggère l'enseignant de première secondaire dans la citation ci-dessus, les structures telles qu'elles sont organisées font en sorte que dans une classe de première secondaire (ou du cégep), les élèves proviennent de nombreuses écoles primaires (ou secondaires) différentes. Les enseignants et les enseignantes font alors face à des élèves qui n'ont soit pas tous vu les mêmes notions, ou bien alors pas de la même façon. Bien que le programme de formation de l'école québécoise [PFEQ] exige que les pratiques professionnelles s'adaptent à la diversité de la classe, les enseignants et les enseignantes éprouvent une certaine tension entre leur besoin d'autonomie pour pratiquer la profession enseignante et leur attente d'uniformité des connaissances de leurs élèves à l'arrivée au nouvel ordre. En effet, en contexte de transition scolaire, ce phénomène s'accentue. D'une part, les élèves ont reçu un enseignement auparavant de la part de plusieurs personnes différentes. D'autre part, comme ils sont dans des établissements différents, la communication entre les collègues enseignants est interrompue. Discuter avec les collègues, que ce soit à propos des élèves ou de ce qui est fait en classe, est une pratique courante qui se perd au moment de la transition. Cette double difficulté (la grande diversité des élèves en termes de préparation et l'impossibilité de communiquer avec les collègues enseignants) représente un défi de taille pour les enseignantes et les enseignants.

Notre lecture de la situation révèle qu'en contexte de transition, nous avons observé une tension entre autonomie professionnelle et ce que nous pourrions appeler l'imputabilité interordres. Finalement, c'est une question de sens que l'on donne à l'autonomie professionnelle. Est-ce que par autonomie professionnelle, on entend que personne, autre que l'enseignant ou l'enseignante, n'a le droit de regard sur ce qui est fait en classe. À notre avis, ce n'est pas le cas. L'autonomie professionnelle est certainement nécessaire pour la prise de décision lors de la mise en œuvre du programme, la prise en compte de la diversité des élèves, mais cela ne dégage en rien de la responsabilité que le personnel enseignant a envers l'ordre suivant ou précédent, le niveau suivant ou précédent et les collègues d'une même école. La problématique de transition éclaire en quelque sorte l'autonomie professionnelle en faisant apparaitre sa double manière de l'exercer, sur les plans individuel et collectif.

1.1.2 Écart entre acquis et attentes

> **Extrait 2 – Discussion entre deux enseignants du secondaire :**
> Ens S1 : ... l'année commence en secondaire 1 par l'ensemble « N » [des naturels], c'est ce que vous avez travaillé, ce qu'ils ont travaillé tout le primaire. Et dès le début de l'année, c'est là que, prenant pour acquis que le langage est fait [sous-entendu est vu au primaire], et bien on passe vite sur un « terme », un « quotient », on passe vite sur ces mots là…
> Ens S2 :[complète la phrase de l'autre] pis réellement, il l'ont peut-être pas nécessairement vu là.

Le phénomène de transition s'accompagne d'un certain écart entre ce que les enseignants et les enseignantes d'un ordre subséquent attendent des élèves et les véritables acquis de ceux-ci. Nous illustrons cet enjeu de transition avec un exemple qui nous apparait éloquent. Il concerne les attentes liées à l'utilisation d'un vocabulaire mathématique bien précis en première secondaire. En effet, les enseignants et les enseignantes de première secondaire savent que les quatre opérations ont été travaillées au primaire (addition, soustraction, multiplication et division). Les élèves, suivant une longue progression, se sont familiarisés avec ces opérations. Tout un vocabulaire mathématique spécifique accompagne ces opérations. Par exemple, on parlera des *termes* d'une addition, d'une *somme*, d'un *produit*, d'un *quotient*, du *diviseur*, du *dividende*, etc. Ainsi, comme les élèves qui arrivent du primaire ont travaillé avec les opérations, les enseignants et les enseignantes du secondaire s'attendent à ce qu'ils maitrisent le vocabulaire spécialisé associé. Malheureusement, ce n'est pas le cas. Les enseignantes du primaire affirment se centrer sur d'autres aspects liés aux opérations. Leur intention est de faire en sorte que les élèves soient en mesure de reconnaitre les opérations en situation, de les poser et de les mener à bien.

Que révèle l'extrait 2 cité plus haut ? Il révèle d'une part que les attentes en termes d'acquis chez les enseignants du secondaire qui ont participé à la recherche, dans ce cas, vont plus loin que ce qui est exigé dans la pratique de leurs collègues du primaire. Ceci signale qu'un décalage existe entre les attentes et les acquis. D'autre part, il révèle aussi que les interprétations des enseignants en termes d'acquis reflètent davantage leurs besoins qu'elles reflètent une véritable reconnaissance des acquis des élèves. Autrement dit, tout ce qui est acquis par les élèves semble passer inaperçu pour les enseignants et les enseignantes de l'ordre subséquent, alors que ce qui ne l'est pas, mais qui devrait l'être selon les enseignants et les enseignantes, est mis au jour. Cela donne lieu à une « zone intermédiaire » qui semble appartenir ni à un ordre ni à l'autre.

Il s'agit là d'un phénomène que nous avons observé à la fois dans la transition du primaire au secondaire et dans la transition secondaire collégial. Il est difficile pour le personnel enseignant de pointer clairement ce que les élèves savent réellement à leur entrée au nouvel ordre. Ils mettent plutôt l'emphase sur ce qui est non maitrisé. Le fait d'en discuter avec les enseignants et les enseignantes de l'autre ordre vient préciser les acquis et ce faisant, constitue des « zones intermédiaires » ou des vides à combler. Ces discussions entre enseignants et enseignantes permettent en ce sens de mieux évaluer les acquis et ce sur quoi les enseignants et les enseignantes de l'ordre précédent ont choisi de se centrer. Autrement dit, les enseignants et les enseignantes du secondaire (ou du collégial) ont une meilleure compréhension des enjeux propre à l'ordre qui les précède. Aussi, cette difficulté à cibler les acquis des élèves a donné lieu à plusieurs activités au sein des CAP-ARIM : les enseignants et les enseignantes ont jugé qu'il fallait faire davantage « parler » leurs élèves afin de révéler les réels acquis (évaluation formative), nous avons travaillé sur ce que constituaient les apprentissages essentiels à travers une analyse conjointe des programmes et nous avons ciblé, en collaboration, les éléments qui constituaient une révision au début d'un nouvel ordre scolaire.

1.1.3 Le sens des contenus mathématiques teintés par certaines circonstances

Extrait 3 – Discussion entre enseignants du collégial
Ens C1: Bien c'est ça! Je veux dire que peut-être que là, on comprend un peu plus pourquoi la notion de fonction pour nos étudiants, on trouve que ce n'est pas toujours clair. Alors qu'on pensait que ça devrait l'être. La notion de domaine d'une fonction, ils ne sont trop sûrs non plus c'est quoi. C'est ce genre de choses-là. Ça fait que...
Ens C2: [poursuit l'idée de l'autre] c'est vraiment quelque chose de graphique pour eux le domaine d'une fonction. C'est toujours rattaché à un dessin.

> Ens C1: Il y a un aspect c'est ça, visuel, qui fait que quand il pense à une fonction, eux-autres ils pensent à un graphique, à une courbe. Alors que nous, c'est vers là qu'on veut les amener ultimement à tracer le graphique parce que les fonctions sont plus compliquées. On les connaît pas. On ne connaît pas le graphique..

Dans l'extrait 3, les enseignants du collégial mettent en évidence que ce qui est entendu par « domaine d'une fonction » au secondaire et au collégial n'a pas tout à fait le même sens. Un élément important dans la transition est la mise en exergue des éléments circonstanciels et situés des contenus mathématiques. Une circonstance, c'est ce qui se trouve autour, entoure une notion mathématique (Corriveau, 2013). Dans quelles circonstances convoque-t-on la notion de domaine de fonction au secondaire? Au collégial? Les circonstances illustrent un certain découpage des manières de faire et délimitent ainsi comment on fait des mathématiques à chacun des ordres. Ces circonstances sont liées à des considérations de différentes natures : mathématiques, didactiques, pédagogique, liées à des contraintes institutionnelles, etc.

Prenons un exemple lié à des considérations mathématiques. Nous avons vu des enseignants et des enseignantes du secondaire « reprocher » aux enseignantes du primaire de dire aux élèves qu'ils ne peuvent pas soustraire un gros nombre d'un plus petit nombre. Les enseignants et les enseignantes du secondaire disent, et dans une certaine mesure avec raison, que cet énoncé est faux. Toutefois, ils oublient que les enseignantes du primaire travaillent essentiellement avec les nombres naturels. La soustraction n'est pas fermée dans l'ensemble des nombres naturels. Ainsi, au primaire, la soustraction d'un nombre par un plus grand n'est pas possible.

L'enjeu dans ce qui précède tient au fait que les enseignants et les enseignantes du secondaire suggèrent aux enseignantes du primaire de ne pas dire aux élèves qu'il est impossible de soustraire un grand nombre à un plus petit. Autrement dit, les enseignants et les enseignantes du secondaire interprètent le travail des enseignantes du primaire comme s'il était erroné. Les discussions ont donc permis de nuancer la « critique » adressée aux enseignantes du primaire. Lors de la transition du primaire au secondaire, l'intérêt est peut-être davantage de penser, avec les élèves, les implications d'une extension des ensembles de nombres, notamment sur les opérations. Qu'arrive-t-il à la soustraction lorsque le travail ne se fait plus avec des nombres naturels, mais sur les nombres entiers? À notre avis, cette question se pose au secondaire.

De la même manière, nous avons observé ce phénomène dans la transition secondaire collégial. Par exemple, dans la transition du secondaire au collégial, ce sont les définitions des notions mathématiques qui ont entre autres été examinées (ex. définition de fonction). Le caractère situé des définitions présentées au secondaire va à l'encontre de ce qu'on fait au collégial. En effet, à cet ordre, on cherche à exprimer la définition la plus générale possible. De plus, alors qu'au secondaire la définition sert à expliquer et à décrire, au collégial, on souhaite qu'elle soit opérationnelle. Encore une fois, l'enjeu dans la transition est d'interpréter la manière de faire de l'ordre précédent comme erronée. Peut-on dire, dans l'enseignement des mathématiques, qu'une définition est erronée lorsqu'elle cherche à expliquer et décrire ou lorsqu'elle s'opérationnalise difficilement? À notre avis, il s'agit davantage d'un choix didactique de la part des enseignants et des enseignantes du secondaire. L'idée dans la transition est certainement de réfléchir à l'aménagement des nouvelles « règles du jeu » dans lesquelles on engage les élèves au collégial et à cette nouvelle façon de concevoir et d'utiliser les définitions davantage généralisables.

Nous avons donné deux exemples de notions mathématiques sur lesquels il y a eu des discussions au sein des CAP-ARIM, mais plusieurs autres thèmes mathématiques ont été abordés et ont ouvert sur ce type d'enjeux. La liste est présentée dans le tableau 4 de page suivante. Le travail conjoint entourant ces thèmes mathématiques a mené à plusieurs enjeux de transition, dont deux enjeux transversaux présentés dans le tableau 5 (page suivante).

Tableau 4. Thèmes mathématiques abordés au sein des CAP-ARIM

Transition primaire secondaire	**Transition secondaire collégial**
• nombres entiers • nombres décimaux • fractions • égalité • suites et généralisation • estimation • rigueur en mathématiques • résolution de situations-problèmes • raisonnement mathématique • communication mathématique	• fonction (et concepts associés) • factorisation • logarithmes • rapports trigonométriques • tangente • manipulations algébriques • utilisation de contexte et problème • définition mathématique

Tableau 5. Enjeux de transition transversaux abordés au sein des CAP-ARIM

Enjeu de transition	**Description**
Le vocabulaire en mathématiques	Des notions connues, mais des mots nouveaux *Exemple* *prim/sec : vocabulaire entourant les opérations* Des significations différentes pour les mêmes mots *Exemples* *prim/sec: estimation* *sec/coll : domaine d'une fonction*
Les représentations mathématiques	Travail avec des contenus communs, mais à travers des représentations différentes *Exemples* *prim/sec : fractions matériel et dessin / fractions écriture mathématique* *sec/coll: travailler les fonctions dans un mode graphique / mode algébrique* Des représentations qui n'ont pas la même signification (usages distincts aux deux ordres) *Exemple:* *sec/coll : tableau de valeurs, graphique* Des nouvelles manières de représenter une même notion *Exemple:* *sec/coll : tableau de variation, symbolisme*

1.2 Deuxième objectif : mise en place de pratiques renouvelées

Il est bien important de mentionner que les pratiques renouvelées dont il est question ici ne sont pas uniquement des pratiques de classe. En effet, la mise en dialogue a permis aux différentes personnes impliquées dans les CAP-ARIM de mieux comprendre ce qui se fait à un ordre donné, de cibler des enjeux de transition, d'interpréter différemment des difficultés d'élèves, etc. Toutes ces pratiques sont vues comme étant de nouvelles manières d'appréhender l'enseignement des mathématiques en prenant en compte les transitions scolaires. Dans ce qui suit, nous revenons sur des telles pratiques qui ont émergé au sein des différentes CAP-ARIM. Nous présentons, dans un deuxième temps, le processus qui a permis la mise en place de pratiques renouvelées au sein des CAP-ARIM.

1.2.1 Pratiques renouvelées

- **Une pratique d'identification de ruptures**

Ce n'est pas dans la pratique actuelle des enseignants et des enseignantes de dégager des éléments problématiques en lien avec les transitions interordres. Cette pratique, qui nécessite une collaboration entre le personnel enseignant de deux ordres, s'est développée au sein des CAP-ARIM. Elle consiste à identifier les continuités et les ruptures à travers un examen de ce qui est fait et de la manière dont c'est fait aux deux ordres. Il s'agit aussi de repérer des « zones intermédiaires », c'est-à-dire des zones qui, selon les enseignants et les enseignantes, n'appartiennent actuellement ni à un ordre ni à l'autre ordre. Un questionnement conjoint invite alors la communauté enseignante à pointer ce qui leur apparait problématique en ce sens dans les manières de faire actuel. Autrement dit, l'identification des ruptures s'accompagne d'une problématisation des manières de faire qui participent à la rupture.

- **Une pratique de planification interordres**

La planification faite habituellement par le personnel enseignant a trait à une planification sur une année scolaire à un niveau donné. La planification interordres quant à elle renvoie à une vision décloisonnée des niveaux scolaires. D'abord, elle se rapproche de ce qui est fait lorsqu'on élabore des programmes, mais a tout avantage à être menée avec la communauté enseignante. Contrairement à l'élaboration de programme, cette forme de planification se centre sur les moments charnières dans le parcours des élèves. Ce pourrait être, aussi, une forme de planification qui se fait dans le passage d'un cycle à l'autre au primaire.

Ensuite, il y a, dans la planification interordres, l'idée que le personnel enseignant de deux ordres s'interroge ensemble sur le temps passé (ou à passer) sur chaque notion dans les dernières années d'un ordre scolaire et dans les premières années de l'autre ordre. Qu'est-ce qui est important à un ordre, quel est son impact sur l'autre ordre ? Où commence-t-on avec une notion et où s'arrête-t-on ? Est-ce qu'on va trop loin avec les élèves ? Est-ce qu'on part réellement de ce qui a été vu avec les élèves ? Ce qu'on observe en travaillant la planification interordres est l'étonnement des enseignants et des enseignantes face à ce que les élèves, qui proviennent de l'autre ordre, peuvent accomplir. En même temps, comme nous l'avons illustré précédemment, les enseignants et les enseignantes s'attendent parfois à ce que certains contenus soient connus, alors qu'ils n'ont jamais vraiment été abordés. La planification interordres « c'est comprendre en sixième année, comment les fractions vont être abordées en première secondaire » (conseillère pédagogique).

Par ailleurs, il s'agit d'une planification qui ne peut se faire seule, mais nécessairement en collaboration interordres. C'est un questionnement conjoint qui invite les enseignants et les enseignantes d'un ordre dans le territoire de l'autre ordre. En effet, la planification interordres s'accompagne d'une analyse conjointe des documents officiels, comme les programmes ou les manuels. La planification interordres est certainement une nouvelle pratique qui a émergé au sein des CAP-ARIM.

- **Des pratiques d'enseignement harmonisées**

À la lumière de certains enjeux de transition, nous avons mis à jour et créé certaines pratiques enseignantes. Dans ce qui suit, nous présentons quelques cas de figure (voir aussi la figure 3 à la section suivante).

1. *Des pratiques déjà en place, mais avec une nouvelle perspective.* Un exemple de cette forme de pratiques d'enseignement concerne les rappels et les révisions

présentés en début de session au collégial. Les enseignants et les enseignantes du secondaire et du collégial ont investigué plusieurs scénarios de rappels et révisions proposés au collégial. À la lumière des discussions avec les enseignants et les enseignantes du secondaire, la pratique des rappels et des révisions en début de session pour les enseignants et les enseignantes du collégial se poursuit, mais est réalignée sur ce qui est fait au secondaire. Ainsi, plusieurs pratiques d'enseignement vont se poursuivent pour les enseignants et les enseignants, mais elles sont revues avec ce qui est déjà fait à chacun des ordres, mais une nouvelle compréhension des enjeux de transition apporte un réalignement avec l'autre ordre.

2. *De nouvelles pratiques mises en place.* Certaines pratiques se sont constituées au sein des CAP et sont maintenant partagées par les enseignants et les enseignantes de plusieurs ordres. Elles ont été co-élaborées dans la réflexion collective à propos de chaque ordre, dans le questionnement conjoint et la co-élaboration d'activités. Ces pratiques concernent des éléments qui structurent l'enseignement : par exemple, les manières de favoriser la communication en mathématiques, se doter d'une structure commune pour la planification d'activités, etc.
3. *Une pratique de co-élaboration d'activités et de situations d'enseignement.* Plusieurs activités et situations d'enseignement ont été co-élaborées au sein des CAP-ARIM. Le fait d'avoir favorisé les échanges interordres entre les enseignants et les enseignantes a permis la co-élaboration d'activités. Non seulement il y a eu quelques activités co-élaborées pour les deux ordres, mais la plupart des activités ont été élaborées pour un ordre donné, par les enseignants et les enseignantes des deux ordres. Cette façon de faire a permis à tous les membres des CAP-ARIM de constater que cette pratique est riche pour s'immiscer dans la pratique de l'autre, et mieux la comprendre.

De toutes ces pratiques, il se dégage une pratique globale du travail conjoint entre les ordres. Des discussions à propos de ce qu'il est fait dans les classes de mathématiques et de ce qu'il peut être fait a permis la transformation de l'individuel au collectif (sortir de sa bulle), mais aussi de l'intraordre à l'interordres (sortir de son ordre).

1.2.2 Processus au sein des CAP-ARIM

Pour élaborer ce second niveau d'analyse, nous avons mobilisé certains éléments théoriques qui permettent de comprendre le processus de rapprochement au sein des CAP-ARIM. Les différentes pratiques illustrées ci-dessus renvoie au développement d'une communauté de pratique (Wenger, 2005) et permettent d'entrer dans cette échelle du collectif, de ce qui est partagé. Les pratiques décrites ci-dessus ont en effet cette particularité, elles se font collectivement. La pratique est alors vue comme une quête de sens en termes de négociation, de participation et de réification. Wenger précise trois dimensions fondamentales de la pratique en tant que propriétés et qui contribue à la cohérence d'une communauté : l'engagement mutuel, l'entreprise commune et le répertoire partagé.

