UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

CIRCONSCRIRE LES PRATIQUES ENSEIGNANTES S'INITIANT À L'UTILISATION DU PROBLÈME OUVERT EN CLASSE DE 6^{E} DU PRIMAIRE

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

EN DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES

PAR

JUDITH LONGTIN

JUIN 2020

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je voudrais remercier ma directrice de recherche, Doris Jeannotte, qui, par sa très grande disponibilité et son soutien, m'a permis de réaliser ce mémoire. Nos nombreuses discussions m'ont permis de grandement cheminer en tant que chercheuse, mais aussi en tant qu'enseignante. Tes judicieux conseils et commentaires m'ont amenée à me dépasser et à mieux saisir comment une argumentation de recherche pouvait être développée. Ce mémoire ne serait pas ce qu'il est sans ta si précieuse aide. Jamais je ne pourrai suffisamment te remercier pour tout ce que tu as fait. Merci!

Ensuite, je remercie sincèrement les six enseignants qui ont collaboré à mon projet de recherche. Vous m'avez accueillie dans vos classes et avez accepté de relever le défi de discuter de vos pratiques en utilisant un type de problèmes avec lequel vous n'étiez pas familier. Vos témoignages entre pairs et les discussions vécues sont le succès de cette recherche, car sans votre implication, votre engagement et votre générosité rien de tout cela n'aurait été possible. Merci!

Puis, je remercie mon mari, ma famille et mes amis qui m'ont soutenue tout au long de ce cheminement qui fut parfois rempli d'obstacles. J'ai dû bien souvent m'absenter de rencontres de famille ou de soupers au profit de ma rédaction. Je vous remercie de cette infinie compréhension, car elle m'a permis de me concentrer lors de moments charnières tout en me sentant comprise. Mon époux est de loin la personne qui m'a le plus soutenue émotivement, car la recherche est un monde où l'on côtoie l'inconnu seul face à son ordinateur. À travers mes moments de découragement et d'intense rédaction, il m'a été d'un réconfort et d'un soutien sans bornes. Je lui suis extrêmement reconnaissante de cet amour.

Enfin, je remercie la Commission scolaire de Laval qui a permis la libération des six enseignants participant au projet. Voir mon employeur reconnaitre la pertinence de cette formation professionnelle rend ce projet encore plus vrai dans l'un de ses objectifs. Le Syndicat de l'enseignement de la région de Laval a aussi offert ses locaux permettant les trois rencontres réflexives. Je vous remercie profondément de ce soutien offert, autant aux enseignants participants qu'à moi l'enseignante-chercheuse. Merci à vous!

TABLE DES MATIÈRES

Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:

Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:

Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:
Supprimé:

LISTE DES FIGURES

Supprimé:

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

IREM	Institut de recherche sur l'enseignement des mathématiques de Grenoble
MELS	Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport
PFEQ	Programme de formation de l'école québécoise
PPCM	Plus petit commun multiple
TBI	Tableau interactif
CSDL	Commission scolaire de Laval

RÉSUMÉ

Ce projet provient d'une interrogation du milieu. Étant enseignante en 6e année, je m'interrogeais concernant les difficultés récursives en résolution de problèmes de mes élèves. Dans ce mémoire, les attentes du Programme de formation de l'école québécoise (PFEQ) en ce qui a trait à la résolution de problèmes sont résumées. S'ensuit une recension des écrits mettant de l'avant la potentialité de cet enseignement dans l'apprentissage des élèves, mais aussi le fait que les enseignants sont inconfortables avec cet enseignement (Cooney, 1985 ; Gellert, 2000 ; Kosyvas, 2016 ; Leung et Silver, 1997 ; Mueller, Yankelewitz et Maher, 2014 ; Savard et Polotskaia, 2014 ; Veyrunes, Durny, Flavier et Durand, 2005 ; Xenofontos et Andrews, 2014). C'est par une recension non exhaustive des différents types de problèmes que je me suis intéressée aux problèmes ouverts. Ces derniers s'avèrent fort intéressants quant à leur potentialité dans l'apprentissage mathématique des élèves. À l'origine, le problème ouvert était utilisé dans l'*Open-Ended Approach* (Becker et Shimada, 1997), puis il a été mis de l'avant par l'équipe de l'Institut de recherche sur l'enseignement des mathématiques de Grenoble (IREM), composée d'Arsac, Mante, Germain et Pichod (1983), dont l'approche pédagogique est composée de deux parties distinctes, la partie recherche et la partie débat, et dont l'intention est de travailler la preuve autour d'un débat. Néanmoins, malgré ses nombreux apports dans l'apprentissage mathématique des élèves, les enseignants semblent réticents à son utilisation (Arsac, Germain et Mante, 1991 ; Coppé et Houdement, 2009). Puisque les pratiques enseignantes entourant l'enseignement du problème ouvert ont été peu étudiées et puisque ce dernier répond aux attentes du PFEQ, l'objectif de cette recherche allait me permettre de circonscrire les pratiques d'enseignants non initiés de 6e année du primaire lors de leurs premières expériences d'utilisation de ce type de problèmes.

À la suite de la description des deux approches utilisant le problème ouvert, celle d'Arsac *et al*. (1983) et celle de Becker et Shimada (1997), la définition du problème retenue et de son approche sont précisées. Ce projet prend ses assises des fondements de l'interactionniste symbolique et de la Théorie de la structuration de Giddens (1987). C'est à l'aide d'une approche à saveur collaborative qu'est définie la mise en place de cette collaboration essentielle à la réalisation du projet. La démarche collaborative du terrain est décrite autour de trois moments clés : la cosituation, la coopération et la coproduction. C'est à travers les interactions vécues lors des trois rencontres réflexives — des rencontres en dyades — et des deux expérimentations en classe que les enseignants et moi avons pu coconstruire des manières d'enseigner avec le problème ouvert dans la classe.

Par la théorie de la structuration de Giddens (1987) sont mises en lumière les règles et les ressources que les enseignants mobilisent lors de l'utilisation du problème ouvert dans le contexte d'éducation au Québec. De la circonscription des pratiques ont émergé quatre thèmes regroupant ces dernières : 1) le choix du problème ouvert, 2) la formation des équipes, 3) la gestion de la partie recherche et 4) la gestion de la partie débat. C'est ainsi qu'une dynamique des pratiques, inspirée de la Théorie de la structuration de Giddens (1987), a permis l'interprétation des résultats. Enfin, trois enjeux liés aux pratiques de l'enseignement avec le problème ouvert sont discutés : le rôle d'autorité, la place de l'erreur et l'argumentation liée à la partie débat du problème ouvert. Une conclusion permet un retour sur le projet tout en donnant des perspectives de prolongement possibles.

Mots-clés : didactique des mathématiques, problème ouvert, théorie de la structuration, pratiques enseignantes, 6e année primaire

INTRODUCTION

Depuis ma graduation en 2003 au baccalauréat en éducation préscolaire et enseignement au primaire, je n'ai cessé d'évoluer dans mon métier d'enseignante ; profession qui regorge de défis et de questionnements. Une fois bien établie en sixième année du primaire, je constate que certaines difficultés propres à la résolution de problèmes persistent chez mes élèves malgré mes efforts pour les aider à les surmonter. D'une manière ou d'une autre, je me dois d'agir afin de bien comprendre leurs difficultés, et ainsi les soutenir adéquatement. Je me suis alors tournée vers mes collègues, les conseillers pédagogiques et le Programme de formation de l'école québécoise [PFEQ] , sans toutefois y trouver les réponses satisfaisantes auxquelles je m'attendais. J'ai donc opté pour un projet de recherche en espérant trouver des réponses à mes questions.

Le premier chapitre fait donc état des questionnements provenant du milieu qui m'ont conduite à définir les attentes du PFEQ en matière de résolution de problèmes ; puis c'est à travers une recension des écrits que sont décrits les apports de la résolution de problèmes en termes d'apprentissages mathématiques pour les élèves ainsi que la manière dont les enseignants perçoivent l'enseignement de la résolution de problèmes. C'est donc en recensant les différents types de problèmes que j'en suis arrivée à m'arrêter sur le problème ouvert, car non seulement ce dernier présente de nombreux apports dans l'apprentissage des élèves, mais il répond de surcroit aux exigences du PFEQ. Enfin, il est expliqué que les enseignants qui utilisent le problème ouvert le font peu malgré sa potentialité. Ces constats conduisent donc à la question de recherche de ce projet, dont l'objectif est de circonscrire les pratiques d'enseignants non initiés de 6e année du primaire lors de leurs premières expériences d'utilisation du problème ouvert.

Le second chapitre présente la définition du problème ouvert ainsi que son approche développée par l'équipe de l'IREM composée d'Arsac, Mante, Germain et Pichod (1983), et celle de l'*Open-Ended Approach,* développée par Shimada en 1977, mais traduit en anglais par Becker et Shimada en 1997. Pour Arsac *et al*. (1983), le problème ouvert avait pour objectif d'amener les élèves à chercher, comme le feraient des chercheurs mathématiques, et c'est dans son approche particulière de ses deux parties — la recherche et le débat — qu'il amène les élèves à débattre autour de leur solution. Par ailleurs, la visée de l'*Open-Ended Approach* de Becker et Shimada (1997) demandait aux élèves de travailler un problème ouvert afin d'en développer un enrichissement mathématique alors réinvesti dans la création d'un nouveau problème ouvert. Une définition du problème ouvert, construite à partir de ces deux approches, est détaillée. Puis, les fondements épistémologiques inspirés de l'interactionniste symbolique et de la Théorie de la structuration de Giddens (1987) sont expliqués.

Le troisième chapitre décrit la méthodologie d'une approche à saveur collaborative. En plus d'y définir la mise en place de cette collaboration essentielle à la réalisation du projet, la démarche collaborative du terrain y est décrite autour de trois moments clés : la cosituation, la coopération et la coproduction. Enfin, les matériaux nécessaires à la collecte des données du projet sont spécifiés.

L'analyse et les résultats des données sont rapportés dans le quatrième chapitre. Dans ce dernier, l'émergence des pratiques enseignantes lors de l'utilisation du problème ouvert dans la classe de 6e année du primaire est mise de l'avant. Ces pratiques sont regroupées autour de quatre thèmes : 1) le choix du problème ouvert, 2) la formation des équipes, 3) la gestion de la partie recherche et 4) la gestion de la partie débat.

C’est dans le cinquième chapitre que les résultats sont interprétés en mettant de l’avant la dynamique des pratiques enseignantes inspirée de la théorie de la structuration de Giddens (1987). S’ensuit une discussion sur trois enjeux liés à l’enseignement avec l’utilisation du problème ouvert : 1) le rôle d’autorité de l’enseignant, 2) la place de l’erreur et 3) l’argumentation liée à la partie débat.

Une conclusion permet de répondre aux questions spécifiques de la recherche, mais aussi de discuter d’enjeux propres à l’enseignement concernant l’utilisation du problème ouvert en classe, où il y a toujours matière à investigation pour celles et ceux qui voient l’intérêt de collaborer avec des enseignants.

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE

La résolution de problèmes occupe une place importante dans l'enseignement des mathématiques au Québec, et ce, depuis longtemps. Lajoie et Bednarz (2012, 2014, 2016) ont d'ailleurs analysé l'évolution de la résolution de problèmes dans les programmes depuis cent ans. Sur ces cent années d'évolution, les auteures ont constaté que le rôle de la résolution de problèmes dans l'enseignement des mathématiques, la nature des problèmes proposés ainsi que les conseils donnés aux enseignants pour approcher la résolution de problèmes avec les élèves sont des aspects qui ont varié dans chacune des périodes, mais aussi entre les périodes. On constate que la résolution de problèmes s'est restructurée au fil du temps « par des influences étrangères, multiples, principalement américaine, mais également européenne », contrairement au cas de la France qui l'a fait « d'un mouvement uniforme influencé par les théories didactiques » (Lajoie et Bednarz, 2012, p. 209). Cela explique les assises du programme de mathématique du PFEQ de 2001 qui nait, en quelque sorte, de cette évolution de la résolution de problèmes (MEQ, 2001).

1.1 Origine du questionnement

Au fil des ans, en enseignant à tous les niveaux, j'ai remarqué que les élèves éprouvent des difficultés spécifiques lors de la résolution de problèmes, et ce, malgré mes interventions, activités et méthodes diversifiées. J'ai constaté qu'ils ne savent pas comment s'organiser, comment raisonner pour arriver à une solution, ou encore à comprendre les concepts à mobiliser lors de résolution de problèmes. Ils se retrouvent ainsi souvent à hésiter, voire à ne pas aimer cette activité mathématique, parce qu'ils ne se sentent pas compétents. Depuis, je ne cesse de m'interroger. Est-ce ma façon d'enseigner la résolution de problèmes ou de les aider qui en est la cause ? Est-ce le type de problèmes ou la manière de les mener qui nuit aux élèves ? M'interrogeant sur la résolution de problèmes, j'ai donc consulté le *Programme de formation de l'école québécoise* (PFEQ) actuel afin de trouver réponse à mon questionnement de départ, soit pour mieux comprendre comment soutenir mes élèves lors de la résolution de problèmes. Ce chapitre présente les attentes du PFEQ en matière de résolution de problèmes, puis une recension des écrits décrivant les apports de la résolution de problèmes en termes d'apprentissages mathématiques pour les élèves, et comment les enseignants perçoivent l'enseignement de la résolution de problèmes. Enfin, je m'attarderai sur un type de problèmes en particulier, soit le problème ouvert, afin de discerner comment il répond aux attentes du PFEQ et, finalement, comment les enseignants perçoivent son enseignement.

1.2 La résolution de problèmes et le PFEQ

Officiellement mis en place en 2001 par le ministère de l'Éducation, le PFEQ prône des approches constructivistes et socioconstructivistes. Tout d'abord, les mathématiques sont non seulement présentes dans notre quotidien, mais qui plus est nécessaires dans notre société, puisque « La maitrise de la mathématique constitue un atout significatif pour l'insertion dans une société où ses retombées pratiques sont aussi nombreuses que diversifiées » (MEQ, 2001, p. 124).

Afin d'atteindre cet objectif sociétal, le domaine de la mathématique, de la science et de la technologie du PFEQ est composé de trois compétences : 1) résoudre une situation-problème, 2) raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques et 3) communiquer à l'aide du langage mathématique. Bien que définies séparément, les compétences sont interreliées et « se développent en étroite relation » (MEQ, 2001, p. 125).

La compétence *résoudre une situation-problème* touche directement la résolution de problèmes et s'explicite par « une démarche de l'esprit exploitée dans un très large éventail de situations » (MEQ, 2001, p. 126). De ce fait, « elle s'avère un outil intellectuel puissant au service du raisonnement et de l'intuition créatrice » (MEQ, 2001, p. 126). Ainsi, on comprend que par différentes situations, l'élève sera amené à développer sa pensée mathématique en imaginant diverses manières de trouver une solution à une situation-problème donnée. En particulier, on attend de l'élève du primaire qu'il s'engage dans la résolution de situations-problèmes afin d'exercer « différentes stratégies de compréhension, d'organisation, de solution, de validation et de communication » (MEQ, 2001, p. 126). L'élève fera face à des choix quant aux stratégies qu'il décidera d'utiliser pour comprendre, pour s'organiser dans son cheminement de résolution ou encore pour valider et communiquer sa solution. On peut déduire que plusieurs étapes seront donc nécessaires afin qu'il arrive à résoudre sa situation-problème, car il ne s'agit pas d'un exercice d'application, mais plutôt d'une quête qui l'engage dans un processus dynamique dont le défi est à sa portée. Enfin, la résolution d'une situation-problème est aussi une « occasion d'employer un raisonnement mathématique et de communiquer à l'aide du langage mathématique » (MEQ, 2001, p. 126).

La compétence *raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques* se définit ainsi : « Raisonner, c'est organiser de façon logique un enchainement de faits, d'idées ou de concepts pour arriver à une conclusion qui se veut plus fiable que si elle était le seul fait de l'impression ou de l'intuition » (MEQ, 2001, p. 128). Cette fois, l'intuition n'est utile que si elle sert le raisonnement. Lorsque l'élève résout un problème, il doit pouvoir raisonner sur sa démarche à l'aide des concepts appris en s'organisant et en utilisant les stratégies apprises. Le PFEQ précise qu'organiser « signifie effectuer des activités mentales telles que abstraire, coordonner, différencier, intégrer, construire et structurer » (*ibid*). Ici, il s'agit davantage pour l'élève de faire des liens entre les différents concepts de manière à être capable de se les représenter et ainsi de les comprendre. Toutefois, on remarque des similitudes entre résoudre une situation-problème ou raisonner à l'aide des concepts et processus mathématiques, car l'élève devra organiser son raisonnement pour comprendre le problème posé, choisir et utiliser ses concepts acquis pour arriver à justifier mathématiquement sa conclusion. De plus, il pourra aussi utiliser des outils et du matériel afin de s'aider lorsque certaines activités mentales seront trop abstraites. Ainsi, que l'élève soit face à une situation-problème ou encore à une résolution de problèmes, « il consolide sa compréhension des concepts et des processus mathématiques » (*ibid*), et ce, tout au long de son cheminement.

Pour terminer, la compétence *communiquer à l'aide du langage mathématique*

> bénéficie à tous ceux qui participent à l'échange [...]. Elle sert toutefois doublement celui qui est à l'origine d'un message [, car] l'obligation de faire part de sa compréhension d'une situation ou d'un concept contribue souvent à l'amélioration ou à l'approfondissement de cette compréhension. (*Ibid*, p. 132)

Cette compétence amène donc l'élève et ceux qui l'écoutent à développer le langage propre aux mathématiques tout en leur permettant de résoudre une situation-problème ou un autre problème en expliquant leur raisonnement mathématique.

En plus de ces compétences, la résolution de problèmes comme modalité pédagogique ainsi que le concept de situation-problème sont aussi au cœur du PFEQ. Lajoie et Bednarz (2014) soulèvent que dans le PFEQ, l'enseignant est invité à utiliser la situation-problème afin de mobiliser l'ensemble des composantes de la compétence 1, mais aussi d'enseigner au travers, et non de manière linéaire, des situations simples (problèmes). Lajoie et Bednarz (2016) soulignent que le terme situation-problème « prend (presque complètement) la place du mot "problème" dans le Programme de formation de l'école québécoise » (p. 4). On retrouve une distinction entre *situation-problème* et *problème d'application*, termes déjà présents dans le programme précédent. La situation-problème montre un désir de changement par sa complexité qui diffère de ce qui était présent dans le passé. Par contre, les auteurs notent que la complexité de la situation-problème est davantage une complexité conceptuelle, où plusieurs données doivent être prises en charge par l'élève, sans qu'elles soient pour autant liées entre elles. Ainsi, on retrouve « une rupture avec la notion de situation-problème telle que reprise par les didacticiens des mathématiques et la conceptualisation qui sous-tend celle-ci » (Lajoie et Bednarz, 2016, p. 20).

De plus, Lajoie et Bednarz (2012, 2014, 2016) précisent aussi que

> [...] les conseils à l'enseignant sont moins directs et plus généraux qu'ils ne l'étaient auparavant, mais qu'ils sont aussi plus "diffus", en ce sens qu'il faut les dégager d'une longue liste d'attentes à l'égard de la démarche de résolution par l'élève. (Lajoie et Bednarz, 2014, p. 18)

Pour conclure, bien que le PFEQ définisse ce qu'est une situation-problème, ainsi que les trois compétences *résoudre des situations problèmes*, *raisonner à l'aide des concepts et processus mathématiques* et *communiquer à l'aide du langage mathématique*, « certaines caractéristiques disparaissent [du PFEQ de 2000], tout au moins explicitement (l'allusion, par exemple, à la variété de problèmes) » (Lajoie et Bednarz, 2006, p. 19). De ce fait, puisqu'aucune précision n'est donée aux enseignants sur la variété des problèmes à préconiser dans le PFEQ, la littérature reste à explorer afin d'éclairer cette avenue.

1.3 La recension des écrits

Il existe plusieurs définitions de ce qu'est la résolution de problèmes dans la littérature. Schoenfeld (1985), en particulier, définit le problème comme le fait d'essayer d'atteindre un objectif sans détenir la méthode pour y arriver. Toutefois, lorsqu'on parcourt la littérature, on constate que peu importe la définition de la résolution de problèmes donnée par les chercheurs, ces derniers s'intéressent plutôt à comprendre l'apport de la résolution de problèmes en termes d'apprentissages pour les élèves ou la manière dont les enseignants amènent leurs élèves à résoudre des problèmes en classe.

1.3.1 La résolution de problèmes et son potentiel pour l'élève dans son apprentissage des mathématiques

À travers les différentes recherches, on constate que les avantages de résoudre des problèmes sont nombreux pour l'élève. Selon Brousseau (1998), l'élève y développera son autonomie, l'enseignant n'étant plus le porteur du savoir. Selon Pallascio (2005), l'élève y développera son intuition, sa créativité et son esprit d'analyse. Il sera aussi amené à concevoir des stratégies. L'élève qui s'engage dans la résolution de problèmes a le pouvoir de changer sa perception des mathématiques et de comprendre ce que signifie « faire » des mathématiques (Lavy et Shriki, 2010). Du point de vue de Cavanagh (2008), l'élève y développera des procédés d'analyse, de raisonnement, de généralisation et d'abstraction. Les problèmes requièrent de l'imagination pour que l'élève arrive à développer son raisonnement et de l'autonomie, car il doit apprendre à justifier sa pensée mathématique. Selon Manuel, Freiman et Bourque (2012), l'élève a le potentiel de développer sa créativité à l'aide de la résolution de problèmes ouverts. À travers les diverses recherches, on constate que les élèves acquièrent plusieurs apprentissages importants lorsqu'ils pratiquent de la résolution de problèmes ; mais comment les enseignants l'enseignent-ils ?

1.3.2 Les enseignants et la résolution de problèmes

Depuis longtemps, les chercheurs s'intéressent à l'apprentissage des élèves en lien avec la résolution de problèmes. Toutefois, l'enseignant a longtemps été absent de l'équation quant à son implication dans l'apprentissage mathématique des élèves. Aujourd'hui, bien que nous soyons plus conscients du rôle qu'il a à jouer, il reste néanmoins beaucoup à faire afin de mieux comprendre les pratiques des enseignants en résolutions de problèmes. En parcourant la littérature, le constat ressort que les enseignants (débutants et expérimentés) semblent inconfortables face à l'enseignement de la résolution de problèmes.

Maurice et Allègre (2002) stipulent qu'à partir des résultats de leur recherche, les enseignants planifieraient l'enseignement de la résolution de problèmes sans tenir compte du retour avec les élèves à la fin. Ils auraient ainsi de la difficulté à planifier le temps didactique requis à son utilisation. Parfois, certains jeunes enseignants auraient, semble-t-il, des connaissances insuffisantes et cela engendrerait un manque de confiance (Cooney, 1985 ; Hersant, 2010 ; Leung et Silver, 1997) ou des sentiments négatifs face aux mathématiques (Gellert, 2000). De même, selon Cooney

(1985), les jeunes enseignants auraient de la difficulté à appliquer l'enseignement de la résolution de problèmes au-delà du niveau de la rhétorique, c'est-à-dire qu'entre la théorie et la pratique, il y a une différence. Par exemple, son analyse de la pratique d'un jeune enseignant montre qu'il existe un conflit entre son idéalisme de ce qu'est un enseignement axé sur la résolution de problèmes et la réalité de la classe, où les élèves n'y sont pas toujours réceptifs.

Veyrunes *et al.* (2005) sont d'avis que les enseignants (en début de carrière ou non) mettent en place une structure, un schéma de résolution, qui laisse peu de place à la spontanéité et peu d'ouvertures aux différentes avenues possibles lors d'une résolution de problèmes. Kosyvas (2016) rapporte que les enseignants préfèrent des problèmes qui amènent les élèves à une seule solution et qui ne peuvent être résolus que d'une seule manière. Ces derniers seraient plus à l'aise d'enseigner avec des problèmes où il est demandé à l'élève d'appliquer des concepts vus préalablement.

Dans leur étude, à la suite de l'analyse de l'activité mathématique et des représentations d'élèves, Savard et Polotskaia (2014) constatent que les consignes données par les enseignants semblent imprécises. Mueller *et al*. (2014) soulèvent qu'il « existe peu de recherches sur les moyens utilisés par les enseignants pour promouvoir les comportements mathématiques spécifiques des élèves et la création de sens en classe » (p. 15).

Enfin, Xenofontos et Andrews (2014) précisent que les croyances mathématiques des enseignants sont culturellement situées. Ainsi, on peut supposer que, dans un milieu donné, les enseignants auront tendance à adopter des pratiques similaires en lien avec la résolution de problèmes.

En somme, on constate que malgré les apports de pratiquer la résolution de problèmes pour l'apprentissage des élèves, les enseignants semblent éprouver certaines difficultés liées à l'enseignement de celle-ci. Les jeunes enseignants ne se sentent pas suffisamment compétents face aux connaissances à enseigner à travers la résolution de problèmes, évaluent mal le temps nécessaire pour sa pratique ou le choix des problèmes à utiliser. D'autres enseignants n'y voient qu'une méthode possible pour résoudre tous les problèmes et donc, peu de mesures d'adaptation ou de créativité sont accordées à cet enseignement. De plus, le nouveau PFEQ fournit peu de ressources aux enseignants, contrairement au programme précédent. Est-ce que des types de problèmes variés permettraient aux enseignants de surmonter ces difficultés?

1.3.3 Types de problèmes

La recension des écrits permet de constater qu'il existe une variété de problèmes pouvant servir de ressources aux enseignants. Les différentes recherches concernant les pratiques d'enseignement de la résolution de problèmes ne spécifient que rarement, voire jamais, les types de problèmes utilisés. Il en existe pourtant plusieurs. Sans en faire une liste exhaustive, en voici un aperçu :

- les situations-problèmes (Astolfi, 1993 ; Fabre, 1997 ; Jonnaert et Koudogbo, 2005) ;
- les situations adidactiques (Brousseau, 1998) ;
- les problèmes ouverts (Charnay, 1992 ; Capraro *et al*., 2012 ; Couture et Meyor, 2008 ; Husain *et al.,* 2011 ; Inprasitha, 2006 ; Klavir et Hershkovitz, 2008 ; Munroe, 2015 ; Nohda, 2000 ; Pehkonen, 1997 ; Takahashi, 2000) ;

- les problèmes conceptualisés (Manuel, Freiman et Bourque, 2012) ;
- les situations-recherche (Cartier, Godot, Knoll et Ouvrier-Buffet, 2006) ;
- les tâches complexes (Verschaffel et De Corte, 2008) ;
- les problèmes bien structurés ou bien définis et mal structurés ou mal définis (Gil-Bardají, 2010 ; Sternberg, 2007 ; Tardif, 1997) ;
- les problèmes non routiniers (Chevalier, 1985 ; Dufour et Jeannotte, 2013 ; Louafa et Peret, 2008 ; Vlassis, Mancuso et Poncelet 2014).

Les différentes définitions fournies par les auteurs nous amènent à réaliser que les différents types de problèmes ont certaines caractéristiques communes et d'autres plus spécifiques. Par exemple, le problème conceptualisé a pour objectif, selon Manuel, Freiman et Bourque (2012), de mettre en œuvre une résolution touchant différents concepts mathématiques alors qu'un problème complexe, selon Mokos et Kafoussi (2013), demandera à l'élève d'utiliser plusieurs opérations afin de trouver la solution. On peut supposer qu'un enseignant pourrait utiliser un type de problèmes afin de consolider sa matière, alors qu'un autre utiliserait le même problème afin d'amener ses élèves à conjecturer. Lajoie et Bednarz (2014) ont répertorié ce que différents chercheurs ont permis d'éclairer, soit que la résolution de problèmes utilisée dans l'apprentissage et l'enseignement des mathématiques a de multiples fonctions :

> […] appliquer des connaissances, permettre la construction de connaissances nouvelles, solliciter une activité de recherche mathématique, permettre l'utilisation partagée de plusieurs connaissances dans des situations complexes, travailler la modélisation, développer des euristiques générales, etc. (p. 9)

À travers les différentes définitions et usages, on constate que le problème ouvert, tant sa définition que sa manière de le mener en classe, se distinguent des autres types de problèmes. En effet, ce dernier est lié à une approche pédagogique particulière. Cette approche consiste en deux parties bien distinctes dont l'une place les élèves dans une position de recherche, comme le ferait un chercheur en mathématiques, et l'autre l'amène à discuter pour prouver son raisonnement. Cette approche sera davantage détaillée dans la prochaine section. Son utilisation en classe fournit donc un certain cadre aux enseignants.

1.4 Le problème ouvert

Parmi les différents types de problèmes, le problème ouvert est intéressant puisque malgré qu'il soit méconnu des programmes québécois, il a un fort potentiel pour développer les trois compétences mathématiques mentionnées plus tôt. De plus, il fait partie intégrante d'autres programmes éducatifs dans le monde, notamment en France et au Japon. La potentialité qu'offre ce type de problèmes ainsi que les modalités pédagogiques qui y sont associées seront expliquées. Ensuite, il sera mis de l'avant que le problème ouvert répond aux attentes du PFEQ pour terminer par ce qu'on connait de la pratique que les enseignantes mettent en œuvre lorsqu'il est utilisé dans leur classe.

1.4.1 La potentialité de la pratique du problème ouvert en classe

Avant de s'attarder aux apports du problème ouvert pour l'enseignement des mathématiques, il s'avère nécessaire de définir sommairement ce qu'est le problème ouvert afin de mieux en comprendre les propos.

Ce type de problèmes est redéfini par Arsac *et al.,* en 1983, alors membres de l'équipe de chercheurs de l'IREM de Lyon qui s'intéressait à la résolution de problèmes. Dès lors, ils aspiraient à ce que la pratique du problème ouvert, qui est inclus dans une approche pédagogique, soit mieux comprise et pratiquée par davantage d'enseignants. Le but premier du problème ouvert est de « placer les élèves dans la situation la plus typique de l'activité de recherche mathématique c'est-à-dire affronter un problème dont l'énoncé les place, toutes proportions gardées, dans la situation du chercheur » (Arsac, Germain et Mante, 1988, p. 7). Tout d'abord, ils ont défini le problème ouvert en lui donnant les caractéristiques suivantes :

> — énoncé court ;
> — l'énoncé n'induit ni la méthode, ni la solution (pas de question intermédiaire ni de problème du genre « montrer que »). En aucun cas cette solution ne doit se réduire à l'utilisation ou l'application immédiate des résultats présentés en cours ;
> — le problème se trouve dans un domaine conceptuel avec lequel les élèves ont assez de familiarité. Ainsi, peuvent-ils prendre facilement « possession » de la situation et s'engager dans des essais, des conjectures, des projets de résolution. (Arsac *et al*., 1988, p. 8)

D'abord expérimenté au collège[1], le problème ouvert avait comme visée d'amener les élèves à essayer-conjecturer-tester-prouver, ce qui peut être associé à raisonner en mathématiques (Jeannotte, 2015 ; Jeannotte et Kieran, 2017). Selon Arsac *et al.* (1988), ce genre de problème, davantage collé sur la réalité du chercheur, se démarque des activités mathématiques utilisées par les enseignants qui ont fréquemment pour but d'être « des exercices d'application pour entrainer les élèves à faire fonctionner une notion mathématique ; des activités pour faire découvrir des notions mathématiques nouvelles aux élèves *;* des tests ou des devoirs pour évaluer

---

[1] Collège tel que le définissent les auteurs signifie que les élèves ont entre 11 et 14 ans, ce qui représente des élèves de la 6^{e} année du primaire à la 3^{e} année du secondaire au Québec.

les élèves » (Arsac et Mante, 2007, p. 19-20). Pour ces chercheurs, placer les élèves en position de chercheurs demande deux étapes : la première étant la recherche d'une solution au problème ouvert et la seconde, le débat. La première se fait dans le but que l'élève comprenne l'énoncé et qu'il recherche une solution qui le satisfait, ou plutôt qui satisfait l'équipe avec laquelle il travaille. Ensuite, dans la partie du débat, il devra être apte à communiquer et à justifier sa solution.

Arsac *et al*. (1988) se sont intéressés aux apports de l'utilisation du problème ouvert en contexte réel de classe. Ils ont remarqué que « cela permet au professeur de voir comment ses élèves utilisent les concepts mathématiques étudiés antérieurement ; de savoir quelles connaissances ils sont capables de mobiliser correctement et quelles erreurs ils commettent » (Arsac et Mante, 2007, p. 22). Une fois ces observations faites lors de la période de recherche, le professeur peut alors mieux concevoir pour ses élèves les prochaines situations d'apprentissages.

En plus des apports pour l'enseignant, Arsac *et al.* (1983) ont observé de nombreux apports pour l'apprentissage des élèves. Premièrement, ils y ont vu des élèves motivés, autant dans la partie recherche que dans la partie débat ; son utilisation préviendrait donc le découragement des élèves. Cette motivation s'expliquerait par le fait que les élèves arrivent à s'approprier le problème et sentent qu'ils peuvent le résoudre. Pour certains d'entre eux, puisqu'ils peuvent tous faire quelque chose, ils y arrivent pour la première fois en mathématiques.

Deuxièmement, les élèves démontrent une très grande imagination et cela produit des résultats surprenants. En fait, ceci rejoint les propos d'Arsac et Mante : « nous sommes souvent étonnés par les découvertes de nos élèves » (2007, p. 62).

Troisièmement, Arsac *et al*. (1983) rapportent que l'aspect du travail d'équipe réalisé lors de la période de recherche a un impact important sur l'apprentissage mathématique des élèves. Effet, ces derniers doivent apprendre à s'écouter, même lorsqu'ils sont convaincus d'avoir trouvé la solution, à s'organiser et à accepter la critique qui vient des autres équipiers.

Quatrièmement, puisque l'enseignant ne dirige pas les élèves lors de la période de recherche, ces derniers doivent apprendre à répondre à leurs questions et à se fier à leur jugement (Arsac et Mante, 2007) ; ils développent ainsi leur autonomie.

Cinquièmement, la seconde partie du problème ouvert, soit le débat, contribue aussi à l'apprentissage mathématique des élèves. Tout comme dans la première phase, « les élèves apprennent là encore à s'écouter, à tenir compte de l'avis de l'autre, à défendre leur point de vue » (Arsac et Mante, 2007, p. 64). Or, les pairs bénéficient aussi du travail des autres lorsqu'ils sont à l'écoute. En effet, ils peuvent ainsi analyser ce que l'autre dit et, de ce fait, améliorer ou approfondir leurs connaissances du problème tout en voyant des solutions possibles auxquelles ils n'auraient pas pensé ou des manières différentes d'arriver à la même réponse. De même, un travail important du raisonnement mathématique est de justifier, prouver que ce qu'on avance est valide. Le débat permet alors aux élèves de s'approprier les règles du débat mathématique. Ainsi, cela profite à tous, autant à ceux qui expliquent qu'à ceux qui écoutent, puisque « lors des discussions collectives sur l'analyse des erreurs, les enfants en bas âge réfléchissent à leurs erreurs, apprennent de celles-ci et constatent que les erreurs sont source de progrès » (Kosyvas, 2010, p. 67). On peut donc en déduire que si l'élève apprend de lui-même, il est également en mesure de le faire à partir des erreurs de ses coéquipiers.

Pour terminer, un autre apport du problème ouvert est en lien avec la vision qu'ont les élèves des mathématiques. Les chercheurs ont remarqué que « souvent ce type de problèmes permet aux élèves de voir les mathématiques autrement » (Arsac et Mante, 2007, p. 65) et nous ne pouvons que nous réjouir de cette perspective.

1.4.2 Lien entre le PFEQ et le problème ouvert

À la lecture du PFEQ et lorsqu'on consulte les manuels et les cahiers d'activités mis à la disposition des enseignants du primaire, on ne semble pas faire mention de ce type de problèmes. Pourtant, on peut lire dans la littérature qu'il fait partie de nombreuses recherches, notamment au Japon (Inprasitha, 2006 ; Munroe, 2015) et en France (Coppé et Houdement, 2009 ; portail Éduscol mathématiques[2]), et ce, depuis 1970. Bien que le problème ouvert en tant que modalité pédagogique ne soit pas mentionné dans le PFEQ, une analyse du programme laisse penser qu'il présente un grand potentiel pour favoriser l'apprentissage mathématique des élèves. Premièrement, comme mentionné dans le PFEQ, au troisième cycle, l'élève « manifeste plus d'autonomie dans ses démarches de modélisation et imagine plus facilement des stratégies » (MEQ, 2001, p. 126). La résolution du problème ouvert demande justement à l'élève de développer cette autonomie puisqu'elle est au cœur même de la période de recherche où les élèves doivent élaborer leur démarche en utilisant une stratégie appropriée sans l'aide de l'enseignant (Arsac et Mante, 2007). Ainsi, on constate que le problème ouvert répond à ces exigences ministérielles, car l'élève doit faire preuve d'imagination et laisser place à son intuition créative. Le problème ouvert permet de travailler à la compétence *Raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques* puisque tant lors de la partie recherche que lors de la partie

[2] https://eduscol.education.fr/maths/

débat, en discutant avec leurs pairs, les élèves expliquent leur raisonnement et doivent s'organiser pour argumenter de manière logique démontrant que sa conclusion est fiable, soit à raisonner mathématiquement, comme le recommande le PFEQ (MEQ, 2001, p. 126). Le problème ouvert permet aussi aux élèves d'être créatifs puisqu'il peut se résoudre de différentes manières en utilisant différents concepts mathématiques connus. D'ailleurs, Arsac *et al*. (1988) ont rapporté que les enseignants étaient surpris des raisonnements mis de l'avant par leurs élèves reflétant ainsi cette créativité dont ils peuvent faire preuve dans leur résolution du problème ouvert. Cette notion de créativité fait partie de la compétence *Résoudre une situation-problème* (MEQ, 2001). Enfin, tout comme une *situation-problème,* le problème ouvert donne l'occasion aux élèves d'employer un raisonnement mathématique et de le communiquer à l'aide du langage mathématique, autant dans la partie recherche que dans la partie débat. En terminant, les enseignants peuvent aussi observer leurs élèves alors qu'ils résolvent et discutent lors de la partie recherche, leur permettant ainsi de noter comment les élèves confrontent leurs points de vue ou font part de leurs résultats (MEQ, 2001, p. 132), tout en notant les concepts et procédures utilisés pour y arriver. De ce fait, ils peuvent constater comment les différentes notions sont mises de l'avant par leurs élèves et revenir avec eux pour discuter de la manière qu'ils les ont utilisées dans leur raisonnement. En somme, l'élève qui fait part « de sa compréhension d'une situation ou d'un concept contribue souvent à l'amélioration ou à l'approfondissement de cette compréhension » (MEQ, 2001, p. 132) et l'enseignant peut observer ses compétences mathématiques.

1.4.3 Les enseignants et la pratique du problème ouvert

Dans leur livre *Problème ouvert et situation-problème*, Arsac *et al*. (1991) ont avant tout bien analysé la potentialité de ce type de problèmes pour les élèves, mais ils ont aussi soulevé de nombreuses observations des pratiques enseignantes avec ce type de problèmes. Selon eux, les enseignants trouvent difficile d'incorporer ce type de problèmes avec les attentes ministérielles, c'est-à-dire de s'assurer d'avoir couvert dans leur année tous les savoirs du programme. Cependant, ils n'ont pas précisé les pratiques mises en oeuvre par les enseignants lorsqu'ils utilisent un problème ouvert dans leur classe pour en arriver à ce constat ni même ce que font les enseignants pour arriver à surmonter cette crainte. Les constats d'Arsac *et al*. (1991) ne permettent pas d'apprécier comment les enseignants pratiquent le problème ouvert dans leur classe. Arsac *et al*. (1988) ont remarqué que les enseignants n'étaient pas portés à enseigner à l'aide du problème ouvert ce qui rend difficile l'analyse de leurs pratiques. Entre autres, Coppé et Houdement (2009) soulèvent que les enseignants éprouvent des réticences à l'utiliser dans l'enseignement traditionnel. L'enseignant est inconfortable à ne plus être celui qui « sait », mais celui qui amène les élèves à chercher et comprendre, ce qui est très différent de leur enseignement habituel et les amène aussi à être moins confiants sur la manière de l'utiliser. Selon Arsac et Mante (2007), les professeurs ont peur de ne pas arriver à voir toutes les notions s'ils se permettent des périodes d'utilisation du problème ouvert, surtout s'ils ne voient pas son utilisation justifiée en regard des examens d'étape ou de fin d'année, dans lesquels on évalue les compétences avec des problèmes dits « routiniers ».

Klavir et Hershkovitz (2008) ont mené une recherche avec les membres du *Center for Educational Technology (CET)* en envoyant via Internet des problèmes ouverts ayant plusieurs solutions à des élèves de 5^{e} année du primaire. Les enseignants membres ont alors animé une discussion à la suite des résolutions des élèves et les chercheurs ont récolté leurs données pour bâtir un outil visant à soutenir les enseignants qui utilisent ces types de problèmes. L'objectif était de leur permettre d'évaluer leurs élèves correctement ou de promouvoir une argumentation mathématique plus développée dans cette résolution de problèmes. L'analyse des solutions d'élèves a permis de construire une grille permettant d'évaluer le rendement scolaire des élèves sur la base du potentiel de l'argumentation des solutions. On constate que cet outil vient répondre à un besoin soulevé par les enseignants, soit d'évaluer leurs élèves lorsqu'ils résolvent des problèmes ouverts en mathématiques. Toutefois, bien que cet outil donne des indications aux enseignants sur la manière d'évaluer le problème ouvert en analysant les capacités créatives et les capacités de connaissances mathématiques des différentes solutions des élèves, il demeure que cette étude ne s'est pas intéressée à la planification et à la réalisation de problèmes ouverts en classe.

Munroe (2015) a tenté de répondre à un questionnement récurrent chez les enseignants qui pratiquent le problème ouvert dans leur classe, soit, comment contrôler la discussion mathématique en classe et comment promouvoir un haut degré de raisonnement mathématique. Afin de répondre à ce besoin, Munroe (2015) a créé un cadre pour l'approche *Open-Ended* afin d'aider les enseignants (voir Figure 1.1). Cette approche est constituée de deux parties, tout comme l'approche d'Arsac *et al.* (1988). Toutefois, une distinction s'impose : bien que la première partie, *understanding,* s'apparente à la partie recherche du problème ouvert d'Arsac *et al.* (1988), ce n'est pas le cas de la seconde partie, *applying,* qui est une période de discussion, et non de débat, où une application ou un transfert de ce qui a été appris dans le problème est transposé à des situations du quotidien (*stretch*) et à d'autres situations mathématiques (*Strengthen*).

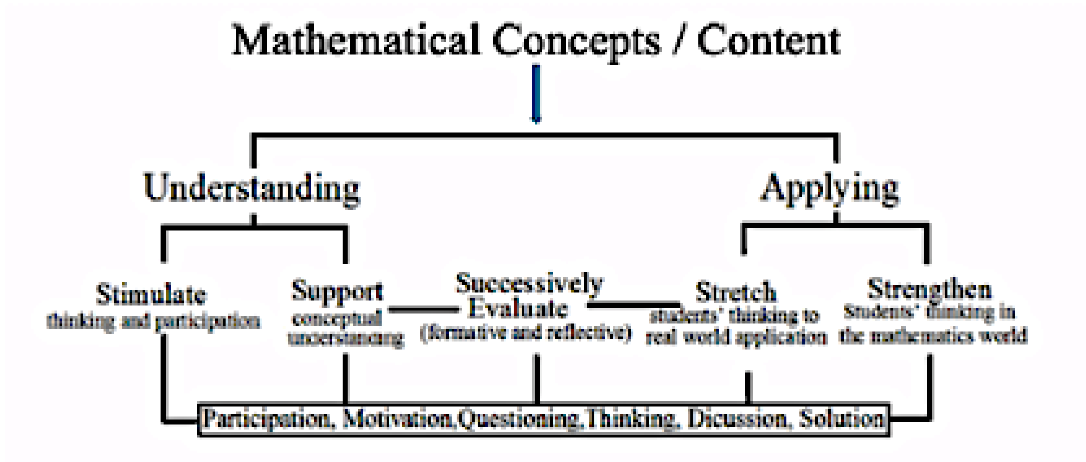


Figure 1.1 Modèle de l'*Open-Ended Approach* par Munroe (2015, p. 99)

En résumé, la recherche de Munroe (2015) nous en apprend davantage au sujet des pratiques enseignantes. L'étude de cas, où les données recueillies permettant l'élaboration de ce cadre a été réalisée à partir de séances vidéo enregistrées d'une des deux classes avant, pendant et après la leçon ainsi que d'une entrevue réalisée avec les enseignants des deux classes après le semestre. Les élèves ont du complété des questionnaires sur leurs apprentisssages réalisés après le semestre et certains de ces mêmes élèves ont été sélectionnés suite au questionnaire pour réaliser une entrevue individualisée. Par le croisement de ces données, on apprend alors que pendant la phase de compréhension du problème, l'enseignant stimule la communication et soutient la compréhension conceptuelle des élèves. Puis, lors de l'application du problème, l'enseignant étire la pensée mathématique au monde réel et renforce la pensée mathématique des élèves. Enfin, tout au long du processus de résolution des élèves, l'enseignant évalue constamment les réponses des élèves et rajuste son enseignement auprès des élèves.

Munroe (2015) a donc apporté un nouvel éclairage sur les pratiques enseignantes lors de l'utilisation du problème ouvert. Cependant, les deux enseignants japonais faisant partie de sa recherche étaient déjà familiers avec ce type de problèmes. C'est pourquoi, bien que cet auteur ait permis de constater les pratiques d'enseignants alors qu'ils utilisent le problème ouvert dans leur classe, il reste qu'on en sait peu sur le sujet au-delà de sa recherche.

1.5 Objectif de la recherche

En parcourant la littérature, plusieurs constats furent exposés dans la problématique. Au-delà de l'Europe (avec Arsac *et al.*, 1988) et du Japon (avec Becker et Shimada, 1997 ; et Nohda, 2000), les enseignants qui utilisent le problème ouvert dans l'enseignement des mathématiques ont une approche moins explicite, voire inexistante (Boilevin, 2005 ; Husain *et al.,* 2011 ; Klavir et Hershkovitz, 2008 ; Kwon, Park et Park, 2006). De plus, de nombreux chercheurs ont soulevé le questionnement des enseignants quant à son utilisation en classe ou à la suite de leurs analyses des productions d'élèves. Seul Munroe (2015) a, pour la première fois, tenté de noter les pratiques de deux enseignants afin d'en développer un cadre facilitant la compréhension de l'*Open-Ended Approach* et de l'enseignement avec le problème ouvert. On constate toutefois qu'il s'agit d'une recherche réalisée auprès d'enseignants japonais connaissant déjà cette approche et ce type de problèmes. Or, comme le problème ouvert est très peu connu au Québec — et mise à part la recherche de Munroe (2015) —, on en sait bien peu sur les pratiques d'enseignement des mathématiques avec le problème ouvert. Ainsi, ce projet de recherche tentera de répondre à l'objectif suivant :

- Circonscrire les pratiques enseignantes lors de l'utilisation du problème ouvert en classe de 6^{e} année du primaire.

Ensuite, les élèves ciblés seront en 6e année. Les recherches d'Arsac *et al*. (1988) et de Munroe (2015) visent des élèves de cet âge parce qu'ils ont alors une bonne base de connaissances en mathématiques afin d'argumenter et de discuter avec leurs pairs, en plus d'avoir une certaine autonomie dans leur travail. Pour toutes ces raisons, je désire donc poursuivre dans cette visée et effectuer ma recherche avec des enseignants de ce même niveau.

CHAPITRE II

CADRE THÉORIQUE

Dans la problématique, il a été discuté de l'importance de la résolution de problèmes dans le programme de formation de l'école québécoise (PFEQ) et de comment le problème ouvert permettrait aux enseignants de répondre aux exigences du programme tout en faisant bénéficier leurs élèves des apports de ce type de problèmes. Les enseignants semblent peu enclins à la créativité et à la spontanéité dans leur enseignement de la résolution de problèmes (Veyrunes *et al*., 2005), mais impressionnés par la créativité de leurs élèves lorsqu'ils résolvent des problèmes ouverts (Arsac *et al*., 1991). La question de recherche définie s'intéresse donc à circonscrire les pratiques enseignantes de l'utilisation du problème ouvert dans des classes de 6e année du primaire. Lors de l'élaboration de cette question, deux concepts centraux sont apparus nécessaires à mieux définir afin de bien saisir le but de la présente recherche. Il s'agit du problème ouvert ainsi que des pratiques enseignantes. Tout d'abord, ce chapitre définit le problème ouvert selon les deux approches qui l'utilisent : celle des chercheurs français Arsac *et al.* (1983) et celle du chercheur japonais Shimada traduit en anglais par Becker (1997) pour y définir l'approche du problème ouvert retenue pour ce projet. Il sera aussi défini la signification de pratique enseignante utilisée au fin de cette recherche. Les fondements épistémologiques décrits permettront de situer, de guider la méthodologie adoptée ainsi que l'analyse des données. Pour chacun des concepts, les différentes définitions répertoriées permettent de retenir différents objectifs spécifiques afin de répondre au sujet de la recherche : « *Circonscrire les pratiques enseignantes à l'utilisation du problème ouvert en classe de 6e année du primaire* ».

2.1 Le problème ouvert

Lorsqu'on parcourt le problème ouvert dans la littérature, on constate que différents chercheurs (Couture et Meyor, 2008 ; Husain *et al*., 2011 ; Inprasitha, 2006 ; Klavir et Hershkovitz, 2008 ; Laine, Näveri, Ahtee et Pehkonen, 2014 ; Manuel *et al.,* 2012 ; Munroe, 2015 ; Pehkonen, 1997 ; Pehkonen, Näveri et Laine, 2013 ; Sabilah et Manoy, 2018 ; Takahashi, 2000), de différents pays, en ont fait leur prédilection de recherche. D'ailleurs, on découvre rapidement combien ce type de problèmes est utilisé, et ce, dans différents contextes d'apprentissage : informatique, médical, scientifique ou mathématique. Or, chez les didacticiens des mathématiques, il n'y a pas de définition commune. Pour Kosyvas (2010), la définition d'un problème ouvert concerne l'énoncé qui amène différentes stratégies possibles ou plusieurs réponses possibles. Chez Arsac et Mante (1997), le problème peut être résolu de différentes façons menant à une seule et même réponse. En fait, le problème ouvert est souvent associé à une approche pédagogique dont la finalité fait aussi varier les caractéristiques des problèmes utilisés.

Tout d'abord, le problème ouvert fut, et l'est encore, utilisé au Japon dans une approche dite « ouverte », nommée « *Open-Ended Approach* » (Nohda, 2000 ; Becker et Shimada, 1997), où l'objectif est d'amener les élèves à travailler les mathématiques différemment en trouvant différentes démarches et solutions au problème posé. Ensuite, il fut utilisé par Arsac *et al.* (1983) dans une approche pédagogique qui avait pour but d'amener les élèves à travailler les mathématiques comme le ferait un chercheur, mais avec l'objectif de travailler la preuve mathématique.

2.1.1 Le problème ouvert selon Arsac *et al*. (1983)

Comme mentionné dans le chapitre précédent, dans le cadre de leurs recherches avec l'IREM, Arsac *et al*. (1983) ont étudié l'utilisation de problèmes ouverts en classe. Pour eux, il s'agit davantage qu'un type de problèmes, mais bien d'une approche pédagogique qui a pour but de travailler différentes stratégies de résolution de problèmes. Pour ces auteurs, un problème ouvert est composé d'un énoncé court, il n'a qu'une réponse possible, il n'induit ni la démarche ni la solution, et se trouve dans un domaine conceptuel relativement familier pour l'élève.

Pour Arsac et Mante (2007), la résolution de ce type de problèmes doit se faire à travers deux étapes bien distinctes : la recherche et le débat. C'est pour cela que les chercheurs considèrent que le problème ouvert est utilisé au-delà d'une résolution de problèmes, mais davantage dans une approche pédagogique. Comme l'explique Charnay (1992), premièrement, les élèves prennent connaissance du problème en tentant de se l'approprier, seuls, et après, ils cherchent à le résoudre en équipe. Par la suite, lors du débat, chacun d'eux expose sa solution et, en conclusion, l'enseignant anime la discussion autour des stratégies utilisées. Arsac *et al.* (1988) suggèrent que chaque équipe écrive sa démarche menant à la solution trouvée sur des cartons. Par la suite, les élèves se promènent, observent chaque carton et en discutent ; s'il y a lieu, ils corrigent des erreurs ou précisent la démarche. Lorsque chaque équipe récupère son carton, elle discute de ce que les autres ont noté. Un débat en grand groupe sur la preuve des démarches est alors animé par l'enseignant sur le problème résolu par la classe.

L'une des particularités de cette approche pédagogique, c'est qu'en plus d'amener les élèves à chercher comme le font des chercheurs en mathématiques, le problème ouvert permet de développer le raisonnement déductif, et donc, de travailler la preuve. Charnay (1992) ainsi qu'Arsac *et al*. (1988) y vont de conseils à l'enseignant afin de permettre à l'élève de travailler ainsi le problème ouvert. Tout au long de la période de recherche,

> Les interventions de l'enseignant doivent se limiter à des encouragements, des réponses à des questions portant strictement sur la compréhension de l'énoncé, mais en aucun cas, sur la validité d'une procédure, sur le fait que la voie choisie et *(sic)* bonne ou mauvaise [...]. (Charnay, 1992, p.78)

Cette partie appartient aux élèves, mais l'enseignant circule afin de recueillir des informations qui l'aideront à animer le débat. On comprend que l'enseignant encadre le déroulement des deux parties, mais prend vraiment une part active lors du rassemblement en grand groupe. À ce moment, l'enseignant a pour objectif d'amener les élèves à discuter autour des différentes stratégies qu'ils ont vues, soit d'argumenter mathématiquement les raisons qui les amènent à en accepter une plus qu'une autre. Ainsi, l'enseignant, au travers des interactions, dirige le débat autour de la preuve mathématique.

2.1.2 L'*Open-Ended Approach*

Kosyvas (2010) a fait une certaine recension des écrits entourant le problème ouvert. Ce dernier précise que le terme « problème ouvert » est d'origine japonaise et remonte aux années 70. Nohda (2000) explique que c'est un groupe de chercheurs collaborant avec un groupe d'enseignants qui en sont venus à écrire un livre en 1977 résumant la vision globale de cette approche. Depuis, puisque cette approche pédagogique commençait à gagner en popularité dans différents pays, il a été traduit en anglais par Becker et Shimada (1997, *The open-ended approach: A new proposal* *for teaching mathematics*). Il s'agit d'une approche « ouverte » qui contrastait avec les problèmes mathématiques utilisés habituellement dans les classes au Japon.

Dans leur ouvrage, Becker et Shimada (1997) définissent le problème ouvert comme un problème pour lequel il y a plusieurs démarches ainsi que plusieurs réponses possibles. On constate que d'autres chercheurs (Kosyvas, 2010 ; Kwon, Park et Park, 2006 ; Laine *et al*., 2014 ; Manuel *et al*., 2012 ; Munroe, 2015 ; Takahashi, 2000) définissent également le problème ouvert par le fait qu'il ait plusieurs démarches et solutions possibles. Ainsi, le même problème ouvert peut être utilisé à différents niveaux (primaire, début ou fin du secondaire), car les élèves répondront selon les connaissances qu'ils ont. Le problème ouvert utilisé doit être composé de manière à ce que les élèves aient les acquis requis pour le résoudre, tout comme le précise la définition d'Arsac *et al*. (1983). Tout comme ces chercheurs français, Nohda (2000) explique que cette approche a comme visée d'amener les élèves à apprendre selon leur potentialité, à s'approprier leurs apprentissages et à améliorer la qualité de leurs procédés et de leurs démarches utilisées en mathématiques. Enfin, Becker et Shimada (1997) précisent que l'objectif du problème ouvert n'est pas la réponse trouvée, même s'il en existe plusieurs, mais la méthode employée pour y arriver.

Dans l'*Open-Ended Approach* élaborée par Shimada (Becker et Shimada, 1997), la leçon débute par la résolution d'un problème ouvert approprié au niveau mathématique des élèves. Tout comme la situation-problème, il doit être riche en contenus mathématiques afin d'encourager les élèves à réfléchir selon différents points de vue. Enfin, il doit contenir des caractéristiques mathématiques qui conduisent à un développement mathématique plus avancé en permettant de généraliser ou de théoriser. Ceci se rapproche du problème ouvert utilisé par Arsac *et al*. (1983) qui vise essentiellement à travailler les règles du débat mathématique. Ce dernier aspect du problème ouvert en est un important de l'approche et pour comprendre son importance, il faut saisir comment Becker et Shimada (1997) proposent de mener une leçon mathématique.

Lors de son expérimentation, Becker et Shimada (1997) ont remarqué qu'il était préférable de prévoir deux périodes de classe afin de permettre aux élèves d'explorer le problème entièrement. Premièrement, avant de proposer le problème ouvert aux élèves, l'enseignant s'assure qu'il répond aux exigences de l'*Open-Ended Approach ;* il doit le résoudre en élaborant le maximum de démarches et de solutions pouvant être trouvées par les élèves. Puis, à partir des concepts mathématiques contenus dans le problème, il réfléchit au potentiel mathématique possible à la suite de sa résolution. Lors de la première période, l'enseignant expose le problème ouvert aux élèves en s'assurant que tous le comprennent bien. Par la suite, les élèves travaillent seuls afin d'élaborer leur propre démarche. Pendant ce temps, l'enseignant circule afin d'encourager les élèves à poursuivre et répond à leurs questions s'ils sont incapables de produire une quelconque démarche. L'enseignant récupère les feuilles de chaque élève afin de préparer la discussion de la fin et pouvoir les évaluer s'il le désire. Par la suite, il regroupe ses élèves en équipe de quatre, leur permettant alors de discuter entre eux afin de trouver une solution commune. Ils doivent alors noter tout le fruit de cette discussion sur une nouvelle feuille et l'enseignant leur rappelle que l'important est de noter le procédé par lequel ils sont passés. Puis, on commence la seconde période par la présentation des résultats de chacune des équipes au reste de la classe. À ce moment, l'enseignant guide la discussion en s'assurant que tous les points de vue ont leur place. Étant donné que l'objectif n'est pas la réponse, l'enseignant doit s'assurer que les arguments mathématiques sont concentrés sur les méthodes que les élèves décrivent, car elles expliquent la réponse trouvée. Lorsque l'enseignant considère que les arguments mathématiques discutés reviennent à ceux qui étaient à travailler dans le problème ouvert, il demande alors aux élèves d'en changer les paramètres afin d'en créer un nouveau, toujours ouvert. C'est à ce moment que le problème ouvert permet de faire des mathématiques plus avancées, car les élèves vont devoir réfléchir à ce qu'ils vont changer comme paramètres, et ensuite à ce que sa résolution a de différent ou de semblable avec la précédente. L'enseignant les amène ainsi à généraliser et à systématiser, conséquemment, à développer une « théorie » générale ou une toute nouvelle « théorie » mathématique. C'est à partir de cet aspect propre à l'*Open-Ended Approach* que les mathématiques peuvent être plus élaborées tout en respectant le rythme d'apprentissage de chaque élève.

Kosyvas (2010) résume : « avec son insertion, on veut améliorer l'enseignement traditionnel des mathématiques » (p. 45) ; et c'est d'ailleurs dans cette optique que Shimada a traduit son livre en 1997 avec Becker : afin d'avoir un enseignement traditionnel bonifié par cette approche.

Pour conclure, on constate que la variation entre la définition du problème ouvert d'Arsac *et al*. (1983) et celle de Becker et Shimada (1997) n'est pas uniquement liée à l'approche préconisée, mais bien au nombre de solutions possibles. Pour les chercheurs français, il s'agit d'une approche pédagogique où deux parties bien distinctes, la recherche et le débat, sont nécessaires pour travailler le problème ouvert. On est en quête de la preuve mathématique par la démarche prisée. Autrement dit, dans l'*Open-Ended Approach* (Nohda, 2000 ; Becker et Shimada, 1997), on travaille avec le problème ouvert afin de chercher et de discuter des différentes possibilités et réponses possibles pour ensuite les réinvestir dans la création d'un nouveau problème ou dans une situation réelle du quotidien ; alors que dans l'approche d'Arsac *et al*. (1983), on travaille avec le problème ouvert afin de chercher, comme le ferait un chercheur, pour ensuite débattre autour de la preuve trouvée par chacun.

2.2 La définition du problème ouvert et l'approche retenue

Après avoir parcouru les différentes définitions du problème ouvert dans la littérature ainsi que les approches préconisées, il me fallait définir celle qui allait être privilégiée dans cette recherche et qui conviendrait le mieux dans notre contexte québécois. Comme discuté précédemment, le problème ouvert répond à de nombreuses exigences ministérielles et permettrait donc aux enseignants d'en faire une complémentarité à ce qu'ils mettent déjà en pratique. Ainsi, la définition retenue du problème ouvert est la suivante :

Un problème ouvert est un problème :

- pour lequel les élèves utilisent leur propre méthode afin de le résoudre ;
- dont le champ conceptuel leur est connu ;
- qui représente un défi en mesure de stimuler l'activité mathématique des élèves ;
- qui peut être résolu de plusieurs façons ;
- qui possède une ou plusieurs réponses.

Comme dans l'*Open-Ended Approach* de Becker et Shimada (1997) et dans l'approche pédagogique d'Arsac *et al*. (1983), le problème ouvert sera réalisé en deux parties, soit une partie recherche et une partie débat ou discussion. De plus, les élèves travailleront en équipes tout au long de la résolution et ce sera la responsabilité de l'enseignant de planifier la composition des équipes de travail. Toutefois, la période de débat ne tournera pas forcément autour de la preuve de la solution, comme dans la pratique d'Arsac *et al.* (1983), mais plus autour des méthodes de résolution, comme l'*Open-Ended Approach* l'a défini. Ce choix se justifie par rapport aux objectifs du programme québécois dans lequel l'apprentissage de la preuve prend beaucoup moins d'importance qu'en France. Le choix des problèmes sélectionnés sera davantage discuté dans la partie méthodologie. Ils seront cependant choisis pour respecter la contrainte voulant que le champ conceptuel soit connu des élèves, selon les recommandations du PFEQ.

Ainsi, il sera possible de voir comment les enseignants gèrent les interactions qui seront différentes en raison des attentes propres à chaque partie. Enfin, la dualité entre la structure de l'enseignement du problème ouvert et les processus que l'enseignant privilégiera lors de sa pratique en classe sera aussi intéressante à interpréter.

2.3 La définition des pratiques enseignantes dans la littérature

Dans le domaine des sciences de l'éducation, Bru (2002) et Pudelko (2012) soulèvent qu'il y a un débat concernant l'analyse des pratiques enseignantes dans le monde de l'éducation. Clanet et Talbot (2012) en arrivent au constat que les pratiques enseignantes y sont peu étudiées. Roditi (2013) affirme que le travail d'un enseignant n'est plus vu comme un obstacle, mais plutôt comme une énigme, ce qui appuie les propos des auteurs qui disent que les recherches sur les pratiques enseignantes sont plutôt récentes.

Premièrement, la pratique en elle-même est un concept qui mérite d'être bien défini. Pour plusieurs chercheurs, les pratiques enseignantes font référence à un ensemble de tâches et de compétences, tel que le résument Robert et Rogaslki (2002) en définissant les pratiques comme :

> – tout ce que l'enseignant ou l'enseignante met en oeuvre avant, pendant et après la classe (conceptions activées au moment de la préparation des séances, connaissances diverses, discours mathématique et non mathématique pendant la classe, gestes spécifiques, corrections de productions d'élèves, etc.) (p.506)

Messier (2014) définit les pratiques enseignantes comme suit : « pour un enseignant, le fait d’exercer une activité professionnelle orientée par les savoirs et les compétences de celui-ci, ainsi que par les fins et les normes de la profession d’enseignant dans un milieu pédagogique particulier » (p. 144). Cela lui permet alors de se rajuster lors d’une situation d’enseignement. De plus, « la pratique enseignante concerne la réalisation de l’action, mais aussi ce qui touche son orientation ou sa planification » (Messier, 2014, p. 145). Ainsi, dans ce projet, il est considéré que la pratique enseignante concerne « l’ensemble des pratiques professionnelles de l’enseignant » (Clanet et Talbot, 2012, p.5) et cela englobe alors toutes les actions que pose l’enseignant pré-enseignement, pendant la classe avec les élèves, et post-enseignement.

Lorsqu'Arsac *et al*. (1983) définissent leur approche pédagogique, ils ne précisent pas ce qu’ils entendent par pratique, mais on comprend, à la lecture de leurs articles, que cela englobe autant ce que l’enseignant fait avec les élèves dans la classe que la planification qu’il fait du problème à enseigner, soit une manière d’agir comme l’entend Messier (2014). Becker et Shimada (1997) consacrent le troisième chapitre de leur livre à des conseils sur la manière de développer une leçon mathématique d’un problème ouvert dans la classe. À aucun moment ils ne précisent ce qu’est pour eux une pratique lorsqu’ils s’adressent aux enseignants. Toutefois, à partir de ce chapitre, on peut déduire que cela renvoie à tout ce que fait l’enseignant.

Lors de la pratique du problème ouvert dans sa classe de 6e année, tout ce que l’enseignant fera avant, pendant et après la leçon sera considéré comme faisant partie de sa pratique. En somme, la planification de l’enseignement du problème ouvert, la pratique en classe et la réflexion en groupe qui suit sont toutes constituées des pratiques enseignantes.

2.4 Les fondements épistémologiques

Afin d’éclairer les pratiques enseignantes lors de l’utilisation du problème ouvert en classe de 6e année du primaire, il est important de comprendre les fondements épistémologiques sur lesquels repose l’ensemble de cette recherche.

2.4.1 La théorie de la structuration

Dans son ouvrage *La constitution de la société*, le sociologue Anthony Giddens (1987) discute des éléments de la théorie de la structuration qu’il a développée. Provenant de la sociologie interprétative, il s’agit d’une théorie herméneutique de l’action et, pour Giddens (1987), la société est un ensemble de pratiques sociales qui sont accomplies et ordonnées dans le temps. En résumé, tout système social est composé d’un ensemble de règles et de ressources qui le structure, et cet ensemble permet de structurer les actions des acteurs. Ainsi, les actions de l’acteur permettent à l’activité d’être structurée, alors qu’elle-même structure les conditions dans lesquelles elle se déroulera, ce qui permet ensuite à l’activité d’être restructurée, régissant ainsi sa continuité. Les actions, autant dans leur processus que dans leur forme, permettent alors des interactions entre les acteurs durant ces activités, donnant ainsi un sens et une finalité à ces interactions. On retrouve alors cette idée centrale de la dualité du structurel où la structure de l'action (la forme) et le structurant de l'action (le processus) sont complémentaires. Kedichi (2005) explique que dans cette théorie, on considère que la structure de l'action n'est pas extérieure aux individus, mais plutôt constitutive de leurs actions tout en étant le cadre qui permet ces actions. En somme, les activités humaines sont récursives et les acteurs sociaux ne « créent » pas ces activités, ils les recréent sans cesse, en faisant usage des moyens qui leur permettent de s'exprimer en tant qu'acteurs. Dans leurs activités, et *par* elles, les acteurs reproduisent les conditions qui rendent ces activités possibles.