L'engagement mutuel renvoie à l'idée que la pratique existe, car des individus partagent un objectif commun et s'engagent donc dans des actions dont le sens, c'est-à-dire la voie à entreprendre, est négocié entre eux. Dans le cadre de la recherche, cet engagement mutuel regroupe des enseignants et des enseignantes de la fin d'un ordre qui souhaite préparer leurs élèves adéquatement pour l'autre ordre. Des enseignants et des enseignantes qui enseignent à l'ordre qui suit et qui veulent mieux comprendre ce que les élèves ont vu antérieurement. Des CP qui souvent travaillent avec le personnel enseignant de deux ordres. Des chercheurs qui, selon leur domaine et objet d'étude, étudient le processus d'apprentissage au sein des CAP ou bien les transitions en mathématiques. L'objet transition qu'ils soient l'entrée dans la CAP ou la trame apparait important dans cet engagement mutuel. D'une part, c'est un objet qui a émergé comme enjeu sur lequel investiguer collectivement pour certaines CAP alors que pour d'autres CAP, c'est lui qui a été le point de départ autour duquel les enseignants et les enseignantes ont voulu se réunir. Aussi, il constitue davantage une trame de fond qu'un objet sur lequel le groupe réfléchit.

Ainsi, les objets périphériques sur lesquels le groupe entame une réflexion sont négociés au sein de ce groupe.

L'entreprise commune renvoie au processus qui fait avancer la pratique, mais qui, en même temps, la garde sous contrôle. Dans la recherche, cette négociation s'est graduellement constituée autour du processus de rapprochement illustré par la figure 3. Cette représentation est une conceptualisation du processus émergent au sein des CAP-

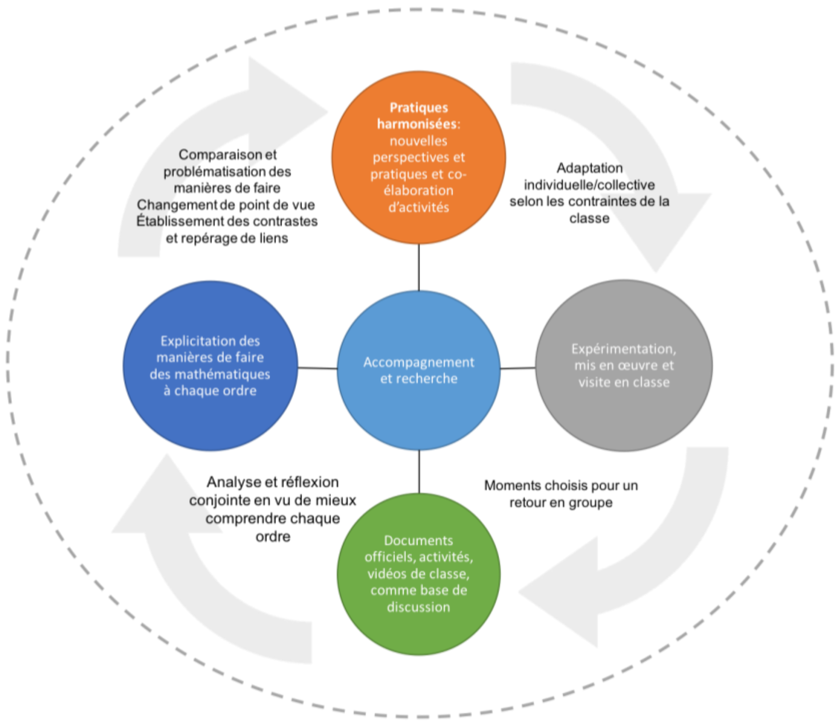


Figure 3. Processus de rapprochement interordres

ARIM, mais aussi un guide pratique de la manière dont se façonne et s'échafaude ce qui est fait.

Dans la représentation du processus, il y a cette volonté de mieux comprendre ce qui se fait en mathématique à chacun des ordres. À partir de situations d'enseignement, de vidéos de classe, du matériel scolaire, il y a une réflexion et une analyse conjointe qui permet l'explicitation des manières dont on fait des mathématiques à chacun des ordres. Des enjeux de transition peuvent alors émerger d'une comparaison entre les ordres, d'une problématisation de certaines manières et des changements de points de vue. De plus, il n'y a pas que des contrastes qui sont établis, des liens sont aussi faits entre les ordres. Des pratiques harmonisées (voir section D.1.2.1) se constituent. L'équipe de recherche, les CP, les enseignants et les enseignantes participent aussi à la co-conception d'activités d'apprentissage mathématique. Ces pratiques et activités sont mises en œuvre en classe et parfois, des enseignants et des enseignantes de l'autre ordre visitent la salle de collègues. Des conversations et des réflexions en collaboration suivent ces expérimentations et raffinent la compréhension de chacun des ordres. Le cycle peut se répéter et faire apparaitre d'autres enjeux, etc. Cette figure indique aussi que les CP et l'équipe de recherche participent à la facilitation de ce processus. Bref, tous les membres de la CAP contribuent au repérage des enjeux de transition, des éléments communs comme des contrastes. Les enseignants et les enseignantes des deux ordres apportant des idées issues de leur ordre respectif pour combler le vide créé et ainsi établir un rapprochement plausible pour leur ordre.

Le répertoire partagé renvoie finalement aux ressources/artéfacts pour la négociation du sens qui comprend des routines, des mots, des outils, etc., devenus partie intégrante de la pratique. Pour les CAP, comme les CAP-ARIM, il y a un phénomène très formateur, celui de rendre visibles les pratiques émergentes. Dans le processus illustré précédemment, il y a cette idée de co-élaborer des pratiques et des activités et de les mettre en œuvre en classe. À partir du moment où ces pratiques et activités sont co-élaborées et expérimentées, elles deviennent visibles et compréhensibles. Le répertoire partagé est composé de ces élaborations (ressources écrites) et les expérimentations (vidéos de classe, productions d'élèves, etc.). Une multitude d'autres ressources est aussi mobilisée par les membres de la CAP. Des communications conjointes donnent lieu à un répertoire de présentation (ex. des diapositives) qui rapporte ce qui est fait en CAP-ARIM. Ceci constitue aussi un artéfact de la communauté. D'ailleurs, des enseignants et des enseignants reprennent des présentations faites conjointement avec un chercheur ou une chercheuse dans des colloques professionnels ou de recherche pour les présenter à d'autres enseignants et enseignantes (de leur école, commission scolaire, etc.). En plus de l'annexe A, nous présentons à l'annexe F ce type d'artéfact.

1.3 Troisième objectif : dispositif de collaboration interordres

Extrait 4 – Discussion entre un chercheur et une enseignante
Researcher: What's your experience [working with the group]?
Teacher: Even though I work in a big school and there's lots of teachers, teachers tend to like to do their own thing, their own way, because, right, you're trying to manage so many students at once. [...] You know, sometimes you're excited about an idea, and you want to try it, and you might tell a colleague. And even though they think it's a great idea, it's a bit scary to try it. I like having a network of teachers that I know are trying the same things as me, and maybe making mistakes, and maybe not getting to the right answer. But I like that we're able to all try and bounce ideas off each other. It just makes me want even more for people to try it in my own school. But you know what? The more I get excited and talk to them about the fact that, "oh yeah, we all tried it, and we all did it, and this is what the experience was," they're starting to want to try things too. Or at least asking me to do it with their class. So it is starting to spread.

Extrait 5 – Courriel reçu d'une conseillère pédagogique
Nous avons bouclé la boucle sur 3 ans d'arrimage primaire-secondaire hier matin. Quoique le projet […] tire à sa fin, la pérennité d'ARIM à la CS ne dépend pas QUE de l'argent injecté pour se rassembler. [Nous] sommes positives quant à la reconduite du projet, sous sa forme actuelle ou pas...
… cela pourrait contribuer à garder en tête cette importance de se parler entre ordres, dans un respect mutuel et avec ouverture à comprendre la réalité de chacun. Le travail accompli en 3 ans a été déterminant pour plusieurs d'entre vous et nous souhaitons sincèrement que le dialogue se poursuive!

Nous avons déjà répondu en partie à ce troisième objectif par la conceptualisation du processus de rapprochement présentée à la section précédente (D.1.2.2). Néanmoins, il convient d'aller plus loin puisque ce dispositif de collaboration se constitue, dans le cadre de notre recherche, en une occasion de réflexion collective et de transformation durable des pratiques qui commence de « l'intérieur » de la communauté de pratique et non pas commandé de l'extérieur. Dans le dispositif de collaboration mis en place dans la recherche, nous nous sommes intéressés aux éléments qui supportent la collaboration, l'apprentissage et la pérennité.

1) *Approche ascendante.* Le travail conjoint ne se commande pas, il se développe. Ainsi, il nécessite un temps d'observation commune, une négociation des objets et thèmes sur lesquels travailler (ce que l'on souhaite changer), comment l'aborder (ex. sommes-nous intéressés à examiner les programmes, les pratiques, les problèmes ou les problèmes

pédagogiques en mathématiques?). Les personnes qui participent doivent avoir de réelles marges de manœuvre quant à la direction que prend la collaboration.

2) *Diversité des expériences et des perspectives.* Les enseignants et les enseignantes des CAP-ARIM ont apporté une diversité d'expériences de leurs différents contextes scolaires (primaire, secondaire ou collégial). Cette diversité a enrichi les discussions. Dans certains cas, les enseignants et les enseignantes ont apporté différentes expériences qui ont appuyé la planification interordres. Par exemple, un enseignant a dit ceci :

> The other high school has people that are in various levels as well, like teaching grade 7 to grade 9 curriculum.... people have a vast amount of...a lot of teaching experience... a lot of experience teaching different types of learners. So there is a lot of different aspects brought to the table when we are talking about creating tasks or creating our routine to use with our students.

Dans d'autres cas, les enseignants et les enseignantes ont partagé des stratégies d'enseignement que d'autres ont pu essayer plus tard dans leur propre classe. La collaboration et le partage des expériences diverses font apparaitre toute une possibilité de nouvelles façons de faire pour les enseignants et les enseignantes.

3) *Cibler des objectifs/expériences partagés pour combler le fossé entre les ordres.* Bien que la diversité des expériences puisse favoriser la collaboration, elle peut aussi être difficile. Différents points d'intérêt peuvent créer des tensions entre les membres de la CAP. Afin d'éviter de telles tensions, les membres de la communauté enseignante peuvent être sélectionnés selon certaines balises (comme des expériences communes). Cela peut aider à définir et poursuivre des objectifs communs au sein du groupe. Par exemple, dans une des CAP-ARIM, les membres ont été invités à participer par la conseillère pédagogique, car ils partageaient des points de vue communs liés à l'enseignement des mathématiques. En effet, ils s'étaient tous déjà engagés dans le même type d'activités de développement professionnel. Ils avaient tous en ce sens un intérêt pour réfléchir et changer leurs pratiques d'enseignement. Un enseignant a réfléchi à l'importance de cela pour le fonctionnement de sa collectivité :

> I think, now, I haven't done it yet so, I'm doing it this summer but I think the fact that the other teachers have gone to the Summer Math Institute helped, helped a lot because, because they were all thinking, like,

> that type of teaching strategies. Um, I think that helped with that community...I also think that just the selection, the teachers that were selected, sort of, work, like, they are open, they are fairly, well, that's. I know some that would not be so that's, that's kind of a nice thing. That makes a big, big plus and I think that was done on purpose which should have been done on purpose for something like this to work. But we're also trying to share it and push it forward which I think is the logical next step. I think that's very specific is the fact that we are very much oriented on 'How can we help our students understanding the math?' I think that was very clear in the conversations and what was going on.

4) *Flexibilité de la CAP.* L'un des aspects importants à considérer pour la pérennité de la collaboration est l'acceptation que les objets bougent. Il y a un équilibre à tenir entre maintenir le cap sur les objectifs initiaux et permettre une évolution de ces objectifs. Par ailleurs, il y a un équilibre à tenir quant aux membres de la CAP. La CAP devrait être flexible quant aux nouveaux membres qui apportent de nouvelles idées et le noyau dur de la CAP qui permet de s'assurer d'aller plus loin et de ne pas toujours recommencer à zéro.

5) *Changement dans les rôles des membres.* À plus long terme, quelques membres enseignants de la communauté sont invités à faire partie de l'équipe de pilotage avec l'objectif que la CAP évolue. Les autres enseignants et enseignantes peuvent jouer différents rôles, regarder, participer de manière périphérique et progressivement participer plus intensément. Il est donc essentiel d'identifier ces personnes. Nos observations nous ont conduits à formuler quelques caractéristiques des enseignants et enseignantes leaders bien que le processus soit à la fois émergent (un désir de participer plus intensément) et une demande de l'équipe de pilotage.

- Participer de façon régulière aux rencontres de pilotage et prendre plus de responsabilités quant à l'organisation des CAP.
- Démontrer de l'intérêt à examiner leurs pratiques et à porter un regard réflexif sur celles-ci.
- Accepter de se faire filmer en classe
- Volonté de partager ses réflexions sur sa propre pratique et celle des autres avec d'autres enseignants et l'équipe de pilotage
- Bonne relation/entente avec les autres enseignants
- Crédibilité sur le plan de la discipline

Il est aussi important de considérer comment les autres enseignants et enseignantes peuvent se sentir vis-à-vis ce rôle d'enseignants et enseignantes leaders. D'autant plus que des CP sont déjà des membres des CAP. Comment s'assurer qu'ils ne déstabilisent pas l'équipe? Le leadership devrait être émergent. En effet, nous soulevons l'idée que, lorsqu'il n'y a pas de leadership clair, cela peut créer une situation délicate pour le bon déroulement d'une CAP.

2. Conclusions et pistes de solution

Les enjeux de transition en mathématiques se situent à plusieurs niveaux. Ils sont d'ordre organisationnel et relève de la structure en place, ils relèvent d'une connaissance limitée de l'autre ordre et de ce que les élèves savent ou non. Ils démontrent en quelque sorte une incompréhension réciproque des enjeux propres à chacun des ordres d'enseignement. Finalement, elles sont relatives au contenu. Dans ce dernier cas, nous avons pu observer que ce sont davantage les manières de faire et les circonstances liées aux mathématiques en jeu à chaque ordre qui mènent à des enjeux de transition.

La collaboration entre le personnel enseignant de deux ordres scolaire a permis cette explicitation des manières de faire à chacun des ordres, mais elle permet aussi d'aller plus loin dans un rapprochement entre les ordres. Des pratiques nouvelles, comme l'identification de ruptures, une planification interordres et les pratiques harmonisées, se sont constituées au sein des CAP-ARIM. Les discussions à propos de ce qui est fait dans les classes de mathématiques et de ce qui peut être fait à chacun des ordres au sein des CAP-ARIM nous a permis de conceptualiser un processus de rapprochement.

Par ailleurs, d'autres éléments apparaissent essentiels quant au support de la collaboration, de l'apprentissage et la pérennité. Ces éléments ciblent la relation entretenue entre les différents membres de la CAP. Ils visent à favoriser l'engagement à travers une approche ascendante. De plus, ils visent un équilibre entre expériences diversifiées et partagées, entre tenir le cap sur les objectifs initiaux et se permettre une certaine flexibilité, entre l'accueil de nouveaux membres et le maintien d'un noyau dur.

3. Principales contributions

Cette recherche contribue au champ de la didactique des mathématiques en proposant une nouvelle manière d'aborder les questions de transition interordres (non restreinte à la dimension explicite et institutionnelle). Elle contribue aussi sur les plans théorique et méthodologique au domaine de la formation et de l'apprentissage professionnel au sein des CAP (personnel enseignant, CP, équipe de recherche).

- **À propos du domaine des transitions interordres en mathématiques**

Conceptualisation de la perspective d'harmonisation. Sur le plan conceptuel, le travail avec la communauté enseignante permet de conceptualiser la transition dans une perspective d'harmonisation. Il s'agit de mettre en lumière qu'aborder les questions de transition requiert d'abandonner l'idée selon laquelle les différences soulevées pourraient éventuellement être harmonisées. La perspective d'harmonisation (entendue comme un processus) semble ouvrir sur un enrichissement des manières de faire possibles à chaque ordre. Cela a des implications importantes. On ne va pas voir ce qui est fait entre les deux ordres comme étant incompatible et harmoniser signifierait rendre compatible une fois pour toutes. On va plutôt envisager la perspective d'harmonisation comme permettant de s'engager dans un processus de différenciation et de rapprochement continuel (dont les acteurs impliqués prennent progressivement conscience). Il s'agit donc d'abandonner l'idée qu'il puisse y avoir une harmonisation complète et d'accepter que l'harmonisation est toujours à refaire. Elle n'est pas un lien extérieur qui est établi entre deux identités déjà constituées, mais bien une perspective, un processus qui constitue les vides à combler, les zones intermédiaires en même temps qu'il constitue chacun des ordres scolaires.

À propos du lien entre ruptures interordres et le caractère situé des mathématiques. Notre recherche permet de confirmer que les manières de faire, souvent non explicitées, intégrées dans les pratiques quotidiennes mènent à de grandes différences interordres. Autrement dit, ces manières de faire et les circonstances les entourant constituent des éléments fondamentaux de ce changement de cultures mathématiques entre les ordres dont parle Artigue (2004). Nos études menées antérieurement nous amenaient à penser qu'il y a des changements importants dans ces manières de faire (Corriveau, 2007, 2013), celle-ci vient la confirmer. De plus s'ajoute le fait que ces manières de faire et les circonstances font que le sens mathématique est perçu et ainsi projeté de diverses manières.

- **À propos du domaine de l'apprentissage professionnel au sein des CAP**

À propos du sens véhiculé de la notion de CAP dans le cadre du projet ARIM. Premièrement, et principalement, l'apprentissage professionnel est un processus collectif de réflexion et de partage de savoirs durant lequel les membres du personnel enseignant développent une compréhension plus profonde et plus complexe de leur activité professionnelle, c'est-dire enseigner. Deuxièmement, l'établissement et le maintien d'un climat de confiance collégiale sont des prérequis essentiels à l'engagement des participants, de sorte que la prise de risques et un authentique partage de pratique et de connaissances puissent avoir lieu. Troisièmement, il doit y avoir un besoin réel et perçu de changement afin d'explorer, de questionner les pratiques établies et d'innover. Quatrièmement, la réflexion est une activité culturellement médiée importante pour l'apprentissage professionnel, en particulier la réflexion conjointe sur les activités collaboratives. Cinquièmement, des données riches provenant des classes, en particulier les artefacts documentant le travail des élèves, sont d'utiles points de départ pour la réflexion collective. Horn et Little (2010) mentionnent que la réflexion et les discussions entre enseignants et enseignantes bénéficient à se rattacher à des éléments concrets de ce qui se passe dans les classes. Dans le cadre de la recherche, nous avons particulièrement montré comment l'utilisation de vidéos rendait l'enseignement et l'apprentissage visibles et favorisait, en ce sens, les échanges.