Selon cette théorie, lorsque l'enseignant — acteur en interaction dans son école — met en place une activité de résolution de problèmes en classe, ses actions sont récursives. En effet, l'enseignant recrée une activité de résolution de problèmes en faisant usage de moyens à sa disposition qu'il a pu apprendre en tant que membre de certaines communautés (élèves, futurs enseignants, enseignants). Les moyens dont il dispose pour pratiquer la résolution de problèmes lui permettront de s'exprimer en tant qu'enseignant. C'est alors qu'il reproduit les conditions nécessaires pour que l'activité se déroule comme il le souhaite à l'aide des règles et des ressources (ses propres connaissances, le programme, les attentes ministérielles) dont il dispose. On voit cette dualité complémentaire dans le travail de l'enseignant, car il reproduit et organise les activités de résolution de problèmes en mettant en place les conditions qui permettent la continuité de la structure (l'enseignement de la résolution de problèmes) à partir des règles et des ressources de cette structure.

Kedichi (2005) résume que le temps et l'espace permettent de concevoir toute organisation comme un tout non homogène, ce qui signifie que selon l'organisation dans laquelle l'acteur se situe, la structuration diffère d'un acteur à l'autre puisqu'ils ne sont pas dans un même environnement, autant en termes de temps (histoire des acteurs) que d'espace (lieu physique). C'est pourquoi, d'une classe à l'autre, les pratiques enseignantes peuvent varier puisque la classe, en tant qu'organisation, a sa propre histoire et sa propre organisation physique.

Au centre de cette dualité du structurel se trouvent les interactions sociales entre les acteurs qu'il est possible d'analyser. Tout d'abord, pour Giddens (1987), dans toutes situations d'interactions on retrouve le contrôle réflexif, la rationalisation et la motivation de l'action. Selon lui, la motivation est moins directement reliée à l'action, ce qui la rend plus difficile à ancrer dans la réflexivité de l'acteur. Le contrôle réflexif de l'action représente ce qui est routinier dans la conduite humaine, comme s'il allait de soi d'agir ainsi, alors que la rationalisation est le principe de base sur lequel les acteurs évaluent les compétences générales des autres acteurs. Toutefois, on ne questionne pas les autres acteurs si l'activité est coutumière au groupe dont on fait partie. Ainsi, un enseignant pourrait expliquer ce qu'il a fait dans sa classe sans qu'un collègue ne demande d'explication, puisque partageant le même métier, ce dernier rationalise sa manière d'agir.

Pour Giddens (1987), « Une personne est un agent qui se donne des buts, qui a des raisons de faire ce qu'il fait et qui est capable, si on le lui demande, d'exprimer ces raisons de façon discursive » (p. 51). Morrissette (2011) explique qu'on distingue dans ce niveau discursif, la **conscience discursive** (ce que l'acteur peut exprimer concernant ses actions ou celles d'autres acteurs) de la **conscience pratique** (qui fait référence à ce qu'un acteur fait, sans toutefois pouvoir expliquer comment il le fait). Ces deux consciences sont perméables, c'est-à-dire que la socialisation et le développement de l'acteur peuvent les modifier. Dans la rationalisation de son action, un enseignant pourrait donc être capable d'expliquer à d'autres pourquoi il agit de cette manière lors de son enseignement de la résolution de problèmes ou interroger ses collègues sur leurs pratiques en accédant à cette conscience discursive. Toutefois, il pourrait savoir qu'il doit agir de cette manière sans pour autant être capable d'expliquer pourquoi (conscience pratique). Par exemple, un enseignant peut poser des questions ouvertes aux élèves lors de la phase de débat (conscience pratique) sans nécessairement être en mesure d'expliquer pourquoi il a posé telle question à tel moment. Par l'interaction de la discussion et de l'action, le savoir en commun est mis en jeu et le « je » devient possible grâce au discours de l'autre.

Ainsi, grâce aux interactions, les enseignants qui collaborent peuvent structurer les actions qu'ils mènent en classe. Il est alors possible de dégager un sens des pratiques enseignantes observées lorsque les enseignants interagissent pour choisir et planifier leur problème ouvert, former les équipes et anticiper leur rôle à chacune des parties du problème (la recherche et le débat) tout en étant dans un contexte de temps précis. De plus, comme ces actions structurent l'activité que fera l'enseignant dans la classe avec les élèves, c'est donc par leur moyen et celui des interactions lors des discussions qu'il est possible de voir les pratiques enseignantes alors qu'ils expérimentent le problème ouvert dans leur classe.

2.4.2 L'interactionnisme symbolique

Comme l'expliquent De Queiroz et Ziółkowski (1994), l'interactionnisme symbolique, né vers la fin des années 30, est un croisement entre « une interprétation du pragmatisme social et la tradition de recherches sociologiques développées par l'École de Chicago entre 1920 et 1930 » (p. 25). On considère que George Herbert Mead en est le fondateur, mais que c'est principalement Hubert Blumer, l'un de ses élèves, qui a écrit la version la plus radicale de l'interactionnisme. Le Breton (2004) définit l'interaction comme « un champ mutuel d'influence » (p. 51). Ainsi, le monde social est constamment en train de se faire et de se refaire, car il n'est ni figé ni stable. Il se construit par ce que les acteurs décident de faire ensemble. Tout comme pour la théorie de Giddens, ce sont les interactions sociales qui permettent aux acteurs d'agir et donc de voir la structure même de ces actions. Ainsi, le monde social est perçu de la même manière par ces deux théories, car ce sont les interactions entre les acteurs qui en sont l'aspect important. Toutefois, la manière d'analyser ces interactions diffère entre les deux. Pour l'interactionnisme symbolique, ce sont tous les symboles utilisés par les acteurs (comportements, gestes, paroles) au cours des interactions qui seront analysés, alors que pour la théorie de l'action, c'est l'action (sa structure et son processus) que l'acteur fait dans l'interaction. Par exemple, l'interaction pourrait être une activité pratique entre les enseignants qui transforme la réalité. Ce monde social, qu'est l'enseignement, est en constant changement et c'est par ce que les enseignants décident de faire ensemble qu'il se construit et se reconstruit dans une optique de transformer leur classe. La dimension symbolique de l'interactionnisme provient des interprétations de l'interaction. Le langage ou les mouvements du corps font partie d'une multitude de signes par lesquels les acteurs échangent avec les autres.

De Queiroz et Ziółkowski (1994) expliquent que trois fondements définissent l'interactionnisme symbolique selon Blumer : « les humains agissent à l'égard des choses en fonction du sens que les choses ont pour eux », « ce sens est dérivé ou provient des interactions de chacun avec autrui » et « c'est dans un processus d'interprétation mis en œuvre par chacun dans le traitement des objets rencontrés que ce sens est manipulé et modifié » (1969, cité dans De Queiroz et Ziółkowski, 1994, p. 31). En résumé, le sens que l'on donne à une activité, l'enseignement de la résolution de problèmes, par exemple, provient des interactions que l'enseignant a eues avec ses collègues et avec ses élèves, comme le rapportent Xenofontos et Andrews (2014). C'est à partir de l'interprétation qu'il s'en fait qu'il peut modifier sa pratique de la résolution de problèmes dans sa classe. À l'occasion d'une formation ou d'une discussion avec un collègue, concernant un premier enseignement de la résolution de problèmes à un groupe, l'enseignant développera de nouvelles interprétations qui entraineront une nouvelle manière d'enseigner ou de planifier l'enseignement ; c'est alors qu'une nouvelle structure se mettra en place. On s'intéresse alors davantage au processus structurel (actions) qu'aux structures (les règles). Cette approche permet donc un regard sur ce « processus mutuel de définitions et d'interprétations et est donc une construction continue des acteurs » (De Queiroz et Ziółkowski, 1994, p. 32). Il existe une grande similitude entre la théorie de la structuration de Giddens (1987) et l'interactionnisme symbolique puisque les deux s'intéressent au processus structurel de l'action des acteurs. Toutefois, Giddens (1987) voit aussi le côté structurant de l'action et c'est cette dualité qui est la dynamique de la théorie, tandis que dans l'interactionnisme symbolique, on s'intéresse aux actions pour interpréter les interactions entre les acteurs et comment elles sont construites par eux. L'action est donc fort importante, mais n'est pas analysée de la même manière. Par conséquent, les enseignants posent des actions et grâce aux interactions entre eux lorsqu'ils discutent, le structurel (la forme) et la structuration (le processus) de leurs actions peuvent s'en trouver modifiés.

Lors de l'enseignement de la résolution de problèmes, l'interactionnisme symbolique permet d'aller observer les interactions entre des enseignants discutant entre eux de cette activité ou entre l'enseignant et ses élèves. À travers ces interactions, les enseignants utiliseront des comportements, auront un vocabulaire ou encore un ton de voix qui permettra de constater les interprétations qu'ils se font de la situation. Les choix de mots, des comportements ou encore du ton de voix exprimés par l'enseignant sont en fait les motifs de ses interprétations. Ces dernières représentent alors le sens qu'ils donnent à cet objet, l'enseignement de la résolution de problèmes.

2.5 Les questions spécifiques de la recherche

À l'aide des assises de la théorie de la structuration de Giddens (1987) et de l'interactionniste symbolique, il sera possible de décrire comment les enseignants pratiquent le problème ouvert dans leur classe de 6e année du primaire. L'enseignant s'adaptera et se rajustera à travers les interactions entre lui et ses élèves et entre lui et ses collègues, et c'est par l'analyse de ces dernières que les pratiques pourront être décrites. Contrairement à la recherche de Munroe (2015), les enseignants d'ici n'ont aucune connaissance de ce qu'est un problème ouvert et donc, n'ont aucune idée de la manière de l'enseigner. Ainsi, il est possible de se demander :

1. Quelles pratiques enseignantes sont mises en œuvres lors l'utilisation du problème ouvert en classe pré-enseignement (planification) lorsqu'ils pratiquent le problème ouvert ?
2. Quelles pratiques enseignantes sont mises en oeuvres l'utilisation du problème ouvert en classe durant l'enseignement (en classe) lorsqu'ils pratiquent le problème ouvert ?
3. Quelles pratiques enseignantes sont mises en oeuvres lors de l'utilisation du problème ouvert en classe post-enseignement (réflexion) lorsqu'ils pratiquent le problème ouvert ?

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE

Afin de répondre à ces questions, la théorie de la structuration ainsi que l'interactionniste symbolique ont tous deux reconnu que le milieu dépend de ses acteurs. Ainsi, un acteur est compétent dans ses interactions et les actions qu'il pose par l'intermédiaire de ces dernières lorsqu'il exerce son jugement et oriente sa prise de décisions selon la situation. La recherche collaborative (Bednarz, 2013 ; Bednarz et Desgagné, 2005 ; Desgagné, 1997 ; Morrissette et Desgagné, 2009) a quant à elle comme fondement la compétence qu'ont les enseignants dans leur métier, tout comme Giddens (1987) qui considère l'acteur compétent dans sa théorie de la structuration. C'est par cette vision commune, celle de l'enseignant compétent reconnu, qu'elle est non seulement pertinente à cette recherche, mais nécessaire. La collaboration ainsi que la co-construction d'un savoir commun unissant le praticien à la recherche seront expliquées. Ensuite, la section 3.2 décrira la démarche collaborative se déroulant en trois moments clés. Enfin, la section 3.3 décrit le les matériaux d'analyse.

3.1 Une recherche à saveur collaborative

Ce projet emprunte plusieurs de ses outils méthodologiques à la recherche collaborative. Comme le spécifie Bednarz (2013), ce que l'on connait aujourd'hui comme étant la recherche collaborative s'est amorcé au Québec par ce désir de mieux comprendre les enjeux du métier d'enseignant. Les chercheurs y ont vu une occasion de travailler de concert avec les praticiens afin de voir ce bien commun, l'éducation, être mieux compris et mieux cerné. Pour Bednarz et Desgagné (2005), l'expertise de l'enseignant est importante puisqu'elle n'est accessible au chercheur que s'il accepte de la partager avec lui. La chercheuse adoptant une approche collaborative lui reconnait cette compétence. Ce partage permet de relier le monde de la recherche et le terrain, dans notre cas, la classe.

3.1.1 Une approche dite collaborative

Selon Desgagné (1997), l'approche collaborative revient à considérer que le chercheur ne peut construire les connaissances de la pratique professionnelle du métier sans considérer le contexte réel dans lequel cette pratique se déroule. De ce fait, cela revient à dire que l'enseignant connait bien tous les aspects de son métier auxquels le chercheur ne pourrait avoir accès sans son aide. Comme le mentionne Bednarz (2013), « la voix des enseignants apparait ici un incontournable pour avancer sur la compréhension de phénomènes liés à cette pratique, une compréhension à laquelle les enseignants eux-mêmes, avec les chercheurs, ont beaucoup à apporter » (p. 18). Le praticien devant constamment se rajuster lors de son enseignement, de par les contraintes du métier, il développe une compétence et une réflexivité de sa pratique. De ce fait, cette approche est pertinente à ce projet puisqu'elle permettra d'éclairer les pratiques mises en œuvres par les enseignants. Tel que le précise

Corriveau (2018) le chercheur « met donc à profit son « savoir-faire » de chercheur pour faire expliciter, pour catégoriser, nommer, faire nommer, décoder cette pratique in situ » (p.3). Puisque les enseignants collaborent aux rencontres et aux discussions en partageant leur manière de faire, tel que le dirait Morissette (2009), où les pratiques enseignantes émergent. En les questionnant et en leur demandant de clarifier leurs actions, « les praticiens participent en quelque sorte à la constitution du savoir autour de la pratique investiguée » (Corriveau, 2018, p.3) d'oì la notion de « dite » collaborative car les enseignants ne participent pas à la création de situation d'enseignement ni à leur réflexion, les problèmes étant donnés aux praticiens. Mon projet s'inscrit dans la visée de la recherche collaborative, car avec leur aide, une condition essentielle, alors qu'ils enseigneront le problème ouvert, les pratiques d'utilisation du problème ouvert seront circonscrites.

3.1.2 Une complémentarité des rôles

Dans l'approche collaborative, un aspect important est de bien comprendre les rôles que jouent chacun des acteurs au sein de cette collaboration afin d'éviter toutes situations pouvant nuire au projet. Selon Van der Maren (2010), le chercheur, en tant qu'organisateur de sens, se donne comme rôle d'interpréter en traduisant les significations de ce que les premiers acteurs de terrain font. Tout comme Morrissette (2009) le décrit, leurs expertises respectives, au chercheur et au praticien, n'impliquent pas qu'ils accompliront les mêmes tâches à tous les moments de la recherche, d'où cette importance de clarifier le rôle de chacun.

Ainsi, tout comme dans le projet de Morrissette (2009), mon rôle principal consistait à guider chacun des participants afin qu'ils comprennent que c'est en partageant leur expertise que la recherche prend tout son sens. Néanmoins, étant enseignante en 6^{e}

année, il est donc arrivé que je collabore en tant que praticienne au sein du groupe, un excès selon Proulx (2013). Cet écart entre les rôles a tantôt permis d'amener la discussion autour d'un aspect spécifique de la pratique et à d'autres cela me donna un accès privilégié à comprendre leurs « codes de terrain ». Malgré cette limite, mon rôle de chercheur étaient d'alimenter les discussions pour favoriser l'explicitation de leurs actions afin de ressembler les données de leur « compétence d'acteur en contexte » (Giddens, 1987) et de pouvoir circonscrire leurs pratiques. Enfin, lors de son partage l'enseignant participant a alors la possibilité de réfléchir sur son action (rétrospection) ou de le voir comme une activité de perfectionnement professionnel (formation). D'ailleurs, en discutant de leur enseignement avec l'utilisation du problème ouvert, les enseignants avaient l'opportunité de réfléchir à l'enseignement, en général, de la résolution de problèmes qu'ils font dans leur quotidien. En somme, c'est grâce à cette complémentarité des rôles qu'on s'assure du bon déroulement des rencontres réflexives.

3.1.3 La rencontre réflexive au cœur de la démarche

Les rencontres réflexives se sont déroulées comme des conversations, comme c'est le cas des entrevues semi-dirigées. Elles avaient pour objectif de « provoquer une conversation orientée » puisqu'elles se caractérisent « par le développement non-directif d'une discussion génératrice de signification, et non seulement d'information » (Davila et Dominguez, 2010, p. 57). Ces rencontres réflexives étaient collaboratives et se déroulaient comme si le groupe de participants discutait librement tout en répondant à des questions qui amenaient la discussion autour d'enjeu soulevé par les enseignants lors de la recontre précédente. C'est-à-dire que chacun des enseignants pouvait parler lorsque le sujet l'interpelait et les normes sociales géraient naturellement la discussion. Par normes sociales, il est entendu de parler à la suite de l'intervention d'une autre personne sans nécessairement lever la main pour être entendu, de respecter la parole de l'autre tout en communiquant ce que l'on souhaite ; en somme, d'agir comme si la rencontre était une conversation. C'est à travers les interactions, alors qu'ils discutaient de leurs pratiques du problème ouvert, que la collaboration praticien/chercheur prenait tout son sens. Grâce au partage de leur expertise enseignante et de mon regard de chercheuse, il était alors possible de dégager des pratiques enseignantes en lien avec l'utilisation du problème ouvert en classe de 6^{e} année du primaire. En effet, comme le mentionne Morrissette (2009),

> [...] du point de vue analytique, concevoir les entretiens comme des conversations, c'est reconnaître que l'univers symbolique créé lors de ces événements n'est pas le seul produit d'une construction du moment ; il s'appuie sur une histoire, sur une certaine expérience de la pratique en cause [...]. (p. 87)

Les enseignants discutaient de leur enseignement et des actions qu'ils ont faites et feront pour enseigner avec le problème ouvert. Ainsi, dans cette optique de collaboration, les rencontres réflexives étaient la ressource clé de cette recherche.

3.1.4 Une co-construction exploratoire

Le monde de l'éducation faisant partie des sciences humaines, le chercheur seul ne peut rien parce que ce sont les acteurs qui livrent la matière première, selon Van der Maren (2010). Ainsi, en travaillant de pair avec les enseignants (les acteurs), j'avais accès à cette matière première : leurs pratiques enseignantes avant, pendant et après l'enseignement du problème ouvert dans leur classe. Desgagné (1997) explique bien le but de la recherche collaborative qui, en fait, « s'articule autour de projets dont l'intérêt d'investigation repose sur la compréhension que les praticiens, en interaction avec le chercheur, vont construire autour de l'exploration, en contexte réel, d'un aspect qui concerne leur pratique professionnelle » (p. 373). C'est donc autour de cette *coconstruction* que se déroulait l'expérimentation. Le problème ouvert n'étant pas connu dans notre milieu d'éducation québécois, comme décrit dans la problématique, ce projet était alors exploratoire, puisque les enseignants en savaient peu sur ce type de problèmes et ne l'avaient, à priori, jamais utilisé dans leur enseignement. Ainsi s'établissait une démarche de réflexion autour de cette nouvelle situation liée à leur pratique. Bref, c'était une investigation qui s'articulait, se coconstruisait autour des interactions entre la compréhension de l'enseignement du problème ouvert pour les praticiens et de mon analyse de ces interactions en tant que chercheuse.

3.2 La démarche collaborative sur le terrain : trois moments clés

Ancrée dans cette perspective de collaboration à la recherche, la démarche collaborative a été élaborée selon tous les aspects permettant aux praticiens de prendre une part active au projet. L'objectif étant de répondre aux questions de recherche, la démarche sur le terrain a été construite autour de trois moments clés : la *co*-situation, la *co*-opération et la *co*-production. Pour chacun de ces moments, le critère de double vraisemblance est important (Barry et Saboya, 2015). Cette démarche permet ainsi de voir les pratiques pré-enseignement, en cours d'enseignement et post-enseignement des enseignants alors qu'ils utilisent le problème ouvert avec leurs élèves de 6e année.

3.2.1 La *co*-situation

Bien avant que les enseignants ne prennent part au projet collaboratif, la recherche émanait d'une préoccupation du milieu, comme mentionné dans la problématique. Étant moi-même enseignante, je provenais du milieu et j'étais confrontée à une problématique qui me poussait à réfléchir pour trouver des solutions afin d'éclairer et comprendre ma pratique. Or, cette problématique ne m'était pas propre et a particulièrement intéressé les enseignants qui ont participé à ce projet. Comme Desgagné (1997) l'explique, dans la collaboration, il y a cette perspective du chercheur désirant approfondir ses connaissances du monde de l'enseignement, et celle du praticien d'y participer dans l'objectif de réfléchir à cet aspect de son enseignement dans une perspective de formation continue. Ainsi, d'une part, le chercheur se trouve à collecter et analyser des données donnant alors accès à des connaissances sur un enjeu du métier de l'enseignant et, d'autre part, l'enseignant qui accepte de partager sa didactique praticienne y voit une démarche susceptible de répondre à des questionnements ou à un besoin dans sa pratique. La collaboration se voit alors cosituée puisqu'elle tient compte d'un besoin réel du milieu, d'un questionnement pertinent, tant pour la recherche que pour les enseignants y collaborant. On retrouve alors une forme de double vraisemblance, car pour l'un et l'autre le projet prend une pertinence sociale : pour le chercheur, sur le plan de l'avancement de la recherche — on en connait peu sur les pratiques enseignantes entourant l'utilisation du problème ouvert en classe —, et pour le participant, sur le plan d'un perfectionnement de sa pratique — les enseignants y voient une occasion de réfléchir aux types de problèmes utilisés et à leur façon d'accompagner la résolution en classe (Desgagné *et al.*, 2001).

3.2.1.1 Le choix des enseignants

Tout d'abord, l'enseignement en 6e année étant mon quotidien depuis plusieurs années, j'ai côtoyé certains collègues de mon niveau lors de colloques, formations ou congrès. Il était important que les enseignants se reconnaissent dans le projet, soit l'utilisation du problème ouvert en classe. C'est à travers les interactions entre les enseignants discutant des actions qu'ils ont posées lors de leur enseignement avec le problème ouvert que je pouvais analyser les pratiques des enseignants. Dans cette perspective, je désirais travailler avec des paires d'enseignants réparties dans trois écoles différentes, favorisant le plus possible les interactions entre eux et permettant possiblement un discours plus discursif au sens de Giddens (1987). Toutefois, pour une question d'équité et de conscience éthique, j'ai écrit une lettre expliquant les apports et le but de mon projet, puis je l'ai fait parvenir à ma direction d'école qui l'a, par la suite, acheminée à toutes les directions d'école de la Commission scolaire de Laval [CSDL]. Ainsi, tous les enseignants de la CSDL ont été avisés de mon projet et ceux désirant y participer m'ont contactée, dont certains enseignants que je connaissais déjà. À ce moment, j'ai discuté directement avec deux participants que je connaissais et qui, je le savais, voyaient dans ce projet la possibilité de réfléchir à leur pratique tout en la partageant. Chacun d'eux en a parlé avec son collègue de niveau qui a aussi accepté d'y participer, quatre enseignants devenaient ainsi des collaborateurs. Puis, le choix des deux derniers enseignants s'est fait par l'entremise de la lettre. Ils ont été les premiers à me contacter et puisqu'ils répondaient aux critères de recherche, ils ont été sélectionnés. Le groupe d'enseignants collaboratifs était alors complet pour explorer le sujet compte tenu du temps restreint. Ce sont donc six enseignants de 6e année de trois écoles différentes qui ont été choisis ; les dyades étaient composées de Mathieu et Mélanie, de Bruno et Isabelle et de Brigitte et Carole, les noms étant fictifs afin de respecter l'anonymat des participants.

3.2.1.2 Le contrat collaboratif souple et évolutif

Comme décrit précédemment, les rôles étant complémentaires, je voulais être le plus souple possible avec mes collègues afin qu'ils sentent bien combien ce projet ne pouvait se construire sans leur expertise. Lors de la rencontre de présentation du projet (le 25 novembre 2017), il leur a été proposé un contrat collaboratif qui comprenait un horaire, l'échéancier souhaité, et les détails du scénario d'enquête prévu (Annexe A). Durant cette rencontre, j'étais ouverte à leurs suggestions puisque la collaboration était essentielle à la co-construction de ce projet. Il leur a été demandé de participer à trois rencontres réflexives : les 1er décembre, 9 décembre et 20 décembre. De plus, il a été entendu que j'irais les voir utiliser le problème ouvert en classe avant chacune des deux autres rencontres réflexives. Après chacune des séances en classe d'une même école, j'ai rencontré les dyades afin de recueillir leurs réflexions et leurs questionnements alors qu'ils venaient tout juste de vivre cet enseignement. Le cheminement évolutif entre chacune des rencontres réflexives m'a donné la latitude nécessaire à cet aspect exploratoire du sujet. Lors de cette rencontre, des outils leur ont été fournis : une liste de sept problèmes ouverts provenant de différentes sources et ayant différentes caractéristiques leur a été proposée (Annexe B).

3.2.2 La *co*-opération

Le projet s'inscrit dans un désir d'éclairer un enjeu du milieu, la résolution de problèmes ouverts en classe au primaire, enjeu aussi perçu par les enseignants participant au projet. Le projet représentant une pertinence sociale, il était important que la *co*-opération entre le chercheur et les enseignants soit le reflet de la réalité du milieu d'où proviendraient les données. Dans cette optique, les prochaines sections décrivent le déroulement du premier contact avec les participants, des trois rencontres réflexives, des observations en classe ainsi que des rencontres en dyade, où la collecte de données et le questionnement sur la pratique allaient s'entrecroiser.

3.2.2.1 Le premier contact avec les participants

Lors de l'élaboration du contrat collaboratif du 25 novembre 2017 avec les participants, trois rencontres réflexives ayant un objectif bien précis ont été planifiées en décembre. Dans la question de recherche, il est spécifié que les enseignants sont non-initiés, car c'est lors de ce premier contact que la cosituation a été négociée et que les enseignants ont pris connaissance de la définition du problème ouvert utilisée dans ce projet et de son enseignement en deux parties, soit la phase de recherche puis celle du débat. Les enseignants ont reçu la liste de problèmes ouverts proposée par courriel (Annexe B). Ils ont pu les lire, noter leurs questions et réflexions, bref, s'approprier ces problèmes avant la première rencontre réflexive et alors, pouvoir s'initier à l'utilisation du problème ouvert en classe.

3.2.2.2 Le déroulement des rencontres réflexives

La première rencontre réflexive, qui s'est déroulée le 1er décembre 2017, avait pour objectif de recueillir les données permettant d'éclairer les pratiques enseignantes avant l'utilisation du problème ouvert dans leur classe. En suivant le protocole des rencontres (Annexe C), le tout a débuté avec une conversation entourant la lecture des différents problèmes et leur compréhension. Puis, les enseignants m'ont informée de celui qu'ils avaient sélectionné afin de l'utiliser dans leur classe. Certains enseignants s'interrogeaient et argumentaient sur leur choix, et cela m'a permis, comme Van der

Maren (2010) le mentionne, de me concentrer non seulement sur celui qui parle, mais aussi sur les autres, leur montrant qu'ils sont aussi importants que la personne qui s'exprime. Je pouvais ainsi noter certaines réactions afin d'y revenir ou faire de la place à des participants plus timides.

La seconde rencontre réflexive s'est déroulée le 9 décembre, à la suite d'un premier enseignement du problème ouvert choisi. Un retour sur leurs pratiques était alors possible, les discussions permettant d'approfondir leur connaissance de l'approche pédagogique du problème ouvert, mais aussi d'en entamer une réflexion personnelle. Pour terminer cette seconde rencontre, un second choix de problème ouvert à expérimenter et les raisons motivant ce choix furent discutés. Ainsi, les enseignants discutaient de leurs pratiques en se basant sur une première expérience précédemment discutée.

Le projet de recherche s'est conclu le 20 décembre 2017 par une dernière rencontre réflexive qui avait pour objectif de recueillir, à travers leurs interactions, leurs pratiques sur la seconde approche pédagogique du problème ouvert en classe. Enfin, il fut aussi discuté de la potentialité de l'intégration de cette dernière dans notre éducation québécoise.

3.2.2.3 Les observations en classe et les rencontres en dyade

Afin de nourrir les rencontres réflexives et de mieux comprendre les propos des enseignants, il a été convenu que j'assisterais à une séance en classe. Lors de ce passage dans l'école, je filmais et observais chaque enseignant afin de prendre des notes, sur le terrain, de leur pratique du problème ouvert. Puisqu'il y avait deux enseignants dans chacune des écoles visitées, deux périodes d'observation ont été effectuées dans la même journée, et donc, deux bandes vidéo ont été produites. Entre mes observations en classe et notre rencontre, j'ai pris le temps de noter dans mon journal de bord des questions et des remarques sur les interactions des enseignants. Chacun de ces outils sera plus amplement détaillé dans la section matériaux d'analyse.

En fin de journée, une rencontre en dyade avec les deux enseignants observés de la même école a été réalisée. Cette rencontre avait pour but de faire ressortir des éléments permettant aux rencontres réflexives d'être encore plus enrichissantes en contenu. Elles avaient comme fonction première de suggérer une analyse à mener lors des rencontres réflexives qui, du coup, s'en trouvaient plus fructueuses. Le choix de rencontrer les enseignants en dyade vient du fait que les rencontres avec d'autres personnes partageant un vécu commun permettent des interactions riches. À travers leurs échanges, il était alors possible d'y voir la dimension symbolique provenant des interprétations de l'enseignement avec le problème ouvert. Cette perspective partagée a alors ouvert la possibilité d'une rétroaction sur leur enseignement, mais aussi donné lieu à un partage des interrogations ou difficultés rencontrées lors de l'expérimentation. Le rôle qui m'appartenait était de soutenir ces rencontres pour en faire ressortir les enjeux, les tensions et les questionnements. Pour les praticiens, ce fut un court moment d'analyse réflexive entourant leur manière de faire la pratique du problème ouvert.

3.2.3 La *co*-production

Tout comme l'explique Van der Maren (2010), « l'approche interactionniste s'inscrit dans la logique de l'acteur en préconisant l'utilisation des entretiens entre le chercheur et le praticien » (p. 86). Les rencontres réflexives ont permis d'explorer, à travers les interactions entre les enseignants, le sens que chacun attribuait à enseigner avec ce type de problèmes dans notre contexte éducatif. Le discours des enseignants a rendu possible l'identification de leurs actions alors qu'ils structurent cette activité. Les pratiques enseignantes, qui prenaient alors forme, représentaient le sens qu'ils donnaient à l'enseignement avec le problème ouvert, cette prise de conscience permettant l'avancement de la recherche sur ce sujet.

De leur côté, les enseignants allaient pouvoir partager leur vécu et l'interprétation qu'ils en ont faite. Entourés de praticiens vivant la même situation, ces rencontres sont devenues pour eux un moment de réflexion où ils pouvaient interroger et se questionner sur leurs différentes actions posées. Ce projet s'inscrivait dans une collaboration qui me permettait d'éclairer des pratiques entourant l'enseignement avec le problème ouvert, mais qui permettait à la fois aux praticiens de réfléchir à leurs pratiques en leur offrant un temps précis pour discuter et interagir entre eux.

3.3 Les matériaux d'analyse

Comme le spécifie Baribeau (2010), la majorité des auteurs s'entendent pour affirmer qu'il est préférable de combiner deux ou trois instruments pour collecter des données qualitatives puisque « le dispositif, qu'il soit employé seul ou en triangulation avec d'autres, participe au développement des théories, à leur critique et à leur reformulation » (p. 36). Bien que les rencontres réflexives soient l'outil majeur utilisé lors de la collecte, un journal de bord et des observations passives y furent combinés. Les sections suivantes expliquent plus en détail chacun des outils ayant servi à l'analyse du projet.

3.3.1 Les enregistrements et leur transcription en verbatim

Les fondements épistémologiques sur lesquels reposent les objectifs de recherche prennent leurs assises dans les interactions entre les acteurs : la manière dont les enseignants structurent leurs actions, interprètent celles des collègues et se rajustent par la suite. Ainsi, les interactions prennent en considération, en plus du langage du discours, toutes les expressions symboliques qui lient les gens et qui leur permettent de s'ajuster entre eux, par exemple, les gestes, la distance à l'autre, les regards, le choix des mots. Comme l'explique Morrissette (2009), il n'y a pas un seul système de transcription normé, car cela dépend de l'objet observé. Ainsi, chaque rencontre réflexive a été enregistrée et a fait l'objet d'une transcription intégrale des conversations tenues.

3.3.2 Les vidéos des observations

À la suite des première et seconde rencontres réflexives, j'ai assisté à une prestation d'enseignement d'un problème ouvert choisi dans la liste envoyée par courriel. Chaque prestation a été filmée. Il s'agissait d'une *observation passive,* comme le décrivent Karsenti et Savoie-Zajc (2004), ou encore *d'une observation en situation* telle que décrite par Martineau (2005), puisque je ne participais pas à la dynamique de classe. Cet outil de collecte de données est complémentaire aux rencontres réflexives puisqu'il vient procurer des données sur le terrain. Martineau (2005) ajoute que la position épistémologique du chercheur observateur est importante, car elle vient orienter son regard.

Dans le cas de ce projet, la position prise était d'ordre interprétatif, puisque le sujet de recherche est exploratoire et ne pouvait donc permettre une observation précise, mais offrait « une compréhension de la complexité du social comme nul autre outil ne saurait le faire » (Martineau, 2005, p. 15). Karsenti et Savoie-Zajc (2004) soulèvent qu'une des grandes forces de l'observation réside dans le fait qu'elle permet « de dépasser le langage, ce que les personnes disent qu'elles font, pour s'intéresser au comportement et au sens qu'elles y donnent » (p. 135). De ce fait, les vidéos des observations ont donné l'occasion d'analyser les actions posées par les enseignants, soit autant ce qu'ils ont dit que ce qu'ils ont fait, afin de comprendre le sens qu'ils donnaient à leurs pratiques en classe.

3.3.3 Le journal de bord comme outil

Tout au long du projet, après chaque rencontre et durant chaque observation en classe, j'ai noté des détails jugés importants, des impressions, mes questionnements et écrit mon interprétation de la situation dans un journal de bord, telle une « mémoire vive » (Karsenti et Savoie-Zajc, 2004, p. 144). Ainsi, cela « permet de reconstituer la dynamique du terrain et les atmosphères qui ont imprégné la recherche » (Karsenti et Savoie-Zajc, 2004, p. 145). En particulier, le journal m'a été utile lors de la transcription des verbatims, car je pouvais, grâce à lui, me remémorer certains détails qui m'avaient interpelée pendant les observations en classe ou lors des rencontres en dyade qui les ont suivies. Lors des rencontres en dyade — bien qu'aucune grille ou manière de noter n'ait préalablement été établie —, le journal de bord a été mon seul instrument pour consigner mes observations et réflexions, puisque seules les observations en classe et les rencontres réflexives ont été filmées ou enregistrées. Comme le précise Baribeau (2009), le journal que j'ai utilisé m'a servi à assurer et soutenir la qualité de mon processus de découverte. Cet outil m'a permis de recueillir des informations sur les enjeux entourant l'utilisation du problème ouvert en classe et, conséquemment, de préparer la rencontre réflexive suivante.

CHAPITRE IV

ANALYSE ET RÉSULTATS

Ce chapitre débute par la présentation de la démarche d'analyse. S'ensuit la présentation de l'analyse à priori des problèmes ouverts utilisés au cours du projet. Cette dernière a été utilisée pour aider à l'interprétation des données recueillies lors des rencontres réflexives et des observations en classe. Ensuite, la présentation sera faite de l'analyse des données dans une perspective interprétative ; selon Karsenti et Savoie-Zajc (2004), l'analyse des données permet au chercheur « de saisir le sens des données recueillies » (p. 137). Ainsi, ce chapitre rapporte une analyse qui est semi-émergente puisqu'elle est guidée par le cadre. Le processus par lequel l'analyse a été réalisée a permis d'expliquer ce que fait l'enseignant, comme présenté au chapitre deux, avant, pendant et après la classe lorsqu'il prévoit enseigner le problème ouvert. Ainsi, l'analyse a fait émerger quatre grands thèmes : les pratiques entourant 1) former des équipes, 2) choisir un problème ouvert à utiliser, 3) gérer la partie recherche et 4) gérer la partie débat propre au problème ouvert. Ces quatre grands thèmes viennent répondre à l'objectif de recherche, c'est-à-dire : circonscrire les pratiques enseignantes lors de l'enseignement avec le problème ouvert en classe de 6e année du primaire.

4.1 La démarche d'analyse

Pour chacune des étapes de l'analyse, la démarche suit quatre étapes inspirées par la démarche proposée de Mukamurera, Lacourse et Couturier (2006 ; voir Figure 4.1).

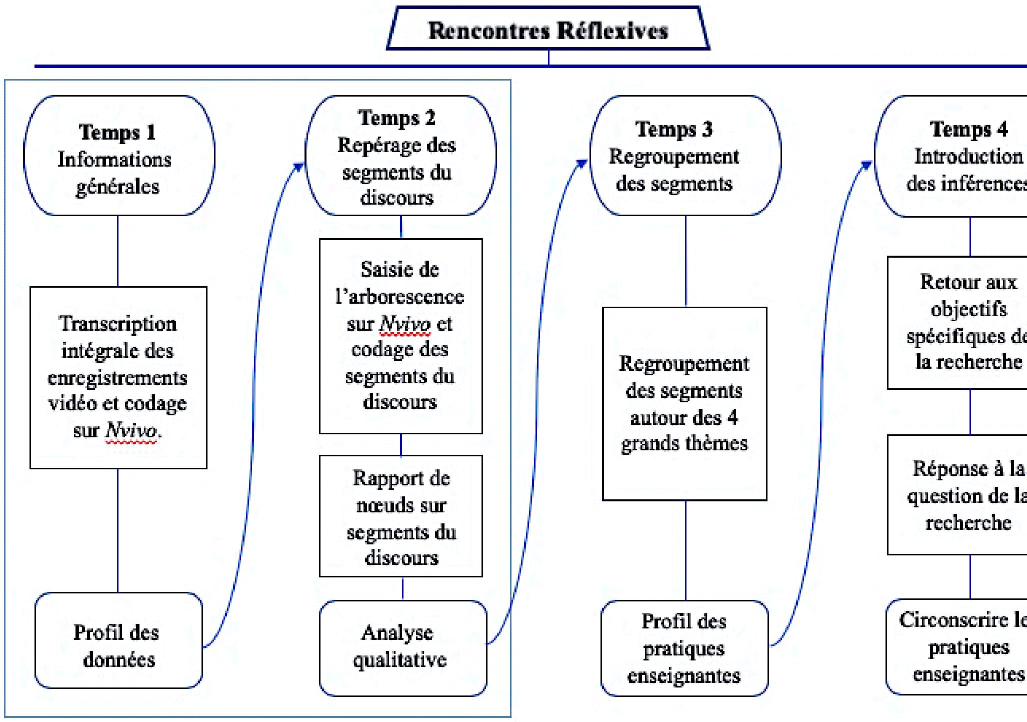


Figure 4.1 Modèle d'analyse inspiré de celui de Mukamurera et al. (2006, p. 119)

Comme le décrivent Mukamurera *et al.* (2006), ces quatre étapes ne sont pas effectuées de façon séquentielle et linéaire, mais représentent plusieurs opérations qui m'ont permis de revisiter mes interprétations « à au moins trois reprises : lors du repérage des segments du discours, au moment du regroupement des segments du discours textuel, puis, pour répondre aux objectifs et à sa question de recherche, lors de l'introduction des inférences » (*ibid.*, p. 119). C'est donc par la répétition des deux premières étapes que s'est effectuée l'analyse des trois rencontres réflexives, pour ensuite conduire aux deux autres temps. Néanmoins, des retours aux temps précédents ont parfois été nécessaires afin de bien interpréter les données lors des temps trois et quatre. C'est par les actions posées par les enseignants qu'il est possible de voir les pratiques qu'ils adoptent lorsqu'ils enseignent avec le problème ouvert (Giddens, 1987).

En premier lieu, je me suis imprégnée du contenu du journal de bord pour ensuite écouter les trois rencontres réflexives, une à la fois, en notant des questions spécifiques lors de leur transcription. Tout en revoyant les objectifs de la recherche, c'est par la lecture du corpus des données en entier, soit le verbatim de la première rencontre réflexive, que l'analyse a commencé sous une logique inductive délibératoire. Lors de ce type d'analyse, le chercheur est guidé dans son analyse par un cadre théorique utilisé comme un outil (Karsenti et Savoie-Zajc, 2004). En second lieu, le logiciel *Nvivo* a permis d'entamer le codage des segments du discours de la première rencontre réflexive, permettant ainsi la production d'une première structure embryonnaire. De celle-ci, une nouvelle lecture des données a mené à une liste de codes précisant un peu plus les pratiques enseignantes. C'est après une troisième lecture que j'ai pu les restructurer, en divisant ou fusionnant certains d'entre eux, ce qui m'a permis de discerner que les pratiques se trouvaient réunies autour de quatre grands thèmes, soit la manière dont les enseignants vont 1) former les équipes d'élèves, 2) choisir un problème ouvert à utiliser, 3) gérer la partie recherche et 4) gérer la partie débat du problème ouvert.

C'est par le même processus d'analyse que la lecture de la seconde rencontre réflexive s'est déroulée. Toutefois, la liste de codes définis lors de l'analyse de la première rencontre a cette fois pu servir de base à l'analyse. Dès lors, certains segments du discours m'ont permis de préciser les quatre grands thèmes mis en évidence dans la première rencontre, par exemple, la compréhension et l'enjeu du débat, qui n'étaient pas présents de manière aussi détaillée dans le discours des enseignants lors de la première rencontre. Une fois la deuxième et la troisième lecture des données achevées, les codes (unités d'analyse) se précisaient, ainsi que leurs pratiques enseignantes puisque le sens donné à l'enseignement avec le problème ouvert devenait plus clair dans les actions décrites dans leurs discours et à travers les interactions conversationnelles.

Enfin, le même processus d'analyse a été effectué pour la troisième rencontre, soit une première lecture du verbatim ; puis, c'est à partir des codes de la seconde rencontre que l'analyse s'est déroulée. Après deux lectures des données, ces dernières pouvaient à nouveau être clarifiées par le regroupement des différentes actions que font les enseignants lorsqu'ils soutiennent les élèves pendant la période de recherche. Deux pratiques distinctes ressortent, soit la valorisation du partage entre les élèves et la préoccupation que chacun des membres de l'équipe comprend ce qui est attendu.

La dernière étape, celle de l'introduction des inférences, représente la présentation des résultats des regroupements de segments permettant ainsi de répondre à la question de cette recherche. À partir de cette dernière étape, les vidéos des observations en classe ont été analysées à partir des regroupements réalisés qui ont permis aux pratiques en classe d'émerger. Les vidéos n'ont pas été transcrites et codées dans Nvivo, mais notées de manière manuscrite en identifiant les pratiques liées aux regroupements des segments précédemment codés. Ainsi, les observations réalisées durant les expérimentations servaient principalement à alimenter les rencontres réflexives suivantes ainsi qu'à exemplifier l'interprétation de ce qui se passaient lors des rencontres réflexives.

Ainsi, une fois le processus d'analyse complété, le chercheur en arrive à l'étape où il espère dégager des résultats précis pouvant mener à des interprétations et apporter l'éclairage souhaité à la question initiale. Huberman et Miles (1991) voient cette étape comme celle où l'on se questionne sur les codes à lier ensemble et sur la possibilité de les représenter en réseau de sens. Comme le précise Baribeau (2009), j'étais alors devant mes données déjà interprétées desquelles j'avais à dégager « un sens, une réponse aux questions posées » (p. 139). Après avoir analysé toutes les rencontres réflexives et visionné les observations en classe, la dernière étape du processus d'analyse pouvait alors commencer ; réunir les données et les interpréter à l'aide des fondements épistémologiques de ce projet : la théorie de la structuration de Giddens (1987) et l'interactionniste symbolique. C'est à partir des quatre grands thèmes dégagés que seront interprétées les pratiques mises de l'avant par les enseignants lorsqu'ils utilisent le problème ouvert dans leur enseignement.

4.2 L'analyse des problèmes ouverts utilisés

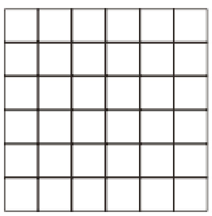
Lorsque les enseignants discutent, ils font référence aux différents problèmes ouverts qu'ils ont utilisés pour ce projet. De ce fait, une analyse des problèmes ouverts choisis et expérimentés était nécessaire et fut donc réalisée. De plus, deux autres problèmes auxquels les enseignants ont souvent fait référence ont aussi été analysés. Au total, sept problèmes ouverts furent analysés selon trois éléments : 1) les caractéristiques des problèmes ouverts selon la définition retenue ; 2) l'anticipation des difficultés pouvant être rencontrées par les élèves ; et 3) les différentes démarches, non exhaustives, que les élèves pouvaient mettre de l'avant dans leur résolution du problème. L'analyse des difficultés et des démarches a pour objectif de soutenir mon analyse du discours des enseignants lorsqu'ils parlent des raisonnements/solutions de leurs élèves, justifiant/précisant ainsi leurs pratiques enseignantes. Les problèmes ouverts proviennent d'un article de Kosyvas (2010) catégorisant les problèmes ouverts en quatre types, des recherches d'Arsac *et al.*

(1988) et d'un ouvrage de Small (2014) répertoriant diverses tâches et questions mathématiques ouvertes. Ces problèmes correspondent donc à la définition retenue d'un problème ouvert.

4.2.1 Le problème 1 : Carrés dans un carré

Problème 1 : Carrés dans un carré

Combien de carrés différents existent dans le dessin suivant ?



Tiré de : Kosyvas, G. (2010, p. 51)

Il s'agit d'un problème ouvert, car il respecte les conditions de la définition retenue :

- On peut arriver à plus d'une réponse et à le résoudre avec plusieurs démarches, selon l'interprétation des carrés ;
- Nous observons que le total des carrés est égal à la somme des carrés de « un » jusqu'au nombre des carrés formant le côté du dessin initial « six », donnant ainsi la règle suivante : $1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 + 6^2 = 91$ carrés différents : soit l'interprétation classique ;
- Les élèves sont capables de trouver les différents carrés qui sont présents et de les additionner, et ont donc les connaissances nécessaires pour résoudre le problème puisqu'ils ont travaillé les nombres carrés.

Démarche 1 :

Les élèves pourront dessiner, à l'aide de couleurs, les différents carrés présents dans le carré 6x6. Ils traceraient le contour de tous les carrés 2x2, puis d'une autre couleur pour les 3x3, etc.

Les élèves pourraient procéder différemment dans le traçage, comme de tracer les 2x2, puis les 3x3 et de déduire à partir de leurs réponses, ce qui résulterait du tracé des 4x4, 5x5, et 6x6, tout en arrivant au même résultat.

Démarche 2 :

Les élèves pourraient trouver tous les carrés sans les chevaucher. Par exemple, ils trouveraient qu'il y a 4 carrés 3x3 et non 9. Ainsi, en faisant le tout de la même manière, les élèves arriveraient à un total de 52 carrés, et non 91.

Difficultés anticipées :

Il se peut que chacun des différents carrés ne soit pas trouvé par les élèves, soit qu'ils comprennent le lien qui existe entre le carré 2x2 et celui 6x6 dessinés. Ces difficultés résultent de la compréhension de la signification du terme « différent », mais aussi dans le repérage des carrés en eux-mêmes. Les élèves pourraient donc trouver la réponse 55 en ne chevauchant pas les carrés, car il pourrait considérer qu'il n'est pas totalement différent de l'autre qui occupe une partie de son espace. Cela sera donc à l'enseignant d'amener cette discussion lors du débat afin de clarifier le terme en utilisant un carré plus grand amenant les élèves à généraliser avec la bonne solution.

4.2.2 Le problème 2 : Les moutons, ton, ton

Problèmes 2 : Les moutons, ton, ton.

Un berger a plus de 50 moutons, mais moins de 70. Un jour, il remarque que s'il les compte par 2, il en reste 1 ; s'il les compte par 3, il en reste 1 ; par 4, il en reste 1 ; par 5, il en reste 1 et par 6, il en reste toujours 1.

Combien y a-t-il de moutons ?

Tiré de : http://www4.ac-nancy-metz.fr/ien57metznord/spip.php?article205

Il s'agit d'un problème ouvert, car il respecte les conditions de la définition retenue :

- Il contient un défi en mesure de stimuler l'activité mathématique des élèves, car il s'agit d'un problème d'arithmétique, un savoir connu des élèves sans pour autant être totalement maitrisé ;

- Il peut être résolu de différentes façons. Bien que des concepts mathématiques (multiples, critères de divisibilité, concept du reste 1 et division euclidienne) puissent être connus de l'élève, il reste que la lecture du problème n'induit pas une démarche précise utilisant l'un de ces concepts. Ainsi, l'élève décide de la stratégie et des concepts à employer pour raisonner le problème.

- Le débat permettra aux élèves de justifier leur réponse à l'aide de leurs démarches (et donc, des concepts mis de l'avant pour y arriver). Par cette validation, les autres élèves verront alors comment différents concepts permettent d'arriver à la même réponse ; sinon l'enseignant pourra en stimuler la réflexion lors du débat.

Démarche 1

L'élève peut écrire tous les nombres entre 50 et 70, puis rayer les nombres pairs (car le nombre de moutons n'est pas divisible par 2) :

~~50~~-51-~~52~~-53— ~~54~~-55-~~56~~-57— ~~58~~-59-~~60~~-61— ~~62~~-63-~~64~~-65— ~~66~~-67-~~68~~-69-~~70~~

Les multiples de 5.

51-53-~~55~~-57— 59-61-63-~~65~~— 67-69

Puis, il va diviser les nombres restant par 3 (ou appliquer la règle de divisibilité par 3 s'il la connait) et enlever ceux qui n'ont pas de reste 1.

~~51-53~~(reste 2) ~~-57-59~~ (reste 2) — 61-~~63~~-67-~~69~~

Il reste deux nombres soit 61 et 67. L'élève va vérifier si les nombres ont un reste 1 lorsqu'on les divise par 6 et par 4.

61/4 = 15 r1

61/6 = 60 r1

67/6 = 11 r1

67/4 = 16 r3.

Donc le nombre 61 moutons répond à toutes les contraintes du problème. En le divisant par 2, 3, 4, 5 et 6, il y a toujours un reste de 1.

Démarche 2

L'élève pourrait trouver le PPCM des diviseurs :

par exemple le PPCM de 6 = 0,6,12,18,24,30,36,42,48,54,60, etc…

le PPCM de 5 = 0,5,10,15,20,25,30,35,40,45,50,55,60,etc…

Après avoir écrit tous les diviseurs, l'élève observe pour voir qu'ils ont tous le diviseur de 60 auquel on ajoute 1 (car il y a un reste 1 à chaque fois) pour ainsi trouver qu'il y a 61 moutons !

Démarche 3

Les élèves pourraient aussi trouver le nombre de moutons qu'il y a en prenant en considération le reste 1 pour chaque diviseur.

En élaborant d'abord la liste de nombres possibles de moutons : 50-51-52-53— 54-55-56-57— 58-59-60-61— 62-63-64-65— 66-67-68-69-70

Ils commenceraient par la contrainte de leur choix, en prenant les multiples de 6 compris entre 50 et 70, par exemple :

…54, 60, 66, … Donc, en ajoutant le reste à chacun cela donne dans les nombres possibles : 55, 61 et 67.

Des trois choix possibles, ils élimineraient 55 puisqu'il est divisible par 5.

Avec les nombres 61 et 67, les élèves pourraient :

Regarder les multiples de 3 …60, 63, 66… et les deux nombres respectent la contrainte du reste 1 lorsque divisés par 3.

Regarder les multiples de 4 …60, 64, 68… et seul 61 respecte la contrainte du reste 1 lorsque divisé par 4, car en ayant comme multiple de 4 le nombre 60, cela signifie qu'avec 61, il y aura un reste de 1 unité après avoir divisé ce nombre par 4.

Il y aura 61 moutons.

4.2.3 Le problème 3 : La bouteille

Problème 3 : La bouteille

Quelqu'un a une bouteille de 8 litres d'eau et veut donner à son ami 4 litres de cette quantité. Pour la mesurer, il dispose seulement de deux récipients vides : un de 5 litres et un de 3 litres. Quelles sont les actions à faire pour verser les 4 litres d'eau dans le récipient de 5 litres.

Tiré de : Kosyvas, G. (2010). Problèmes ouverts : notion, catégories et difficultés. *Annales de didactique et de sciences cognitives, 15,* 48.

Il s'agit d'un problème ouvert, car il respecte les conditions de la définition retenue :

- Les élèves peuvent dessiner, calculer avec des additions simples, ou utiliser un code de couleurs afin de trouver une solution valide. Bref, les élèves peuvent utiliser des démarches variées (avec ou sans la contrainte) et arriver à différentes réponses.

- Il contient un défi, car ce n'est pas un problème d'application des opérations arithmétiques élémentaires, mais il exige une démarche et une validation précises et organisées. Il demande continuellement aux élèves de contrôler de nouvelles conjectures, argumentant et modifiant une partie de leur stratégie ;

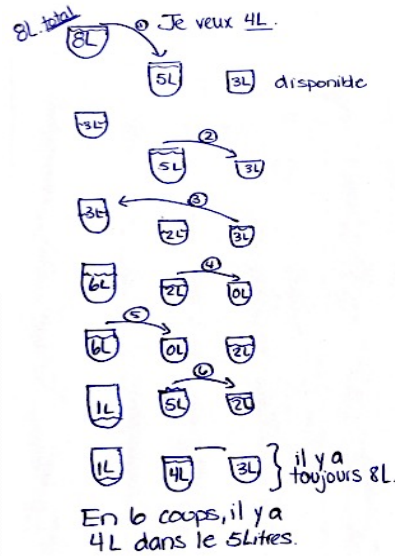
- Un défi supplémentaire peut être ajouté par l'enseignant en demandant aux élèves d'y arriver avec le moins d'étapes possible ;

- Grâce au débat, les élèves pourront voir les autres démarches et stratégies utilisées afin d'arriver à une réponse ;

- Sa difficulté principale repose sur la méthode que les élèves emploieront, puisqu'ils pourraient ne pas s'organiser adéquatement, perdant le compte du nombre d'actions effectuées durant leur raisonnement.

Démarches possibles :

	1ère Solution			2ème Solution		
Ordre	A (8)	B (5)	C (3)	A (8)	B (5)	C (3)
1.	8	0	0	8	0	0
2.	3	5	0	5	0	3
3.	3	2	3	5	3	0
4.	6	2	0	2	3	3
5.	6	0	2	2	5	1
6.	1	5	2	7	0	1
7.	1	4	3	7	1	0
8.	-	-	-	4	1	3
9.	-	-	-	4	4	0



Que ce soit sous forme de dessins représentant les litres disponibles ou en organisant les données sous forme de tableau, les élèves pourront déterminer le nombre d'actions nécessaire pour répondre à la contrainte.

Le raisonnement logique et la représentation sont importants pour résoudre ce problème. Afin de travailler le raisonnement de validation, la contrainte du minimum d'étapes possible peut être ajoutée par l'enseignant. Cette contrainte stimulera la recherche de solutions par les élèves, tout comme le débat.

4.2.4 Le problème 4 : Le jardin

Problème 4 : Le jardin
Ton voisin veut faire un jardin et y planter des carottes, des tomates et de la laitue. Il veut accorder une plus grande superficie aux carottes qu'aux tomates et une plus grande superficie aux tomates qu'à la laitue. Il se demande quelle fraction du jardin réserver à chacun des légumes. Propose-lui une solution.

Inspiré de : Corriveau et Jeannotte (2015, inspiré de Small)

Il s'agit d'un problème ouvert, car il respecte les conditions de la définition retenue :

- Il y a plusieurs démarches possibles : que ce soit par la représentation de la forme du jardin, qui permet de trouver les fractions respectant les contraintes, ou encore de calculer sans représentation, toujours en respectant les contraintes ;

- Il y a plusieurs réponses possibles ce qui est stimulant autant pour les élèves qui trouveraient rapidement une réponse que pour ceux qui auraient besoin de plus de temps, car l'enseignant peut demander aux élèves de trouver d'autres propositions ;

- Il contient un défi qui stimulera l'activité mathématique des élèves, car il est plutôt rare de donner un problème de fractions sans le tout de référence (le jardin n'étant pas défini) ;

- Les élèves de 6^{e} année ont les connaissances nécessaires pour résoudre le problème ou la représentation des opérations de fractions.

Difficultés anticipées

Il se peut que les élèves traitent les portions du jardin comme des nombres entiers ($1 + 2 + 3 = 6$ portions de l'entier) et non comme des fractions. L'enseignant doit alors les questionner ou permettre cet échange lors du débat pour en faire la distinction.

La représentation de la surface inadéquate peut aussi être une difficulté que rencontreraient des élèves.

Démarche 1

Les élèves représentent le tout (le jardin), puis le subdivisent. Les réponses peuvent être multiples tant qu'elles respectent la contrainte.

Démarche 2

Les élèves traceraient des parties afin de reconstruire le tout (le jardin) les menant aussi à diverses réponses possibles, tant qu'elles respectent la contrainte.

4.2.5 Le problème 5 : La moyenne mystère

Problème 5 : La moyenne mystère

La moyenne d'un ensemble de nombres est 8. Quels pourraient être ces nombres ?

Tiré de : Small (2014, p. 176)

Il s'agit d'un problème ouvert, car il respecte les conditions de la définition retenue :

- Il contient plusieurs réponses possibles et favorise donc le débat afin de faire valoir son point de vue ;

- Les élèves peuvent utiliser la démarche qu'ils veulent, soit par la stratégie des essais et des erreurs, par le calcul ou par le dessin.

- Il contient un défi, car la moyenne est généralement travaillée inversement, soit de trouver la moyenne arithmétique des données. Cela représente donc un défi, car ils n'auront pas vu la moyenne de cette manière avant.

- Les élèves peuvent aussi y arriver à l'aide de la formule arithmétique, parfois enseignée même si elle ne figure pas dans le PFEQ.

Difficultés anticipées

Les élèves pourraient choisir le nombre de données qu'ils veulent afin d'arriver à la moyenne de 8. Ils ne verraient pas la relation qui existe entre la somme des valeurs et le nombre de données de l'ensemble choisi. Ainsi, les élèves pourraient additionner six données mais diviser par 8, car on dit moyenne de 8. Le débat pourrait permettre de voir cette relation à travers les différentes solutions trouvées.

Démarche 1 :

Les élèves pourraient y aller par des essais et des erreurs en additionnant différentes données pour ensuite diviser par le nombre des données.

Par exemple :

$7 + 9 + 6 + 5 + 3 + 4 = 34 \div 6 = 5{,}666\ldots \neq 8$ et continuer de cette manière jusqu'à ce qu'ils obtiennent une bonne réponse.

Démarche 2 :

Une autre démarche possible serait de partir avec la formule arithmétique de la moyenne. Les élèves choisiraient donc le nombre de données qu'ils ont en les multipliant par la moyenne 8. La réponse obtenue leur donnerait donc la somme de l'ensemble des données. Par la suite, les élèves pourraient y aller par des tentatives d'essais/erreurs pour trouver les nombres composant cet ensemble et respectant la somme connue jusqu'à l'obtention d'une bonne réponse.

Par exemple :

Moyenne de 8 x 5 (représentant le nombre total de données) = 40

L'ensemble des 5 données contient donc un total de 40.

Par des essais/erreurs : 10 + 8 + 5 + 10 + 7

Vérification des données trouvées : 10 + 8 + 5 + 10 + 7 ÷ 5 = 8

Démarche 3 :

Les élèves partent d'un ensemble de 8 et les redistribuent.

4.2.6 Le problème 6 : Deux nombres en entier

Problème 6 : Deux nombres en entier

Tu multiplies deux nombres. Le produit est d'environ 50 de moins que l'un des deux nombres. Quels pourraient être ces nombres ?

Version modifiée de Small (2014, p. 44)

Il s'agit d'un problème ouvert, car il respecte les conditions de la définition retenue :

- Il y a plusieurs réponses possibles ainsi que différentes manières d'y arriver et cela favorise donc le débat afin de faire valoir son point de vue ;
- Il réutilise les connaissances des élèves en faisant travailler leurs habiletés en multiplication ;
- Le défi ici peut être dans la stimulation de réponses variées.

- Dans la version originale, on demande des nombres entiers donc, l'élève peut réfléchir en répondant à la question avec des nombres entiers négatifs, où les règles des signes relatives à leur multiplication ne sont pas enseignées au primaire (seul l'enseignement de l'écart entre les nombres entiers est inclus au PFEQ). Cela peut donc être un défi pour les élèves.

- Dans les données du problème, on retrouve le terme *environ,* donnant ainsi une latitude aux élèves dans la différence de leurs deux nombres trouvés, mais pouvant aussi causer une difficulté aux élèves. C'est lors du débat que pourrait être amenée et discutée la signification du terme.

Démarche 1

En prenant des facteurs simples pour commencer. Par exemple, il pourrait commencer par 1 et 50. Multipliés cela donne 50 et environ 50 de moins que l'un des deux ; 50 – 50 donne 0 soit près de 1. Et l'élève pourrait recommencer avec un autre nombre et poursuivre sa réflexion mathématique.

Démarche 2

L'élève pourrait trouver toutes les combinaisons possibles donnant un produit de 50. Ensuite, il chercherait à voir si le produit est d'environ 50 de moins que l'un des deux nombres. Par exemple, ils pourraient trouver 2 x 25, 5 x 10, ainsi de suite, pour constater qu'ils ont un produit de 50, mais que les deux facteurs sont trop petits pour répondre à la consigne du problème. Il pourrait alors revenir sur les facteurs 1 et 50 et réfléchir au terme environ pour continuer leur réflexion mathématique.

Démarche 3

L'élève pourrait penser à multiplier un nombre décimal et un nombre entier, par exemple 0,5 x 50 = 25 et réaliser alors que le produit ne répond pas à une contrainte

du problème. Il pourrait alors essayer avec un nombre entier plus grand soit 0,5 x 100 = 50 et le produit serait alors d'environ 50 de moins que l'un des deux nombres (100). Il pourrait alors poursuivre sa réflexion mathématique en tentant de trouver d'autres nombres dont le produit serait d'environ 50 de moins que l'un des deux.

Démarche 4

L'élève pourrait essayer d'y arriver avec des nombres entiers positifs, comme expliqué dans la démarche 1, puis, tenter d'y arriver avec les nombres entiers négatifs, comme -1 x 50 = -50, où -50 est environ 50 de moins que l'un des deux nombres (en l'occurrence, -1).

Difficultés anticipées

Les élèves pourraient avoir à reformuler le problème, car il contient deux contraintes en une seule phrase. Ensuite, ils pourraient tenter d'y arriver par une multiplication des nombres entiers positifs et être restreints dans leurs possibilités puisqu'ils ne verraient pas les nombres entiers négatifs ou les nombres décimaux comme autres possibilités. Le soutien de l'enseignant pourrait être nécessaire pour les amener à y réfléchir.

La signification du vocabulaire *environ* demandera aux élèves d'y réfléchir et l'enseignant pourrait avoir à les soutenir dans cette réflexion.

Les élèves pourraient ne jamais penser à multiplier des nombres rationnels décimaux avec un nombre entier, car cela n'est pas vu au programme de 6^{e} année du primaire. Cependant, cela représente un défi pour eux s'ils sont soutenus par l'enseignant.

4.2.7 Le problème 7 : Tous dans l'école !

Problème 7 : Tous dans l'école !
Combien d'élèves notre école peut-elle contenir ?

Tiré de Small (2014, p. 124)

Il s'agit d'un problème ouvert, car il respecte les conditions de la définition retenue :

- Il y a de très nombreuses réponses possibles et favorise donc le débat afin de faire valoir son point de vue ;
- Il y a de nombreux concepts mathématiques mis en jeu au travers des différentes résolutions possibles (l'aire, le volume, la moyenne arithmétique, les opérations, le périmètre).
- Le défi est représenté par les nombreuses avenues possibles quant aux démarches que les élèves peuvent entreprendre. N'ayant aucune indication autre que la question posée, les élèves sont forcés de se questionner sur la logique que contiennent les limites du problème.

Démarche 1

Les élèves pourraient prendre le total du nombre d'élèves qu'il y a dans chaque groupe de l'école et les additionner. Puis, réfléchir aux autres endroits de l'école qui peuvent contenir des élèves (gymnases, toilettes, escaliers, corridors, cours de musique et d'anglais, etc.). Ils utiliseraient alors une approximation de chacun des endroits à partir du volume que chacun d'eux prend dans la classe, par exemple, il pourrait entrer 3 Maxime dans une largeur de corridor et 6 Maxime sur chaque marche de l'escalier, etc.

Démarche 2

Les élèves pourraient demander les mesures de l'école et calculer le volume de cette dernière. Puis faire une moyenne des volumes de chacun des membres de l'équipe représentant alors un élève type. Ils diviseraient ensuite le volume de l'école par le volume d'un élève type pour obtenir leur résultat. Ils seraient ensuite confrontés, soit tout de suite après ou lors du débat, à la logique de leur raisonnement qui n'est pas viable dans la réalité.

Démarche 3

Les élèves pourraient utiliser la surface que prend un bureau d'élève et appliquer ce raisonnement pour calculer combien d'élèves peuvent être dans sa classe. Ils calculeraient par la suite combien il y a de classes dans l'école pour y tenir le même raisonnement. Lors des classes des plus petits, les élèves pourraient y aller pour vérifier comment cela vient modifier leur calcul. Ils pourraient ensuite calculer la surface qu'occupe les corridors, autres locaux, gymnases pour le diviser par la surface qu'occupe un pupitre trouvant alors le nombre d'élèves que peut contenir l'école.

Difficultés anticipées

Les élèves peuvent éprouver une difficulté à imposer des limites sur la logique du nombre d'élèves que peut contenir l'école. Par exemple, on peut « empiler » des élèves, mais ce n'est pas logique dans la réalité. Ainsi, le problème peut se concevoir d'un point de vue non réaliste, mais l'élève pourrait ne pas l'envisager.

L'élève pourrait ne pas savoir comment débuter sa démarche n'ayant aucune donnée pour le diriger. L'enseignant pourrait donc être amené à devoir faire face à des équipes qui ne savent pas par où débuter et devoir les aider à réfléchir sur ce que signifie contenir dans le problème.

4.3 L’analyse des rencontres

Lors de la première rencontre réflexive, les enseignants ont discuté de leur compréhension du problème ouvert, ce qui leur a permis d’expliquer celui qu’ils avaient choisi d’utiliser lors de leur première expérimentation en classe avec les élèves. La seconde rencontre réflexive a eu lieu entre la première et la deuxième expérimentation en classe et les discussions concernaient un retour sur leur enseignement (pratiques post-enseignement) et sur leur second choix de problème ouvert à utiliser lors de leur deuxième expérimentation en classe (pratiques pré-enseignement). Enfin, la dernière rencontre réflexive a permis un retour sur leurs pratiques (post-enseignement) mises en œuvre dans cette seconde expérimentation. Tout au long de ces trois rencontres, les quatre thèmes suivants ont émergé des interactions : 1) choisir le problème ouvert, 2) former des équipes, 3) gérer la partie recherche et 4) gérer la partie débat. La première et la seconde expérimentation ont permis d’éclairer les pratiques en lien avec deux de ces thèmes lors de leur mise en œuvre dans chacune des parties du problème ouvert, soit la partie recherche et la partie débat. Dans la section qui suit, et pour chacun des thèmes, une analyse des conversations de chaque rencontre réflexive est effectuée permettant de dégager les pratiques des enseignants qui s’y rapportent.