PARTIE E - PISTES DE RECHERCHE

Rappelons d’entrée de jeu que dans un projet de cette envergure, certaines questions restent sans réponse alors que d'autres s'ajoutent. En participant à des rencontres avec des enseignants et des enseignantes au sein des CAP-ARIM, nous avons constaté que leurs dialogues est parsemé de préoccupations que le partenariat recherche-pratique pourrait viser à mieux comprendre. À la lumière de notre démarche tout au long de la recherche, les quelques pistes mentionnées ici ne s’adressent pas uniquement à des personnes en recherche au niveau universitaire, mais aussi à des professionnels qui veulent se regrouper pour aller plus loin dans le développement de collaboration interordres.

Chacun des thèmes mathématiques évoqués dans le tableau 3 pourrait être poussé plus loin et faire l’objet d’une recherche en soi. De plus, quels sont les autres thèmes mathématiques pour lesquels il serait opportun de documenter les éléments circonstanciels et situés à chaque ordre et qui mènent à des enjeux de transition?

Plutôt que d’entrer directement sur la problématique des transitions scolaires avec le personnel enseignant, nous pourrions aussi envisager d’entrer par un objet problématique dans l’enseignement des mathématiques et qui concerne plusieurs ordres. À notre avis, cela rejoindrait le besoin de concertation et permettrait d’aborder les questions de transition

Il convient aussi, à notre avis, de continuer à mieux comprendre comment faire en sorte que l’enseignement et l’apprentissage en classe puissent être partagés au sein d’un groupe d’enseignants et d’enseignantes qui collaborent. Si nous avons montré que le fait de rendre l’enseignement et l’apprentissage « plus visible » en utilisant des captations vidéos comme base de discussion, l’organisation nécessaire a été assuré par l’équipe de recherche. Dans la pratique, la question qui se pose est comment le personnel enseignant qui souhaite s’engager dans une démarche de collaboration interordres (ou non) avec ses collègues, peut rendre son enseignement « visible » ?

Finalement, à la lumière des formations à la recherche plutôt traditionnelle que reçoivent les étudiants et les étudiantes de deuxième et troisième cycles, il nous apparait intéressant de documenter comment une telle démarche de recherche participative peut contribuer à la formation d’un chercheur ou d’une chercheuse.

PARTIE F - RÉFÉRENCES

Les références citées sont présentées à l’annexe G.

ANNEXE A – EXEMPLE D'ARTICLE ISSU DU PROJET ARIM

L'article que nous présentons à la page suivante est tiré de nos projets de recherche qui ont débuté en 2013, mais qui se sont poursuivi dans le cadre du projet ARIM. Il a été publié en décembre 2019 dans la revue Bulletin AMQ. Il s'agit de la revue de l'Association des Mathématiques du Québec.

Cet article donne un aperçu du processus de collaboration et de ses implications pour l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques.

Association
mathématique
du Québec

Article

Une activité entourant la notion de fonction pour favoriser le passage du secondaire au collégial

Claudia Corriveau, Université Laval,
Sarah Dufour, UQAM et Antonia Kouloumentas, Collège Maisonneuve

Résumé

Le thème des fonctions occupe une place importante dans les programmes de la fin du secondaire et dans les cours de calcul au collégial. Comme ce contenu est commun aux deux ordres, il est intéressant de s'y attarder pour comprendre les enjeux de transition qui s'y rattachent et penser à des moyens d'accompagner les élèves dans le passage au collégial. Dans ce texte, nous présentons une activité élaborée en collaboration avec des enseignants du secondaire et du collégial qui a pour objectif d'accompagner les élèves dans la transition entre les ordres. Nous exposons ensuite les résultats d'une expérimentation de cette activité en classe.

Mots clés : transition interordre, secondaire, collégial, fonction, paramètres.

Le thème des fonctions est central en mathématiques à la fin du secondaire et évidemment dans le cours de calcul différentiel du collégial. Comme ce contenu est commun aux deux ordres, il est intéressant de s'y attarder pour comprendre les enjeux de transition qui s'y rattachent et penser à des moyens d'accompagner les élèves dans le passage au collégial. Dans ce texte, nous présentons une activité élaborée en collaboration avec des enseignants du secondaire et du collégial ayant pour objectif d'accompagner les élèves dans la transition entre les ordres. Nous exposons ensuite les résultats d'une expérimentation de cette activité en classe. Mais d'abord, nous revenons sur des enjeux de transition dans le passage du secondaire au collégial en ce qui a trait aux fonctions, enjeux qui ont servi d'appui à l'élaboration de cette activité.

1 Le travail entourant les fonctions au secondaire et au collégial

Au secondaire, l'objectif est d'étudier en profondeur plusieurs familles de fonctions, à travers leurs différentes représentations (table de valeurs, graphique, écriture symbolique). Selon le programme (MELS, 2007 [5]), le travail avec les fonctions au secondaire est axé sur les activités suivantes :

- Associer un tableau de valeurs, un graphique ou une écriture symbolique à un modèle de fonction.
- Esquisser un graphique à partir d'un tableau de valeurs ou d'une écriture symbolique.
- Établir des liens entre un tableau de valeurs, un graphique ou une écriture symbolique et les caractéristiques d'une fonction.

Il est donc question, au secondaire, d'établir des liens entre les différentes représentations d'une fonction et d'en dégager des caractéristiques – symboliques, graphiques et de variation – qui lui sont propres : une identification par la règle algébrique de la fonction, une allure dans le graphique, une manière dont varient les données dans le tableau de valeurs, etc. Autrement dit, chacune des familles possède des caractéristiques qui lui sont propres.

Il y a aussi, au secondaire, un travail important avec les paramètres. Les fonctions de base sont d'abord introduites (ex. $f(x) = c^x$) et ensuite, une symbolisation avec tous les paramètres (ex.$f(x) = a \cdot c^{b(x-h)} + k$) permet un arrimage entre la représentation symbolique et la représentation graphique. Des liens sont établis entre l'écriture d'une fonction sous forme canonique et son graphique. Chaque paramètre est associé à un effet, une transformation, dans le graphique (par rapport au graphique de la fonction de base). Ainsi, les paramètres multiplicatifs a et b provoquent des dilatations ou contractions verticale et horizontale alors que les paramètres additifs h et k provoquent respectivement des translations horizontale et verticale.

Au collégial, le travail est centré sur l'étude des caractéristiques locales d'une fonction. Cette étude et la construction du graphique d'une fonction passent par un certain nombre d'outils (dérivée, limite, continuité, etc.). Le travail avec les fonctions est axé sur les éléments suivants :

- Retrouver le comportement de n'importe quelle fonction à partir d'une expression algébrique.
- Mobiliser des outils (ex. la dérivée) pour repérer le comportement d'une fonction et pour tracer le graphique.
- Anticiper les comportements limites d'une fonction en tout point, à partir d'une expression algébrique ou d'un graphique.

Au collégial, il est donc question de reconstituer la fonction (graphiquement) à l'aide d'indices et d'outils. Il ne s'agit plus d'identifier un type de fonction comme c'est le cas au secondaire, mais de retrouver le comportement d'une fonction plus complexe et de prévoir ses comportements limites à partir d'une expression symbolique. De plus, plutôt que s'attacher aux caractéristiques particulières des fonctions comme c'est le cas au secondaire (le sommet d'une fonction quadratique ou encore la caractéristique de variation de la fonction exponentielle), on s'intéresse aux caractéristiques générales des fonctions, de toutes fonctions. Ainsi, lorsqu'on présente une fonction quelconque dans un graphique (ou lorsqu'on demande aux étudiants d'en produire un) on doit mettre en évidence les possibilités de discontinuités, de changement de variations, etc.

S'il semble aller de soi que le cours de calcul différentiel au collégial se situe dans une certaine continuité avec les cours du secondaire, il existe néanmoins des différences notables. D'abord, le travail important fait avec les paramètres au secondaire n'est pas repris au collégial. Ensuite, la manière de conceptualiser les fonctions est certainement teintée du travail fait avec celles-ci. On peut s'inspirer des travaux de Vandebrouck (2011 [6]), faits dans le contexte français, pour retrouver autant au secondaire qu'au collégial québécois des domaines très proches de travail de la fonction.

- Premier domaine de travail de la fonction Des propriétés des fonctions telles que la périodicité, la croissance, les extremums, le domaine, le co-domaine, les asymptotes, sont introduites dans différentes représentations (graphique, tableau de valeurs, expression symbolique). Ces propriétés sont introduites dans un contexte de famille de fonctions (affines, quadratiques, rationnelles, exponentielles, logarithmiques, trigonométriques). La conceptualisation de la fonction se fait donc à travers des fonctions spécifiques.
- Deuxième domaine de travail de la fonction Ce domaine unifie et simplifie les éléments du premier domaine. Le travail est plus algébrique que dans le premier domaine et des concepts comme la limite, la continuité et la dérivabilité sont introduits. En se référant à Coppé, Dorier et Yavuz (2007 [1]), Vandebrouck explique qu'à ce niveau, il existe une forte algébrisation des techniques, basée sur les règles et le calcul algébrique (évaluation des limites, dérivées, étude des variations, polynômes, exponentielle, logarithmique, etc.).

Ces domaines de travail présentent des différences importantes entre ce qui se fait à chaque ordre. D'autres différences plus implicites entraînent des enjeux de transition. Une série de petits détails tacites sont aussi à considérer (Corriveau, 2017 [2]). Par exemple, même si des concepts sont sollicités aux deux ordres, comme c'est le cas pour le concept de « domaine d'une fonction », ils sont conceptualisés différemment (voir Corriveau, 2017). La manière de donner sens au domaine d'une fonction est forcément différente de part et d'autre puisque les contextes d'utilisation sont différents. D'un côté, comme les fonctions sont connues (ce sont les fonctions de base), leur domaine l'est aussi. Il s'agit d'une des nombreuses caractéristiques de chaque famille de fonction. On enquête alors sur l'ensemble de nombres concerné, déterminé par le contexte, sur lequel est définie la fonction (souvent implicitement, à partir du contexte, discret ou continu). Au collégial, le domaine est à identifier a priori puisqu'inconnu. Il en va de même, selon nous, pour d'autres notions, telles que la variation, la croissance d'une fonction, sa positivité, sa continuité, etc. C'est avec ce type d'enjeux en tête que nous avons voulu élaborer une activité au collégial qui permettrait d'accompagner les étudiants à leur arrivée dans le cours de calcul différentiel du collégial.

2 Élaboration d'une activité de transition

Mentionnons d'abord que cette activité a été élaborée dans le cadre de rencontres à propos de la transition secondaire-collégial en mathématiques organisées par une des auteures de l'article et auxquelles des enseignants du secondaire et du collégial participaient (voir Corriveau, 2013 [4]). Nous avions l'intention de mieux comprendre les enjeux de transition, mais aussi d'organiser une transition harmonieuse entre les ordres.

2.1 Des liens à établir entre les deux ordres

Lors d'une des rencontres, nous avons noté ce qui ressortait globalement du travail avec les fonctions à chacun des deux ordres (voir figure 1). À gauche, nous avions écrit sommairement ce qui se faisait au secondaire autour des fonctions, et à droite, ce qui se faisait au collégial. La question à se poser était donc : comment au secondaire s'approcher du collégial, et au collégial, s'approcher du secondaire ?

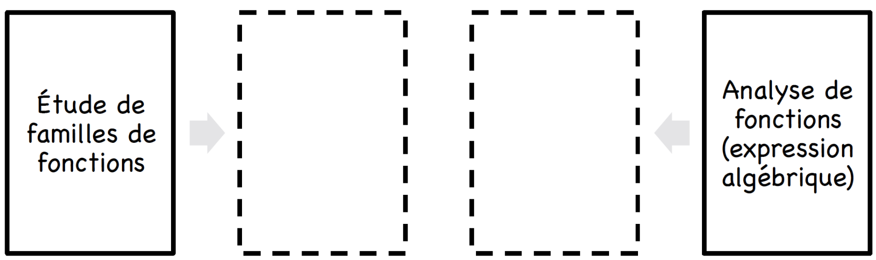


FIGURE 1 – Schéma utilisé comme base pour l'élaboration d'une activité d'harmonisation (Corriveau, 2013, [4] p. 259)

Des discussions et des ponts se sont alors établis entre les enseignants pour qu'il y ait rapprochement entre les deux ordres. La figure 2 présente le schéma complété après discussion.

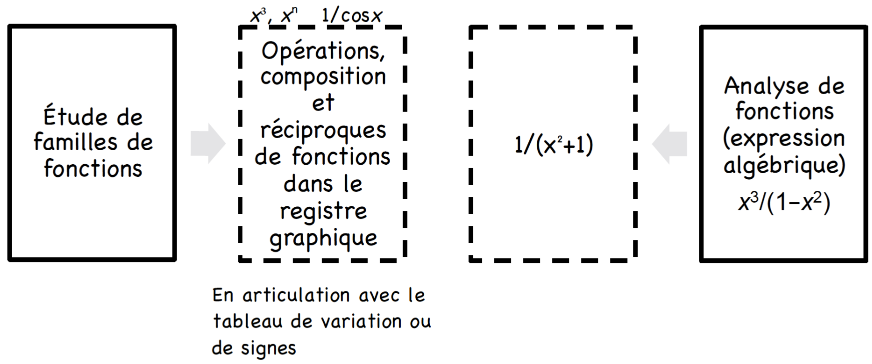


FIGURE 2 – Schéma complété pour l'élaboration d'une activité d'harmonisation (Corriveau, 2013, [4] p. 270)

La reconstruction de ce que nous avons appelé une trajectoire d'harmonisation (voir Corriveau, 2013 [4] ; 2015 [3]) a montré qu'il était possible d'identifier des « vides » à combler tant au secondaire qu'au collégial. Dans ce qui suit, nous nous centrons sur le troisième rectangle et nous nous demandons comment la fonction $f(x) = \dfrac{1}{x^2+1}$ jette un pont entre le secondaire et le collégial et introduit le travail à faire au collégial.

2.2 La fonction $f(x) = \dfrac{1}{x^2+1}$ comme pont entre le secondaire et le collégial

L'idée principale dans le passage au collégial est de comprendre qu'à la vue d'une fonction écrite sous sa forme symbolique, il n'est pas toujours possible de se référer aux familles de fonctions connues pour en déterminer l'allure du graphique. Pourtant, entre les familles de fonctions du secondaire et les outils du calcul différentiel pour l'étude de fonctions plus complexes, il y a toute une panoplie de fonctions accessibles dont l'allure peut être esquissée intuitivement, c'est-à-dire sans passer par la dérivée première et la dérivée seconde. La fonction $f(x) = \dfrac{1}{x^2+1}$ correspond exactement à ce type de fonctions.

C'est donc dans l'idée de pousser plus loin le travail mené au secondaire, sans toutefois solliciter les outils du collégial, que nous nous intéressons à cette fonction.

De plus, comme les paramètres traités au secondaire lors de l'étude d'une fonction sont peu repris au collégial, alors qu'ils font partie de la culture mathématique des élèves, cette fonction est intéressante dans la mesure où elle ébranle l'idée que les paramètres suffisent à eux seuls à étudier une fonction. Il y a dans cette fonction une façon de passer à autre chose et de mettre à l'épreuve cette conception, bref de la problématiser (analyser en tant que problème). Avec l'exemple proposé $f(x) = \dfrac{1}{x^2+1}$, tracer un graphique à l'aide des paramètres n'est plus possible (par exemple à partir de $f(x) = \dfrac{1}{x^2}$). En effet, bien qu'en apparence la fonction ressemble à ce qui pourrait être vu au secondaire, elle ne fait pas partie du territoire du secondaire. Mais ce travail ne relève pas non plus du territoire du collégial. Il s'agirait donc, selon nous, d'un « entre-deux ». Comment tracer le graphique de ces fonctions qui ne sont ni du territoire du secondaire ni de celui du premier cours de calcul au collégial ? Autrement dit, un nouveau travail semble à la jonction entre le secondaire et le collégial, celui de développer une intuition pour comprendre le comportement d'une fonction à partir d'une expression algébrique et permettre d'esquisser directement le graphique sans passer par les paramètres (puisqu'ils sont inopérants ici), non plus que par l'attirail d'outils du premier cours de calcul (la dérivée et tout ce qui vient avec). Cette discussion permet au groupe d'enseignants des deux ordres d'élaborer une activité plus concrète.

2.3 Élaboration d'une activité de transition

À la suite de la discussion à propos des « vides » à combler, les enseignants s'engagent dans l'élaboration de situations d'enseignement. Les enseignants du secondaire travaillent sur le vide à combler au secondaire et les enseignantes du collégial, sur le vide à combler au collégial.

Les enseignantes du collégial proposent une tâche en plusieurs étapes. D'abord, (1) elles proposent de donner aux étudiants des fonctions de base à tracer, ensuite (2) de tracer trois fonctions qui ont subi des transformations linéaires ou des dilatations. Finalement, (3) elles proposent une série de nouvelles fonctions à tracer intuitivement comme $(1+x)/x$, une fonction que les élèves du secondaire connaissent, mais écrite sous une forme différente : « Mais on se demandait s'ils verraient que $(1/x)+1$, c'est la même chose. On voulait juste voir si d'autres formes de représentations algébriques ça les... [sous-entendu ça les gênerait, et comment ils les gèreraient] » (Corinne, enseignante du collégial). Cette idée vient en quelque sorte mettre en lumière les limites, pour le collégial, de l'étude des familles de fonctions telle qu'elle est faite au secondaire. En effet, les familles de fonctions du secondaire se reconnaissent par des caractéristiques visibles dans le graphique, dans le tableau de valeurs lorsqu'il est présenté d'une certaine façon. Or, ici, dans la perspective du secondaire, $f(x) = \dfrac{1}{x^2+1}$ est visuellement (dans la règle) très proche de ce qui a pu être fait au secondaire. Ce choix est intéressant aussi dans la mesure où il vient ébranler une conception des étudiants (selon Corinne), dès qu'il s'agit d'une rationnelle, les étudiants pensent que c'est une fonction qui a des asymptotes verticales. Ainsi, les enseignantes du collégial tentent de problématiser ce qui est connu des étudiants : élargir cette idée de familles de fonctions, ébranler cette idée de paramètres « a, b, h et k ». En effet, il n'est pas question d'une transformation linéaire dans ce qu'ont proposé les enseignantes. C'est plus complexe, c'est une composition de fonctions.

D'autres fonctions sont aussi proposées avec l'idée d'en introduire de nouvelles et, éventuellement, de créer le besoin de recourir à de nouveaux outils. Le tableau 1 présente les fonctions proposées par les enseignantes du collégial et la progression pensée par elles, au sein du groupe.