4.3.1 Choisir un problème ouvert

4.3.1.1 La première rencontre réflexive

Lors de la première rencontre réflexive, en discutant des problèmes ouverts proposés, les enseignants ont discuté non seulement de leur compréhension de ces derniers, mais aussi du choix de celui qu’ils avaient l’intention d’utiliser dans leur classe lors de la première expérimentation. À travers leurs discussions, on peut dégager que les enseignants commencent par résoudre eux-mêmes les problèmes, qu'ils recourent à des ressources extérieures (conjoint, collègues, amis) et qu'ils réfléchissent aux stratégies que les élèves pourraient mettre en place pour le résoudre. Cela les amène alors à référer au temps requis en classe pour résoudre le problème, au défi raisonnable que pose le problème pour les élèves et aux concepts mathématiques en jeu lors de la résolution.

Résoudre les problèmes pour soi

Certains enseignants vont tout d'abord résoudre les problèmes et trouver la ou les réponses possibles avec différents objectifs. Par exemple, dans l'extrait qui suit, Bruno mentionne qu'il s'intéresse au temps de sa propre résolution.

- Bruno : Non en fait, si je regarde [en parlant de tous les problèmes donnés] … premièrement, est-ce que rapidement je peux trouver les réponses. C'est le premier réflexe que j'ai. Et puis par la suite, je me dis oh, je pense que mes élèves… il y en aurait beaucoup qui seraient capables de trouver la réponse facilement, trop rapidement à mon gout.

Dans ces propos, on remarque aussi que les élèves sont au cœur de cette réflexion. En effet, pour Bruno, sa façon de résoudre le problème semble l'aider à juger de la manière par laquelle ses élèves pourraient y arriver.

Isabelle nuance les propos de Bruno et ajoute deux nouveaux éléments. Elle résout les problèmes pour chercher ceux qu'elle trouve intéressants, intérêt qui repose aussi sur la facilité pour les élèves. Elle réfléchit aussi à la gestion du temps didactique qu'elle envisage d'accorder à son enseignement de ce problème ouvert.

- Isabelle : Bruno et moi on s'en parlait, on ne commence pas à la même place, c'est ça, je suis allée avec mon intérêt. La moyenne [mystère], je le trouve peut-être trop facile, je me dis que dans ma classe, il y en a qu'en moins de 5 minutes ils vont avoir trouvé et je me dis que si je poursuis pendant une demie heure, parce que j'imagine qu'il faut leur laisser une demie heure/quarante minutes pour leur laisser le temps qu'après ils viennent nous expliquer ce qu'ils ont fait, faut que je me laisse un temps dans l'heure pour ça, donc là je me dis que je vais leur demander de trouver d'autres solutions, pis là, ils vont en trouver, vont en trouver. J'ai peur qu'ils se tannent.

Comme elle le précise plus tard, le problème choisi doit prendre un certain temps à résoudre sans quoi les élèves pourraient se démotiver pendant le temps alloué à la partie recherche.

- Isabelle : Moi, la partie recherche a influencé le problème que je voulais choisir, moi je voulais être sure qu'il n'y ait pas un problème qui se résout en (claquement de doigts) une minute, « Ah j'ai trouvé c'est quoi la solution ! » Moi je voulais m'assurer que les élèves aient à réfléchir, aient à faire des calculs, entreprendre des démarches pour après ça comparer. Voilà !

L'ensemble du groupe semble s'entendre sur l'importance de choisir un problème qui n'est ni trop facile ni trop difficile. En effet, les propos sur le problème de la moyenne d'Isabelle sont partagés par Mathieu, Carole et Brigitte qui réfèrent à une durée trop courte pour un travail en classe.

Cette référence au temps revient aussi chez Bruno en lien avec le problème *Deux nombres en entier*. Pour ce dernier, ce problème est similaire à une énigme. Ainsi, il semble penser que la résolution de ce problème repose davantage sur un eurêka que sur une démarche de résolution :

- Bruno : Moi j'avais trouvé 0,5 x 100 pour le premier [Le produit de deux nombres], mais lui je le voyais plus comme une devinette. Comme quelque chose qui te trotte dans la tête, tu cherches, tu cherches… pis quand on te l'a dit, tu fais ah ben oui c'était ça… (Les autres enseignants font de légers bruits afin de signifier qu'ils sont en accord avec les propos tenus). Celui-là au niveau démarche.
- Carole : Tu penses qu'il n'y aura pas beaucoup de démarches ?
- Bruno : Si tu le trouves ça peut être réglé en 2 minutes, pis trouver autre chose.
- Isabelle : Comme -40 à 10, donne 50 de différence, il y a ça aussi. Mais là ça prend un élève qui va dans les nombres négatifs.
- Carole : Faut que tu les aies vus.

Alors que Bruno exprime comment il a résolu le problème des *Deux nombres en entier,* l'extrait précédent permet de constater que Carole et Isabelle précisent l'importance de proposer des problèmes dont les concepts mathématiques nécessaires à sa résolution ont été abordés en classe, ce qui est en fait une caractéristique du problème ouvert. Les nombres rationnels et les nombres négatifs sont envisagés pour résoudre ce problème expliquant alors que la résolution des problèmes ouverts fait aussi référence aux concepts en jeu dans cette dernière. Or, si l'on consulte le PFEQ, on remarque que cet enseignement n'est pas prévu au primaire, ce qui pourrait expliquer pourquoi Carole exprime cette réticence.

Carole précise pourquoi elle et Brigitte ont choisi le problème ouvert des *Carrés dans un carré* et cet échange nous permet de constater deux éléments : le premier est que l'aspect visuel du problème est important pour elles et que le problème leur semble moins mathématique que les autres proposés.

- Carole : Ben non ! Pour explorer ! On le trouve beau ce problème-là nous autres [problème Carrés dans un carré]. Moi les moutons et le berger ça me donne des points dans le dos ! Je vous admire de faire celui-là, il m'arrache ! (en pointant le problème Des moutons, ton, ton). […]

- Chercheuse : Ce que Brigitte me dit à voix basse juste à moi, c'est je l'aime celui-là parce qu'il a un côté très visuel (parlant du problème Carrés dans un carré). Et ça, ça diffère de vos choix.
- Isabelle : Tout à fait.
- Brigitte : Je lui ai dit que c'est celui qui me semble le moins mathématique.
- Sylvie : Et tellement !
- Brigitte : Et c'est ce qui m'attire. […]
- Carole : Pour un enfant, il est moins mathématique.

Ainsi, on constate que Brigitte et Carole rejettent le problème des *moutons, ton, ton,* car elles ne se sentent pas à l'aise avec sa résolution et choisissent le problème *Carrés dans un carré* contenant une image sur laquelle les élèves peuvent travailler pour chercher. Ce qui est fort intéressant c'est que le PFEQ encourage l'utilisation de différentes représentations mathématiques en classe, ce que Brigitte et Carole semblent mettre de l'avant dans leurs pratiques. De même, elles le choisissent parce que, selon elles, il semblera moins mathématique pour les élèves. Le fait que les élèves et elles n'aient jamais vécu ce type d'expérience en classe peut avoir joué dans ce choix. En effet, selon Carole, plusieurs de ses élèves sont en grande difficulté cette année, ce qui limite ce qu'elle se permet de faire avec eux :

- Carole : … quand j'ai lu les problèmes, je me suis dit : OMG, il y en a qui vont « rusher » cette année ! Oh oui, euh oui, oui ! Il y a comme des choses que je ne peux pas, que je ne suis pas prête à faire avec eux.

On peut ainsi constater que les enseignants choisissent un problème s'ils se sentent à l'aise lors de leur propre résolution. Cette résolution leur permet aussi de réfléchir sur le temps requis en classe, le défi raisonnable qu'il semble poser aux élèves et les concepts mathématiques en jeu, éléments aussi importants dans leur choix.

Réfléchir aux différentes stratégies que les élèves pourraient mettre en place

En abordant le défi raisonnable lié au problème et le temps requis en classe pour la partie recherche, les enseignants précisent les stratégies que les élèves peuvent mettre en place et les difficultés qu'ils pourraient rencontrer. Par exemple, en lien avec les problèmes de *Deux nombres en entier* et *La bouteille*, Carole dit à Bruno :

> – Carole : … écoute, juste le premier : Tu multiplies 2 nombres, le produit est d'environ 50 de moins (elle relit le problème des Deux nombres en entier). Moi là mes petits loups là, vraiment comprendre que je ne sais pas, tu multiplies 50 multipliés par 0,5 que ça donne moins, moi, je les perds. […] Alors lui je me suis dit peut-être l'année prochaine. […] Mais les autres, avec du matériel. Tu sais l'affaire d'eau (fait référence au problème La bouteille). C'est sûr que ça se ferait, mais j'aimerais qu'ils puissent MANIPULER, des bouteilles, des bouteilles, des bouteilles. Parce que juste de même, je vais les perdre. […] Ils ont de la misère beaucoup dans ma classe cette année.

C'est en imaginant ses élèves résoudre le problème qu'elle fait référence à cette conception mathématique que la multiplication donne toujours une réponse plus grande ou égale aux deux termes. Elle ne les voit donc pas capables de franchir cette fausse conception tout comme elle ne les voit pas capables de résoudre celui de *La bouteille* sans manipuler des bouteilles réelles qu'ils pourraient transvider. Dans ce problème, puisqu'aucune des bouteilles n'est graduée, Carole aurait aimé que ses élèves puissent les remplir d'eau et faire des essais afin de trouver comment y arriver. Carole s'appuie donc sur ses connaissances didactiques (conception de la multiplication, manipulation) et sur sa connaissance de ses élèves pour juger du défi que peut représenter le problème.

Mélanie précise qu'elle juge le défi que représente un problème non seulement en termes de stratégies et de difficultés, mais aussi : « pour qu'ils aient le même sentiment de réussite qu'on souhaite avoir avec ça ».

Les concepts réinvestis dans les stratégies sont aussi abordés en lien avec les stratégies. Bruno imagine, à partir du problème *Moutons, ton, ton*, les différentes stratégies que les élèves pourraient utiliser pour le solutionner. Mathieu, par exemple, en discutant des stratégies pour le problème des *Moutons, ton, ton*, mentionne que le concept de divisibilité peut être réinvesti pour le résoudre en imaginant un raisonnement par le reste que les élèves pourraient avoir. Ainsi, dans les stratégies que les élèves pourraient mettre en œuvre, Mathieu fait référence à un concept mathématique (la divisibilité), Isabelle réfère à un processus de raisonnement (prouver, justifier), et Mélanie à une stratégie particulière (l'utilisation de schémas) :

- Mathieu : Je n'avais pas nécessairement de préférence, mais en écoutant je trouvais ça bien d'aller rechercher, pourquoi je trouvais que ça poussait un peu plus loin les critères de divisibilité. Dans le sens où, il en reste un. C'est ça qui va être plus difficile pour eux. Qu'il en reste un, il faut penser que je trouve mon nombre et par la suite j'ajoute un.
- Isabelle : Faut qu'ils prouvent que les autres nombres ne fonctionnent pas. C'est ça que j'aime aussi moi.
- Chercheuse : Donc il y a une recherche de preuve à l'intérieur ?
- Isabelle : Ben oui ! Moi je vais leur dire vous allez me prouver si sont bons. […]
- Mélanie : Moi mes élèves travaillent beaucoup par schémas, dessins, tout ça. Je les imagine tellement dessiner entre 50 et 70 réponses.

En somme, en réfléchissant aux différentes stratégies que leurs élèves pourraient mettre en place, les enseignants font référence aux difficultés conceptuelles pouvant être rencontrées, à des types de stratégies particulières (manipuler, schématiser), aux concepts mathématiques en jeu et aux processus de raisonnement mathématique pouvant être réinvestis dans la période de débat et la période de recherche.

Recourir à des ressources extérieures

Les enseignants expliquent qu'afin de comprendre les problèmes ouverts, ils cherchent le soutien de leur collègue ou d'amis. Par exemple, Isabelle a eu recours au soutien de son conjoint pour comprendre le problème des *Carrés dans un carré* :

- Isabelle : Les carrés je vais le dire devant la caméra, mon chum est ingénieur et j'y ai posé des petites questions, parce que ça faisait une demi-heure que je dessinais des carrés. J'étais là à prendre le carré de 4 puis à le tasser, puis à le tasser. Et lui, il m'a fait ça en 5 minutes, mon Dieu qu'est-ce que tu as fait ? Il me dit que peu importe le nombre de petits carrés, tu pars 6x6, 5x5, 4x4, 3x3, 2x2, 1x1.
- Carole : Tu pars pis tu descends.
- Autres enseignants : (Hochent la tête ; ils sont en accord avec l'explication.)
- Isabelle : Ouais ! Fait que tu en aies 8x8, 9x9, j'ai comme… Pis après ça j'ai vérifié avec un carré de 3x3 pour vérifier ce qu'il m'a dit, pour visualiser si ça fonctionnait, j'ai mis mes petits carrés de 4, je les ai tassés et effectivement, ça fonctionne. Mais moi je faisais des dessins, alors j'imagine mes élèves.

Recourir à cette ressource l'amène à vérifier la solution proposée en exemplifiant sur des carrés différents de celui du problème. On voit donc que l'enseignante utilise l'aide de la personne-ressource, non seulement pour valider sa compréhension, mais qu'elle généralise ensuite la solution dans d'autres contextes. Ainsi, en plus de s'assurer de bien comprendre le problème, elle imagine ses élèves le résoudre et réalise alors le soutien qu'elle ne se sent pas capable de leur offrir.

Les collègues, en particulier d'une même dyade, sont aussi une ressource importante. On comprend qu'Isabelle et Bruno, tout comme d'autres collègues, ont comparé leurs solutions et cela leur a aussi permis de clarifier leur compréhension des problèmes. Dans cette interaction, on réalise que les enseignants tentent de se comprendre et qu'alors, ils font le lien avec leurs élèves qui devront expliquer leur démarche lors de la période de débat :

- Bruno : Moi c'était bon quand on a fait les bouteilles [le problème La bouteille]
- Isabelle : Ce n'était rien que des chiffres [en référence à la solution de Bruno].
- Bruno : (rit beaucoup en pointant la feuille d'Isabelle) Moi c'était un tableau avec plein de chiffres, c'est ça que j'ai fait avec les bouteilles.
- Isabelle : Moi c'était toutes des flèches ! On verse, pis on déverse. Lui, Bruno, m'a dit je ne comprends rien de tes flèches. Ben moi je lui ai dit que je me comprends.
- Bruno : Elle n'était pas capable de m'expliquer sa solution !
- Isabelle : Parce que moi j'ai fait le geste de verser dans le fond. Je faisais un petit numéro un, et un petit numéro 2.
- Isabelle : C'est comme l'élève de 12 ans qui va venir en avant et je l'ai fait en tableau finalement.
- Bruno : Comme l'élève qui essaie d'expliquer premier, deuxième, pis là on verse ça là, pis…Tu leur expliqueras ta solution après. Fais le problème des bouteilles et après tu leur expliqueras ta solution. (Isabelle regarde Bruno en souriant).

La dyade de Brigitte et Carole rapporte plutôt s'être interrogée sur la formulation et la clarté des questions de certains problèmes :

- Brigitte : Carole et moi, on les a lus et on se posait des questions sur les problèmes en tant que tels, des questions spécifiques, même sans avoir résolu les problèmes.
- Carole : (approuve en hochant la tête)

- Brigitte : On se disait admettons, ok je vous donne un exemple : l'histoire des carrés. Est-ce qu'on peut réutiliser les carrés et tout ça… Des questions sur la façon dont c'est formulé et vu qu'il n'y a pas de limite au niveau de la formulation, on se demandait même l'école peut contenir combien de personnes (fait référence au problème du nombre d'élèves que peut contenir l'école), on se demandait est-ce qu'on empile les personnes ? ou euh
- Carole : remplit
- Mathieu et Bruno : (Hochent la tête en signe d'accord).

Par les deux exemples qu'elles citent, on voit donc qu'elles essaient de bien saisir les nuances du problème en anticipant toutes les possibilités de compréhension de l'énoncé. On constate aussi que cette préoccupation est partagée par deux autres enseignants.

Enfin, il est clair que l'échange entre Bruno et Isabelle est important et c'est pour cette raison qu'ils ont choisi le même problème. D'ailleurs, chaque dyade a choisi le même problème et on peut supposer que leurs raisons sont les mêmes que celles qu'expriment Isabelle et Bruno, car en choisissant le même problème, ils seront plus en mesure de discuter des pratiques adoptées et d'y réfléchir ensemble post-enseignement :

- Chercheuse : J'ai envie de savoir, tantôt vous avez dit que vous aviez choisi les moutons [Moutons, ton, ton] et qu'au second vous iriez vers un problème différent [chaque personne de la dyade prend un problème différent]. Pourquoi… est-ce que ça justifie… parce qu'est-ce vous avez une justification derrière le fait que vous avez choisi le même là ?
- Bruno : Moi j'aimerais ça qu'on se parle après, qu'on fasse un échange sur nos classes, sur comment ça a été.
- Isabelle : Exact.
- Bruno : Entre collègues.
- Isabelle : De comparer les différences entre dans sa classe ça s'est passé et dans ma classe ça s'est passé par rapport au même problème.

De ce fait, ils voient la possibilité de mieux comparer et comprendre les actions de leur collègue s'ils ont choisi le même problème, bref, de se valider. Cela signifierait qu'en ayant le même problème, on peut considérer que les pratiques peuvent se discuter plus aisément que si les problèmes avaient été différents. Tout comme l'explique Giddens (1987), la rationalisation de l'action permet aux acteurs, lorsqu'ils discutent ensemble, de ne pas se questionner sur des enjeux du métier, car, puisqu'ils pratiquent le même métier et donc partagent une même réalité, ils se comprennent. De ce fait, Bruno et Isabelle disent explicitement que c'est la discussion qu'ils auront ensemble après leur enseignement qui constitue la raison du même choix de problème, tout comme le font aussi Mathieu et Mélanie. Le partage du même métier permet alors de discuter plus aisément en choisissant le même problème, car les enseignants se comprendront sur les enjeux sans forcément avoir à argumenter leurs différentes actions.

Que retient-on de cette première rencontre ?

Dans cette première rencontre réflexive, on constate que pour comprendre le problème ouvert, les enseignants vont soit le résoudre pour eux en premier, pour ensuite réfléchir aux raisonnements de leurs élèves ou voir directement les difficultés qu'ils auraient en le résolvant. Les enseignants discutent des problèmes en recourant à une ressource extérieure (Isabelle) et avec leur collègue. Cela leur permet d'envisager une planification possible des deux parties du problème ouvert ou encore de valider leur compréhension et de comparer leur démarche.

Alors qu'ils réfléchissent aux démarches que leurs élèves pourraient mettre en place, les enseignants précisent ce qui vient encadrer leur premier choix de problème. Tout d'abord, le défi que présente le problème doit être raisonnable pour les élèves. En fait, il ne doit pas poser un défi trop grand au niveau conceptuel ou procédural tout en permettant aux élèves de le résoudre ni trop rapidement ni trop lentement. De plus, il ne doit pas être trop « ouvert », car les enseignants doivent pouvoir anticiper les différents raisonnements de leurs élèves afin de bien les soutenir face aux difficultés qu'ils peuvent rencontrer. Enfin, le problème doit demander peu de concepts mathématiques en jeu pour s'initier aux deux parties du problème ouvert. De plus, la gestion du temps didactique des deux parties du problème ouvert est un aspect important dans leur choix, puisque les enseignants doivent être capables d'envisager de l'utiliser dans la période de classe prévue.

En somme, les enseignants mentionnent, en choisissant leur premier problème ouvert, que ce dernier leur permet de sentir qu'ils peuvent soutenir leurs élèves, de comparer les démarches des élèves dans la partie débat, ou encore qu'ils sont intéressés par le potentiel des concepts mathématiques en jeu dans la résolution.

4.3.1.2 La deuxième rencontre réflexive

Au cours de cette seconde rencontre, les enseignants reviennent sur ce qu'ils ont vécu et sur ce qu'ils avaient anticipé lors de la première rencontre. Les enseignants discutent de leur choix de problème. Ils réfléchissent aux stratégies des élèves et reviennent sur les concepts mathématiques en jeu lors de la résolution. Brigitte et Carole discutent de la manière dont leur discussion a structuré leurs pratiques. Puis, le choix du second problème à expérimenter permet de nuancer, voire clarifier certaines pratiques discutées lors de la première rencontre.

Post-enseignement : un retour sur le problème

Les enseignants reviennent sur leur expérience en partageant les stratégies empruntées par leurs élèves pour résoudre le problème qu'ils avaient choisi. Lors de la première rencontre, quelques enseignants avaient anticipé le fait que certains de leurs élèves auraient des difficultés à résoudre le problème choisi ; et à la suite de leur expérimentation, ils remettent en question la connaissance qu'ils ont de leurs élèves.

Remettre en question la connaissance de leurs élèves

Premièrement, avoir vécu une première expérience en lien avec le problème ouvert permet aux enseignants de réfléchir autrement aux démarches que leurs élèves peuvent mettre en place. Certains enseignants ont été surpris des comportements et des raisonnements de leurs élèves. Isabelle, par exemple, a été étonnée de voir que ses élèves forts n'avaient pas solutionné le problème aussi rapidement qu'elle l'avait anticipé. Carole rapporte, pour sa part, avoir découvert des forces inattendues chez certains de ses élèves. Elle n'était pas habituée à les voir aussi performants. Arsac *et al*. (1988) mentionnaient que les enseignants étaient impressionnés de la créativité et du plaisir que les élèves avaient en résolvant le problème ouvert, ce qui semble d'ailleurs le cas de Carole.

Réfléchir aux stratégies des élèves

Certains enseignants sont confortés dans leur choix de problème en lien avec les stratégies mises en place par les élèves. Bruno, par exemple, mentionne que certains élèves ont mis en place différentes démarches, but qu'il s'était fixé lors de la première rencontre :

- Moi c'était les moutons et la majeure partie de mes élèves ont utilisé la divisibilité, mais j'en ai une qui a pris les multiples et j'ai trouvé ça bien. […], mais j'étais content de voir que certains avaient fonctionné différemment.

Mélanie, pour sa part, voit une grande richesse en ce qui concerne l'explication de la démarche entre les élèves pendant la période de recherche. Elle souligne que certains élèves avaient trouvé la réponse, mais éprouvaient des difficultés à expliquer leur raisonnement. Comme le soulignent Arsac *et al.* (1988), un des avantages à la pratique du problème ouvert est l'échange entre les élèves, car il bénéficie autant à celui qui doit exprimer clairement son raisonnement qu'à celui qui écoute pour le comprendre ; et c'est ce qu'elle a trouvé riche dans son expérience.

D'autres sont plutôt déçus. C'est le cas de Mathieu qui souhaitait voir ses élèves utiliser les critères de divisibilité puisqu'il venait de l'enseigner. Puisque c'est l'une des différentes manières de résoudre le problème *Moutons, ton, ton*, on comprend qu'il espérait que ses élèves utilisent ce concept. L'intention pédagogique derrière le choix du problème n'a donc pas été atteinte et il en était un peu déçu.

Recourir à des ressources extérieures : les dyades

Lors de la première rencontre, les enseignants avaient choisi, en dyade, le même problème afin de pouvoir discuter et comprendre leur vécu. Brigitte et Carole, pour leur part, ont rapporté être embarrassées par la réponse de *Carrés dans un carré* :

- Brigitte : Carole et moi nous nous étions parlé des carrés [le problème des carrés] le matin et je pense que ça nous a un moment donné « enquiquiné » … On était comme : Toi tu es arrivée à combien ? (avec un air paniqué). Il y avait toute cette nervosité là au niveau de la réponse dont on doutait.

Ainsi, même post-enseignement, on sent qu'elles ne sont pas convaincues de la réponse. On réalise donc que dans leur planification, elles n'ont pas cherché à expliquer ce qu'elles ne comprenaient pas à l'aide d'une ressource extérieure comme l'a fait Isabelle avec son conjoint lors de la première rencontre. Carole et Brigitte expliquent qu'elles ne sont pas parvenues à définir ensemble une solution et cela semble les agacer. Ce qu'elles mettent de l'avant, c'est qu'enseigner un problème sans être capable d'expliquer son raisonnement rend inconfortable l'enseignant qui l'utilise dans sa classe.

Ainsi, même si Carole justifie : « Pour nous c'est sûr qu'il y a une logique là, mais pour un enfant là, ce sont des carrés. Tu joues avec des carrés […] » et donc que ce problème resemblait davantage à une énigme qu'à un problème traditionnel, néanmoins, elles expriment que le problème choisi, dans ce cas-ci *Carrés dans un carré*, doit avoir une explication mathématique de sa solution et que d'en discuter avec son collègue, comme ressource extérieure, peut permettre d'en comprendre la solution.

Pré-enseignement : choisir un second problème

Alors que les enseignants doivent faire un second choix de problème ouvert à utiliser dans leur enseignement, on ressent encore une fois que le problème ne doit pas être résolu trop rapidement par les élèves. On constate toutefois que Carole et Mélanie, même si elles ne sentent pas à l'aise avec certains problèmes, ont malgré tout envie de les utiliser dans leur enseignement.

Résoudre le problème pour soi et réfléchir aux stratégies des élèves

Lors du second choix de problème, le raisonnement est différent, car certains enseignants cherchent à se lancer sans nécessairement savoir à quoi s'attendre. On remarque que Mélanie et Carole ont envie d'utiliser le problème *Le Jardin* et *La moyenne mystère* car elles disent ne pas « le voir ». On peut supposer qu'elles ne voient pas aisément les raisonnements menant à une solution ou encore la manière de soutenir les élèves dans cette recherche, mais sans pour autant mettre le problème de côté. Or, contrairement à la première rencontre, il semble que, à la suite de leur expérience du problème ouvert, les enseignants peuvent ne pas se sentir parfaitement à l'aise avec celui-ci, mais tout de même le choisir afin de le vivre avec leurs élèves.

Puis, en solutionnant le problème *La moyenne mystère* pour le comprendre, Mélanie semble expliquer qu'elle l'a trouvé facile à résoudre tout en y voyant une régularité mathématique :

> – […] c'est parce qu'il y a une belle règle mathématique… il y a quelque chose pour réinvestir une façon. Parce que moi je l'ai fait c'est facile. Et je suis allée plus loin, en mettant des carrés vides et c'est ça fois ça divisé par ça.

Ainsi, comme Mathieu et Bruno l'ont expliqué lors de leur premier choix de problème, le concept mathématique en jeu peut amener à choisir un problème. Pour sa part, Mélanie voit la richesse du problème ouvert, comme le préconise l'*Open-ended Approach,* en amenant les élèves plus loin dans leur réflexion mathématique et non seulement en réinvestissant un concept.

Une pratique en émergence : pour mener le débat « efficacement »

Puisque tous les enseignants avaient choisi un problème détenant une seule solution, il a été soulevé que le débat pourrait être différent si le problème choisi en contenait plusieurs. Outre la liste des problèmes ouverts proposés lors du contrat collaboratif, les enseignants s'exclament sur le problème *Le jardin* en y voyant rapidement les nombreuses solutions possibles :

- Mathieu : Parce que lui [le problème Le jardin] a plusieurs solutions.
- Bruno : Il y en a énormément !
- Carole : Énorme oui.

Cette réaction est peut-être due au fait que le concept en jeu de ce problème est la fraction et puisqu'aucun des autres problèmes listés n'en contenait, les enseignants entrevoient en ces multiples réponses possibles un choix de problème intéressant pour mener le débat différemment.

Dans leurs échanges, les enseignants expriment donc une pratique qui n'avait pas été soulevée dans la première rencontre, soit de choisir un problème en y voyant la perspective d'une gestion plus efficace de la partie débat, ce qu'explique Isabelle :

- Bon c'est ça. Je vais peut-être prendre lui [le problème du jardin], celui des fractions, mais je suis en réflexion. Mais lui [le problème du jardin] m'ouvre une belle porte par rapport à… la deuxième partie quand les élèves viennent en avant. Là ils vont faire des dessins, ils vont m'expliquer ça avec des dessins au TBI ou des fractions. Au lieu que j'intervienne je vais encourager les autres […]

Ainsi, on remarque qu'Isabelle voit un potentiel dans ce problème pour gérer la partie débat du problème ouvert. C'est aussi le cas de Bruno en lien avec le problème *La bouteille*. En plus de mentionner son intention d'apprentissage et qu'il se voit mener la partie recherche de la même manière qu'il l'a fait avec le problème *Moutons, ton, ton*, il précise lui aussi qu'il y a un potentiel pour mener la discussion de manière plus précise :

> – […] je veux faire celui des bouteilles, comme tel dans la recherche. La discussion je pense que je vais beaucoup miser sur ça et sur le fait que je veux que la démarche soit claire et puisse être comprise. Moi je pense que c'est là, parce qu'Isabelle et moi on l'avait fait la semaine dernière. Moi j'étais comme fait un tableau, c'était étape par étape. Et Isabelle c'était des flèches. […] Mais moi je pense que la discussion est très intéressante si toutes les équipes ont possiblement trouvé une solution, de comment ils vont représenter. Est-ce qu'ils vont dessiner comme Isabelle ? Faire un tableau comme moi ou complètement autre chose ?

C'est donc par leur discussion en dyade que Bruno a pu voir différentes manières de résoudre ce problème et qu'il souhaite voir comment les élèves le résoudront. Ainsi, l'intention qui motive son second choix de problème est la gestion de la partie discussion grâce à la potentialité des différentes démarches du problème *La bouteille*.

Que retient-on de cette seconde rencontre ?

Au cours de cette seconde rencontre réflexive, les enseignants ont partagé leur surprise face aux différentes démarches mises de l'avant par les élèves. De voir leurs élèves forts être moins rapides que prévu, ou encore de constater que certains élèves étaient performants, a amené les enseignants à reconsidérer leur connaissance de leurs élèves. Les enseignants ont discuté des différentes stratégies adoptées par leurs élèves leur permettant alors, post-enseignement, d'être satisfaits ou plus ou moins satisfaits de leur premier choix de problème ouvert. Enfin, les enseignants expriment que le fait de discuter avec leur collègue de dyade permet de valider sa compréhension de la réponse attendue au problème donné. Puisque les dyades avaient choisi le même problème, on comprend que cette ressource extérieure leur donne l'opportunité d'exprimer que dans leurs pratiques, la réponse doit être comprise pour bien saisir l'entièreté du problème ouvert.

Lors du choix du second problème, on constate que les enseignants ont encore en tête de choisir un problème que les élèves ne résoudraient pas trop rapidement ni trop lentement et qui doit représenter un défi raisonnable. Cependant, les enseignants nuancent que bien qu'ils puissent ne pas avoir compris dans son ensemble le problème choisi, ils ont envie de l'utiliser quand même. Puis, ils précisent que les concepts mathématiques (moyenne arithmétique, critères de divisibilité [le reste un], le total des carrés est égal à la somme des carrés de « un » jusqu'au nombre des carrés formant le côté du dessin initial) en jeu dans le problème permettent d'aller plus loin que de simplement le résoudre. Cela met de l'avant la richesse mathématique des problèmes ouverts définie par l'*Open-Ended Approach*. Enfin, on remarque que les enseignants précisent une pratique qui était inexistante lors de la première rencontre réflexive : à la suite de la gestion de la partie débat du problème ouvert, ils voient la potentialité de mener ce débat efficacement dans leur choix du second problème ouvert.

4.3.1.3 La troisième rencontre réflexive

Lors de cette dernière rencontre, les enseignants ont fait un retour sur le problème que chacun avait choisi pour leur seconde expérimentation en nuançant leurs pratiques déjà expliquées précédemment. Puisqu'il s'agit de la dernière rencontre et qu'aucun choix de problème n'était fait, les enseignants sont invités à discuter de l'ensemble des problèmes ouverts proposés, et non seulement de ceux qu'ils ont utilisés. En discutant autour de la gestion, de l'ouverture et du potentiel d'apprentissage des problèmes, on dégage alors les choix, outre ceux déjà réalisés, que les enseignants feraient pour utiliser certains problèmes ouverts.

Réfléchir aux stratégies des élèves et aux concepts en jeu

Premièrement, quatre enseignants avaient choisi le problème *Le jardin,* Mélanie celui de *La moyenne mystère* et Bruno celui de *La bouteille*. On constate, dans leurs discussions post-enseignement, qu'il y a certaines différences entre la planification et les attentes des enseignants. Lors de son choix du problème *La bouteille*, Bruno avait précisé, dans la seconde rencontre, qu'il désirait voir les différentes stratégies que ses élèves mettraient de l'avant. Or, la diversité anticipée ne semble pas s'être réalisée, car ses élèves y sont tous allés en écrivant sur papier leur démarche alors qu'il avait espéré qu'ils usent de créativité pour représenter les bouteilles. On voit donc que son intention pédagogique mentionnée lors du choix du problème n'a pas été, selon lui, pleinement atteinte. Ainsi, on peut constater que le choix du problème ouvert peut être fait en fonction d'une intention pédagogique et que cela amène la planification de l'enseignement autour de cette attente.