TABLEAU 1 – Élaboration d'une activité d'harmonisation (Corriveau, 2013 [4], p. 283)

Les enseignantes entrent sur le territoire du secondaire avec des fonctions de base à esquisser dans le graphique.	1. Esquisser le graphique de fonctions de base (connue) $f(x) = x^2$, $f(x) = \frac{1}{x}$, $f(x) = \sqrt{x}$.
Les enseignantes poursuivent dans le territoire du secondaire avec des fonctions de base qui ont subi des transformations.	2. Pousser en complexifiant… un peu ! $f(x) = \dfrac{1}{x} + 2$, $f(x) = \frac{1}{x+1}$, $f(x) = (x-3)^2 + 2$.
Les enseignantes introduisent des éléments hybrides : elles se situent encore dans le territoire du secondaire (fonction connue), mais on rentre sur le registre algébrique pour pouvoir tracer la courbe, plutôt de l'ordre du collégial.	3. Varier l'écriture $f(x) = \dfrac{x+1}{x}$.
Les enseignantes introduisent de nouvelles fonctions, guidées par ce qui a été fait au secondaire : ébranler le concept de famille de fonctions, de paramètres et la conception qu'une fonction rationnelle a nécessairement une asymptote verticale.	4. Introduire de nouvelles fonctions $f(x) = \dfrac{1}{x^2}$, $f(x) = \dfrac{1}{x^2+1}$, $f(x) = e^x$, $f(x) = e^{x^2}$, $f(x) = \dfrac{1}{e^{x^2}}$.

Ce travail de réflexion, fait au sein du groupe amènera une des enseignantes du collégial qui donne le cours de calcul différentiel (et une des auteures du texte) à peaufiner l'activité élaborée conjointement pour la proposer à ses étudiants. Dans ce qui suit, nous présentons la situation d'enseignement telle qu'elle a été présentée aux étudiants et analysons ce qu'il en ressort.

3 De la réflexion à l'action : regard sur le travail des étudiants en transition

Dans ce qui suit, nous présentons d'abord l'activité telle qu'elle a été faite avec des étudiants. Ensuite, nous analysons en détail le travail d'étudiants autour d'une fonction en particulier. Dans un troisième temps, nous partageons nos observations de l'activité des étudiants en lien avec la tâche prise globalement.

3.1 Le jeu transition

Dans cette partie, on va d'abord présenter une lecture générale de notre dispositif, puis dans une deuxième on présentera une perception didactique de chacune des quatre parties formant notre situation.

La situation d'enseignement présentée ici est l'activité d'introduction proposée aux étudiants lors de la première rencontre du cours de calcul différentiel. Cette activité a été faite à plusieurs reprises depuis quelques années. Les étudiants dont nous analysons les productions proviennent d'un groupe d'une quarantaine d'étudiants inscrits dans un programme math-info. Ils ont suivi le cours calcul différentiel à l'automne 2017.

L'activité leur est proposée sous forme de défi. Placés en groupe de trois ou quatre étudiants, ils reçoivent une première bandelette de papier, verte, sur laquelle il y a trois fonctions à tracer. Une fois que l'esquisse des trois fonctions est validée avec l'enseignante (celle-ci vérifie le tracé et questionne les étudiants au besoin), ils reçoivent une deuxième bandelette de papier, jaune, avec trois autres fonctions. Les fonctions deviennent plus complexes d'un niveau de bandelette à l'autre (figure 3).

Sans calculatrice, tracez une esquisse des fonctions suivantes :
1) $f(x) = x^2$ 2) $f(x) = \dfrac{1}{x}$ 3) $f(x) = \sqrt{x}$

Sans calculatrice, tracez une esquisse des fonctions suivantes :
4) $f(x) = \dfrac{1}{x}+2$ 5) $f(x) = \sqrt{x+1}$ 6) $f(x) = (x+3)^2-2$

Vous vous pensez bien bons ?! Essayez celles-ci :
7) $f(x) = x^3$ 8) $f(x) = \dfrac{x^3+2x}{x}$

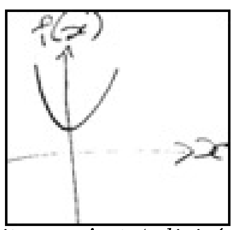
Pour les pros seulement !
9) $f(x) = \dfrac{1}{x^2}$ 10) $f(x) = \sqrt[3]{x}$ 11) $f(x) = \dfrac{1}{x^2+1}$

FIGURE 3 – Activité telle que proposée aux étudiants

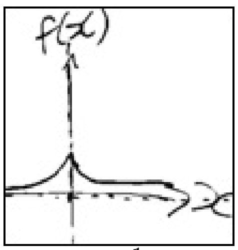
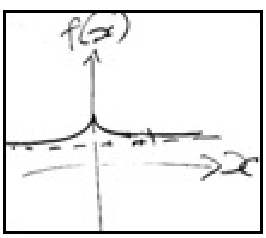
3.2 Analyse des discussions d'étudiants autour la fonction $f(x) = \dfrac{1}{x^2+1}$

Dans ce qui suit, nous retraçons l'activité d'une équipe d'étudiants qui tentent d'esquisser le graphique de la fonction $f(x) = \dfrac{1}{x^2+1}$. Nous présentons l'analyse de cette activité dans le tableau (2) situé ci-après. On y trouve la progression de l'esquisse (colonne 1), des extraits des discussions entre les étudiants (colonne 1) et finalement, notre analyse vis-à-vis le déroulement (colonne 2).

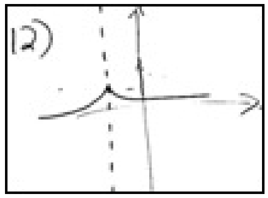
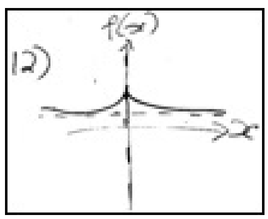
Tableau 2 – Activité des étudiants entourant l'esquisse du graphique de la fonction $f(x) = \dfrac{1}{x^2+1}$

Esquisse et discussion entre les étudiants	***Analyse***
 *E1 : Ça fait que c'est 1 divisé par ça"* *[...]* *E1 : Comme ici [le sommet] ce serait un. 1 divisé par 1, ça donnerait 1 le point ici [(0,1)]"*	Les étudiants tracent d'abord la fonction x^2+1 et se demandent à quoi ressemblera la courbe puisqu'ils ont l'expression $\dfrac{1}{x^2+1}$ à esquisser. Ils tentent d'opérer graphiquement sur les fonctions. Ils déduisent le point en $x=0$ en remplaçant mentalement la valeur de x par 0 dans l'expression et obtiennent les coordonnées (0,1)). Pour eux, la forme du graphique de la fonction $\dfrac{1}{x^2+1}$ sera la même que celle du graphique de la fonction $\dfrac{1}{x^2}$. Implicitement, cela renvoie à une

suite à l'autre page

Esquisse et discussion entre les étudiants	***Analyse***
E1 : Bien ça doit faire comme celle-là . [il pointe la fonction $\frac{1}{x^2}$ (fonction #9) déjà tracée auparavant, voir ci-dessous]. [. . .] *E1 : Je pense qu'il y a une asymptote... Parce que ça ne peut pas être négatif.*	idée de transformation sur une fonction de base (comme au secondaire). De plus, ils réinvestissent la réflexion faite lors de l'esquisse de la fonction $\frac{1}{x^2}$ pour conclure que la fonction ne peut être négative.
 Tracé de la fonction $\frac{1}{x^2}$ obtenu précédemment.	Cette caractéristique semble pour eux renvoyer à l'idée qu'il y aura donc une asymptote horizontale. Il est à noter également que le graphique ne semble pas représenter une asymptote verticale en $x = 0$. Or, les pointillés et le travail accompagnant le tracé de l'esquisse montrent qu'ils considèrent qu'il y a bel et bien une asymptote.
 *E1 : Je pense que c'est juste l'asymptote qui monte. Parce que justement, mettons le x, il augmente beaucoup... E2 : ... ouin... + 1... Ok, et puis, ce serait quoi ton point d'origine ici* [il pointe le sommet]. Silence [...] *E1 : Ben, il n'y en pas. Puis, ça ne peut pas être eh...* *E2 : Ce n'est pas (0,0) ?* *E1 : Non.*	Les étudiants effacent leur esquisse pour la retracer en déplaçant verticalement la fonction (une translation de 1 vers le haut). Cette action met en évidence qu'ils associent le « + 1 » dans l'expression au paramètre appelé k au secondaire. De plus, l'étudiant 2 se demande quelles seront les coordonnées du point à l'origine. Rappelons qu'il a en tête que ce doit être $(0, 1)$, mais que ce déplacement affecterait ses coordonnées. Or, l'étudiant 1 rejette l'idée d'un point d'origine puisqu'il semble maintenant considérer qu'il y a aussi une asymptote en $x = 0$ puisque pour lui, la fonction devrait correspondre visuellement à l'esquisse tracée pour

suite à l'autre page

Esquisse et discussion entre les étudiants	***Analyse***
 *E1 : Ah, elle ne monte pas, elle se tasse.* [Il efface la courbe qu'il avait tracée.] *Elle se tasse horizontalement.*	la fonction $\frac{1}{x^2}$. Pour lui, la fonction $\frac{1}{x^2}$ correspondrait à la fonction de base d'une nouvelle famille de fonction dont la fonction $\frac{1}{x^2+1}$ ferait partie. Cependant, le questionnement de l'étudiant 2 semble le mettre en doute. L'équipe rejette cette esquisse.
 E1 efface la courbe qu'il vient de tracer. *E2 : Tu corriges ?* *E1 : Ouais. Je pense que c'était correct au début que ça monte avec une asymptote.* [Il retrace le même graphique que l'esquisse 3.] *E2 : Donc, ça ferait juste monter. Il resterait juste l'origine.* *E1 : Ouais. Ce n'est pas le h, c'est le k qui ? ? ?* *E2 : Donc là, je ne comprends pas le point d'origine, ça serait là* [il pointe le sommet qui n'est plus en $(0, 1)$] ? [...] *E2 : J'essaie juste de trouver c'est quoi le point d'origine.* *E1 : Ben, il n'y a pas de sommet. Ici tu sais, il n'y a rien* [il pointe l'asymptote verticale]. *E2 : Il y a juste rien ? !* *E1 : Non, ça fait juste tendre vers cette valeur-là !* *E2 : Ok, ok ! Tu as une asymptote* [verticale en $x = 0$]. *Je n'avais pas vu l'asymptote ici.*	Pour l'étudiant 1, si le « + 1 » ne correspond pas à une translation verticale, alors ce doit être une translation horizontale (liée au paramètre appelé h au secondaire). Cependant, il changera d'idée et reprendra le tracé initial (voir esquisse 5). L'étudiant 2 accepte la version de l'étudiant 1, sauf en ce qui concerne ce qui se passe à l'origine . « Donc, ça ferait juste monter. Il resterait juste l'origine (sous-entendu à déterminer) ». L'étudiant 1 confirme notre hypothèse de départ, il mentionne clairement qu'il n'y a pas de valeur en $x = 0$ puisqu'il y a une asymptote verticale. Autrement dit, la première conclusion du point en $(0, 1)$ est complètement abandonnée au profit d'une transformation à partir d'un graphique de la fonction « de base » $\frac{1}{x^2}$. Ainsi, on peut penser que l'interprétation de la fonction $\frac{1}{x^2+1}$ en termes de famille de fonctions et de paramètre a pris le pas sur le travail algébrique (fait mentalement) du début.
	suite à l'autre page

Esquisse et discussion entre les étudiants	***Analyse***
L'enseignante arrive dans l'équipe. *E1 : Bien, moi je m'étais dit que c'est eh… Tu prenais juste la…*[pointe la fonction]. *E2 : C'est comme si le 1 c'était le k.* *Ens : Ok.* *E2 : Ça fait que ça fait monter de « 1 » l'asymptote* [horizontale]. *Ens : Ok. Ça fait que pour vous, ça ressemble à ça* [pointe le graphique pour la fonction] *translaté ?* *Tous : Ouin…* *Ens : Ça fait que pour vous, la fonction n'est pas définie à zéro ?* Silence. *Ens : Es-tu* [s'adressant à E1] *capable de l'évaluer à zéro* [sous-entendu la fonction] *? Ça donne quoi… Ça donne quelque chose qui ne marche pas ?* L'enseignante laisse l'équipe en réflexion. E2 efface le graphique pour recommencer. E1 trace un nouveau graphique en commençant par tracer une asymptote verticale en $x = -1$ (voir l'esquisse 4). *E2 : Je veux voir si ça peut donner…* *E1 : Pour que ça donne zéro. Il faudrait que ce soit eh…* *E2 : Faut voir quand…* [sous-entendu] *E1 : Vu que c'est à la deux.* *E2 : Il faut voir quand ça peut être égale à moins un. Non. ? ? ?* *E1 : Il n'y a juste pas de zéro* *E2 : Il n'y a pas de zéro.* *E1 : Il n'y en a juste pas !* E2 efface à nouveau leur tentative. Réflexion. ***E2 : À quoi il sert le + 1 d'abord ?***	L'étudiant 2 confirme que pour les étudiants, le « +1 » correspond ou bien au paramètre h ou bien au paramètre k (ils décident d'y aller pour le k). Ce sera donc la raison de la translation verticale du graphique de la fonction « de base » $\frac{1}{x^2}$. L'enseignante questionne la présence d'une asymptote verticale en demandant aux étudiants d'évaluer la fonction en $x = 0$ (évaluation qu'ils avaient déjà faite, mais abandonnée au profit de la transformation de la fonction $\frac{1}{x^2}$). Devant la contradiction, les étudiants s'engagent dans la recherche d'une asymptote verticale. Ainsi, ils se demandent pour quelle(s) valeur(s) de x l'expression $x^2 + 1 = 0$. Réalisant que l'équation n'a pas de solution, les étudiants sont confrontés à la limite de leur interprétation en termes de paramètres h et k : « À quoi il sert le +1 d'abord ? »

suite à l'autre page

Esquisse et discussion entre les étudiants	***Analyse***
 *E1 : Là, ça serait de même, je pense, sauf qu'il n'y a pas d'asymptote.* [Il trace un point fermé en (0, 1).]	Bien que le tracé ne soit pas celui attendu, l'étudiant abandonne l'idée de se référer au tracé de la fonction $\dfrac{1}{x^2}$. De plus, il reconnaît que la fonction existe en $x = 0$.

En somme, le travail fait au secondaire est réinvesti par les étudiants pendant le travail. D'abord, ils se réfèrent à une fonction qui, algébriquement semble avoir la même forme. Ainsi, il est sous-entendu que le "+ 1" ici réfère soit à une translation verticale – le k – soit à une translation horizontale – le h. Autrement dit, ils ont l'impression que $f(x) = \dfrac{1}{x^2}$ constitue en soi une nouvelle famille de fonctions.

3.3 Point de vue global

À travers le travail d'esquisses de fonctions, les étudiants témoignent de différentes pratiques provenant parfois de manières de faire héritées du secondaire. Si ces pratiques étaient cohérentes avec les visées du secondaire, au collégial, elles atteignent leur limite. Ainsi, penser le passage des unes aux autres nous semble important. Voici donc quelques observations plus globales.

À propos des trois premières fonctions

Sans calculatrice, tracez une esquisse des fonctions suivantes :
1) $f(x) = x^2$ 2) $f(x) = \dfrac{1}{x}$ 3) $f(x) = \sqrt{x}$

L'esquisse des premières fonctions se fait aisément par les étudiants. Toutefois, nous remarquons que plusieurs équipes tracent les fonctions uniquement dans le premier quadrant (ex. une seule branche de la fonction quadratique, de la fonction rationnelle).

À propos des trois fonctions suivantes

Sans calculatrice, tracez une esquisse des fonctions suivantes :

4) $f(x) = \dfrac{1}{x} + 2$ 5) $f(x) = \sqrt{x+1}$ 6) $f(x) = (x+3)^2 - 2$

L'esquisse de ces fonctions, qui convoquent des notions du secondaire, se fait encore plus aisément par les étudiants. Les équipes s'attardent aussi à la partie négative des fonctions. L'effet des paramètres dans le graphique est bien maîtrisé. Nous devons tout de même mentionner que nous avons observé une équipe qui produisait des quadratiques pour chacune des fonctions. Après discussion avec l'enseignante, notamment en évaluant des valeurs en y pour des valeurs en x données, tout est rentré dans l'ordre.

À propos des deux fonctions ci-dessous

Vous vous pensez bien bons ?! Essayez celles-ci :

7) $f(x) = x^3$ 8) $f(x) = \dfrac{x^3 + 2x}{x}$

Pour esquisser ces fonctions, les étudiants ont dû réajuster le travail fait au secondaire. D'abord, les deux fonctions sont nouvelles. Pour la fonction 7, les étudiants se servent de ce qu'ils connaissent de la quadratique pour tracer la fonction cubique. Or, la gestion de la partie négative n'est pas facile. Certains tracent une courbe qui ressemble à une parabole (un peu plus aplatie). En discutant avec l'enseignante, notamment autour d'un exemple précis (ex. $x = -1$), ils se rendent compte que la branche tracée dans le deuxième quadrant devrait être située dans le troisième. Pour la fonction 8, les étudiants arrivent facilement à simplifier l'expression et obtiennent une fonction polynomiale de degré 2. Bien qu'ils tracent aisément la courbe, ils perdent de vue la restriction de la fonction initiale ($x \neq 0$). Lorsque l'enseignante valide les courbes tracées, elle demande si la fonction 8 tracée est belle et bien équivalente à la fonction initiale, en tout point. Les étudiants arrivent à formuler qu'en zéro, la fonction n'est pas définie. Or, la plupart esquissent des asymptotes autour de $x = 0$. Ainsi, pour eux, lorsqu'une fonction n'est pas définie en une valeur du domaine, cela signifie qu'il y a asymptote. Ce sera en observant ce qui se passe autour de zéro que certains arriveront à identifier un trou.

À propos des dernières fonctions

Pour les pros seulement !

9) $f(x) = \dfrac{1}{x^2}$ 10) $f(x) = \sqrt[3]{x}$ 11) $f(x) = \dfrac{1}{x^2+1}$

Pour esquisser la fonction 9, plusieurs étudiants utilisent comme référence la fonction rationnelle vue au secondaire et tracée au numéro 2. Or, la gestion de la branche négative pose encore une fois problème. Plusieurs étudiants tracent la branche de la partie négative dans le troisième quadrant. Une courte intervention de l'enseignante suffit pour leur faire réaliser que la fonction ne peut admettre de valeurs négatives. Pour la fonction 10, les étudiants utilisent leur connaissance à propos des réciproques (et notamment la réciproque d'une quadratique, la racine carrée) pour tracer la fonction. Comme pour la racine carrée, certains font disparaître une branche ! L'évaluation de la fonction en quelques valeurs du domaine leur permet de réaliser que les deux branches sont conservées. Quant à la fonction 11, à peu près tous les étudiants utilisent la fonction tracée au numéro 9 comme fonction de base et se questionnent quant au « + », à savoir s'il s'agit d'un h ou d'un k !