Dans le même ordre d'idées, Carole doute de la possibilité du potentiel du problème de *La moyenne* qu'a fait Mélanie, car elle n'entrevoit pas comment on peut interroger les élèves sur leurs stratégies et les amener à argumenter sur le concept de la moyenne. Les enseignants ont exprimé à différents moments dans les rencontres que le choix du problème devait permettre aux élèves de réaliser le problème dans le temps planifié par eux. S'ils anticipent que les élèves le résoudront trop vite ou trop lentement, le problème ne sera pas choisi :

- Carole : Ça n'a pas dû durer longtemps la moyenne ?
- Mélanie : Ça a pris ma période quand même !
- Carole : Oh !

Précision d'une condition nécessaire : se sentir à l'aise avec le problème

En discutant du problème *La bouteille* réalisé par son collègue Bruno, Isabelle ne semble pas voir comment elle peut expliquer son raisonnement mathématique aux élèves, tout comme elle n'arrivait pas à expliquer sa démarche, lors de la seconde rencontre, afin que Bruno la comprenne (p. 84). Bien que ce problème ne contienne pas de concepts mathématiques précis comme dans le problème des *Moutons, ton, ton,* où les critères de divisibilité peuvent être utilisés pour le résoudre, sa résolution travaille la logique et la stratégie d'organisation. Le commentaire d'Isabelle permet de croire qu'elle ne semble pas à l'aise avec l'enseignement de ces stratégies mathématiques, ce qui l'aurait motivé à ne pas choisir ce problème pour expérimenter. En effet, elle exprime aussi sa réticence face au problème *Carrés dans un carré*.

Ainsi, on remarque que pour choisir certains problèmes, les enseignants doivent se sentir à l'aise avec les stratégies que les élèves peuvent utiliser ou avec une démarche qui pourrait demander des explications. Dans le cas des problèmes *Carrés dans un carré* et *La bouteille*, le raisonnement mathématique est davantage ciblé qu'un concept mathématique, comme c'est le cas du problème *Mouton, ton, ton*. Autrement dit, comme le précise Giddens (1987), les acteurs agiront et reproduiront les conditions dans lesquelles ils se sentent compétents, et donc, les enseignants choisissent un problème ouvert qui permet ces conditions où ils se sentent compétents.

Pour sa part, Mélanie hésitait lors de la seconde rencontre entre trois problèmes : *La moyenne mystère*, *Le jardin* et *La bouteille,* mais rapporte n'avoir choisi le problème *La moyenne mystère* qu'une fois dans sa classe. Bien qu'elle soutienne ne pas se sentir à l'aise avec l'enseignement des mathématiques, elle a choisi ce problème à la dernière minute. Cependant, lors de la seconde rencontre, elle avait mentionné que le problème de *La moyenne mystère* était pour elle facile à résoudre et elle voyait même la possibilité d'enrichir le problème en amenant les élèves à généraliser.

Ainsi, on peut supposer que puisqu'elle affirme ne pas être à l'aise avec les mathématiques, elle a fait le choix de faire *La moyenne mystère* spontanément, car elle le trouve « facile ». De ce fait, les enseignants choisissent un problème ouvert parce qu'ils se sentent compétents en ce qui a trait à sa résolution ou aux concepts mathématiques en jeu dans le problème. Ces conditions réunies permettaient probablement à Mélanie de faire ce choix et de s'y sentir à l'aise.

Un problème choisi pour anticiper le débat

Lors de la seconde rencontre, les enseignants avaient soulevé la pratique de choisir un problème afin de mener le débat, vécu une première fois, de manière plus efficace. Ainsi, Bruno a exprimé qu'il trouvait intéressant de comparer les solutions des élèves et de voir l'efficacité derrière chacune d'elles. Le problème *La bouteille* lui permettait une gestion du débat plus efficace et cela lui a alors permis de revenir sur les méthodes anticipées qu'ils n'avaient pas vues lors de la période de recherche :

- Bruno : Donc, mais j'ai été content d'expérimenter, et j'en ai parlé dans mon retour, une fois qu'on a tout dit sur les solutions, je leur ai dit : « Vous aviez droit à du matériel ! Il n'y a rien qui vous aurait empêché de prendre des crayons, de prendre autre chose, de les déplacer comme si c'était d'une bouteille à l'autre ». Ils ont dit : « Ah ouais ! Mais comme pas pensé (sur le coup) ». Parce que

> je moi, quand je leur ai présenté une solution au TBI à la toute fin, j'avais comme mis des ronds qui représentaient des litres et là je déplaçais mes ronds au TBI.

Bien que Bruno ne donne pas d'exemple à partir du matériel représentant des bouteilles, mais en dessinant des ronds représentant les litres contenus dans les bouteilles, le problème *La bouteille* lui a permis de gérer le débat comme il l'avait souhaité, soit en comparant les démarches et solutions des élèves. Il met de l'avant que les enseignants peuvent utiliser la conclusion de la partie débat pour montrer aux élèves des stratégies ou méthodes non utilisées permettant de solutionner le problème différemment. Le problème choisi offre donc la possibilité de mener le débat plus efficacement, mais aussi d'enseigner des stratégies possibles et alors de discuter de leur efficacité.

Regard enseignant sur l'ensemble des problèmes ouverts proposés

Finalement, il a été demandé aux enseignants de revenir sur l'ensemble des problèmes ouverts proposés en début de projet. Étant donné qu'ils avaient maintenant une expérience de l'utilisation de ce type de problèmes dans leur enseignement, ils ont pu réfléchir et discuter des problèmes en termes de gestion de classe et d'enseignement, de potentiel mathématique et d'ouverture des problèmes ouverts à partir de l'expérience vécue.

Tout d'abord, on constate que les concepts en jeu occupent une grande part de leur discussion autour des problèmes ouverts. Alors que les enseignants argumentent, on réalise que les concepts mathématiques en jeu dans le problème les amènent à réfléchir à leur compréhension du problème, à la manière dont ils pourront soutenir adéquatement les stratégies de leurs élèves dans leurs relances possibles pendant la période de recherche. On réalise que de le résoudre pour soi ainsi que de s'appuyer sur une ressource extérieure amène les enseignants à justifier leur intention d'utiliser le problème en question.

- Carole : Un que je mettrais aussi difficile à gérer, parce que je ne saurais pas quoi répondre, c'est la moyenne. Je pense que ça prendrait trois secondes et il serait fait. Tu vois je le mettrais là-dedans aussi, par manque de… [bruit de bouche signifiant difficile].
- Chercheuse : Toujours avec ton espèce de : « Jusqu'où je vais ? Jusqu'où je réponds ? »
- Carole : C'est ça. Je ne me sentirais pas à l'aise. Ce n'est pas un problème que je voudrais faire. Tous les autres je vais les faire. Mais lui la moyenne, non.
  […]
- Isabelle : Ça, moi je trouve ça difficile à gérer [en parlant du problème des bouteilles].
- Bruno : Les bouteilles ! Non moi celui que j'ai mis le moins, le plus facile.
- Isabelle : Moi c'est parce que je les vois bloquer ici, tu sais je les vois bloquer dans ma tête et ne pas savoir quoi faire. […] Parce que moi j'étais mêlée et mon conjoint est ingénieur et oh… il n'était pas vite là-dessus. […] Alors moi mes élèves….
- Bruno : Je t'avoue que je n'avais pas pensé à ça.
- Isabelle : Tu sais [s'adresse à la chercheuse] mon conjoint est ingénieur et il a réfléchi pour faire ça [montre un schéma] et s'il a réfléchi pour faire ça, moi je me dis mes élèves dans la classe ce serait quoi ? Ça je trouve ça dur à gérer s'ils sont dans le néant.
  […]
- Mathieu : Moi je peux te répondre. Le plus ouvert, c'est l'école. […] Parce qu'il y a une infinité de réponses.
- Mélanie : Selon comment on le voit.
- Mathieu : Selon comment on le voit. Le poids, le volume, l'aire. Et le plus fermé, les moutons je dirais.

De plus, les enseignants rapportent que les concepts en jeu dans le problème ouvert, pouvant amener des réponses variées, leur demandent une planification pré-enseignement plus détaillée que si le problème contenait moins de concepts mathématiques ou s'il a une réponse unique. Par exemple, le problème *Moutons, ton,*

ton, où sont travaillés les concepts de divisibilité et de multiples, serait un problème demandant moins d'intervention de la part de l'enseignant pendant la partie recherche que celui *Deux nombres en entier* qui porte sur les concepts de la multiplication, des nombres entiers et de la soustraction. Cependant, Bruno précise que, pour lui, le problème *Deux nombres en entier* est au contraire facile à gérer, donc à utiliser, puisqu'il contient moins de concepts mathématiques, cela lui demanderait moins d'intervention en classe, moins de relances, et que la partie recherche est alors plus facile à manœuvrer. De ce fait, si l'on revient à la deuxième rencontre réflexive lorsque des enseignants ont manifesté leur manque d'aisance avec les mathématiques, la maitrise des concepts en jeu dans le problème ouvert peut donc être une condition nécessaire à son utilisation par l'enseignant.

Dans une de leurs discussions, les enseignants soulèvent que le problème *Deux nombres en entier* peut permettre aux élèves d'aller plus loin que les notions prévues dans le PFEQ. Les enseignants rapportent donc que la richesse mathématique de ce problème, dans sa formulation originale, est intéressante, mais n'étant pas un concept vu par les élèves, le problème n'est donc pas un choix intéressant. Le problème doit donc respecter les notions mathématiques prévues au PFEQ. En effet, si les élèves ont des stratégies qui vont plus loin que ce qui est prescrit par le programme, cela peut causer aux enseignants un certain inconfort sur leurs possibles interventions lors des deux parties du problème ouvert.

- Bruno : Je le mettais moins ouvert que les moutons, mais je pense que le problème numéro un [le problème Deux nombres en entier] je le mettrais encore moins ouvert.
- Carole : Ah oui, les deux qui donnent 50 ?
- Bruno : Même s'il y a plus qu'une réponse.
- Brigitte : À cause du fait d'où ils [les élèves] en sont en mathématiques ?
- Carole : C'est toujours la même chose.

- Bruno : Multiplications donne 50. Puis tu fais des essais.
- Brigitte : D'où ils en sont en mathématiques aussi au primaire, peut-être que c'est…
- Chercheuse : Mais il est modifié lui, car à l'origine, c'est un nombre négatif ou une fraction multipliée par un nombre entier.
- Carole : Ok, là il devient un peu plus intéressant.
- Isabelle : Je ne pense pas que mes élèves iraient jusque là. Parce qu'on n'enseigne pas la multiplication avec les nombres négatifs là. J'avais fait 50 x 0 = 0.
- Bruno : Oui, tu m'avais dit ça
- Mélanie : J'avais fait ça aussi.

Brigitte rapporte que le problème le plus facile à gérer est celui du jardin qu'elle a fait en se disant à l'aise. On peut penser qu'elle se sent à l'aise avec le concept de la fraction, tant au niveau des possibilités qu'offre le problème qu'aux relances afin de soutenir les élèves dans leur démarche mathématique durant les deux périodes du problème ouvert. Ce concept est beaucoup travaillé au 3^{e} cycle dans le PFEQ ; les conditions étant cette fois réunies pour favoriser son utilisation en classe par l'enseignante.

Enfin, le problème *Tous dans l'école !* est revenu fréquemment lors de cette rencontre réflexive et il résume bien les conditions qui semblent nécessaires pour que les enseignants soient à l'aise d'utiliser un problème ouvert. Premièrement, les enseignants s'entendent pour dire qu'il est celui qui contient le plus de potentiel mathématique. Les enseignants soulèvent des questions qui font référence aux différents concepts mathématiques (aire, volume, périmètre, moyenne et opérations diverses) que les élèves pourraient utiliser pour répondre à la question du problème. Ce problème demanderait donc une compréhension devant être réfléchie et analysée plus longuement. De plus, puisque plusieurs réponses sont possibles, la gestion de la partie débat exige des enseignants un rôle plus important. Enfin, les enseignants commentent la difficulté qu'il représente pour gérer le comportement des élèves qui désireraient sortir de la classe pour vérifier leur hypothèse mathématique en raison d'une contrainte du métier : que l'on doive surveiller nos élèves en tout temps.

Que retient-on de cette troisième rencontre réflexive ?

En somme, dans cette dernière rencontre réflexive, les enseignants reviennent sur leur choix de problème en précisant que le problème choisi permet de mener le débat plus efficacement, mais aussi de le conclure en enseignant des stratégies non utilisées, mais efficaces pour résoudre. On comprend aussi que la culture mathématique dans laquelle les élèves évoluent lorsqu'ils résolvent des problèmes les conduit à utiliser des méthodes et stratégies auxquelles ils sont habitués. De ce fait, leurs solutions peuvent alors surprendre certains enseignants, qui n'y auraient pas pensé, ou les décevoir, puisqu'ils ne les avaient pas anticipées, d'où leur motivation à choisir ce problème. Puis, on remarque que certaines conditions doivent être en place pour que les enseignants choisissent un problème ouvert. Ils doivent être en mesure de soutenir les stratégies que les élèves mettent de l'avant lors de la résolution ou encore se sentir à l'aise avec les concepts mathématiques en jeu dans le problème sur lesquels ils risquent de devoir soutenir les élèves.

Alors qu'ils discutent autour de l'ensemble des problèmes, autant ceux choisis que ceux laissés de côté, les enseignants expliquent qu'un problème est plus ouvert s'il contient de nombreuses réponses et qu'il y a plusieurs concepts en jeu pour le résoudre, sans toutefois préciser si cela a une incidence sur leur choix. Bien qu'un problème ayant une seule réponse possible ait différentes démarches pour y arriver, les enseignants le perçoivent davantage comme un problème d'application. En fin de compte, pour choisir un problème ouvert, les enseignants semblent soulever que la maitrise de ses concepts en jeu permettant d'envisager et de soutenir les stratégies des élèves lors des deux parties du problème ouvert est une condition nécessaire à son utilisation. L'aide d'une ressource extérieure peut soutenir l'enseignant dans son questionnement. Néanmoins, les contraintes du métier, tels le temps et l'organisation physique, sont aussi des variables dont l'enseignant tient compte lorsqu'il choisit le problème ouvert.

4.3.2 Former des équipes

Dans la définition du problème ouvert retenue, les élèves doivent travailler en équipe pendant la partie recherche afin de solutionner le problème ensemble. Les enseignants ont donc rapidement discuté de la manière dont ils prévoyaient former les équipes d'élèves dans leur classe à partir des forces scolaires des élèves. En discutant, ils voient deux options qui s'offrent à eux, soit de former des équipes homogènes ou des équipes hétérogènes en termes de force d'élève. Rapidement, les enseignants expliquent qu'ils désirent que leurs élèves travaillent bien ensemble et que cela a donc une incidence directe sur la formation des équipes. Ces discussions se sont essentiellement déroulées lors des première et seconde rencontres, puisque lors de troisième rencontre, ils n'ont que confirmé leur satisfaction quant aux équipes formées.

4.3.2.1 La première rencontre réflexive

L'enjeu de la formation des équipes est discuté dès le début de la rencontre et tourne principalement autour de la force des élèves. Les enseignants expriment plus ou moins explicitement que leur compréhension de cette dernière repose sur le rendement scolaire des élèves. Ainsi, les enseignants discutent de former les équipes en regroupant les élèves par force ou de les former de manière hétérogène, soit que chaque équipe soit composée d'élèves forts, moyens et faibles.

- Mélanie : Mais j'ai des élèves très travaillants, ils n'ont pas nécessairement 90 %, mais ils buchent longtemps, donc dans ma tête ils sont dans mon équipe forte.
  […]
- Carole : Moi, j'ai tendance à éliminer mes forts-forts et les mettre ensemble.
- Isabelle : C'est ça que je pensais faire.
- Carole : Tu les mets ensemble et avec les autres, tu fais des groupes tu sais, moyens, moyens-faibles, moyens, moyens-faibles…
- Isabelle : C'est ça que je pense que je vais faire. C'est très intelligent.
- Isabelle : Ils vont se pousser c'est ça, ensemble !
- Carole : C'est ça, c'est sain. Pis les autres aussi ça leur fait du bien aussi (agite les mains comme si elle était soulagée) de ne pas voir les deux petites têtes fortes surplombées.

Néanmoins, on remarque qu'au-delà des forces des élèves, les enseignants expliquent qu'il n'y a pas que le rendement scolaire (en mathématiques) qui définit la force d'un élève, mais ses aptitudes de travail sont tout aussi importantes, et ils en tiennent compte dans la formation des équipes :

- Mélanie : Qui n'abandonne pas, qui veut, qui pose des questions, que je vois qu'il veut aller plus loin, même s'il n'a pas la bonne réponse, mais qu'on voit qu'il y a un cheminement.
  […]
- Chercheuse : Ce n'est pas rien que la note nécessairement ?
- Carole : Non, il y a la débrouillardise !

Outre la force académique , on retrouve dans le discours des enseignants l'importance que les élèves puissent raisonner à leur rythme. Certains enseignants craignent que l'élève faible (selon ses résultats) ne puisse raisonner à son rythme, se retrouvant alors à ne faire aucun apprentissage mathématique, et que l'élève fort se trouve ralenti par celui qui n'aurait pas compris aussi rapidement que lui :

- Isabelle : … le fort peut être ralenti par l'élève [de] 20 %, parce qu'il aurait trouvé plusieurs solutions et il va être freiné à essayer de soutenir l'autre et expliquer.
  […]
- Isabelle : Mais si je mets un fort, moyen, faible dans l'équipe ; le fort va prendre toute la place, il roule, et les autres sont là, ça copie, moi c'est ce qui se passe dans ma classe si je fais ça là […] j'ai deux élèves, en situation problème, deux, deux têtes fortes là, vraiment… Qui prennent de la place là. Pas nécessairement négatifs ces deux-là.
- Carole : Mais mets-les ensemble ces deux-là !
- Isabelle : C'est sûr que ces deux-là, si je les mets dans une équipe ils vont écraser les autres. Ils parlent, y parlent, y parlent, y parlent. Déjà en lecture, quand je travaille l'enseignement réciproque, j'ai un animateur qui dirige… Mais c'est ça, moi je fais une équipe faible, je vais aider. Moi je suis carrément assise avec l'équipe faible, et je les aide dans ça, parce que c'est vrai que si je les laisse aller, ils vont être devant une page blanche, ça c'est sûr !

Comme le mentionne Giddens (1987), les acteurs ne créent pas les activités, mais les recréent en posant des actions permettant les conditions dans lesquelles ces dernières se dérouleront. De ce fait, Isabelle justifie sa conception de la formation de ses équipes pour cette nouvelle activité en se basant sur la formation des équipes qu'elle a déjà réalisée précédemment. Ainsi, elle ne crée pas des équipes, mais en recrée pour une activité différente en justifiant ses raisons. De plus, elle précise que son rôle serait de soutenir les élèves plus faibles s'ils sont regroupés ensemble. Ainsi, on constate que les enseignants forment leurs équipes en réfléchissant au travail que les élèves exécuteront ensemble. De ce fait, leur personnalité peut permettre une communication plus facile entre eux. L'échange entre les élèves occupe donc une place importante dans ce travail d'équipe que les enseignants souhaitent favoriser par la formation de leurs équipes.

- Bruno : Est-ce que c'est une bonne idée aussi de les placer selon les personnalités ? Tu sais le fort qui va être ouvert vers les autres, qui va avoir un respect de l'élève plus faible, qui va l'amener à trouver une solution. Et tu as le fort qui pense juste à lui et à performer. Peut-on y aller avec ça ? Et jumeler selon des traits de caractère ?
  […]
- Isabelle : Moi je vais les mélanger. Je ne me pose même pas la question de fort-moyen-faible. […] Je veux qu'il y ait des échanges, je crois qu'il y a un apprentissage de travailler en équipe à travers ça, probablement qu'il y en a qui ne suivront pas le lot, mais si je me rends compte qu'ils se rendent rapidement à une solution, je vais probablement leur dire, assurez-vous que tout le monde dans l'équipe est capable d'expliquer aux autres.
- Autres enseignants : Oh ! Ou lala…
- Isabelle : Alors peut-être que mes forts vont avoir compris vite, mais ils vont devoir poser des questions et expliquer à celui le plus faible. Pour être sûr que je ne choisirai pas cet enfant-là, mais je pourrais laisser le doute et dire à l'équipe de s'assurer que le représentant comprend. Les forcer à s'expliquer.

Puisque la communication et l'échange entre les élèves sont importants, les enseignants pensent à une condition qui permettrait aux élèves faibles de comprendre s'il arrivait que des élèves soient plus rapides dans leur compréhension et que leur apprentissage soit compromis. Il leur sera exigé que tous les élèves aient compris, évitant alors cette possibilité, une alternative que plusieurs semblent partager. Toutefois, on constate dans l'échange précédent que cette solution ne semble pas partagée par plusieurs enseignants. Autrement dit, comme le précisent Mélanie et Bruno, l'apprentissage ne s'arrête pas à la partie recherche du problème ouvert, et donc, advenant le cas d'un élève n'ayant pas tout saisi, il pourra entendre des explications des autres équipes lors de la partie débat dans laquelle le problème sera réexpliqué, possiblement de différentes manières.

- Mélanie : Je m’enlignais un peu plus, je m’enlignerais un peu plus comme Isabelle, je suis pas mal d’accord. Puis je me dis que les faibles qui auront de la difficulté à suivre, y vont avoir de la misère à suivre s’ils sont justes ensemble de toute façon. Puis c’est lors du retour, de notre partie à nous, quand on va faire l’animation, le retour, c’est là qu’ils vont peut-être, comme tu (la chercheuse) as dit tantôt, il y a des petites lumières qui vont arriver.
- Mathieu : Ça va peut-être avoir été un peu vite, mais avec le temps, la leçon, la durée de la leçon, le retour, un moment donné, la lumière va peut-être s’allumer, peut-être qu’elles ne s’allumeront pas, mais peut-être qu’elle va s’allumer la semaine prochaine, mais il y aura laissé des traces pour progresser là-dessus plus tard.

Enfin, Mathieu n’aura pas conclu sur la formation de ses équipes, mais aura soulevé les deux options qui s’offrent à lui, soit de former les équipes comme le dit Isabelle ou, si son rôle diffère, alors grouper les moyens-forts ensemble afin qu’ils soient autonomes. Ainsi, la formation de ses équipes dépendra du rôle qu’il s’attribuera ; à savoir s’il soutient les élèves plus faibles ou s’il laisse la dynamique de l’équipe s’attribuer ce rôle. Ainsi, le travail d’équipe pourrait être différent, car en demandant aux élèves de s’entraider en se soutenant dans leur compréhension mutuelle, si les rythmes de raisonnement diffèrent ou s’ils sont similaires, alors Mathieu assurera la compréhension des élèves plus faibles réunis dans une seule équipe.

4.3.2.2 La deuxième rencontre réflexive

La seconde rencontre réflexive débute par un tour de table où les enseignants reviennent sur la formation de leurs équipes. Trois des six enseignants ont composé des équipes hétérogènes alors que les autres ont opté pour une composition homogène en regroupant les élèves par force. D’ailleurs, les enseignants expliquent de manière explicite que la force des élèves repose sur leur résultat académique :

- Mélanie : Et là, j'ai juste dit aux élèves : « Les forts vous les voyez là, c'est sûr on ne se le cachera pas ». Mais je n'ai pas dit j'ai fait des faibles et des forts, […] les autres je les ai mélangés ensemble, pour pas qu'ils se sentent exclus. Je suis très discrète par rapport aux résultats, c'était très correct et ils sont très respectueux ».

Ainsi, on remarque que la force des élèves amène les enseignants à s'assurer que chaque élève sera intégré dans le travail que fera l'équipe. Tout comme lors de la première rencontre réflexive, ils désirent que le rythme de raisonnement de chaque élève puisse être respecté et cela guide la formation de leurs équipes. On constate que le sentiment de bienêtre de l'élève est tout aussi important que l'opportunité d'être en contact avec d'autres qui pourraient le faire évoluer mathématiquement. Mathieu précise que même si des élèves plus forts dans les équipes ont parfois pris les rênes, tous les membres étaient impliqués dans la résolution, chacun étant respecté au sein du travail d'équipe.

Lors de la formation des équipes, les enseignantes qui équilibrent les forces dans leurs équipes semblent le faire pour différentes raisons. L'homogénéité des équipes semble être réalisée en équilibrant les élèves selon leur rendement académique, alors que pour d'autres, l'équilibre est réalisé en tenant compte du rendement académique et du travail d'équipe à venir, comme le précise Brigitte :

- Des équipes hétéroclites, forts/moyens/faibles, en tout cas, un qui envoie promener l'autre ; alors là, j'ai comme fait un mixte de tout ça, fort/moyen/faible et genre, lui n'enverra pas promener lui, donc genre au niveau des tempéraments.

Ainsi, elle tient compte non seulement de la force perçue de ses élèves, mais aussi de la dynamique qu'il y a entre eux, ce qui semblait un enjeu important lors de la première rencontre réflexive. Les enseignants semblent former les équipes en équilibrant les forces de chacun, entre autre sur leurs résultats et/ou sur leurs compétences en mathématiques, mais aussi en équilibrant selon leur tempérament/personnalité tel qu'ils l'avaient mentionné.

D'ailleurs, à la fin de la rencontre, il n'y a que Bruno qui affirme un changement dans la formation de leurs équipes pour la prochaine expérimentation en classe, alors que les autres semblent poursuivre avec la même formation des équipes. Bruno mentionne que la formation des équipes repose sur le choix du problème ouvert qu'il fera. Cette pratique met en lumière que l'expérimentation nuance sa formation des équipes :

- Bruno : Moi c'est relié à mon problème choisi étant donné que je pense que la démarche qu'ils vont présenter sur comment ils vont réussir à faire une démarche de manière à ce […] qui prouve que leur solution fonctionne pour les bouteilles. Je m'attends à des choses très différentes et c'est ça que je pense qui va être intéressant.
- Isabelle : Comme toi et moi. Toi tu étais plus tableau.

Ainsi, bien que la formation des équipes puisse se faire en tenant compte de la force des élèves et de leur manière de travailler ensemble, Bruno soulève que suite à son expérimentation, il réalise que la formation des équipes peut dépendre du choix du problème ouvert qui amènerait les élèves à travailler différemment.

Que retient-on de former des équipes ?

Bien que la compétence mathématique des élèves en termes de rendement scolaire soit l'enjeu initial dans la formation des équipes, d'autres éléments davantage liés à la gestion de classe et à l'apprentissage entrent en ligne de compte. On réalise que les enseignants désirent que les élèves travaillent bien ensemble et donc, leur personnalité et leur tempérament viennent teinter la formation des équipes. On constate qu'il est important pour certains enseignants que le rythme de raisonnement de chaque élève soit respecté, permettant ainsi à chacun d'eux d'apprendre, ce qui amène des enseignants à regrouper les élèves selon leur force académique et à être plus présents pour soutenir l'échange entre les élèves plus faibles.

Puisque la formation de leurs équipes doit favoriser l'échange et la communication entre les élèves durant la partie recherche du problème ouvert, les enseignants en viennent alors à demander aux équipes composées d'élèves de différentes forces académiques de s'assurer que chacun d'eux comprend bien la démarche du problème de manière à être capable de l'expliquer et de l'argumenter pendant la partie débat qui suivra. Ce faisant, les enseignants s'assurent que les élèves communiquent ensemble tout en apprenant malgré les différences de rythme d'apprentissage possibles au sein de l'équipe formée.

Enseigner avec le problème ouvert

Le problème ouvert fait partie d'une pratique pédagogique, car il est travaillé en deux parties distinctes qui n'ont pas le même objectif. Or, les enseignants participants n'ont jamais enseigné ce type de problèmes ni, donc, adopté un enseignement mathématique spécifique à ce dernier ; leur discussion a donc tourné autour de la gestion de la partie recherche et la gestion de la partie débat. Cependant, les enseignants ont rapidement mentionné que la gestion didactique liée à ce problème en deux parties était aussi à planifier. De ce fait, on remarque que les enseignants ont prévu couper l'heure approximativement en deux, allouant alors de 25 à 30 minutes pour réaliser chacune des parties du problème ouvert. Toutefois, on sent que certains anticipent la possibilité de ne pas avoir assez de temps pour réaliser la seconde partie dans son entièreté pendant l'observation en classe :

- Isabelle : Pour être sûr dans le contexte de la recherche, dans notre heure, disons que ça n'a pas avancé autant qu'on le voulait, on n'a plus le temps de faire le problème en recherche, on commence la discussion, tu vois seulement 2 équipes. Est-ce que toi, est-ce que tu vois une problématique à ce qu'on complète les retours, les discussions sans toi ?
  […]
- Mathieu : Bon en fait, toi tu viens une heure ?
- Chercheuse : Oui.
- Mathieu : Tu t'attends qu'on ait fait du début à la fin dans ton heure ?
  […]
- Carole : La façon que je vois ça, on leur lance ça. Là je vais faire le tour, et quand je vais avoir à peu près, je ne sais pas combien d'équipes j'aurai, mais quand j'aurai 2 ou 3 équipes, peut-être deux, 2-3 équipes que je sens que ça fait du sens ce qu'ils ont (en se redressant les épaules), qu'ils se sentent à l'aise, ben alors on va arrêter pis te l'expliquer. Je n'irai pas jusqu'au bout là. Je vais arrêter, parce que je voudrais que tu partes avec un petit contenu. Moi après je vais continuer en classe à les laisser aussi ouverts que possible.

On voit ici que les enseignants veulent prendre en compte les contraintes de la recherche. Comme je ne serai présente qu'une période, ils aimeraient que j'assiste à tout. Or, ils semblent penser qu'ils auront besoin de plus qu'une seule période de classe (d'une durée d'une heure). Lorsqu'Arsac *et al*. (1988) ont mené leur recherche, il y avait normalement une période d'environ 45 minutes allouée à chaque partie du problème. Tandis que dans l'*Open-Ended Approach,* on ne spécifie pas le temps alloué à l'utilisation du problème ouvert en classe, mais Shimara (1977) laisse sous-entendre que le temps varie selon le type de problèmes et comment les élèves en voient la richesse mathématique. Enfin, leurs anticipations étaient justifiées, car lors de la dernière rencontre, Bruno résume le discours des enseignants lorsqu'il mentionne : « pour bien conclure, j'aurais pris 1h15/1h30 ». Ainsi, il semble que pour utiliser le problème ouvert en classe, on doive allouer plus d'une heure pour être certain d'avoir laissé les élèves chercher suffisamment et qu'ils aient des arguments suffisamment développés à présenter lors du débat.

4.3.3 Gérer de la partie recherche

4.3.3.1 La première rencontre réflexive

Lors des discussions, les enseignants se questionnent essentiellement sur leur rôle et la manière dont ils peuvent soutenir les élèves dans leur résolution du problème ouvert qu'ils ont choisi ou dans leurs apprentissages mathématiques. Tout d'abord, certains enseignants semblent penser que leurs élèves pourraient ne pas se sentir confortables dans l'activité et anticipent de devoir les rassurer devant cet inconnu qu'est le problème ouvert. De plus, ils se demandent comment répondre aux questions des élèves sans « trop en dire », sans nuire à leur raisonnement mathématique.

– Isabelle : Oui, mais je trouve que c'est un défi, quand même en soi que d'être capable, que de savoir comment les soutenir là-dedans, sans trop parler, tsé leur mettre tout cuit dans le bec, leur dire, c'est de même, c'est de même. Parce que c'est quand même complexe soutenir un enfant dans un problème ouvert. Quand je les faisais, je me suis beaucoup questionnée. Ok, s'il fait ça [en parlant d'un enfant], comment je pourrais l'aider ? Eille, c'est complexe.

Certains enseignants, comme Brigitte, anticipent l'insécurité de leurs élèves face à la résolution du problème ouvert, mais aussi la leur face aux relances qu'ils auront dans la classe lors de l'activité. C'est aussi le cas de Mélanie qui précise qu'elle n'a pas, dans sa pratique, un réflexe assez rapide pour leur répondre adéquatement lorsque les élèves lui posent des questions mathématiques précises, car :

- Mélanie : Les mathématiques ce n'est pas ma matière à moi… Et ce qui m'insécurise c'est de ne pas avoir prévu toutes les solutions et dans la discussion, quand les élèves proposent quelque chose de ne pas… que mon cerveau n'aille pas assez vite pour… ahhhh ! Ça fonctionne-tu ?

Tout en essayant de comprendre leur rôle, les enseignants réfléchissent à celui qu'ils ont dans une activité qui leur semble similaire. Giddens (1987) expliquerait que lorsque les acteurs vivent une nouvelle activité, ils ne la créent pas, mais la recréent en mettant en place les conditions dans lesquelles ces acteurs agiront pour la vivre. C'est en fait ce que Mathieu fait en se questionnant, car il essaie de comprendre son rôle en s'appuyant des pratiques qu'il met de l'avant lorsqu'il fait des situations-problèmes dans sa classe : « Mais si je me fie aux situations problèmes, on les accompagne, faut les aider, les aider à se débloquer ».

Alors que l'objectif de la période de recherche — de laisser les élèves chercher comme des chercheurs le feraient — leur est rappelé, les enseignants essaient de comprendre jusqu'où s'étend leur rôle durant cette période si l'élève est bloqué dans sa recherche. Bien que les enseignants mentionnent qu'ils ne laisseraient jamais un élève désemparé devant une page blanche dans l'incapacité de résoudre le problème, Mathieu s'interroge quant aux limites jusqu'où il peut laisser les élèves résoudre de manière autonome afin de les laisser chercher comme deux chercheurs le feraient :

- Mathieu : Une page vide c'est combien de temps avant qu'on intervienne ?
- Chercheuse : Ça, ben ça, ça dépend ! Combien de temps tu vas laisser un élève devant une page vide toi ?
- Isabelle : En même temps on dit l'élève, mais c'est une équipe !
- Mathieu : Je risque de comparer, je risque de le comparer aux autres.
- Carole : Il n'y aura pas tant de pages blanches que ça.

Certains enseignants rappellent que les élèves sont en équipe et que chacune d'elle devrait alors avoir entrepris un raisonnement mathématique avant qu'ils n'aient besoin d'intervenir. Dans cet esprit de laisser les élèves chercher comme des chercheurs, Brigitte propose ensuite une pratique qu'elle mettrait de l'avant pour soutenir les élèves qui seraient devant une impasse dans leur raisonnement :

- Brigitte : Moi je ne sais pas ce que vous en pensez, mais j'aurais tendance à, les chercheurs vont voir d'autres chercheurs, avant de chercher eux-mêmes, y vont aller s'alimenter [de] d'autres recherches souvent, alors j'aurais peut-être tendance à dire à mes élèves qui sont en questionnement peut-être un peu plus profond, c'est sûr que je suis là pour les guider, mais de les amener vers d'autres élèves pour qu'ils voient comment ils s'y prennent. Est-ce que ça, ça peut se faire ? Ou dans certaines circonstances ?

Cette pratique soulevée par Brigitte est fort intéressante, puisqu'elle met de l'avant cet esprit de recherche qu'a le chercheur en discutant et en s'inspirant des réalisations de leurs confrères de recherche afin de peaufiner les siennes. Ainsi, avant d'être en soutien pour les élèves, elle pense les amener à s'observer entre eux comme le feraient selon elle les chercheurs.

4.3.3.2 La première recherche en classe

En classe, les enseignants posent des actions qu'ils n'ont pas décrites lors des rencontres réflexives. Premièrement, différentes manières de faire sont mises en place pour introduire le problème à la classe. Certains laissent les élèves lire eux-mêmes le problème, comme Isabelle et Brigitte, alors que les autres le lisent à voix haute. Seule Carole n'a pas mis d'intonation à la lecture, contrairement à Bruno, Mélanie et Mathieu qui ont lu le problème *Moutons, ton, ton* en insistant sur les deux contraintes du problème. Ils l'ont lu en montant légèrement le ton lors de la lecture des passages en gras :

- Un berger a plus de **50 moutons, mais moins de 70**. Un jour, il remarque que s'il les compte par 2, **il en reste 1** ; que s'il les compte par 3, **il en reste 1** ; par 4, **il en reste 1** ; par 5, **il en reste 1** et par 6, **il en reste toujours 1**. Combien a-t-il de moutons ?

En lisant ainsi, bien que les contraintes du problème soient davantage soulignées, les élèves n'ont aucune indication sur la manière de le résoudre. De ce fait, cette pratique n'induit pas le raisonnement des élèves, mais souligne la manière habituellement utilisée par certains enseignants pour lire les problèmes.

Les enseignants interrogent les élèves de la manière discutée lors des rencontres. Certaines questions valorisent le partage et encouragent la communication au sein des équipes. De plus, il est possible que les enseignants posent ces questions afin de s'assurer que les élèves comprennent ce qui se passe dans le raisonnement du problème : « Est-ce que vous êtes d'accord avec sa réponse ? », « Qu'est-ce que vous en pensez ? », « Pourquoi vous n'essayez pas les deux façons de faire ? », « Est-ce que vous vous êtes parlé tous les trois ? », « Avez-vous compris ce qu'elle [une élève] vient d'expliquer ? », « Vous en êtes où dans vos réflexions ? », « Est-ce que tu as tout compris ? », « Est-ce que tout le monde [dans l'équipe] est d'accord avec ça ? ».

De plus, d'autres questions orientent l'élève ou l'équipe sur une piste d'actions possible : « Est-ce qu'on essaie 50 [moutons] ou pas ? », « Qu'est-ce qui vous fait hésiter ? », « Qu'est-ce qui te dit qu'il n'y en aurait pas d'autres [que cette réponse-là] ? », « Comment allez-vous expliquer votre démarche ? », « Qu'est-ce que ça veut dire carrés différents ? », « Êtes-vous surs que c'est la seule bonne réponse ? », « Ça fait des carrés différents selon toi ? »; ou l'amènent à réfléchir à ce qu'il vient de dire : « Pourquoi as-tu dit juste ces nombres-là ? », « Qu'est-ce que tu cherches à savoir ? », « Pourquoi penses-tu que c'est la bonne réponse ? », « Est-ce que tu es sûr que c'est le seul qui fonctionne ? ».

Les enseignants demandent à leurs élèves de poser une action. Ces dernières ont des objectifs précis en recentrant les élèves sur une donnée du problème, comme l'intervalle de moutons est entre 50 et 70 [problème *Mouton, ton, ton*]. On voit que les enseignants le font après plusieurs minutes de recherche et après avoir circulé et vu chaque équipe. Cela veut donc dire qu'ils les orientent, mais après avoir laissé un temps de recherche.

À d'autres moments, ils vont demander aux élèves de justifier ce qu'ils viennent de leur dire : « Je veux une autre preuve », « Expliquez-moi pourquoi », « Justifie-le », « Donne-moi une preuve mathématique » et la plus fréquente est « Pourquoi ? ». Par ces questions, les élèves sont amenés à justifier leur raisonnement en expliquant sur quoi ils se basent pour affirmer ce qu'ils avancent. Cela amène les élèves à communiquer, ce qui est en soi une bonne première pratique avant le débat, mais cela indique à l'enseignant ce qu'ils ont compris du problème et où ils en sont dans sa résolution.

Certains enseignants vont aussi intervenir, mais en expliquant aux élèves : « N'oublie pas qu'il y a un reste », « plus de 50 veut dire qu'on n'est pas là, mais à plus que ce nombre ». On peut aussi supposer qu'à la suite de la première rencontre réflexive, où les enseignants avaient spécifié qu'ils ne voulaient pas que les élèves restent bloqués dans leur résolution, ils ont peut-être aidé ces élèves afin d'éviter qu'ils se découragent et qu'ils poursuivent leurs recherches.

Une pratique qui semble fort importante pour les enseignants est celle de demander explicitement des traces écrites aux élèves, une exigence du PFEQ et des évaluations ministérielles. Certains le font lors des consignes données avant de commencer la recherche, d'autres pendant. Cependant, lorsque Brigitte et Carole ont fait le problème des carrés, elles n'ont jamais demandé à leurs élèves de laisser des traces écrites de leurs démarches, on peut donc supposer que cette pratique est teintée par le problème choisi *Carrés dans un carré* contenant une représentation sur laquelle les élèves doivent travailler leur résolution. De ce fait, elles n'avaient pas à demander de traces puisqu'elles les voyaient résoudre en dessinant dans l'image.

Enfin, les élèves demandent fréquemment aux enseignants de vérifier leur réponse. Ils ont donc le réflexe d'aller voir l'équipe de cet élève, mais très souvent ils ne valident pas puisqu'ils demandent des justifications. Ainsi, on peut en déduire que le problème ouvert demande aux enseignants un certain ajustement dans leurs pratiques, puisque si les élèves ont ce réflexe, cela signifie que dans d'autres résolutions de problèmes les enseignants se donnent le rôle de prescripteur. D'ailleurs, le vocabulaire des élèves et des enseignants sur le mot solution n'est pas toujours clair. Pour les élèves, on comprend que la solution représente pour eux la réponse du problème et non sa démarche, tandis que l'enseignant utilise tantôt la solution pour parler de la réponse, tantôt pour parler de la démarche ET de la réponse. C'est pourquoi les enseignants insistent sur le fait que ce qui est important pour eux c'est la démarche qu'ils font, et non la réponse, sans mentionner le mot solution.

4.3.3.3 La deuxième rencontre réflexive

Lors de cette seconde rencontre, le rôle que les enseignants s'attribuent se précise, car ils ont expérimenté le problème ouvert en classe une première fois. En effet, en plus de soutenir sur le plan mathématique sans pour autant « vendre la mèche », les enseignants interrogent et relancent les élèves pour orienter leur réflexion.

Un retour sur leurs anticipations

Lors de la première rencontre réflexive, les enseignants avaient des attentes face à la période de recherche, soit par le fait que leurs élèves forts trouvent la réponse rapidement, que leurs élèves faibles n'arrivent à aucun raisonnement mathématique ou qu'ils ne soient pas en mesure de l'expliquer aux autres dans l'équipe. Or, les enseignants ont rapidement mentionné combien ils étaient surpris et heureux de voir leurs élèves avoir autant de plaisir à résoudre le problème. Par exemple, Mélanie est surprise de constater qu'aucune de ses anticipations n'était fondée : « Et mon équipe faible, d'élèves en échec, je pensais qu'ils seraient bloqués et puis non ! ». Carole fut aussi très surprise de la dynamique qui s'est instaurée entre ses élèves pendant cette recherche et elle rapporte : « Moi je les ai trouvés vraiment performants et je n'étais pas habituée à ça. C'est ça que j'ai aimé. Ils voulaient tellement là ! ». Cette description de la recherche mathématique que ses élèves ont effectuée confirme ce qu'Arsac *et al*. (1991) avancent dans leur livre, que le problème ouvert amène les élèves à chercher comme le font des chercheurs et qu'ils trouvent cela amusant. De ce fait, les enseignants réalisent la potentialité du problème ouvert et on peut supposer qu'ils prendront gout à voir leurs élèves avoir du plaisir à bâtir leur raisonnement mathématique dans ce type de problèmes.

Les enseignants avaient aussi mentionné l'insécurité qu'allaient probablement ressentir certains élèves lors de la résolution en classe et le besoin qu'ils auraient de les rassurer. Mélanie rapporte qu'elle a dû le faire auprès des élèves qui avaient trouvé la réponse, mais qui ne savaient pas comment expliquer leur cheminement. Toutefois, elle souligne que cela a été très riche pour elle de les voir ainsi, car elle précise qu'en rassurant un élève par la visualisation, elle en a soutenu un autre dans l'équipe qui ne trouvait pas les mots pour expliquer son raisonnement :

- Mélanie : L'autre garçon dans l'équipe l'avait trouvé, mais il n'arrivait pas à l'expliquer. Il me dit je ne comprends pas, je ne vois pas le problème. Alors quand je lui ai dit ça, [il a répondu] donc j'aurais pu dessiner, moi, des ronds sur ma feuille ?

Cette pratique a donc soutenu deux de ses élèves, puisqu'en rassurant un élève, cela a modélisé pour un autre la manière d'expliquer son raisonnement. Comme Arsac *et al*. (1988) l'ont rapporté, le problème ouvert permet à l'élève d'exprimer son raisonnement (et de le clarifier), mais aussi, pour celui qui l'écoute, de solidifier sa compréhension. De ce fait, on constate que les enseignants rassurent leurs élèves et peuvent modéliser une manière d'exprimer un raisonnement sans même s'en rendre compte. En somme, les insécurités des enseignants n'en sont plus après leur première expérimentation en classe.

Toutefois, certains questionnements subsistent malgré ce vécu. En fait, tout comme lors de la première rencontre réflexive, savoir jusqu'où ils peuvent guider leurs élèves sans pour autant nuire à leur raisonnement mathématique reste une préoccupation des enseignants. Brigitte exprime son questionnement quant à la manière qu'elle a de soutenir, aider ou interroger les élèves pendant la période de recherche :

- Brigitte : Et je me suis dit jusqu'où j'interviens pour les guider. Je me disais : bon, est-ce que tu fais ça comme ça… je ne sais pas. Ça me… me dérangeait un petit peu dans mon intervention, paralysant à savoir jusqu'où je guide ou que je sois plus directive.

Et Mathieu souligne aussi qu'il se demande s'il le fait correctement :

- Mathieu : Pendant qu'ils essayaient de résoudre le problème. Moi je me demandais, moi mon souci c'était mon inquiétude, est-ce que je vais trop loin ? Est-ce que je pose trop de questions, en fait je les ai laissé aller au début là, et par la suite, je questionnais ou je retournais les questions. Mais il y a une équipe qui un moment donné j'ai fait ok là, lâchez la calculatrice, mais sinon je me demandais jusqu'où je peux aller ? En tout cas, je pense que je ne suis pas allé trop loin, mais est-ce que je suis allé assez loin ?
- Chercheuse : Donc toi après l'avoir vécu, tu te questionnes jusqu'où est mon rôle d'enseignant, dans la partie recherche.
- Mathieu : Moi j'aime ça retourner les questions, qu'ils réfléchissent ou quoi que ce soit (en faisant tourner son crayon en rond dans les airs).

En se questionnant ainsi, les enseignants soulèvent l'enjeu que représente pour eux la partie recherche, soit que les élèves raisonnent mathématiquement au maximum de leur capacité, qu'ils soient dans leur zone proximale de développement. Lorsque Mathieu rapporte qu'il aime relancer les élèves en leur retournant la question qu'ils posent, il les soutient en leur faisant comprendre qu'ils doivent y réfléchir par eux-mêmes. Lorsqu'on observe Mathieu en classe, on constate qu'il pose souvent les questions « Pourquoi ? » et « Qu'est-ce que tu cherches ? » à ses élèves.

Des rôles enseignants qui se précisent

Soutenir les élèves : l'enjeu des concepts mathématiques. Pour certains enseignants, les concepts mathématiques sont un enjeu important et cela structure leurs pratiques. Isabelle explique qu'elle a soutenu son équipe d'élèves faibles en leur donnant le concept mathématique qui pouvait permettre la résolution du problème des moutons. Elle souligne qu'en leur disant d'essayer avec les critères de divisibilité, elle leur permettait de trouver une manière de résoudre plus rapidement sans pour autant leur indiquer comment le résoudre :

- Isabelle : Moi, ils ne comprenaient pas les 4, j'avais une équipe faible, c'était volontaire. Ils n'aboutissaient à rien. […] L'équipe faible, ils lisaient pis ça n'allait pas, moi je leur ai carrément dit le concept qu'on travaillait là-dedans. […] Non, non. Je leur ai dit on travaille les critères de divisibilité d'un nombre et ils ont trouvé. Tu les as vu mes faibles, ils sont venus expliquer !
- Chercheuse : Donc toi, tu les as aidés avec le concept.
- Isabelle : Bien là je pouvais, mais ça dépend du problème. Il y en a qu'on ne peut pas ! Mais là, par rapport au problème que moi j'avais choisi, c'est sûr que ça été mon premier réflexe.

Isabelle souligne que le problème *Mouton, ton, ton* permet à l'enseignant de favoriser l'engagement des élèves dans le problème en offrant une piste de résolution à partir d'un concept mathématique, ce qui pourrait ne pas être le cas avec d'autres problèmes. De plus, on voit que l'intention pédagogique derrière cette pratique est de permettre à tous les élèves de participer à la partie recherche au maximum de leur capacité. Cette pratique est nuancée par certains collègues. Par exemple, Bruno parle d'amener les élèves aux concepts par un moyen détourné :

- Bruno : Moi ce n'est pas arrivé qu'ils soient coincés, mais si c'était arrivé, moi je pense que je serais allé comme Brigitte et Mélanie, trouver une petite bougie d'allumage.
- Carole : C'est ça !
- Bruno : Ce serait peut-être… Est-ce qu'il y a un élément dans les moutons… c'est difficile de diviser par 2 là, mais ce n'est pas mentionné… (Relis le problème) Si on compte par 2, est-ce que ça vous parle ? Est-ce que vous pensez qu'il en reste un si vous comptez par 2 ? (en pointant le problème). Je les aurais peut-être enlignés sur un des petits éléments du problème pour que ce soit plus facile. Plus facile oui. Tu sais justement par 2, ils auraient peut-être compris les nombres pairs et impairs un moment donné (en faisant une ouverture avec ses mains vers le haut) et ah ! Probablement qu'ils auraient… Si je fais ça par 3, peut-être que…

Enfin, ce que Bruno met de l'avant et qui est discuté par les enseignants, c'est la manière de soutenir les élèves sur l'enjeu mathématique présent dans le problème.

Depuis le début du projet, les enseignants mentionnent se questionner sur leur rôle lorsqu'ils doivent relancer ou interroger les élèves pendant qu'ils sont en période de recherche afin de les laisser le plus autonomes possible. On constate donc que Bruno nuance la pratique proposée par Brigitte, mais en fait, il aurait donné plus d'indices aux élèves avec ses relances en mettant l'accent sur la notion de reste, tout comme l'a fait Mathieu, lors de l'expérimentation en classe, en interrogeant une équipe sur le problème des *Moutons, ton, ton* : « Qu'est-ce que ça signifie reste 1 ? », « Donne-moi des nombres que quand tu les comptes par 2, il en reste toujours un ». De ce fait, les enseignants souhaitent donc soutenir leurs élèves en utilisant des moyens variés, mais certains dirigent un peu plus les élèves que ce qu'ils laissent croire.

À la fin de la première rencontre, Brigitte avait soulevé une pratique qu'elle pensait mettre de l'avant pour soutenir les élèves qui auraient été bloqués dans leur résolution en leur permettant d'aller observer une autre équipe. Puisqu'elle souhaitait faire vivre une situation aussi « authentique » que possible, elle rapporte que cela s'est bien déroulé et qu'elle les a orientés vers une équipe qui était en « train de solutionner ». Bien qu'on voie que cette action d'orienter les élèves vers d'autres semble plaire à Carole, elle a soulevé des objections de la part de Mathieu :

- Mathieu : Mais est-ce qu'ils ont pris la méthode, sans vérifier ? [Fait comme s'il s'agrippait une réponse d'une feuille avec sa main et la collait sur une autre] ou ils ont appris quelque chose ?
- Brigitte : Ils ont regardé la méthode et ils sont repartis. Puis ils ont réussi à le faire, mais je n'ai pas questionné plus loin que ça. C'est qu'ils sont arrivés à la solution. J'aurais peut-être dû voir. Mais ils n'ont pas copié, parce qu'ils n'avaient pas fini eux. L'équipe qu'ils sont allés voir n'était pas une équipe qui avait terminé le problème. Ils étaient en bonne démarche.

Dans cet échange, Mathieu remet en question la pratique de Brigitte, car selon lui les élèves ont pu copier ce qu'ils avaient vu de la résolution du problème *Carrés dans un* *carré* sans pour autant bien comprendre le raisonnement mathématique leur permettant d'y arriver. Brigitte n'a pas senti le besoin de valider auprès des élèves pour vérifier leur compréhension à la suite de cette visite à l'autre équipe, mais on peut supposer que le dénombrement de carrés n'étant pas terminé, mais seulement débuté, ce qu'ils ont vu a pu mettre les élèves sur la piste d'une manière de procéder sans pour autant leur indiquer comment poursuivre leur raisonnement mathématique en dénombrant le reste des carrés différents. De ce fait, les enseignants semblent soulever que cette pratique peut être une manière de soutenir les élèves, mais que dans certains problèmes ouverts, elle pourrait trop les guider dans leur raisonnement mathématique.

En discutant du déroulement en classe, pour certains enseignants comme Carole, le problème choisi vient en partie structurer le type de soutien à apporter aux élèves, mais cela ne semble pas une pratique partagée par tous. Carole précise que le choix de son problème, *Carrés dans un carré*, étant perçu comme un jeu par les élèves, ne lui a pas demandé de les soutenir comme les autres enseignants semblent l'avoir fait, ce que Mathieu aborde d'ailleurs :

> – Carole : … Ce n'était pas un problème pour eux autres, c'était un jeu. Je ne les ai pas sentis du tout se buter comme dans une réso en maths. Mais pas du tout. Ils avaient du fun. Je pense que ce n'est pas tant la triche [Carole a fait un problème ouvert avant la première expérimentation] que le choix de problème qui a fait que wow !
> – Mathieu : Et si tu choisis autre chose la prochaine fois ?
> – Carole : Ils sont habitués, alors ils vont peut-être être plus … Tu sais, ils viennent d'en faire un, deux trois là…

En fait, la notion de plaisir de chercher, tels des chercheurs mathématiciens, mis de l'avant par le problème ouvert, peut demander aux enseignants moins d'interventions pour soutenir les élèves, comme le rapporte Carole.

Soutenir autant les élèves forts que faibles. Lors de la formation des équipes, les enseignants avaient manifesté leur désir que tous leurs élèves, autant les plus forts que les plus faibles, puissent être en activité mathématique durant la résolution. À la suite de l'énonciation de cette intention pédagogique, ils ont posé des actions en ce sens. Certains enseignants, dont Mathieu et Brigitte, ont soutenu les élèves plus forts en donnant comme consigne que tous les membres de l'équipe devaient être capables d'expliquer à l'avant lors du débat quand il/elle choisirait le représentant :

- Mathieu : Et moi, en me promenant, j'ai insisté pour que dans le fond mes élèves forts expliquent aux autres, parce qu'il y avait des fois [des élèves] qui ne suivaient pas.
  […]
- Brigitte : Je veux que tout le monde dans l'équipe soit apte à aller en avant, être à l'aise et aller expliquer. Ça ils [se] sont sentis obligés d'expliquer à ceux pour qui c'est un petit peu plus compliqué, qui ont plus de difficultés.

De ce fait, cette pratique avait pour but de soutenir tous les élèves, autant ceux qui comprennent rapidement que ceux qui ont besoin de plus d'explications, tout en préparant le débat qui suit, puisque l'ensemble de l'équipe devait être prêt à expliquer la démarche et la solution trouvées. Les enseignants posent donc cette condition afin d'assurer à tous les élèves une certaine compréhension du problème et une réflexion sur les concepts en jeu dans la résolution.

Soutenir les élèves par des relances. Comme mentionné lors de la première expérimentation en classe, les enseignants soutiennent leurs élèves par des relances qui leur demandent de justifier, en validant d'abord pour les inciter à le faire ou encore en orientant des élèves vers les données du problème tout en demandant de justifier. Par exemple, en classe, c'est ce que fait Carole, car après une dizaine de minutes de temps de recherche, elle parle à l'ensemble du groupe : « Ce que je remarque c'est qu'à l'intérieur des équipes, ce n'est pas tout le monde qui est d'accord avec la même réponse, mais vous ne vous expliquez pas ! Obstinez-vous un petit peu ! ». Ces paroles expliquent qu'elle souhaitait que les élèves se justifient en argumentant leur démarche et, par le fait même, rappelait l'objectif de travailler le problème ouvert en classe : chercher et discuter comme le feraient des chercheurs en mathématiques.

Il arrive aussi que certains interrogent les élèves afin qu'ils s'engagent dans une réflexion sur ce qu'ils viennent de dire, mais parfois à l'aide de questions fermées de type oui/non :

- Mélanie : […] Ils n'étaient pas déstabilisés que Mme Mélanie ne réponde pas nécessairement. Qu'est-ce que tu en penses ? Penses-tu que c'est logique ?
  […]
- Brigitte : Est-ce que tu penses que lorsqu'on parle de carrés différents, ils sont là tes carrés ?

Cependant, les expérimentations en classe permettent de constater que bien que ces questions plutôt dirigées amènent l'élève à réfléchir, on sent que les enseignants ne veulent pas avoir le rôle de prescripteur en confirmant que la réponse est juste. On observe également cela dans la classe de Mathieu qui va écouter l'élève et sans précision il répond « *ok* » puis s'en va ; Brigitte qui dit : « J'ai juste une chose à dire c'est wow ! » à une équipe qui explique sa solution ; et Isabelle qui écoute un élève qui semble incertain lui expliquer sa démarche et qui conclut : « C'est ça que je veux que tu m'écrives ». Autant dans les propos rapportés dans la rencontre que dans ceux observés en classe, bien que cela soit dit par les enseignants dans un objectif spécifique — comme d'encourager la poursuite de la recherche —, on voit qu'il est important pour eux que tous les élèves aient une démarche claire et précise pour argumenter lors de la partie débat qui suivra.

Favoriser la discussion au sein des équipes. Pendant la partie recherche, les enseignants rapportent qu'ils circulent et s'assurent que les équipes discutent ensemble et collaborent bien à l'activité. Ces actions sont posées toujours dans la même optique : que tous les élèves soient engagés dans la recherche de solutions. Pour impliquer ses élèves plus forts, Isabelle a pris l'idée de son collègue Bruno et a demandé à ses élèves plus forts, qui avaient terminé avant les autres, d'exemplifier le problème : « et j'ai une équipe qui était plus forte et je leur ai demandé de trouver un autre nombre qui correspondait aux critères demandés ». Par exemple, en classe, j'ai constaté que les enseignants écoutent un élève dans une équipe pour ensuite dire aux autres membres de l'écouter attentivement et d'en discuter ensemble, puis ils s'en vont. On sent que leur désir que tous les élèves comprennent amène alors les élèves à partager entre eux, favorisant ainsi la communication mathématique. Brigitte a même donné une tâche à chaque élève plus faible, soit d'être gardien du silence et ainsi : « c'est moi qui les avais choisis et j'avais fait exprès pour choisir des élèves plus faibles, pour qu'ils se sentent impliqués un petit peu ». Par contre, bien que cette tâche ne soit pas directement en lien avec les apprentissages mathématiques, on peut supposer que Brigitte a souhaité que tous les élèves se sentent impliqués et ainsi tous engagés dans le travail d'équipe de résolution de problèmes mathématiques.

Circuler pour préparer le débat. Une pratique se précise : pendant la période de recherche, il faut que l'enseignant circule autour des équipes, ce qui lui permet de voir où en sont leurs résolutions et, comme le rapporte Mélanie, cela l'amène à préparer la gestion du débat :

- Mélanie : Et après ça, pour les présentations, vu que j'avais vu les équipes, j'ai choisi l'ordre qu'ils allaient venir présenter. Donc l'équipe qui n'était pas rendue jusqu'au bout a présenté en premier et là, on est venu enrichir la réponse.

Que retient-on de la seconde rencontre ?

Lors de cette rencontre, les enseignants sont surpris du rendement de leurs élèves et réalisent donc que leurs anticipations liées à la difficulté du problème n'étaient pas justifiées, même s'ils continuent de s'interroger sur leur rôle quant aux questions et relances qu'ils posent à l'élève afin de le soutenir sans nuire à son raisonnement mathématique. Leurs pratiques se nuancent et se précisent, comme le fait que leur rôle peut varier selon le problème. Une condition semble se clarifier, car les enseignants rapportent devoir circuler entre les équipes, non seulement pour favoriser les discussions entre les élèves, mais aussi pour préparer le débat à venir en observant les différentes démarches et solutions mises de l'avant par ceux-ci.

Puis, les enseignants mentionnent qu'ils doivent soutenir les élèves sur l'enjeu mathématique présent dans le problème ouvert, mais aussi soutenir le raisonnement mathématique autant des élèves plus forts que des plus faibles, car chacun d'eux doit raisonner à son rythme. Néanmoins, les relances vont permettre aux enseignants de soutenir les élèves et de stimuler les plus forts en poussant davantage leur réflexion mathématique.

4.3.3.4 La deuxième recherche en classe

Lors de la seconde pratique du problème ouvert, les enseignants ont agi de manière très similaire à la première fois, certains lisant d'autres non. Contrairement à la première partie recherche, les enseignants ont laissé plusieurs minutes avant d'interroger ou d'intervenir. Ils ont circulé sans s'approcher des équipes, car aucune d'elle n'avait encore de questions spécifiques.

Puis, les enseignants ont, comme la première fois, soutenu les élèves :

- en les questionnant pour voir leur compréhension du problème : « Explique-moi pour voir ce que tu comprends », « Où en êtes-vous ? » ;
- en les interrogeant sur leur compréhension mathématique du problème : « Comment fonctionnes-tu pour avoir ton 4L (problème des bouteilles d'eau) ? », « Est-ce que 64 est un ensemble de nombres ? », « C'est quoi la moyenne ? », « Tu as utilisé quels multiples ? » ;
- en demandant de justifier : « Comment peux-tu être certain que c'est la seule réponse possible ? », « Peut-il y avoir d'autres réponses possibles ? », « Comment le savoir alors ? », « Comment fais-tu pour être certain qu'il te reste 4L dans le 5L ? » et « Pourquoi ? » ;
- en s'assurant que les élèves travaillent en équipe, qu'ils collaborent : « Je veux de l'entraide, que tout le monde comprenne. », « N'oubliez pas de travailler à 4, pas à 2 ! », « Écoutez ce qu'elle [une élève] vient de dire, elle est sur une bonne piste », « Est-ce que vous travaillez chacun de votre côté ? ».

Le terme solution est encore utilisé comme un synonyme de réponse, n'incluant pas la démarche et, à d'autres moments, il signifie la démarche incluant la réponse. En somme, la partie recherche de la deuxième expérience en classe s'est déroulée de manière très similaire à la première.

4.3.3.5 La troisième rencontre réflexive

Lors de cette rencontre, les enseignants sont revenus sur leurs pratiques en en précisant certaines.

Circuler pour observer : une pratique essentielle

Les enseignants précisent que contrairement à d'autres types de problèmes, cette pratique est importante, voire conditionnelle à l'utilisation du problème ouvert :

> – Mélanie : Ça me permet de garder l'attention active tout le temps. Si j'étais assise à mon bureau, ils voient moins que je surveille, que je suis dedans.
> – Isabelle : Tu es impliquée avec eux.
> […]
> – Brigitte : Dans mon cas, Isabelle, tu as touché un point qui me rejoint. Quand tu circules aussi, tu vois ce qui se passe dans les équipes et pour le débat, ne serait-ce que pour la partie débat, quand tu as vu ce qui se passe et comment ça s'est tramé tout au long, moi ça m'aidait à me préparer à relancer les élèves aussi. Je ne dis pas que j'aurais été prise au dépourvu, mais quand ils seraient arrivés à l'avant pour présenter je pense que mes réflexes auraient été moins aiguisés [en claquant des doigts]. Je les voyais et je me disais : « Ok toi tu vois ça de même, l'autre comme ça, ok. »

Comme discuté lors de la seconde rencontre réflexive, en circulant, les enseignants peuvent observer et voir les différentes démarches que les équipes élaborent, et ainsi préparer le débat. Brigitte précise donc que son observation des élèves en recherche lui permettait d'anticiper le déroulement du débat en préparant certaines répliques qu'elle pourrait dire. De plus, les observations permettent de rappeler aux élèves comment ils avaient travaillé pour y arriver, d'expliquer différents raisonnements que les enseignants jugeaient utile de partager aux autres.

En somme, les observations réalisées par les enseignants pendant la partie recherche leur servent pour soutenir les élèves lors du débat. Les pratiques entourant le débat seront davantage explicitées dans la prochaine section.

Soutenir les élèves par le questionnement

Comme mentionné lors de la seconde expérimentation, lorsqu'ils circulent entre les équipes, les enseignants interrogent les élèves pour les amener à justifier leur raisonnement mathématique, comme le rapporte Mathieu *: «* Pendant l'action, oui je fais le tour des équipes, mais même si je vois qu'une équipe avance je m'arrête et je les questionne : « Vous êtes rendus où ? Pourquoi faites-vous ça ? ». Alors que pour Mélanie, la justification mathématique guide sa pratique, car elle rapporte que si ses élèves sont capables de justifier leur réponse, et qu'elle les comprend, alors ils ont raisonné correctement. Dans son cas, il faut rappeler qu'elle avait arrêté son choix du problème ouvert sur *La Moyenne mystérieuse* le matin même. De ce fait, en amenant les élèves à la convaincre qu'ils ont compris, la justification lui permet aussi de préparer son débat à venir.

> – Mélanie : […] Mais de me lancer et j'ai été vraiment surprise quand les élèves [ont dit] : "ah les multiples [de 8] on va faire ça", je n'y avais même pas pensé. De les voir, c'est vraiment de voir, c'est vrai ça marche [se gratte l'arrière de la tête], mais tu sais, j'ai aimé ça me laisser… porter par ça et de réaliser, et oui ça, ça fonctionne. Je me dis si mes élèves sont capables de me l'expliquer [en levant une épaule ; ris] et je comprends.

Les enseignants relancent leurs élèves afin qu'ils justifient leur raisonnement mathématique. Par exemple, Carole demande à ses élèves s'il y a d'autres manières de résoudre le problème *Le jardin* et de trouver d'autres façons pour le raisonner, alors que Mélanie explique qu'elle a demandé à des élèves s'il y avait d'autres possibilités, d'autres nombres que le nombre huit à utiliser dans le problème *La moyenne mystérieuse*. Ainsi, son questionnement amène certains élèves vers un début de généralisation qu'elle poursuivra alors dans le débat. Dans leur questionnement, les enseignants soutiennent les élèves en les orientant vers une piste d'action possible ou alors en s'appuyant du travail qu'ils font pour les engager sur une piste de réflexion. Par exemple, Mathieu précise qu'il oriente les élèves qui semblent être coincés et ne pas savoir comment poursuivre leur démarche sur les données que contient le problème ou encore il oriente leur réflexion sur ce que le problème leur demande de chercher. Par cette précision, Mathieu rapporte comment des enseignants vérifient la cohérence entre les traces écrites et les explications de leurs élèves en identifiant s'il y a un manque de clarté entre les deux, afin de montrer aux élèves cette incohérence et les amener à réfléchir à leur démarche entreprise. Les élèves sont orientés sur une piste d'action, sans pour autant leur indiquer par où commencer.

Soutenir les élèves : Pousser la réflexion mathématique

Lorsqu'elle a vu que le raisonnement utilisé par une équipe semblait incorrect, Isabelle les a stimulés en leur disant de recommencer le problème, mais en utilisant une notion à laquelle les élèves n'avaient pas réfléchi. Ils étaient alors engagés sur une piste d'action précise et cela leur a permis d'enrichir mathématiquement leur démarche dans le problème *Le jardin*, car le dénominateur choisi, 11, ne permettait pas de s'assurer que l'équipe avait bien compris le problème : « Mon élève autiste, a mis ça sur 11 vu que ça ne se divise pas c'est simple on le voit de même sur 11 [le dénominateur du jardin]. Là, eux autres quand ils ont terminé, je leur ai dit : "Vous allez le faire juste avec des fractions qui se réduisent" ».