4 Conclusion

Le travail fait par les étudiants permet certainement de faire un retour sur ce qui a été vu au secondaire, notamment sur les fonctions de base. De plus, observer les étudiants permet de constater ce qui est maîtrisé et ce qui est encore en voie de l'être. Par exemple, il n'est pas naturel pour les étudiants d'évaluer une fonction à partir des valeurs du domaine pour valider leur tracé. L'accompagnement de l'enseignante leur a donc permis de rappeler cette stratégie et de la mettre en œuvre. Il en est de même pour la notion d'exposant. Bien que les étudiants sachent que des exposants entiers correspondent à une multiplication répétée, pour certains, comme cette notion est utilisée dans le cadre des fonctions, ils perdent de vue cette définition. D'autant que les opérations avec exposants sont vues au début du secondaire. Cette activité permet aussi de faire réaliser qu'une fonction n'est pas uniquement définie dans le premier quadrant. Les étudiants qui arrivent du secondaire ont souvent travaillé les fonctions à travers des contextes et situations concrètes. Ainsi, la partie négative est souvent peu utile pour modéliser le phénomène ou résoudre un problème. Cette activité permet donc de rompre rapidement avec cette habitude développée au secondaire. Finalement, nous croyons que cette activité permet de problématiser la notion de paramètre si importante au secondaire, mais qui ne sera plus aussi utile dans le cours de calcul différentiel au cégep.

Remerciements : tous nos remerciements vont à Nadine, Denis, Christian, Stéphane, Diane et aux enseignants du projet ARIM.

Cette recherche a reçu l'aide financière du ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur dans le cadre du programme « Actions concertées » du Fonds de Recherche Québécois Société Culture et du Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur (2017-PO-202613).

Références

[1] Coppé, Dorier et Yavuz (2007). De l'usage des tableaux de valeurs et des tableaux de variations dans l'enseignement de la notion de fonction en France en seconde. *Recherche en Didactique des Mathématiques.* Vol 27 (2). pp 151-186.

[2] Corriveau, C. (2017). Secondary-to-tertiary comparison through the lens of ways of doing mathematics in relation to functions : a study in collaboration with teachers. *Educational Studies in Mathematics*, 94(2), 139-160.

[3] Corriveau C. (2015) Aborder les questions de transition dans une perspective d'harmonisation. In Theis L. (Dir.) *Pluralités culturelles et universalité des mathématiques : enjeux et perspectives pour leur enseignement et leur apprentissage – Actes du colloque EMF2015 – Spé3* (p. 982-993). Alger (Algérie) : Université des Sciences et de la Technologie de Houari Boumediene.

[4] Corriveau, C. (2013). Des manières de faire des mathématiques comme enseignants abordées dans une perspective ethnométhodologique pour explorer la transition secondaire-collégial (Thèse de doctorat inédite). Université du Québec à Montréal, Montréal, QC.

[5] Ministère de l'Éducation, des Loisirs et des Sports. Gouvernement du Québec (2007). *Programme de formation de l'école québécoise : Enseignement secondaire, deuxième cycle.*

[6] Vandebrouck, F. (2011). Perspectives et domaines de travail pour l'étude des fonctions. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 16, 149-185.

ANNEXE B – PRINCIPES MÉTHODOLOGIQUES

Notre démarche d'investigation repose sur deux principes visant à assurer une suite à ce qui est développé dans la recherche. Autrement dit, les retombées de la recherche ne sont pas uniquement vu comme une diffusion de résultats après avoir terminé une recherche, mais sont bien pris en considération dans l'élaboration même de la recherche. Nous souhaitons d'une part des retombées directes pour les participants à la recherche. D'autre part, le processus méthodologique adopté permet de mettre à contributions les collaborateurs et participants pour générer des retombées immédiates et à plus grand échelle.

1. **Un principe d'accroissement progressif de l'étendue de la recherche (*scaling up*)** avec une amplification, chaque année, de sa portée en termes d'enseignants touchés. Nous avons entamé la recherche avec un projet à plus petite échelle (année 1) comme base pour effectuer des changements à plus grande échelle dans les années subséquentes (années 2 et 3). Autrement dit, une première année nous permet d'identifier ce qui peut être étendu plus largement, et les moyens pour le faire, dans les années qui suivent.

2. **Un principe de transformation graduelle des responsabilités**, c'est-à-dire que dans la première année, les chercheurs occupent une place importante, mais ils deviennent périphériques dès la deuxième année, laissant aux CP et aux enseignants-leaders la prise en charge de la mise en œuvre des rencontres (CAP interordres) de manière à en assurer la pérennité. Ainsi, la manière d'élaborer la méthodologie permet d'assurer que le projet, une fois implanté dans le milieu, puisse vivre en dehors de toute recherche.

ANNEXE C – DESCRIPTION DES MÉTHODES DE CUEILLETTE DE DONNÉES

1. Organisation du projet ARIM

Nous rappelons que le tableau 1 (p. vii) présente une mise au point terminologique, ainsi qu'une description des différentes équipes et communautés ARIM dans le projet. Le tableau 3 collige le nombre de personnes ayant participé à la recherche. Le tableau 4 ci-dessous présente le sommaire des rencontres alors que les tableaux 5 à 8 présentent la nature et le détail des rencontres de pilotage et les rencontres en CAP-ARIM par .

Tableau 3. Le nombre de personnes ayant participé à la recherche

Personnel	Nombre
Enseignant	65
CP	10
Administratif	1
Orthopédagogique	1
Total	**77**

Tableau 4. Nature et nombre de rencontres par année de quatre CAP-ARIM

Année	Nature de rencontres	Nombre de rencontres	Nombre d'heures total
2016-2017	Rencontres de pilotage	18	38h
	CAP-ARIM	13	61h
2017-2018	Rencontres de pilotage	28	45h
	CAP-ARIM	16	59h
2018-2019	Rencontres de pilotage	34	84h
	CAP-ARIM	14	59h
Total		**123**	**346h**

Tableau 5. Nature et nombre de rencontres par année CAP-Qc-prim/sec

Année	Nature de rencontres	Nombre de rencontres	Nombre d'heures total
2016-2017	Rencontre de pilotage	5	15h
	CAP-ARIM-Qc	5	15h
2017-2018	Rencontre de pilotage	4	12h
	CAP-ARIM-Qc	3	9h
2018-2019	Rencontre de pilotage	2	6h
	CAP-ARIM-Qc	2	6h
Total		**21**	**63h**

Tableau 6. Nature et nombre de rencontres par année CAP-RS-prim/sec

Année	Nature de rencontres	Nombre de rencontres	Nombre d'heures total
2016-2017	Rencontres de pilotage	5	15h
	CAP-ARIM-RS (CCC-M)	8	36h
2017-2018	Rencontres de pilotage	1	2h
	CAP-ARIM-RS (St-John's)	3	18h
2018-2019	Rencontres de pilotage	8	48h
	CAP-ARIM-RS (SST)	3	18h
Total		**28**	**137h**

Tableau 7. Nature et nombre de rencontres par année CAP-Estrie-prim/sec

Année	Nature de rencontres	Nombre de rencontres	Nombre d'heures total
2016-2017	Rencontres de pilotage	8	8h
	CAP-ARIM-Estrie	0	0h
2017-2018	Rencontres de pilotage	19	19h
	CAP-ARIM-Estrie	6	20h
2018-2019	Rencontres de pilotage	21	21h
	CAP-ARIM-Estrie	5	20h
Total		**59**	**88h**

Tableau 8. Nature et nombre de rencontres par année CAP-Mtl-sec/coll

Année	Nature de rencontres	Nombre de rencontres	Nombre d'heures total
2017-2018	Expérimentation préalable	2	3h
	Rencontres de pilotage	4	12h
	CAP-ARIM-Mtl	4	12h
2018-2019	Rencontres de pilotage	3	9h
	CAP-ARIM-Mtl	4	15h
	Expérimentation d'activités	3	5h
Total		21	53h

2 Méthode de cueillette de données

Le tableau 9 présente, pour chaque type d'activités de collecte de données, la méthode de cueillette de données ainsi que les objectifs de recherche touché par le type d'activités de collecte.

Tableau 9. Méthode de cueillette de données

Type de rencontre	Instruments de cueillette ***Objectifs de recherche visés par la cueillette***
Rencontres de recherche	Notes/procès-verbaux des rencontres *Objectifs 1, 2 et 3* *(Les trois objectifs sont touchés par ce type de rencontre, mais l'objectif 3 l'est davantage.)*
Rencontres de pilotage	Enregistrement vidéo et notes de terrain *Objectif 3*
Rencontres en CAP-ARIM	Enregistrement vidéo, notes de terrain, transcription de *verbatim* *Objectifs 1, 2 et 3*
Rencontre de la grande communauté-ARIM	Présentations de type colloque *Ne fait pas l'objet d'une analyse*
Expérimentation en classe	Enregistrement vidéo, notes de terrain et transcription de *verbatim* *Objectifs 1 et 2*

3. Analyse des données

Afin de traiter les données, différentes démarches d'analyse ont été privilégiées. Elles se rattachent toutes à une démarche d'analyse qualitative. Voici, dans le tableau 10, quelques éléments qui ont marqué les analyses.

Tableau 10. Éléments qui ont marqué les analyses

Corpus	**Démarche d'analyse**
Analyse des rencontres en CAP-ARIM	• Pour l'analyse des vidéos, nous avons visionné les enregistrements des rencontres en CAP-ARIM de manière répétée afin de repérer les objets d'étude et de capturer, dans le déroulement des rencontres et des expérimentations, des nuances et subtilités du discours (modèle développé par Powell et coll., 2003) • Les rencontres en CAP-ARIM ont été transcrites en *verbatim*. • Ensuite, une analyse inductive a été mise en place. Dans ce sens les *verbatim* ont été codés à partir de catégories qui ont émergé soit du cadre théorique mobilisé soit de l'analyse préliminaire des données. Les logiciels QDA-Miner et Excel ont été utilisés. • Les codes sont reliés aux trois objectifs de recherche annoncés.
Analyse des activités proposées	• Les activités ont été analysées selon deux aspects d'un point de vue conceptuel et didactique (potentiel didactique et mathématique des tâches proposées) et en lien avec le potentiel en termes d'arrimage interordres (comment ces tâches favorisent un passage plus harmonieux en mathématique entre les différents ordres d'enseignement) (voir le texte de Corriveau, Dufour et Kouloumentas, 2019 en annexe A). • Dans ce cas, plusieurs concepts ont été étudiés: opérations sur les nombres, nombres rationnels, nombres entiers négatifs, fonctions, etc.
Analyse du dispositif de collaboration	• L'analyse du dispositif de collaboration s'est faite tout au long des trois années. Chaque rencontre de recherche (en moyenne une rencontre par mois) a donné lieu à une analyse des dispositifs. Il y a eu deux journées complètes d'analyse conjointe qui regroupait toute l'équipe de recherche et dans lesquelles nous avons abordé ensemble le codage des données.

Finalement, à titre d'exemple, nous présentons le détail pour une seule CAP-ARIM pour l'année 2017-2018, quant à la nature des rencontre et le nombre de participants (tableau 11).

Tableau 11. Rencontres et nombre de participants CAP-ARIM-Qc année 2017-18

Année	Type de rencontre	Nombre et Type de participants
2017	Préparation 1 (20 mars)	Chercheure -1 CP -2 (primaire et secondaire) CP/enseignant leader -1
	Pilotage 1 (31 mars)	Chercheure -1 CP-2 (primaire et secondaire) CP/enseignant leader 1 **enseignant primaire** - 4 **enseignant secondaire** - 4 **orthopédagogue** - 1
	Préparation 2 (12 avril)	Chercheure -1 CP-2 (primaire et secondaire) CP/enseignant leader 1
	Pilotage 2 (26 avril)	Chercheure -1 CP-2 (primaire et secondaire) CP/enseignant leader 1 **enseignant primaire** - 4 **enseignant secondaire** - 3 **orthopédagogue** - 2
	Préparation 3 (30 mai)	Chercheure -1 CP-2 (primaire et secondaire) CP/enseignant leader 1
	Pilotage 3 (5 juin)	Chercheure -1 CP-2 (primaire et secondaire) CP/enseignant leader 1 **enseignant primaire** - 4 **enseignant secondaire** - 4 **orthopédagogue** - 1
	Préparation 4 (29 septembre)	Chercheure -1 CP-2 (primaire et secondaire) CP/enseignant leader 1
	Pilotage 4 (20 octobre)	Chercheure -1 CP-2 (primaire et secondaire) CP/enseignant leader 1 **enseignant primaire** - 4 **enseignant secondaire** - 3 **orthopédagogue** - 1
	Préparation 5 (27 novembre)	Chercheure -1 CP-2 (primaire et secondaire) CP/enseignant leader 3
	Pilotage 5 (1 décembre)	Chercheure -1 CP-2 (primaire et secondaire) CP/enseignant leader 3 **enseignant primaire** - 9 **enseignant secondaire** - 5 **orthopédagogue** - 1

2018	Préparation 6 (13 mars)	Chercheure -1 CP-2 (primaire et secondaire) CP/enseignant leader 3
	Pilotage 6 (26 mars)	Chercheure -1 CP-2 (primaire et secondaire) CP/enseignant leader 3 **enseignant primaire - 6** **enseignant secondaire - 4** **Stagiaires 2** (primaire et secondaire) **orthopédagogue -** 1
	Préparation 7 (15 mai)	Chercheure -1 CP-2 (primaire et secondaire) CP/enseignant leader 3
	Pilotage 7 (22 mai)	Chercheure -1 CP-2 (primaire et secondaire) CP/enseignant leader 3 **enseignant primaire - 6** **enseignant secondaire - 4** **orthopédagogue -** 1

ANNEXE D – MODALITÉS PRIVILÉGIÉES POUR LA RÉFLEXION COLLECTIVE

1. Utilisation de situations mathématiques

D’abord, des situations (utilisées comme base de discussions) seront puisées aux actions que les enseignants ont à faire quotidiennement dans l’exercice de leurs fonctions pour qu’ils puissent témoigner de leur pratique (en lien avec le travail coopératif en classe) et se placer, dans les échanges qu’ils auront avec les enseignants de l’autre ordre, en situation de questionnement par rapport à celles-ci. Par exemple, dans le cadre des rencontres, les enseignants auront à donner sens à un problème ou à une question posée dans un contexte d’enseignement au primaire et au secondaire (respectivement au secondaire et au collégial), à le commenter, à mettre en avant la manière dont ils l’exploiteraient en classe, etc. L’idée est de repérer, à travers cette réflexion conjointe, comment les enseignants de deux ordres font des mathématiques avec les élèves.

2. Des visites en classe

Nous avons aussi de faire en sorte que des enseignants d’un ordre visitent des enseignants de l’autre ordre. Les observations faites ont été réinvesties dans le cadre des rencontres entre enseignants pour mieux comprendre ce qui se fait de part et d’autre. Des observations dans des classes ont deux objectifs (Corriveau, 2013) : une immersion d’un enseignant dans le milieu scolaire à un autre ordre pour mieux en comprendre le contexte et une occasion de repérer des « moments critiques » du point de vue de la transition par le biais de la réaction d’élèves (à un ordre supérieur) ou par le biais d’éléments d’étrangeté constatés par rapport à sa propre expérience d’enseignement (voir aussi Heo et Breuleux, 2016).

3. Production et analyse de captations vidéo

Il s'agira pour certains enseignants volontaires au début de produire une à deux captations vidéo en classe dans lesquelles il y a un travail coopératif mené entre élèves. Comme cette modalité peut être quelque peu intimidante pour certains enseignants, ces derniers seront invités à visionner uniquement avec un chercheur et un conseiller pédagogique l'enregistrement pour mettre en évidence ce qui paraît un moment intéressant à partager avec l'ensemble du groupe. Ces vidéos sont ensuite examinées par les enseignants de deux ordres pour bien comprendre ce qui se fait à l'autre ordre, les discussions autour des captations vidéos sont à leur tour enregistrées et analysées selon un modèle de conversation réflexive (Dayan, Breuleux, Heo et Nong 2016). D'autres membres de la CAP pourraient ensuite s'engager dans ce processus de captations vidéo.

4. Co-construction de nouvelles pratiques

Des éléments soulevés pendant les rencontres entre les enseignants, et aussi lors d'une première écoute des documents vidéo et audio de ces rencontres, ont été ramenés par l'équipe de pilotage comme base de discussion pour la poursuite de la réflexion entre tous les membres du groupe. Les enseignants seront amenés à élaborer conjointement, à la lumière de ce qui se fait déjà, un rapprochement entre les pratiques aux deux ordres.

ANNEXE E – EXEMPLE AUTOUR DU VOCABULAIRE

Le thème du vocabulaire mathématique a été un enjeu transversal puisqu'il a été mis de l'avant à la fois en ce qui concerne la transition primaire secondaire et secondaire collégial. Dans ce qui suit, nous illustrons comment se sont dégagés les enjeux de transition autour de la question du vocabulaire et ce qui a été mis en place en termes de rapprochement interordres.

Explicitation d'enjeux pour chaque transition

Nous avons pu retracer par l'analyse des discussions entre enseignants, des manières d'utiliser le vocabulaire mathématique et des pratiques propre à chaque ordre. Nous avons pu mettre en évidence les « territoires » qui se constitués à cet égard à chacun des ordres (ceux dont attestent les enseignants) qui témoignent de leurs pratiques.

Les figures 4 et 5 ci-dessous présentent un exemple de ce qui ressort pour chacune des transition. Nous avons distingué *pratique* et *manière de faire des mathématiques* (MFM). Une pratique est davantage lié à l'enseignement des mathématiques alors qu'une manière de faire des mathématiques (MFM) renvoie à comment les enseignants font les mathématiques avec les élèves. Évidemment, les MFM sont fortement imbriquées au contexte d'enseignement, mais elles colorent en quelques sorte la manière de concevoir un concept mathématique.

Au primaire : « on traduit pour nos élèves » (pratique)

Au secondaire : « on s'attend à ce que les élèves connaissent le vocabulaire » (attente envers l'autre ordre)

Figure 4. Illustration d'un enjeu de transition primaire secondaire à propos du vocabulaire mathématique

Au secondaire : « trouver le domaine se fait graphiquement» (MFM)

Au collégial : « trouver le domaine se fait algébriquement et c'est ce qui permet de tracer le graphique » (MFM)

Figure 5. Illustration d'un enjeu de transition primaire secondaire à propos du vocabulaire mathématique

Dans le premier cas, les enseignants du secondaire mettent en évidence qu'ils s'attendent à une certaine maitrise du vocabulaire mathématique à leur arrivée au secondaire. Ils illustreront notamment cette attente lorsqu'il est question des opérations. En fait, cette prise de conscience découle du fait que les enseignants des ordres primaires et secondaire **prennent connaissance d'un lien** : ils observent les mêmes **difficultés entourant l'utilisation du vocabulaire** mathématique. Alors que les enseignants du secondaire l'énoncent en termes d'une habileté attendue mais non acquise, les enseignants du primaire mettent en exergue une pratique entourant cette difficulté. Comme les enfants ont des difficultés avec les mots, les enseignants traduisent en mots plus simples pour que les élèves puissent s'engager dans l'activité mathématique. Autrement dit, l'attente, pour les enseignants du primaire est davantage tourné vers l'engagement dans l'activité.

Dans le deuxième cas, les enseignants du collégial ont énoncés quelques difficultés des étudiants à leur arrivée au collégial, notamment dans les cours de mathématiques. Les enseignants évoquent alors des contenus et concepts vus au secondaire. Toutefois, des **différences** entre ceux-ci sont explicités. En effet, même si certains concepts sont sollicités aux deux ordres, comme c'est le cas pour le concept de « domaine d'une fonction », ils sont conceptualisés différemment :

> La manière de donner sens au domaine d'une fonction est forcément différente de part et d'autre puisque les contextes d'utilisation sont différents. D'un côté, comme les fonctions sont connues (ce sont les fonctions de bases), leur domaine l'est aussi. Il s'agit d'une des nombreuses caractéristiques de chaque famille de fonction. On enquête alors sur l'ensemble de nombres concerné, déterminé par le contexte, sur lequel est définie la fonction (souvent implicitement, à partir du contexte, discret ou continu). Au collégial, le domaine est à identifier a priori puisqu'inconnu. Il en va de même, selon nous, pour d'autres notions, telles que la variation, la croissance d'une fonction, sa positivité, sa continuité, etc. (Corriveau, Dufour et Kouloumentas, 2019, p. 59).

Rapprochement pour chaque transition

À la lumière des enjeux soulevés, les enseignants tentent de s'entendre sur une façon de remédier à la situation. Par exemple, les figures 6 à 8 ci-dessous reprennent des propos d'enseignants qui illustrent le type de conversation qui suit la mise en évidence d'enjeux.

Au primaire : référentiel, « ça ne change rien pour nous d'utiliser les bons mots » (nouvelle pratique)

Au secondaire : référentiel, « j'ai abandonné l'idée que les élèves doivent connaitre le vocabulaire. Ils ne savent pas. Ce n'est pas parce que ça n'a pas été fait, ça m'appartient aussi » (nouvelles pratiques, meilleure connaissance de l'autre ordre

Figure 6. Exemple de rapprochement interordres primaire secondaire

L'idée d'un référentiel pour le vocabulaire mathématique est amené au sein du groupe et les enseignants du primaire et du secondaire s'imaginent adopter cette nouvelle pratique. Cependant, la manière d'organiser l'enseignement autour de la constitution d'un référentiel diffère. Au primaire, les enseignants n'abandonnent pas l'idée de « traduire » les mots mathématiques puisqu'ils veulent que les élèves s'engagent dans une activité mathématique. Toutefois, elles suggèrent qu'un référentiel soit constitué collectivement. Ils décident donc d'inscrire le nouveau mot au tableau avec un dessin et un exemple. Au secondaire, les enseignants proposent de le faire individuellement, le nouveau mot serait alors noté dans un cahier pour consultation personnelle. Il est en quelque sorte laissé à la charge de l'élève. Ainsi, des aménagements différents sont prévus selon les ordres.

Au primaire : collectif (nouveau mot au tableau avec dessin, exemple)

Au secondaire : individuel (nouveau mot et sa définition notés dans un cahier à utiliser pour consultation)

Figure 7. Aménagement prévu pour la constitution d'un référentiel mathématique

Le rapprochement entre le secondaire et le collégial ne se fait pas tout à fait de la même façon. Il ne conduira pas aussi rapidement à la mise en place d'une nouvelle pratique de classe. Toutefois, des spécificités sont apportées et mènent à un renouvellement des manières de concevoir les difficultés des étudiants. Elles ne sont désormais plus à la seule charge de ces derniers, mais renvoient à des conceptions héritées de l'ordre précédant. Toutefois, le rationnel entourant cette conception a pu être explicité. Ainsi, il n'est pas question de qui a tort ou raison (comme c'est souvent le cas dans un rapport asymétrique), mais plutôt de justifier la manière de faire des mathématiques en spécifiant les circonstances entourant celle-ci.

> Au secondaire : « on connait déjà la fonction, le domaine c'est une de ses caractéristiques » (développement d'un rationnel entourant une pratique)
>
> Au collégial : « là je viens de comprendre des difficultés rencontrées par mes étudiants… » (meilleure connaissance de l'autre ordre, des difficultés des étudiants)

Figure 8. Exemple de rapprochement interordres secondaire collégial

ANNEXE F – EXEMPLE DE PRÉSENTATION CONJOINTE (ARTÉFACT)

L'annexe F présente des exemples d'artéfact co-constitué au sein des CAP-ARIM.

D'abord, en 2017, nous avons organisé un colloque dans le cadre de l'ACFAS intitulé les passages frontaliers (« boundary crossing ») entre les pratiques collaboratives de recherche et d'enseignement. Ce colloque mettais en présence la grande communauté ARIM et donc à la fois le personnel scolaire et des équipes de recherche (tant dans les présentations que dans l'audience). Nous présentons le programme dans les pages qui suivent.

De plus, nous avons fait des présentation dans le cadre de colloques professionnels. Nous exposons un cas plus précis. Nous avons présenté dans le cadre du congrès de l'Association Mathématique du Québec qui rassemble notamment de nombreux enseignants du collégial. Voici le détail de la présentation que nous avons élaboré pendant les rencontres en CAP-ARIM. Nous étions 4 personnes à présenter (une chercheuse et trois enseignants et enseignantes). D'ailleurs, cette présentation a été reprise par certaines enseignantes pour une présentation dans leur cégep. Ci-dessous, le résumé de la présentation et la présentation suit le programme du colloque de l'ACFAS.

Résumé de la présentation

Il n'est pas rare qu'un cours de Calcul différentiel débute par des rappels de ce qui a été fait au secondaire. Toutefois, lors de ces rappels, nous appuyons-nous sur ce que les étudiants savent réellement ? Voilà une des questions qui a animé un groupe d'arrimage interordres en mathématiques (projet ARIM) composé d'enseignant.es de la fin du secondaire et du collégial. Dans le cadre de cet atelier, nous souhaitons explorer différentes façons d'organiser « un rappel » dans le cours Calcul différentiel. Nous profiterons aussi de cet atelier pour partager plus largement le fruit des réflexions que nous avons eues au sein du groupe depuis deux ans.

Association francophone pour le savoir
Acfas

17 - PÉRISCOPE : les passages frontaliers (« boundary crossing ») entre les pratiques collaboratives de recherche et d'enseignement

Visualiser et transmettre

Mercredi
10 mai 2017
9 sessions

AVANT-MIDI

CACHER TOUS LES RÉSUMÉS

09 h 00 à 09 h 30

Communications orales

Ouverture du colloque

09 h 00 **Mot de bienvenue**

09 h 10 **Présentation d'ouverture**
Alain Breuleux *(Université McGill)*

09 h 30 à 11 h 15

Communications orales

La captation vidéo comme pratique frontalière entre recherche et enseignement

09 h 30 **La vidéo en tant qu'objet frontalier**
nilou baradaran *(Université McGill)*, Stéphanie Beck *(Université McGill)*, Sandra Fréchette *(Commission scolaire Riverside)*

Dans le contexte d'une communauté d'apprentissage professionnelle avec des praticiens du primaire et du secondaire, en partenariat avec les membres d'une équipe de recherche, certaines questions se posent lorsque nous utilisons la vidéo pour capter des activités en classe : Comment utiliser la captation vidéo en tant qu'objet frontalier ? Quel positionnement à privilégier, entre pratiques « exemplaires » et pratiques « perfectibles » ? Comment faciliter la réflexion sur la pratique ? La dualité des communautés—autrement dit ce qui caractérise les communautés de recherche et d'enseignement— fait émerger les enjeux de l'usage de la vidéo comme "miroir" de la classe. Nous présenterons des exemples tirés des recherches que nous effectuons dans le groupe PRACTIS (Partenariat de Recherche : Apprentissage en Communautés pour la Transformation des Interactions et des Savoirs http://www.mcgill.ca/practis/).

CACHER LE RÉSUMÉ

09 h 50 **Période de questions**

10 h 00 **La juxtaposition d'articles et de clips vidéo pour une interprétation collective**
Cheryl Cantin *(Eastern Townships School Board)*, Marta Kobiela *(Université McGill)*

Dans le cadre du Programme de soutien à la formation continue du personnel scolaire (Chantier 7) des chercheurs de l'Université McGill visaient à soutenir des conseillers pédagogiques (CP) en mathématiques afin de promouvoir l'évolution des pratiques pédagogiques des enseignants. Pour ce faire, deux passages frontaliers, soit la frontière recherche-CP et la frontière CP-enseignant doivent être amorcés. Cette session vise à explorer comment la juxtaposition d'articles publiés dans des revues scientifiques et des captations vidéo de l'animation d'ateliers auprès d'enseignants sont des objets utiles pour franchir la frontière recherche-CP. Cette juxtaposition permet aux membres du groupe d'établir une caractérisation collective des idées théoriques fondées sur des exemples pratiques, mettant en relief leurs principales caractéristiques. Une fois établie, cette caractérisation collective offre une perspective pour la réflexion collective sur l'animation d'atelier des conseillers pédagogiques.

CACHER LE RÉSUMÉ

10 h 20 **Période de questions**

10 h 30 **Pause**

10 h 45 **Collaboration chercheurs-praticiens centrée sur les vidéos des enseignants**
Saba Din *(Université McGill)*, Terry Lin *(Université de l'Alberta)*, Marta Kobiela *(Université McGill)*

Dans cette présentation, nous allons partager une partie des résultats de notre recherche collaborative avec des conseillers pédagogiques en mathématiques. Plus précisément, nous avons enquêté sur les éléments porteurs pour l'apprentissage professionnel des conseillers pédagogiques dans une activité de planification collective centrée sur des vidéos des enseignants avec qui ils travaillent. En considérant les vidéos des enseignants comme des objets frontaliers, ces rencontres deviennent un espace d'échange et de collaboration qui facilite le passage entre la communauté de chercheurs et celle de praticiens. À travers l'activité, nous avions identifié trois éléments qui ont contribué à l'apprentissage du groupe tout en aidant les conseillers pédagogiques à planifier les prochaines rencontres avec leurs enseignants. Ces éléments porteurs sont: (1) un encadrement efficace avant le visionnement des vidéos et les discussions, (2) un retour constant vers l'objectif de l'activité collective, et (3) des normes d'interaction au sein de la communauté chercheur-praticien.

CACHER LE RÉSUMÉ

11 h 05 **Période de questions**

11 h 15 **Synthèse**

11 h 15 à 12 h 00

Communications orales

Passages entre communautés d'apprentissage professionnelles et communauté de recherche

11 h 15 **Le rôle joué par les différents acteurs lors de la mise en place d'une communauté d'apprentissage professionnelle (CAP)**

Izabella Oliveira *(Université Laval)*, Martin Baril *(Commission scolaire de la Capitale)*, Isabelle Charest *(Commission scolaire de la Capitale)*, Carolyne Jacques *(Commission scolaire de la Capitale)*

Le projet ARIM (subvention FRQSC) vise l'arrimage interordres sous l'angle des apprentissages mathématiques. Le travail sur les arrimages se fera par la mise en place de différentes CAP -communautés d'apprentissage professionnelles- (primaire-secondaire et secondaire-collégial) de la grande région de Montréal et de Québec en partenariat avec plusieurs commissions scolaires et Cégeps. Comme le mentionne Wenger (2005) les CAPs mettent de l'avant les motifs et les intentions de l'acteur. En ce sens, nous présenterons les enjeux associés aux rôles que jouent les différents acteurs (enseignants, conseillers pédagogiques et chercheurs) dans la mise en place d'une CAP en mathématiques dans la région de Québec visant à favoriser l'arrimage entre l'école primaire et l'école secondaire. Lors de la présentation, il sera question de faire ressortir comment la négociation de sens se fait à la frontière entre les différentes communautés de pratiques (recherche, conseil pédagogique, et enseignement), quelles tensions émergent et comment le rôle de chacun des acteurs se définit.

CACHER LE RÉSUMÉ

11 h 40 **Période de questions**

DÎNER

12 h 00 à 13 h 00

Dîner

Dîner

APRÈS-MIDI

13 h 00 à 14 h 00

Communications orales

Artéfacts et objets frontaliers en mathématiques

13 h 00

La « tâche mathématique » comme objet frontalier et le processus d'hybridation

Claudia Corriveau *(Université Laval)*, Antonia Kouloumentas *(CEGEP Maisonneuve)*

Chaque recherche menée en partenariat avec des acteurs de l'enseignement suppose une négociation constante entre ceux-ci. Même lorsque l'accent est mis sur la collégialité et le développement d'une culture de collaboration comme le suggère Fullan (1990), à un moment donné, des idées, des objets et des situations sont apportés par un membre dans le but de les soumettre aux autres. Dans le cadre de cette présentation, il sera question d'une réflexion autour de l'utilisation de « tâches mathématiques » comme objet frontalier. Des tâches mathématiques ont été suggérées par une chercheure dans le cadre d'une recherche collaborative avec des enseignants. Lorsqu'offertes aux enseignants, ces situations ont été soumises à un processus de négociation s'hybridant et forçant un changement à la fois dans les postulats de départ de la chercheure, mais aussi chez les participants. Nous proposons ici de présenter, à travers l'examen d'une tâche précise, comment cela s'est produit chez une chercheure et une enseignante.

CACHER LE RÉSUMÉ

13 h 20

Période de questions

13 h 30

Résolution de problème en classe : objet aux frontières de plusieurs communautés

Mireille SABOYA *(UQAM - Université du Québec à Montréal)*, Lily Bacon *(UQAM)*, Nadine Bednarz *(UQAM)*, Caroline Lajoie *(UQAM)*, Jean-François Maheux *(UQAM)*, Richard Émond *(CS Rivière du nord)*

La résolution de problèmes (RP), un élément central de l'enseignement des mathématiques, rejoint différentes communautés : les élèves qui résolvent ces problèmes, les enseignants qui les font vivre en classe, les conseillers pédagogiques (CP) qui ont à accompagner des enseignants sur la RP, et les chercheurs (par exemple ceux qui s'intéressent au potentiel de la RP, mais aussi aux difficultés que pose la gestion de cette activité en classe). Nous avons mis en place une recherche collaborative avec 8 CP, provenant de différentes commissions scolaires, autour de la RP en contexte d'enseignement conçue comme point de rencontre/interface entre ces communautés. Cette recherche (en cours) prend la forme de journées de rencontres réflexives étalées sur deux ans et s'articule sur différents moyens pour provoquer des discussions permettant d'éclairer la RP suivant différents points de vue. Ainsi, des problèmes spécifiques amenés par les uns et les autres, « l'histoire » de ces problèmes (planification, anticipation, exploitation en classe, retour), des vidéos en classe, des récits d'accompagnement d'enseignants, etc., servent à la construction conjointe de cet « objet frontière ». Durant la présentation, nous mettrons en évidence comment la RP en contexte d'enseignement, vue comme objet frontalier, prend forme et permet de traverser les frontières de différentes communautés, nommément : celle des CP, celle des chercheurs, mais aussi en arrière plan celle des enseignants et des élèves.

CACHER LE RÉSUMÉ

13 h 50 **Période de questions**

14 h 00 à 14 h 45

Communications orales

Frontières interdisciplinaires

Discutant : Sylvie Barma *(Université Laval)*

14 h 00 **Savoirs professionnels partagés autour des frontières interdisciplinaires**

Hassan Soubhi *(UQAC - Université du Québec à Chicoutimi)*, Sandra Coulombe *(UQAC)*

Les soins de maladies chroniques et la pratique des professionnels de la santé se sont complexifiés au Québec. D'une logique additive basée sur la multidisciplinarité, les soins s'orientent vers une logique de coproduction des soins axée sur l'interdisciplinarité (Soubhi, Colet et al. 2009). Simultanément, les réformes curriculaires privilégient des compétences transversales mobilisables dans des situations complexes et au-delà des disciplines des sciences de la santé. Cette communication présente la première étape d'élaboration d'une plateforme pédagogique conjointe permettant un accès à des données empiriques et à un terrain d'expérimentation scientifique accélérant le développement des connaissances dans ce domaine. Les résultats présentés, provenant d'un atelier de co-développement professionnel (Payette et Champagne, 2000) fondé sur la théorie de l'activité (Engeström, 2001), et de huit entretiens semi-dirigés auprès d'enseignants provenant de quatre départements différents (sciences de la santé, sciences de l'éducation, arts et lettres, sciences humaines), mettent en évidence les dynamiques relationnelles entre les champs disciplinaires impliqués. Ils montrent également des savoirs partagés autour du concept de frontières interdisciplinaires et d'une compétence transversale «Soins centrés sur la personnes, ses proches et la communauté» permettant le passage frontalier des disciplines pour former des équipes de soins collectivement compétentes.

CACHER LE RÉSUMÉ

14 h 20 **Discussion**

14 h 35 **Période de questions**

14 h 45 **Pause**

15 h 00 à 16 h 00

Communications orales

Commentaires de grands témoins

Présidence/Animation : Alain Breuleux *(Université McGill)*

15 h 00 **Commentaires sur les présentations**

Georges-Louis Baron *(Université Paris Descartes)*, Stéphane Allaire *(UQAC)*

Retour sur les présentations durant le colloque, éléments de questionnement et de réponse pour la poursuite des recherches en partenariat mettant en interaction différentes communautés de pratique et le passage entre les frontières qui définissent ces communautés.

CACHER LE RÉSUMÉ

15 h 30 **Synthèse**

15 h 45 **Période de questions**

16 h 00 à 17 h 00

Panel

PÉRISCOPE : retour sur les activités de l’année

Présidence/Animation : Thérèse LAFERRIÈRE *(Université Laval)*
Participants : Stéphane Allaire *(UQAC - Université du Québec à Chicoutimi)*, Alain Breuleux *(Université McGill)*, Sylvie Barma *(Université Laval)*

SOIR

17 h 00 à 18 h 30

Cocktail

Cocktail PÉRISCOPE

Étape complétée

arim

Arrimage interordres en mathématiques

Arrimage interordres en mathématiques

- 5 communautés interordres
- 50+ enseignants du primaire, secondaire et collégial
- dans 4 régions du Québec
- 4 chercheurs (U. Laval et U. McGill)
- 9 collaborateurs
- 10 CP (de 4 commissions scolaires)
- 8 étudiants de maitrise et de doctorat
- 2 professionnelles de recherche et 1 stagiaire de recherche

- **Aider les élèves et les étudiants**

...dans leur parcours scolaire en mathématiques en faisant en sorte que les enseignants de deux ordres se côtoient et discutent de ce qu'ils font en mathématiques.

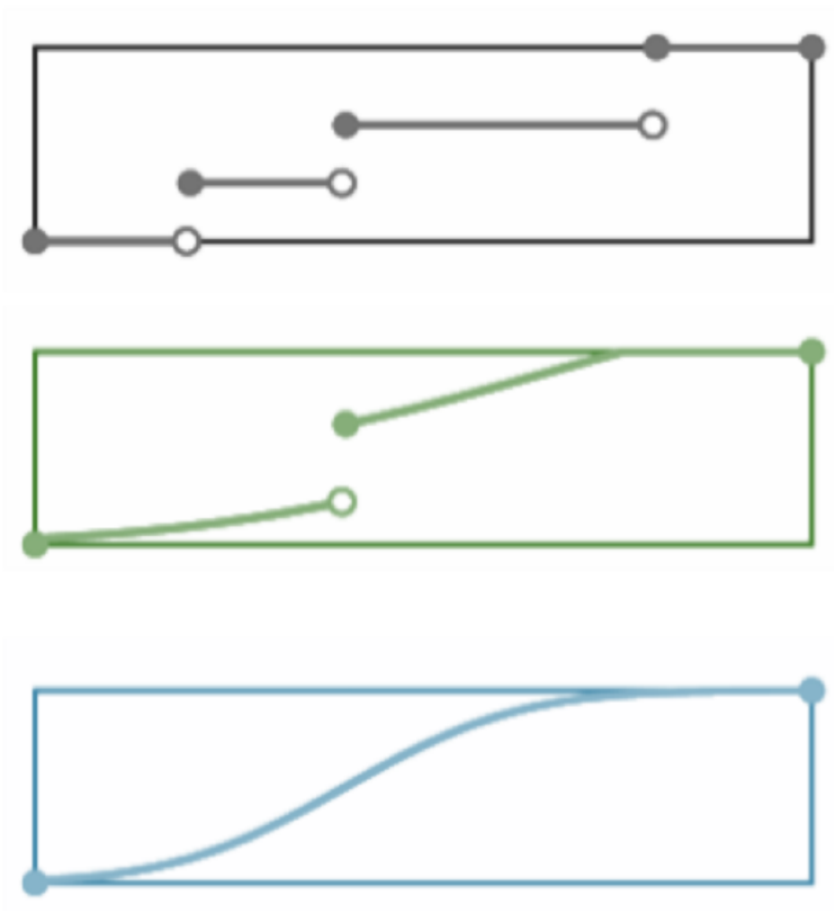
- **Créer des espaces interordres**

...où les enseignants échangent sur leurs pratiques, sur les difficultés de leurs élèves et travaillent conjointement à amoindrir le fossé en mathématiques entre deux ordres.

Du secondaire au cours de calcul différentiel : continuités et discontinuités

Claudia Corriveau, Antonia Kouloumentas, [redacted]

avec la collaboration de [redacted],
[redacted]



- Vivre l'expérience ARIM
  - Deux scénarios d'introduction cours Calcul différentiel

- Éléments de réflexion
  - Discussions du groupe
  - Rationel
  - Expérimentation
  - ....

Deux scénarios de rappel-introduction

1) Explorer les deux scénarios
2) Qu'est-ce qui constitue un rappel dans chacun?
3) Qu'est-ce qui constitue une nouveauté?
4) Où sont (et quelles sont) les difficultés que peuvent rencontrer les étudiants?

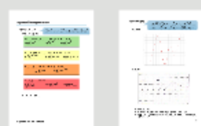
Automne 2019

1) Jeu transition (esquisse de courbes)
2) Rappels d'algèbre
   - Compléter un document
   - Indiquer ce qui est connu et ce qui n'est pas connu
   - Indiquer le niveau de maitrise
3) Activité "Un toit en surplomb"
4) Introduction aux limites

Réflexions

Vignette A

Vignette B



Éléments de discussion

- Quels sont les intentions?
- Qu'est-ce qui est connu/nouveau?
- À quoi renvoie un rappel/une introduction?
- À quoi prépare un rappel/une introduction?
- De quoi veut-on tirer profit?
- Qu'est-ce qu'on cherche à ébranler?
- Comment sont-ils habitué à comprendre les mathématiques?
  - Est-ce que ça convient au collégial?
    - Oui : comment organiser l'enseignement?
    - Non : comment organiser le passage?

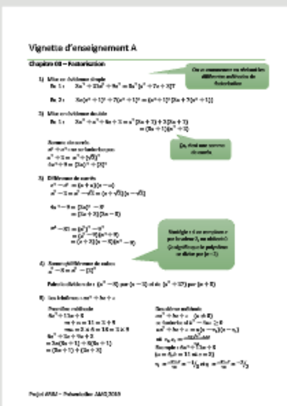
arim
Arrimage interordres en mathématiques

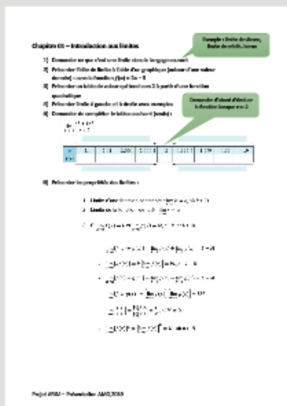
Deux scénarios de rappel-introduction

1) Explorer les deux scénarios
2) Qu'est-ce qui constitue un rappel dans chacun?
3) Qu'est-ce qui constitue une nouveauté?
4) Où sont (et quelles sont) les difficultés que peuvent rencontrer les étudiants?

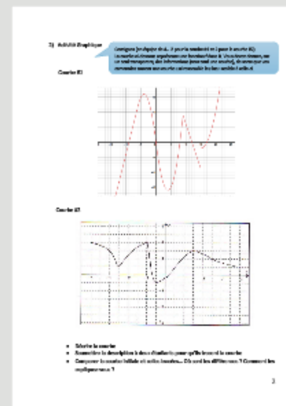
Réflexions

Vignette A





Vignette B



Vignette A

Vignette d'enseignement A

Chapitre 00 – Factorisation

On va commencer en révisant les différentes méthodes de factorisation

1) Mise en évidence simple

   Ex. 1 : $3x^7 + 21x^3 + 9x^2 = 3x^2(x^5 + 7x + 3)7$

   Ex. 2 : $3x(x^3+1)^2 + 7(x^3+1)^3 = (x^3+1)^2(3x + 7(x^3+1))$

2) Mise en évidence double

   Ex. 1 : $3x^3 + x^2 + 6x + 2 = x^2(3x+1) + 2(3x+1)$
   $= (3x+1)(x^2+2)$

   Ça, c'est une somme de carrés.

   Somme de carrés
   $x^2 + a^2$: ne se factorise pas
   $x^2 + 2 = x^2 + (\sqrt{2})^2$
   $4x^2 + 9 = (2x)^2 + (3)^2$

3) Différence de carrés
   $x^2 - a^2 = (x+a)(x-a)$
   $x^2 - 2 = x^2 - \sqrt{2} = (x+\sqrt{2})(x-\sqrt{2})$

   $4x^2 - 9 = (2x)^2 - 3^2$
   $= (2x+3)(2x-3)$

   $x^4 - 81 = (x^2)^2 - 9^2$
   $= (x^2-9)(x^2+9)$
   $= (x+3)(x-3)(x^2-9)$

   Stratégie : si on remplace x par la valeur 2, on obtient 0. Ça signifie que le polynôme se divise par $(x-2)$.

4) Somme/différence de cubes
   $x^3 - 8 = x^3 - (2)^3$

   Faire la division de : $(x^3 - 8)$ par $(x-2)$ et de (x^3+27) par $(x+3)$

5) Les trinômes : $ax^2 + bx + c$

   Première méthode
   $6x^2 + 11x + 3$
   $m + n = 11 = 2 + 9$
   $mn = 3 \times 6 = 18 = 2 \times 9$
   $6x^2 + 2x + 9x + 3$
   $= 2x(3x+1) + 3(3x+1)$
   $= (3x+1) + (2x+3)$

   Deuxième méthode
   $ax^2 + bx + c \quad (a \neq 0)$
   se factorise si $b^2 - 4ac \geq 0$
   $ax^2 + bx + c = a(x-r_1)(x-r_2)$
   où $r_1, r_2 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}}{2a}$
   Exemple : $6x^2 + 11x + 3$
   $(a = 6, b = 11 \text{ et } c = 3)$
   $r_1 = \frac{-11+7}{12} = -1/3$ et $r_2 = \frac{-11-7}{12} = -3/2$

Chapitre 01 – Introduction aux limites

Exemple : limite de vitesse, limite de crédit…borne

1) Demander ce que c'est une limite dans le langage courant.
2) Présenter l'idée de limite à l'aide d'un graphique (autour d'une valeur donnée) : avec la fonction $f(x) = 2x - 3$
3) Présenter un table de valeur qui tend vers 2 à partir d'une fonction quadratique.
4) Présenter limite à gauche et à droite avec exemples.
5) Demander de compléter le tableau suivant (seuls) :

Demander d'abord d'évaluer la fonction lorsque $x = -2$

$\lim_{x \to -2} \frac{x^3 + 2x^2}{x+2}$

x	−2,1	−2,01	−2,001	−2,000 1	−2	−1,999 9	−1,999	−1,99	−1,9
$f(x)$									

6) Présenter les propriétés des limites :

   1. Limite d'une fonction constante : $\lim_{x \to a} k = k$, où $k \in \mathbb{R}$
   2. Limite de la fonction identité : $\lim_{x \to a} x = a$
   3. Si $\lim_{x \to a} f(x) = L$ et $\lim_{x \to a} g(x) = M$, où M et $L \in \mathbb{R}$

   - $\lim_{x \to a}[f(x) + g(x)] = \lim_{x \to a} f(x) + \lim_{x \to a} g(x) = L + M$
   - $\lim_{x \to a}[kf(x)] = k\left[\lim_{x \to a} f(x)\right] = kL$, où $k \in \mathbb{R}$
   - $\lim_{x \to a}[f(x) - g(x)] = \lim_{x \to a} f(x) - \lim_{x \to a} g(x) = L - M$
   - $\lim_{x \to a}[f(x)g(x)] = \left[\lim_{x \to a} f(x)\right]\left[\lim_{x \to a} g(x)\right] = LM$
   - $\lim_{x \to a}\left[\frac{f(x)}{g(x)}\right] = \frac{\lim_{x \to a} f(x)}{\lim_{x \to a} g(x)} = \frac{L}{M}$, si $M \neq 0$
   - $\lim_{x \to a}[f(x)]^n = \left[\lim_{x \to a} f(x)\right]^n = L^n$, où $n \in \mathbb{N}$

Vignette d'enseignement A

Chapitre 00 – Factorisation

On va commencer en révisant les différentes méthodes de factorisation

1) Mise en évidence simple

   Ex. 1 : $3x^7 + 21x^3 + 9x^2 = 3x^2(x^5 + 7x + 3)7$

   Ex. 2 : $3x(x^3+1)^2 + 7(x^3+1)^3 = (x^3+1)^2(3x + 7(x^3+1))$

2) Mise en évidence double

   Ex. 1 : $3x^3 + x^2 + 6x + 2 = x^2(3x+1) + 2(3x+1)$
   $= (3x+1)(x^2+2)$

   Somme de carrés
   $x^2 + a^2$: ne se factorise pas
   $x^2 + 2 = x^2 + (\sqrt{2})^2$
   $4x^2 + 9 = (2x)^2 + (3)^2$

   Ça, c'est une somme de carrés.

3) Différence de carrés

   $x^2 - a^2 = (x+a)(x-a)$
   $x^2 - 2 = x^2 - \sqrt{2} = (x+\sqrt{2})(x-\sqrt{2})$

   $4x^2 - 9 = (2x)^2 - 3^2$
   $= (2x+3)(2x-3)$

   $x^4 - 81 = (x^2)^2 - 9^2$
   $= (x^2-9)(x^2+9)$
   $= (x+3)(x-3)(x^2-9)$

   Stratégie : si on remplace *x* par la valeur 2, on obtient 0. Ça signifie que le polynôme se divise par (*x* – 2).

4) Somme/différence de cubes

   $x^3 - 8 = x^3 - (2)^3$

   Faire la division de : $(x^3 - 8)$ par $(x-2)$ et de (x^3+27) par $(x+3)$

5) Les trinômes : $ax^2 + bx + c$

   Première méthode
   $6x^2 + 11x + 3$
   $m + n = 11 = 2 + 9$
   $mn = 3 \times 6 = 18 = 2 \times 9$
   $6x^2 + 2x + 9x + 3$
   $= 2x(3x+1) + 3(3x+1)$
   $= (3x+1) + (2x+3)$

   Deuxième méthode
   $ax^2 + bx + c \quad (a \neq 0)$
   se factorise si $b^2 - 4ac \geq 0$
   $ax^2 + bx + c = a(x-r_1)(x-r_2)$
   où $r_1, r_2 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}}{2a}$
   Exemple : $6x^2 + 11x + 3$
   $(a = 6, b = 11 \; et \; c = 3)$
   $r_1 = \frac{-11+7}{12} = {}^{-1}/_{3}$ et $r_2 = \frac{-11-7}{12} = {}^{-3}/_{2}$

Chapitre 01 – Intr

1) Demander c
2) Présenter l'i
   donnée) : av
3) Présenter u
   quadratique
4) Présenter li
5) Demander c

   $\lim_{x \to -2} \frac{x^3}{}$

x
$f(x)$

6) Présenter le

Chapitre 01 – Introduction aux limites

Exemple : limite de vitesse, limite de crédit…borne

1) Demander ce que c'est une limite dans le langage courant.
2) Présenter l'idée de limite à l'aide d'un graphique (autour d'une valeur donnée) : avec la fonction $f(x) = 2x - 3$
3) Présenter un table de valeur qui tend vers 2 à partir d'une fonction quadratique.
4) Présenter limite à gauche et à droite avec exemples.
5) Demander de compléter le tableau suivant (seuls) :

Demander d'abord d'évaluer la fonction lorsque x = -2

$$\lim_{x \to -2} \frac{x^3 + 2x^2}{x + 2}$$

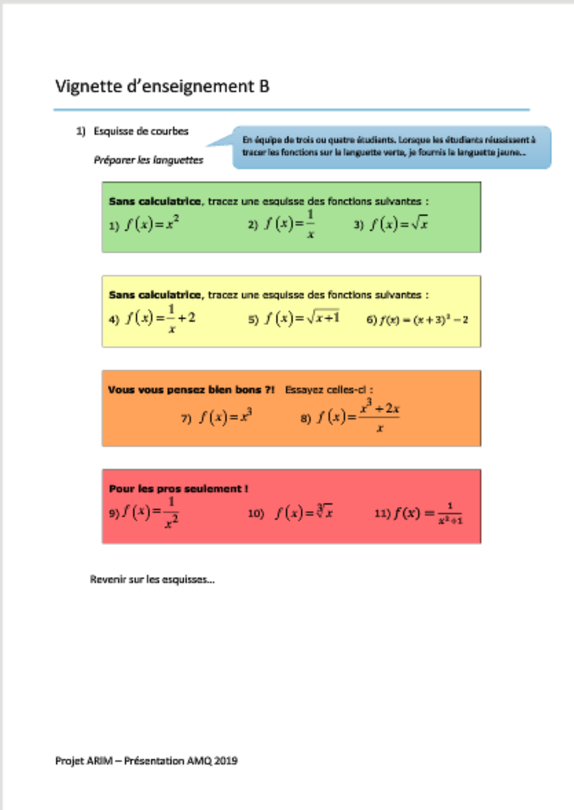
x	−2,1	−2,01	−2,001	−2,000 1	−2	−1,999 9	−1,999	−1,99	−1,9
$f(x)$									

6) Présenter les propriétés des limites :

1. Limite d'une fonction constante : $\lim_{x \to a} k = k$, où $k \in \mathbb{R}$
2. Limite de la fonction identité : $\lim_{x \to a} x = a$
3. Si $\lim_{x \to a} f(x) = L$ et $\lim_{x \to a} g(x) = M$, où M et $L \in \mathbb{R}$

- $\lim_{x \to a}[f(x) + g(x)] = \lim_{x \to a} f(x) + \lim_{x \to a} g(x) = L + M$
- $\lim_{x \to a}[kf(x)] = k\left[\lim_{x \to a} f(x)\right] = kL$, où $k \in \mathbb{R}$
- $\lim_{x \to a}[f(x) - g(x)] = \lim_{x \to a} f(x) - \lim_{x \to a} g(x) = L - M$
- $\lim_{x \to a}[f(x)g(x)] = \left[\lim_{x \to a} f(x)\right]\left[\lim_{x \to a} g(x)\right] = LM$
- $\lim_{x \to a}\left[\frac{f(x)}{g(x)}\right] = \frac{\lim_{x \to a} f(x)}{\lim_{x \to a} g(x)} = \frac{L}{M}$, si $M \neq 0$
- $\lim_{x \to a}[f(x)]^n = \left[\lim_{x \to a} f(x)\right]^n = L^n$, où $n \in \mathbb{N}$

Vignette B



Vignette d'enseignement B

1) Esquisse de courbes

Préparer les languettes

En équipe de trois ou quatre étudiants. Lorsque les étudiants réussissent à tracer les fonctions sur la languette verte, je fournis la languette jaune...

Sans calculatrice, tracez une esquisse des fonctions suivantes :

1) $f(x)=x^2$ 2) $f(x)=\frac{1}{x}$ 3) $f(x)=\sqrt{x}$

Sans calculatrice, tracez une esquisse des fonctions suivantes :

4) $f(x)=\frac{1}{x}+2$ 5) $f(x)=\sqrt{x+1}$ 6) $f(x)=(x+3)^3-2$

Vous vous pensez bien bons ?! Essayez celles-ci :

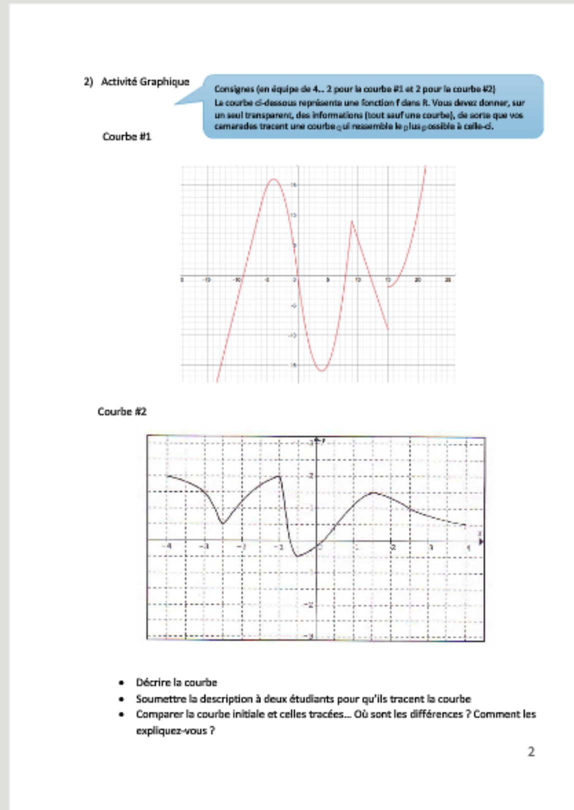
7) $f(x)=x^3$ 8) $f(x)=\frac{x^3+2x}{x}$

Pour les pros seulement !

9) $f(x)=\frac{1}{x^2}$ 10) $f(x)=\sqrt[3]{x}$ 11) $f(x)=\frac{1}{x^2+1}$

Revenir sur les esquisses...

Projet ARIM – Présentation AMQ 2019



2) Activité Graphique

Consignes (en équipe de 4... 2 pour la courbe #1 et 2 pour la courbe #2)
La courbe ci-dessous représente une fonction f dans R. Vous devez donner, sur un seul transparent, des informations (tout sauf une courbe), de sorte que vos camarades tracent une courbe qui ressemble le plus possible à celle-ci.

Courbe #1

Courbe #2

- Décrire la courbe
- Soumettre la description à deux étudiants pour qu'ils tracent la courbe
- Comparer la courbe initiale et celles tracées... Où sont les différences ? Comment les expliquez-vous ?

2

Vignette d'enseignement B

1) Esquisse de courbes

Préparer les languettes

En équipe de trois ou quatre étudiants. Lorsque les étudiants réussissent à tracer les fonctions sur la languette verte, je fournis la languette jaune…

Sans calculatrice, tracez une esquisse des fonctions suivantes :

1) $f(x) = x^2$ 2) $f(x) = \frac{1}{x}$ 3) $f(x) = \sqrt{x}$

Sans calculatrice, tracez une esquisse des fonctions suivantes :

4) $f(x) = \frac{1}{x} + 2$ 5) $f(x) = \sqrt{x+1}$ 6) $f(x) = (x+3)^2 - 2$

Vous vous pensez bien bons ?! Essayez celles-ci :

7) $f(x) = x^3$ 8) $f(x) = \frac{x^3 + 2x}{x}$

Pour les pros seulement !

9) $f(x) = \frac{1}{x^2}$ 10) $f(x) = \sqrt[3]{x}$ 11) $f(x) = \frac{1}{x^2+1}$

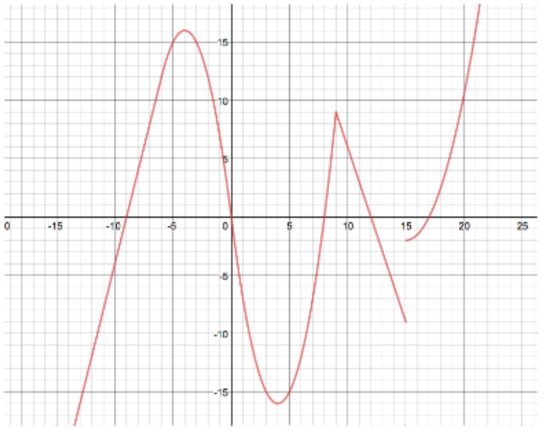
Revenir sur les esquisses…

eussissent à
e jaune...

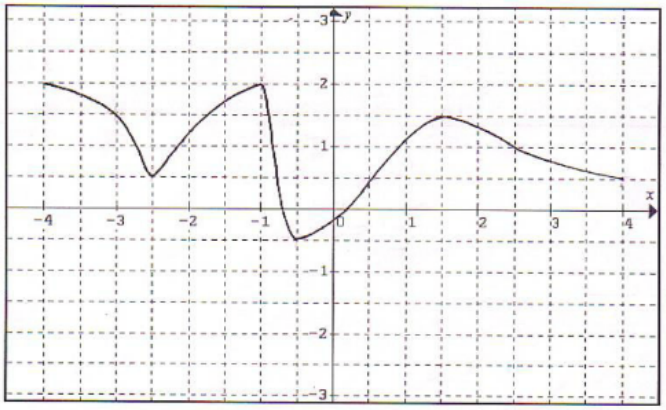
2) Activité Graphique

Consignes (en équipe de 4… 2 pour la courbe #1 et 2 pour la courbe #2)
La courbe ci-dessous représente une fonction f dans R. Vous devez donner, sur un seul transparent, des informations (tout sauf une courbe), de sorte que vos camarades tracent une courbe qui ressemble le plus possible à celle-ci.

Courbe #1



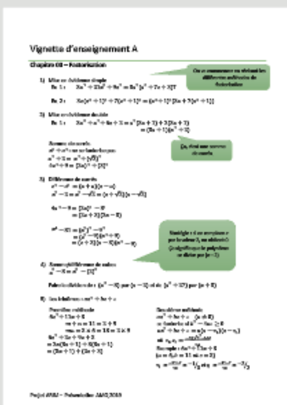
Courbe #2

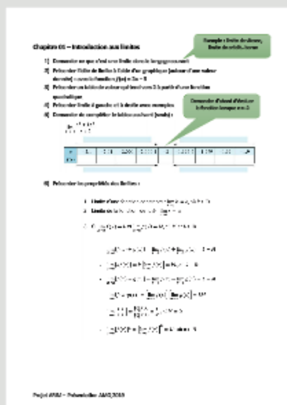


- Décrire la courbe
- Soumettre la description à deux étudiants pour qu'ils tracent la courbe
- Comparer la courbe initiale et celles tracées… Où sont les différences ? Comment les expliquez-vous ?

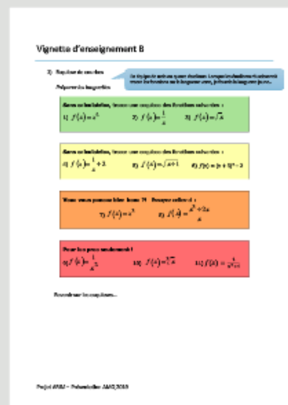
Réflexions

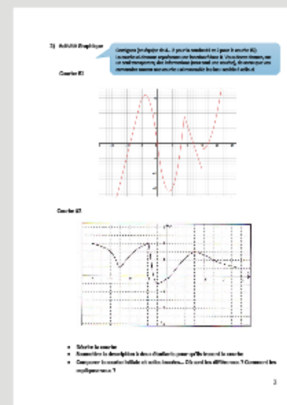
Vignette A





Vignette B





Éléments de discussion

- Quels sont les intentions?
- Qu'est-ce qui est connu/nouveau?
- À quoi renvoie un rappel/une introduction?
- À quoi prépare un rappel/une introduction?
- De quoi veut-on tirer profit?
- Qu'est-ce qu'on cherche à ébranler?
- Comment sont-ils habitué à comprendre les mathématiques?
    - Est-ce que ça convient au collégial?
        - Oui : comment organiser l'enseignement?
        - Non : comment organiser le passage?

Automne 2019

1) Jeu transition (esquisse de courbes)
2) Rappels d'algèbre
   - Compléter un document
   - Indiquer ce qui est connu et ce qui n'est pas connu
   - Indiquer le niveau de maitrise
3) Activité "Un toit en surplomb"
4) Introduction aux limites

Deux scénarios de rappel-introduction

1) Explorer les deux scénarios
2) Qu'est-ce qui constitue un rappel dans chacun?
3) Qu'est-ce qui constitue une nouveauté?
4) Où sont (et quelles sont) les difficultés que peuvent rencontrer les étudiants?

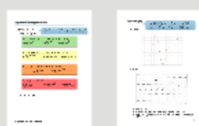
Automne 2019

1) Jeu transition (esquisse de courbes)
2) Rappels d'algèbre
   - Compléter un document
   - Indiquer ce qui est connu et ce qui n'est pas connu
   - Indiquer le niveau de maitrise
3) Activité "Un toit en surplomb"
4) Introduction aux limites

Réflexions

Vignette A

Vignette B



Éléments de discussion

- Quels sont les intentions?
- Qu'est-ce qui est connu/nouveau?
- À quoi renvoie un rappel/une introduction?
- À quoi prépare un rappel/une introduction?
- De quoi veut-on tirer profit?
- Qu'est-ce qu'on cherche à ébranler?
- Comment sont-ils habitué à comprendre les mathématiques?
  - Est-ce que ça convient au collégial?
    - Oui : comment organiser l'enseignement?
    - Non : comment organiser le passage?

arim
Arrimage interordres en mathématiques

Merci !

Références:

Esquisse de courbes (vignette d’enseignement B)

• À la suite d’un groupe interordre, voir :

Corriveau, C. (2013). Des manières de faire des mathématiques comme enseignants abordées dans une perspective ethnométhodologique pour explorer la transition secondaire collégial. Thèse de doctorat inédite. Montréal : UQAM.

• Élaboration complète et mise en place : Antonia Kouloumentas

• Expérimentation en classe, voir :

Corriveau, C., Kouloumentas, A. et Dufour, S. (soumis). Le passage du secondaire au collégial : un exemple d’activité autour de la notion de fonction.

Activité graphique (vignette d’enseignement B)

Coppé, S., Dorier, J-L. et Yavuz, I. (2006). Éléments d’analyse sur le programme de 2000 concernant l’enseignement des fonctions en seconde. Petit x, 71, 29-60.

Dufour, S. (2019). Des processus de compréhension sous l’angle des représentations: un teaching experiment autour de la dérivée (Thèse de doctorat inédite). Montréal : UQAM.

Activité du toit

Groupe, A. H. A. (1999). Vers l’infini pas à pas-Approche Heuristique de l’Analyse. Manuel de l’élève, De Boeck Wesmael, Bruxelles.

Adaptation : [redacted]

ANNEXE G – RÉFÉRENCES

Artigue, M. (2004, juillet). Le défi de la transition secondaire/supérieur : Que peuvent nous apporter les recherches didactiques et les innovations développées dans ce domaine. Communication présentée au 1er Congrès Canada-France des sciences mathématiques, Toulouse.

Bednarz, N. avec la collaboration de Auclair, M., Barrette, M.A., Lafontaine, J., Péloquin, M.È., Rodrigue, I., Leroux, C. et Morelli, C. (2008). Une expérience de collaboration enrichissante en enseignement des mathématiques. *Vie pédagogique*, 147, 43-51.

Bevan, B., et Penuel, W. R. (2017). *Connecting research and practice for educational improvement: Ethical and equitable approaches*. Routledge.

Bloch, I. (2000). L'enseignement de l'analyse à la charnière lycée / université : savoirs, connaissances et conditions relatives à la validation. Thèse inédite de doctorat. Université Victor Segalen, Bordeaux 2, France.

Bouchard, J. (2016). La transition primaire/secondaire : étude des programmes mathématiques. Mémoire de maitrise inédit. Québec : Université Laval.

Breuleux, A., Dayan, L., et Heo, G. M. (2017, avril). Collaborative reflective discourse in a teacher PLC: Capturing the conversational regime. *Dans* A. Segal (Chair), Teacher Discussions of Problems of Practice: Conceptualizing and Investigating "Productive" Pedagogical Discourse. Interactive poster session at the Annual Meeting of the American Educational Research Association (AERA). San Antonio, TX.

Brodie, K. (2013). The power of professional learning communities. *Education as change*, *17*(1), 5–18.

Chesnais, A., Grenier-Boley, N., Horoks, J. et Robert, A. (2015). Caractérisation didactique de l'évolution des contenus a enseigner lors des transitions – deux exemples d'une même notion abordée avant et après une transition. *Dans* L. Theis et R. Bebouchi (Dir.). *Actes du colloque EMF* (en ligne). USTHB, Algérie

Coburn, C. E., et Penuel, W. R. (2016). Research–practice partnerships in education: Outcomes, dynamics, and open questions. *Educational Researcher*, *45*(1), 48-54.

Corriveau, C. (2007). Arrimage secondaire-collégial : démonstration et formalisme. Mémoire de maîtrise inédit, Université du Québec à Montréal, Montréal.

Corriveau, C. (2013). Manières de faire des mathématiques comme enseignant abordées dans une perspective ethnométhodologique pour l'étude de la transition secondaire collégial. Thèse de doctorat inédite. Université du Québec à Montréal, Québec.

Corriveau, C., et Bednarz, N. (2017). The secondary-tertiary transition viewed as a change in mathematical cultures: an exploration concerning symbolism and its use. *Educational Studies in Mathematics*, *95*(1), 1-19.

Corriveau, C, Dufour, S et Kouloumentas, A. (2019). Une activité entourant la notion de fonction pour favoriser le passage du secondaire au collégial. *Bulletin AMQ*. *LIX*(4), 26-41.

Corriveau, C., et Tanguay, D. (2007). Formalisme accru du secondaire au collégial : les cours d'Algèbre linéaire comme indicateurs. *Bulletin AMQ*, *XLVII*(1), 6-25.

Dayan, L., Breuleux, A., Heo, G. M., et Nong, L. (2016, avril). Promoting collective teacher reflection through the use of video clips of authentic classroom events. *Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association* (AERA). Washington DC, US.

Desgagné, S. (1994). A propos de la" discipline de classe": Analyse du savoir professionnel d'enseignantes et enseignants experimentes du secondaire en situation de parrainer des debutants. Thèse de doctorat inédite. Québec : Université Laval.

Desgagné, S., Bednarz, N., Couture, C., Poirier, L. et Lebuis, P. (2001). L'approche collaborative de recherche en éducation : un rapport nouveau à établir entre recherche et formation. *Revue des sciences de l'éducation*, *XXVII*(1), 33-64.

Dionne, L., Savoie-Zajc, L., et Couture, C. (2013). Les rôles de l'accompagnant au sein d'une communauté d'apprentissage d'enseignants. *Canadian Journal of Education*, *36*(4), 175.

Doray, P., Chenard, P., Deschênes, C., Fortier, C., Gibeau, G., Foisy, M. et Gemme, B. (2003). Les parcours scolaires en sciences et technologies au collégial. Notes de recherche du CIRST. http://www.cirst.uqam.ca/fr-ca/publications/notesderecherche.aspx.

DuFour, R. (2004). What is a "professional learning community"?. *Educational leadership*, *61*(8), 6-11.

Edwards, A. (2015). Recognising and realising teachers' professional agency. *Teachers and Teaching*, *21*(6), 779-784.

Greeno, J. G. (2011). A Situative Perspective on Cognition and Learning in Interaction. In T. Koschmann (Ed.), Theories of Learning and Studies of Instructional Practice (Vol. 1, pp. 41-71): Springer New York.

Gueudet, G. (2004). Rôle du géométrique dans l'enseignement de l'algèbre linéaire. *Recherche en didactique des mathématiques*, *24*(1), 81-114.

Hairon, S., Goh, J. W. P., Chua, C. S. K., et Wang, L.-Y. (2015). A research agenda for professional learning communities: moving forward. *Professional Development in Education*, 1-15

Heo, G. M. et Breuleux, A. (2015). Facilitating online interaction and collaboration in a professional learning network. *Dans* D. Slykhuis et G. Marks (Dir.), *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2015* (pp. 1170-1177). Chesapeake, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

Jäppinen, A. K., Leclerc, M., & Tubin, D. (2016). Collaborativeness as the core of professional learning communities beyond culture and context: evidence from Canada, Finland, and Israel. *School Effectiveness and School Improvement*, *27*(3), 315-332.

Lave, J. (1988) *Cognition in practice: Mind, mathematics, and culture in everyday life*. Cambridge: Cambridge University Press.

Lerman, S. (2001). Cultural, discursive psychology: A sociocultural approach to studying the teaching and learning of mathematics. *Educational studies in mathematics*, *46*(1-3), 87-113.

Nunes, T., Carraher, T. N., Schliemann, A. D., et Carraher, D. W. (1993). *Street mathematics and school mathematics*. Cambridge University Press.

Oliveira, I., et Rhéaume, S. (2014). Comment s'y prennent-ils? La résolution de problèmes de partage inéquitable par des élèves avant enseignement formel de l'algèbre. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *14*(4), 404-423.

Penuel, W. R., Fishman, B. J., Haugan Cheng, B., & Sabelli, N. (2011). Organizing research and development at the intersection of learning, implementation, and design. *Educational Researcher*, *40*(7), 331-337.

Penuel, W. R., Allen, A. R., Coburn, C. E., et Farrell, C. (2015). Conceptualizing research–practice partnerships as joint work at boundaries. *Journal of Education for Students Placed at Risk* (JESPAR), *20*(1-2), 182-197.

Poirier, D. (2011). La recherche en collaboration et le contexte de transition du primaire vers le secondaire puis le collégial, une avenue prometteuse pour la formation continue en mathématique. *Vie Pédagogique*, 158, 49-51. Consulté en ligne le 19 décembre 2019 : http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs2043482

Potvin, P. et Paradis, L. (2000). Facteurs de réussite dès le début de l'éducation préscolaire et primaire, *Études et recherches*, *5*(3). Québec, Canada : recherche présenté au Centre de recherche et d'intervention sur la réussite éducative et scolaire.

Powell, A. B., Francisco, J. M., et Maher, C. A. (2003). An analytical model for studying the development of learners' mathematical ideas and reasoning using videotape data. *The Journal of Mathematical Behavior*, *22*(4), 405-435.

Praslon, F. (2000). Continuités et ruptures dans la transition Terminale S / DEUG Sciences en analyse: Le cas de la notion de dérivée et son environnement. Thèse de doctorat inédite. Paris: Université Paris 7.

Québec, Gouvernement du Québec (1963-1965). Rapport de la Commission royale d'enquête sur l'enseignement dans la province de Québec (Rapport Parent) (5 vol.). Québec : Gouvernement du Québec.

Québec, Conseil supérieur de l'Éducation. (1989). Une meilleure articulation du secondaire et du collégial. Conseil supérieur de l'Éducation. Direction des communications. Québec, 114 p.

Québec, Conseil supérieur de l'Éducation. (2010). Regard renouvelé sur la transition entre le secondaire et le collégial. Conseil supérieur de l'Éducation. Commission de l'enseignement collégial. Québec, 152 p. Consulté en ligne le 19 décembre 2019 : http://www.cse.gouv.qc.ca/fichiers/documents/publications/Avis/50-0471.pdf

Robert, A. (1998). Outils d'analyse des contenus mathématiques à enseigner au lycée et à l'université. *Recherches en didactique des mathématiques*, *21*(1-2), 57-80.

Roditi, É. (2013). Le métier d'enseignant et l'éclairage de la recherche collaborative. *Dans* N. Bednarz (Dir.), *Recherche collaborative et pratique enseignante: regarder ensemble autrement*, Paris : L'Harmattan.

Stadler, E. (2011). The same but different : Novice university student solve a textbook exercice. *Dans* Pytlak, M., Rowland, T. et Swoboda, E. (Dir.), *Proceedings of CERME 7* (). Rzesvów, Pologne : University of Rzesvow.

Traoré, K., et Bednarz, N. (2009). Mathématiques de la vie quotidienne au Burkina Faso: une analyse de la pratique sociale de comptage et de vente de mangues. *Educational Studies in Mathematics*, *72*(3), 359.

Vandebrouck F. (2011). Students conceptions of functions at the transition between secondary school and university. *Dans* Pytlak, M., Rowland, T. et Swoboda, E. (Dir.), *Proceedings of CERME 7* (p. 2093-2102), Rzesvów, Pologne : University of Rzesvow.

Vandebrouck F., Corriveau C., Cherikh O. (2015) Transitions dans l'enseignement des mathématiques – Compte-rendu du Projet Spécial n°3. *Dans* Theis L. (Dir.) *Pluralités culturelles et universalité des mathématiques : enjeux et perspectives pour leur enseignement et leur apprentissage – Actes du colloque EMF2015* (p. 963-969). Alger (Algérie) : Université des Sciences et de la Technologie de Houari Boumediene.

Van der Heijden, H. R. M. A., Geldens, J. J., Beijaard, D., et Popeijus, H. L. (2015). *Characteristics of teachers as change agents. Teachers and Teaching*, *21*(6), 681-699.

Van Zoest, L. R., Lo, J.-J., et Kratky, J. L. (dir.). (2012). Navigating Transitions along Continuums. *Proceedings of the 34th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education.* Kalamazoo, MI: Western Michigan University.

Wenger, E., McDermott, R. A., et Snyder, W. (2002). *Cultivating communities of practice: A guide to managing knowledge*. Harvard Business Press.

Winsløw, C. (2007). Les problèmes de transition dans l'enseignement de l'analyse et la complémentarité des approches diverses de la didactique. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, 12, 195-215