Depuis la première rencontre, les enseignants souhaitent que tous les élèves soient impliqués dans la recherche mathématique. Pour ceux qui avaient déjà compris et qui étaient à l'aise dans leurs explications, Isabelle explique qu'elle les amène à aller plus loin en leur proposant, par exemple, de créer un nouveau problème similaire à *Le jardin,* qu'ils venaient de faire. En respectant les mêmes contraintes, mais dans un autre contexte, ils allaient soumettre leur nouveau problème au reste du groupe par la suite, rendant ainsi l'exercice plus concret. On peut comprendre que les élèves ont compris comment résoudre ce problème ouvert de fractions, mais pas à le faire différemment, soit par l'ajout de nouvelles contraintes, par exemple. C'est davantage de l'ordre de la consolidation que de l'enrichissement, comme le suggère l'*Open-ended Approach*. Dans l'ensemble, lorsqu'Isabelle affirme « les pousser à poursuivre à aller plus loin dans leurs démarches », elle permet alors de conclure que de demander aux élèves d'exemplifier est une relance qui permet aux enseignants de s'assurer de la compréhension de ses élèves, mais que c'est aussi une pratique permettant d'amener les élèves plus forts à aller plus loin dans leur raisonnement mathématique. Néanmoins, il y aurait possiblement certaines clarifications à apporter afin de comprendre comment amener les élèves à ne pas seulement consolider, mais à enrichir sur le plan mathématique, comme le voyaient Becker et Shimada (1997) et Arsac *et al*. (1988).

Interroger adéquatement les élèves : un questionnement demeure

Alors que les enseignants en ont discuté lors des deux premières rencontres réflexives, on comprend qu'ils se demandent encore comment interroger adéquatement sans, comme le dit Carole, « mettre les mots dans la bouche de l'élève », nuisant ainsi aux apprentissages mathématiques de l'élève :

> – J'avais peur de guider ! C'est ça que je n'aime pas moi. Je pense que c'est ça. Je pense que j'ai trop une grande âme quand j'enseigne, j'ai de la misère, je ne sais pas… faut que je m'arrête ! Moi c'est dur pour moi ! Mais j'aime ça le problème ouvert. Ça

> me travaille. Tu sais je suis le genre de prof qui [en faisant des bruits de bouche comme si elle se retenait]. Je mets les mots dans la bouche là. « Es-tu en train de me dire que tu vas faire ça de même toi ? » […] « Tu ne penses pas que… Hummm tu te sens obligé de faire ça… » Me semble que je disais toujours ça ? [En regardant la chercheuse] Tu sais je n'osais pas, je ne voulais pas… J'avais plein d'images dans ma tête. Mais je me disais : « Est-ce que je peux aller là ? »

Son questionnement fait état d'un doute sur le type de relance à utiliser qui ne dira pas aux élèves comment ou sur quoi raisonner. Ce qui est surprenant, c'est qu'en observant Carole en classe, j'ai pu observer qu'elle écoute les élèves et les interroge afin qu'ils justifient ce qu'ils disent. Aussi, elle les interroge en leur demandant pourquoi ils ont divisé ainsi, pourquoi ils ont choisi ces fractions-là, comment ils sont certains que leur solution est valide ou si elle est la seule possible. Elle ne semble donc pas vouloir valider ce que les élèves font en les maintenant en recherche mathématique, et pourtant, elle exprime être constamment en train de douter de son questionnement en ayant la crainte de trop en dire. De plus, lorsqu'elle en parle, on remarque que Brigitte et Isabelle hochent de la tête, comme si elles comprenaient bien ce que Carole rapporte. En somme, après trois rencontres réflexives et deux expérimentations vécues en classe, avoir le questionnement adéquat pour soutenir l'élève sans pour autant avoir un impact négatif sur son raisonnement mathématique préoccupe beaucoup les enseignants.

Que retient-on de gérer la partie recherche ?

En somme, on remarque que les enseignants se demandent comment relancer les élèves et les soutenir adéquatement sans nuire à leur raisonnement mathématique. Ce questionnement demeurera tout au long des trois rencontres réflexives et on peut en déduire que cela est en partie causé par la remise en question de leur rôle lors de la partie débat, ce qui influe sur la partie recherche. Outre ce rôle remis en question, on constate que les enseignants relancent leurs élèves afin d'encourager et de favoriser le partage au sein de l'équipe, en les orientant vers des pistes d'action ou en les invitant à réfléchir à un aspect de leur démarche. Ce rôle se précisera puisque les enseignants expliquent qu'il pourrait varier selon le problème ouvert choisi, car il se peut qu'ils aient à moins intervenir, donc moins soutenir les élèves dans leur recherche. De plus, les enseignants vont varier leur manière de soutenir les élèves sur l'enjeu mathématique présent dans le problème ouvert. Ce dernier permet aussi aux enseignants de pousser la réflexion mathématique de certains élèves, dont les élèves plus forts. En fait, ils précisent que leurs relances soutiennent le raisonnement mathématique de tous les élèves selon leur rythme.

En classe, les enseignants vont soutenir les élèves en les recentrant sur les données du problème, en leur demandant de justifier leur solution et en leur rappelant de laisser des traces écrites de leur démarche. On comprend que les traces écrites répondent à des attentes ministérielles du PFEQ, ce qui encadre en tout temps leurs pratiques. On remarque aussi que les enseignants précisent qu'en circulant, ils favorisent les discussions au sein des équipes en plus de les aider à préparer le débat à venir en repérant les différentes démarches et solutions que les équipes ont trouvées. Enfin, on constate que les élèves viennent demander fréquemment aux enseignants si leur réponse est la bonne. Leur comportement nous montre que le rôle que doit habituellement s'attribuer l'enseignant est celui de prescripteur et que ce dernier demande aux enseignants des ajustements lors de la pratique du problème ouvert.

4.3.4 Gérer la partie débat

4.3.4.1 La première rencontre réflexive

Tout d'abord, il faut préciser que les enseignants ont discuté de ce que leur semblait représenter la gestion de la partie débat, puisqu'aucun d'eux n'avait expérimenté l'animation de ce dernier dans leur classe. Lors de cette rencontre, les échanges ont concerné l'objectif du débat, mais surtout le questionnement de leur rôle dans le cas où les présentations n'atteignaient pas l'intention pédagogique fixée par l'enseignant ou si elles étaient toutes similaires.

Débat : l'importance de l'échange

Lorsque cette partie a été expliquée, les enseignants ont compris que le débat était un moment où les élèves discuteraient entre eux. Le débat est important pour l'échange qu'il permet d'avoir et, par les représentants de chacune des équipes, les élèves se retrouvent devant plusieurs manières de résoudre et la possibilité de poursuivre leur raisonnement mathématique avec les arguments soulevés.

- Bruno : […] Je crois beaucoup à l'échange après.
- Mélanie, Isabelle et Carole : (Appuient les propos par un marmonnement).
- Bruno : Quand les élèves font venir un représentant par groupe expliquer comment ils ont fait, tu sais l'enfant est en recherche de solution, même s'il ne se rend pas à la réponse, ce n'est pas ça selon moi l'objectif, c'est l'échange, et d'essayer de trouver comment y voient ça. Et s'ils n'ont pas trouvé la réponse/la solution, au moins, ils ont échangé et essayé, et en écoutant les enfants, un représentant par équipe, c'est comme ça qu'ils vont se dire : « Ah bien oui, c'est comme ça que j'aurais pu faire ou faire ça ».

Intention pédagogique à atteindre : un rôle en questionnement

Lors de leur choix de problèmes ouverts, certains enseignants avaient choisi le leur en fonction des concepts mathématiques pouvant être réutilisés dans la résolution, comme Mathieu qui avait choisi le problème ouvert *Moutons, ton, ton* parce que le concept mathématique des critères de divisibilité s'y retrouvait. Cette intention pédagogique, qui structure l'ensemble de l'enseignement avec le problème ouvert, se retrouve donc à être conclue lors du débat et les enseignants se demandent alors quelle pratique adopter si aucun des élèves n'a trouvé une solution satisfaisante en lien avec le concept voulu ou n'a la bonne réponse tout simplement.

- Mathieu : Disons qu'on a le temps, qu'on a tout fini, y reste du temps. Il n'y a pas de solution satisfaisante à mon gout, il n'y en a qu'une qui est bonne. Moi mon rôle par la suite, c'est de faire un retour sur tout ça ? De refaire le problème avec eux ?

Le questionnement soulevé par Mathieu met en évidence que le débat permet d'enseigner aux élèves une démarche utilisant le concept mathématique faisant l'objet de l'intention pédagogique de départ si aucun d'eux n'est parvenu à le résoudre.

Présentations d'élèves similaires : un rôle en questionnement

Lors de la discussion sur le débat, la chercheuse soulève qu'ils pourraient éventuellement être confrontés à des présentations de solutions très similaires, soit à plusieurs élèves présentant la même démarche. Bien que le contexte d'une heure semble être une contrainte, les enseignants s'interrogent sur la possibilité de ramener les élèves dans une période de recherche pour ensuite débattre à nouveau ou encore de leur montrer la solution que l'enseignant a trouvée :

- Bruno : Moi, je proposerais ma solution si j'en ai une autre.
- Mélanie : Je relancerais peut-être en disant ok, vous avez tous trouvé la même, mais je vous dis qu'il a vraiment plusieurs autres façons…
- Bruno : Oh, mais moi je dis ça parce qu'on a juste une heure. Je pense dans le contexte qu'on a.
- Mathieu : Mais ça, ça veut dire que tu as le temps de faire quelques retours avec des élèves, des équipes, et là ils repartent.

4.3.4.2 Le premier débat en classe

Inviter les élèves à réagir

En classe, les enseignants ont adopté des pratiques qui invitaient les élèves à s'exprimer pour animer le débat : « Est-ce qu'il y a une des méthodes que vous avez trouvée plus efficace que les autres et pourquoi ? », « Comprenez-vous les autres ? », « Est-ce que vous êtes d'accord avec lui ? », « Qui pense comme moi [l'enseignante] ? ».

Par contre, on remarque qu'ils n'invitent pas les élèves à réagir nécessairement après chacune des présentations, disant plutôt qu'ils y reviendront à la fin. Très peu d'élèves ont osé lever la main pour poser des questions. Bruno est le seul enseignant qui pose souvent la question : « Est-ce qu'il y en a qui veulent poser une question ou émettre un commentaire ? » après chacune des présentations, et à un moment, un élève de la classe réagit en posant une question au représentant : « Pourquoi avez-vous gardé le nombre 57 [moutons] ? » L'enseignant s'avance alors près des deux élèves. À la suite de ce bref échange, l'interaction se poursuit entre Bruno et l'élève qui a posé la question. Il donne donc la possibilité aux élèves de réagir, mais lorsque cela arrive, l'enseignant s'avance et le représentant lui cède alors sa place. Cela nous amène à constater que les enseignants s'attribuent un rôle d'autorité qui semble en contradiction avec le débat du problème ouvert.

Interroger mathématiquement l'élève

Ensuite, les enseignants interrogent l'élève, le représentant, qui explique la démarche de son équipe. Les enseignants demandent alors à l'élève des précisions ou des explications sur ce qu'il dit d'un concept mathématique : « Pourquoi un nombre premier ? », « Pourquoi dis-tu que 53 se divise par trois ? », « Comment fais-tu pour savoir que c'est divisible par trois ? », « Qu'est-ce que tu cherches exactement là ? », « Rappelez-nous comment vous avez trouvé ces nombres-là déjà ».

De plus, comme le mentionne Mélanie lors de la seconde rencontre, cela a pu montrer aux élèves comment on peut interroger, mais aussi des manières d'expliquer sa démarche afin qu'elle soit bien comprise par tous. D'ailleurs, Becker et Shimada (1997) et Arsac *et al.* (1988) demandaient aux élèves d'écrire leurs démarches pour que les autres les voient et qu'ils les commentent par la suite.

Débat entre l'enseignant et l'élève

Cet aspect est très fort dans leurs pratiques en classe. On voit clairement les enseignants interroger l'élève à l'avant alors qu'il explique sa démarche, comme dans l'exemple qui suit présentant un échange entre Mathieu et un représentant :

- Mathieu : Pourquoi as-tu écrit tous les nombres entre 50 et 70 ?
- [L'élève lui répond et continue en barrant des nombres].
- Mathieu : Pourquoi tous les nombres divisibles par deux sont barrés ?
- [L'élève lui répond].

- Mathieu : Donc toi tu es en train de me dire que vu qu'il doit en rester un à la fin, c'est important que ce soit un nombre qui se divise par deux. Et si un nombre se divise par deux, c'est un nombre….
- Élève : pair
- Mathieu : Donc c'est important que je n'aie pas un nombre pair parce que je n'ai pas des reste un à la fin et on cherche un nombre qui reste un à la fin. C'est le raisonnement de votre équipe ?

De plus, physiquement, l'enseignant est debout, face à son élève et ils sont de part et d'autre du tableau interactif. Cela n'est pas unique, car Mélanie interroge ses élèves de manière très similaire. Même si elle est assise à son bureau, ce dernier est à côté du tableau et l'élève la regarde lorsqu'il explique :

- [Élève commence son explication].
- Mélanie : Pourquoi ça ne se peut pas divisible par cinq ?
- [L'élève lui répond et continue].
- Mélanie : Pourquoi un nombre premier ?
- [L'élève lui répond et continue].
- Mélanie : Pourquoi nombres en commun ?
- [L'élève lui répond et continue].
- Mélanie : Quand tu dis que tu fais des bons, tu dis que… ?

De plus, les enseignants sont tous physiquement près de l'élève qui présente et c'est lui que le représentant regarde lorsqu'il est à l'avant. Cette pratique ne semble pas favoriser l'échange et le débat. Le rôle que les enseignants se donnent n'est pas celui souhaité par Arsac *et al*. (1988). Cela rejoint ce que Mélanie disait lors de la première rencontre : « Puis c'est lors du retour, de notre partie à nous, quand on va faire l'animation, le retour ». Elle faisait référence à cette partie qui leur appartient en tant qu'enseignant, et donc, qu'ils doivent s'assurer que l'élève comprend bien. Toutefois, ils négligent alors la participation des autres élèves qui est peu valorisée dans cette seconde partie lors de la pratique du problème ouvert. En effet, on constate peu de questions et de remarques des autres élèves de la classe.

Résumer ce que l'élève explique

Enfin, on observe aussi les enseignants résumer ce que l'élève vient de dire. On peut supposer qu'ils agissent ainsi dans l'intention que tous les élèves entendent correctement ce que le représentant vient de dire, d'autant plus que certains d'entre eux parlent face au tableau quand ils écrivent, ce qui bloque la portée de leur voix.

Expliquer à la place de l'élève

Enfin, comme l'a mentionné Isabelle lors de la seconde rencontre, lorsque rétrospectivement elle se dit *« trop présente »*, les enseignants expliquent parfois à la place de l'élève, allant jusqu'à écrire une partie de sa démarche au tableau. Il est normal que l'enseignant corrige ou soutienne l'élève puisqu'il désire que ce dernier apprenne. Toutefois, les règles propres à la seconde partie du problème ouvert semblent ainsi difficiles à appliquer pour les enseignants. Cela explique qu'une partie de la deuxième rencontre réflexive ait été consacrée à discuter de l'enjeu lié au débat du problème ouvert.

4.3.4.3 La deuxième rencontre réflexive

À la suite de leur expérimentation en classe, les enseignants reviennent sur la manière dont ils ont structuré leur débat.

Déterminer l'ordre de présentation des équipes

Certains enseignants ont déterminé l'ordre de présentation des équipes à la pige, les présentant ainsi aléatoirement, alors que d'autres ont plutôt choisi l'ordre de présentation des équipes. On constate que cette pratique avait commencé lors de la période de recherche décrite précédemment. Par exemple, Mélanie et Mathieu précisent que l'ordre des présentations avait pour objectif de construire un raisonnement mathématique au fur et à mesure que les équipes présentaient. D'ailleurs, en classe, Mélanie dit, lorsqu'elle nomme une nouvelle équipe : « On va continuer avec une équipe pour compléter », « Qui vient ajouter ? » et « Pour enrichir avec autre chose ? ». Ces propos indiquent aux élèves qu'ils sont en train de bâtir un raisonnement commun, soit par l'enrichissement d'une démarche différente ou par une preuve plus convaincante. Mathieu semble même avoir planifié entièrement l'ordre des équipes, car on remarque qu'il précise en avoir gardé deux autres pour la fin, puisque celles-ci avaient des solutions déjà présentées précédemment par une autre équipe. En somme, l'ordre des présentations varie selon l'intention pédagogique de l'enseignant.

Choisir le représentant de l'équipe

Certains enseignants ont expliqué qu'ils avaient laissé les équipes choisir leur représentant et Brigitte rapporte qu'elle a été surprise que les élèves ne nomment pas automatiquement le plus fort d'entre eux en mathématiques comme représentant. D'autres ont spécifié qu'ils avaient nommé un élève en précisant que cela devait en être un qui soit à l'aise de s'exprimer à l'avant.

S'entraider lors des présentations

Une fois l'élève à l'avant, il expliquait la démarche de leur équipe et les enseignants dirigeaient alors le débat. Premièrement, on constate que les enseignants laissent la liberté aux équipes de présenter comme elles le souhaitent.

- Isabelle : Et mon équipe faible, d'élèves en échec, je pensais qu'ils seraient bloqués et puis non ! Finalement, il y en a même un qui donnait son opinion et qui s'impliquait dans la discussion avec son représentant en avant en venant l'aider. J'étais très surprise de ça.

Certains enseignants ont donc aussi laissé place à l'entraide entre les membres de l'équipe lors des présentations, permettant ainsi aux élèves de soutenir ou compléter ce que le représentant disait. C'est le cas de Bruno qui rapporte avoir aussi laissé cette liberté à ses élèves et que l'une des équipes lui a même demandé s'ils pouvaient présenter à plusieurs, ce qu'il a accepté en demandant que cela se fasse de manière organisée :

- Bruno : Mais j'ai aimé ça, j'ai une équipe qui a décidé d'y aller les six… ils m'ont demandé : Peut-on tous présenter ? Je leur ai répondu : Tant que c'est organisé oui. Finalement, ils sont tous allés et s'encourageaient. Il y en a une qui a eu plus de misère avec sa partie, l'autre a pris la relève. J'ai trouvé ça le fun de voir ça.

Gérer les présentations confuses

Il arrive que des présentations soient plus ou moins organisées et que le représentant se mêle dans ses explications. Les enseignants permettent donc à ces élèves de retourner à leur place et de revenir présenter une fois qu'ils auront discuté à nouveau avec leur équipe.

- Bruno : J'ai donné la chance à une équipe qui avait comme « choké » pardonnez-moi l'expression, parce que lorsqu'ils sont venus en avant, ils étaient mêlés dans leur démarche et c'était un élève fort en maths, donc ça m'a surpris. Je les ai retournés, envoyé dans le corridor pour qu'ils vérifient ça et si on a le temps, on va y revenir.

Par exemple, en classe, Bruno a d'abord interrogé les élèves avant de leur donner cette possibilité. Il a demandé : « Juste pour comprendre, ton but est de trouver tous les nombres qui se divisent par trois ou de trouver autre chose ? » et voyant l'élève perplexe, il a enchainé : « Alors juste pour être sûr, tu cherches les nombres qui se divisent par trois ? », et puisque l'élève ne répondait pas, Bruno leur a alors dit de revoir leur démarche et que si le temps le permettait, ils y reviendraient. Cependant, il a laissé les élèves sortir à l'extérieur de la classe, alors qu'une autre équipe venait présenter sa démarche. Cet exemple met en lumière que les présentations confuses demandent des adaptations de la part des enseignants lors du débat qui les gèrent en questionnant l'élève pour le soutenir ; sinon, ils demandent tout simplement à l'équipe de revoir leur solution pour y revenir ultérieurement, si le temps le permet.

Animer avec une intention pédagogique

Puis, les enseignants discutent de la manière d'animer et de clore le débat. Pour commencer, lors de la présentation de leurs équipes, les enseignants ont parfois interrogé le représentant, d'autres ont montré une démarche aux élèves, ou encore ont animé le débat en s'assurant de le conclure en rassemblant les différentes démarches mises de l'avant par les élèves. Par exemple, Mathieu semble heureux d'avoir vu, dans les présentations, plusieurs démarches différentes en expliquant les différents raisonnements développés par ses élèves. Il rapporte que c'est en comparant deux solutions d'équipes qu'il a terminé son débat, gérant du même coup les présentations similaires :

- Mathieu : Je suis quand même allé avec deux solutions différentes pour les deux autres équipes sachant que les deux dernières équipes ce sont deux solutions qui revenaient, des solutions identiques aux deux équipes [sélectionnées].

Lors de la première rencontre réflexive, certains enseignants avaient mentionné que leurs débats allaient être menés selon une intention pédagogique précise. Par exemple, Mathieu désirait que ses élèves utilisent le concept de critère de divisibilité vu en classe dernièrement, mais comme aucun n'y a pensé, il termine son débat en montrant aux élèves une démarche utilisant ce concept pour résoudre le problème *Moutons, ton, ton*. Tout comme Bruno, répondant aussi à son intention pédagogique, qui a terminé son débat en demandant à ses élèves laquelle des présentations semblait contenir la méthode la plus claire. Ainsi, les enseignants qui choisissent un problème ouvert avec une intention pédagogique adoptent des pratiques leur permettant un retour sur celle-ci lors de la conclusion du débat.

L'utilisation du problème ouvert donne la possibilité aux élèves de le résoudre de différentes manières et permet donc aux enseignants de voir les concepts mathématiques utilisés par les élèves et leur manière de les raisonner. De ce fait, on constate que les enseignants y voient l'opportunité de réinvestir des concepts mathématiques en en faisant dès lors leur intention pédagogique.

- Mathieu : Ça s'est bien passé, les élèves ont accroché à certaines choses et moi, vu que je n'avais pas vu le PPCM, j'ai fait un retour par rapport à ça en donnant une autre solution qu'on aurait pu voir et par la suite, les élèves disaient : Ah oui ! C'est vrai ! Ils faisaient des liens avec ce qu'on venait de voir la semaine d'avant. Sinon, ils semblaient plus accrochés aux critères de divisibilité.

Ainsi, les enseignants saisissent l'opportunité de nommer les concepts mathématiques utilisés dans les démarches des élèves. C'est pourquoi Mathieu a montré à ses élèves comment résoudre le problème des *Moutons, ton, ton* avec le concept du PPCM, et pourquoi Bruno leur fait de nouveau la démonstration d'une démarche claire et efficace, puisque les élèves ne sont pas parvenus à bien verbaliser leurs démarches. En classe, lorsque trois équipes ont présenté des démarches différentes, Bruno résume ce que les élèves viennent d'entendre. Il explique que bien que certaines équipes n'aient pas encore été vues, il est content de voir que certains ont utilisé les multiples, et d'autres les critères de divisibilité.

Gérer les faux raisonnements des élèves

Lorsque les représentants viennent à l'avant pour expliquer la solution de leur équipe, il arrive que certains argumentent un faux raisonnement mathématique. Les enseignants ont alors différentes manières de gérer le débat face à ces situations. Certains laissent aller ces erreurs, alors que d'autres s'empressent de questionner l'élève afin que l'erreur soit corrigée. Certains enseignants demandent, après chacune des présentations, si les autres ont des questions à poser, les invitant ainsi à argumenter autour du raisonnement qui est faux.

- Isabelle : Toi, quand ton représentant est allé en avant, tu t'es complètement retirée ?
- Carole : Oui, j'étais assis sur mon petit banc du fond…
- Isabelle : Ok, tu n'intervenais pas ? Tu les laissais aller.
- Carole : C'est leur travail.
- Isabelle : Que ça l'ait du sens ou pas, tu laisses aller ?

Ainsi, on remarque que la responsabilité de remarquer les erreurs n'appartient pas qu'à l'enseignant dans la vision de Carole, contrairement à celle d'Isabelle. D'ailleurs, en classe, Carole a répété à quelques reprises qu'ils allaient y revenir plus tard, donc peut-être est-ce à ce moment qu'elle revient sur les démarches et corrige les erreurs. L'exemple qui suit rapporte comment les enseignants perçoivent la gestion des erreurs mathématiques :

- Isabelle : moi c'est mon côté où je suis incapable de les laisser dans l'incompréhension les autres et c'est là que j'aimerais savoir,

le problème ouvert, de quelle façon, quand le représentant vient en avant, on doit le laisser aller qu'il soit dans l'erreur ou pas ? Parce que je moi j'avais l'impression que le devoir, ou c'est moi qui s'est imposé ça…
[…]

- Mélanie : […] tu sais si quelqu'un s'en va ailleurs et tout ça, Isabelle dit qu'il questionne pour ramener tout de suite pour ne pas qu'il y ait de fausse … on dirait que moi ça ne me dérange pas.
- Carole : Non moi non plus.
- Mélanie : On dirait … que je laisse en suspens des choses parce que je sais des fois plus tard, il va y avoir un *AHH*. Tu sais, on dirait…
  […]
- Isabelle : Bruno, si la démarche est erronée ?
- Carole : Tu le laisses faire.
- Isabelle : Tu le laisses faire et tu ne dis rien ? Et les élèves qui écoutent entendent ça ? Tu penses que c'est correct ?
- Bruno : Moi, bien oui, mais moi ce que je souhaite ce n'est pas ça. Moi ce que je souhaite si c'est erroné, c'est que l'élève qui présente, et là, je vais me rendre aux autres.
- Carole : Ils vont lever la main et ils vont le dire.

Généralement, les enseignants ne présentent pas les démarches des élèves qui contiennent des erreurs mathématiques. Or, certains enseignants ne voient pas de problème à ce que les élèves présentent une démarche erronée, mais ne s'y arrêtent pas non plus à moins qu'un élève le remarque. Ainsi, l'erreur est « montrée », mais pas débattue. En fait, on remarque que le discours des enseignants reste au niveau d'un discours pratique (au sens de Giddens), car aucun n'explique ce que cela apporte aux apprentissages mathématiques des élèves de les laisser présenter des erreurs mathématiques dans le débat. De ce fait, on comprend que les enseignants gèrent les faux raisonnements soit en laissant la classe les gérer, en le pointant/rectifiant au moyen de questions, ou encore en y revenant plus tard. Force est de constater que l'erreur mathématique occupe une place importante dans leurs actions, que ce soit en la laissant être invitant ainsi les élèves à la remarquer et à la corriger, ou encore, en questionnant et validant le raisonnement de l'élève pour l'amener à se corriger. Gérer les faux raisonnements est donc une pratique commune dont les actions diffèrent quant à sa manière d'être argumentée.

Questionner les élèves

En principe, lors du débat, les élèves doivent se questionner, interroger et argumenter autour de l'explication donnée par le représentant. Comme le précise Carole, c'est aux élèves que revient cette responsabilité. Cependant, on remarque que les élèves n'y sont pas spontanément enclins et que l'enseignant se retrouve alors devant des élèves qui écoutent, mais n'argumentent pas. Comme les enseignants souhaitent que le problème ouvert soit un moment d'apprentissage pour tous les élèves, Isabelle soulève un questionnement que plusieurs partagent. Ils se demandent jusqu'où ils doivent et peuvent intervenir en questionnant l'élève qui présente.

- Isabelle : Moi mon grand questionnement c'est par rapport au retour. Parce que moi dans le fond, quand le représentant en équipe, je l'ai beaucoup questionné, car je pensais à tous ceux qui sont en arrière qui écoutent et qui ne comprennent pas. Je questionnais, je les ramenais pour être sure que tout le monde comprenne ce que le représentant dit.
- Brigitte : C'est exactement le sentiment que j'avais aussi.
- Mathieu : Mais moi je les ai questionnés beaucoup aussi.
- Isabelle : ok. [Ton rassuré].
- Mathieu : Je voulais m'assurer que ça soit clair, je verbalisais ou je les faisais verbaliser, pour bien expliquer la solution qu'ils étaient en train de me faire.

Gérer la longueur du débat

Étant donné que les enseignants laissent toutes les équipes présenter, le débat peut s'étirer en longueur et c'est d'ailleurs ce qu'Isabelle fait ressortir en rapportant que les siens étaient très longs, l'amenant alors à terminer une fois la chercheuse partie.

Isabelle a aussi interrogé Carole et Brigitte sur la longueur des présentations de leurs équipes, comme si leur problème *Carrés dans un carré* demandait une gestion différente du sien, *Moutons, ton, ton*. Ce qu'Isabelle remet surtout en question, c'est la manière de mener un débat lorsque les démarches sont similaires. Brigitte mentionne avoir trouvé la solution pendant que le débat se déroulait en demandant aux élèves s'ils avaient autre chose à rajouter à ce qui venait d'être expliqué. On peut constater que la gestion des présentations demande plus de temps que prévu et que lorsque les présentations sont similaires, les enseignants font face à un choix : laisser tous les élèves présenter ou choisir quelles équipes présenteront leur démarche afin de favoriser la diversité et contrôler la longueur du débat.

Discuter l'enjeu du débat

Étant donné la différence d'interprétation entre la démarche adoptée dans le cadre théorique et ce que les enseignants ont fait, un retour sur la signification et l'enjeu du débat sont discutés.

- Chercheuse : C'est quoi l'enjeu d'un débat ?
- Mélanie : Il y a un gagnant.
- Bruno : C'est convaincre les autres.
- [Les autres enseignants répètent ce que Bruno a dit : Convaincre les autres]
- Carole : Que toi tu as raison.
- Mélanie : Plus tu es capable de mettre des mots, d'expliquer ton raisonnement, plus tu vas être capable de convaincre les autres que c'est…
- Carole : Plus ils vont te suivre.

Dans cet échange, on constate que les enseignants expliquent que le débat est en fait une argumentation dont l'objectif est de convaincre les autres que l'on a raison. Cette définition ressemble à celle d'Arsac et ses différents collaborateurs (1983, 1988, 1991, 1997, 2007), où le débat est de prouver que notre solution est la bonne mathématiquement parlant. Toutefois, cela amène Mélanie à demander pourquoi les chercheurs l'ont appelé débat, ce que les autres enseignants approuvent. Cette question suggère que les enseignants se questionnent sur l'enjeu du débat qu'ils viennent de nommer et de celui qu'ils ont vécu dans leur classe. De cette dernière nait alors la distinction entre une discussion et un débat.

- Mélanie : Je comprenais que c'était plus une discussion, présentation.
- Mathieu : Je comprends que ce n'est pas un débat, mais par rapport, moi ce que j'ai fait, j'ai envoyé une équipe au tableau, ils expliquent leur solution, moi je les guide là-dedans, je les ai aidés, j'ai clarifié ou je leur ai posé des questions pour que leur solution soit claire tout suite. Je pense qu'on est plusieurs à avoir fait quelque chose qui ressemble à ça [en pointant les autres et en les regardant].

Ainsi, les enseignants semblent clarifier qu'ils avaient entrevu le débat davantage comme une discussion, qui peut se dérouler entre l'enseignant et l'élève qui présente la solution trouvée pour y arriver. Mathieu se questionne alors sur les attentes de cette seconde partie du problème ouvert liées à des pratiques enseignantes qui, pour lui, ne sont pas couramment mises de l'avant. C'est à ce moment qu'Isabelle revient sur son vécu, réalisant que son élève essayait de lui faire comprendre comment il avait solutionné le problème *Moutons, ton, ton*, alors que ce déroulement devrait être observé entre les élèves et le représentant.

- Isabelle : Dans le fond mon élève autiste qui a présenté, il est en train de m'expliquer sa vision de la chose, et que moi je ne comprenais pas, j'étais pris avec mes critères de divisibilité, par 4 les deux derniers chiffres se divisent par 4, lui était là : « Isabelle ça [ne]sert à rien là ». [hésite] Divise… les chiffres pairs… […] Lui, il disait : « Ça ne se divise pas par… ceux qui sont… que j'élimine les pairs, je vais éliminer ceux qui se divisent par 4 en

> même temps ». Et lui il me dit : « Bon je vais te donner un exemple ». Mais ce n'est pas pire parce que c'est lui qui est en train de m'expliquer (en faisant des ronds avec son bras) sa vision à lui.

Ainsi, l'intervention d'Isabelle permet aux enseignants de comprendre que l'interaction doit se vivre entre les élèves, que le représentant doit être interrogé par les autres élèves. De ce fait, on réalise que les enseignants ont probablement plus souvent l'habitude d'argumenter avec les élèves et non d'amener les élèves à le faire entre eux. C'est ainsi que leur rôle se clarifiait tranquillement.

Modéliser l'argumentation du débat

Tout en discutant, les enseignants réalisent que les élèves ont peut-être besoin d'une modélisation, soit de voir comment il est possible d'interroger un raisonnement mathématique expliqué.

- Mélanie : Je pense qu'on a modélisé dans le fond. […] Dans le fond, on l'a fait la première fois et ça va être facile la prochaine fois [et] dire : « Vous savez la première fois c'est moi qui posait les questions. Maintenant, … » c'est comme un lien facile avec les élèves.

Le problème ouvert tel qu'utilisé dans l'enseignement des mathématiques par Arsac et Mante (2007) et par Becker et Shimada (1997) amène donc les enseignants du Québec à revoir leurs pratiques liées aux discussions en grand groupe, car sa partie débat se déroule entre les élèves qui valident ce qui est dit. Il s'agit d'ailleurs d'un comportement que les élèves doivent aussi apprendre à faire au sein de leur équipe.

- Isabelle : Lui, c'est mon plus fort dans ma classe, il a dit qu'il n'était pas d'accord. C'est ça qu'on disait, pourquoi il ne l'a pas

> dit à son coéquipier ? Et il disait : « On est trois dans l'équipe et j'étais le seul à penser comme ça. Alors j'ai laissé tomber. »

Lors du débat, laisser tous les élèves présenter leur solution semble être une pratique enseignante importante, même si toutes les solutions et démarches sont similaires :

- Bruno : Moi j'ai le gout de les laisser aller pareil. C'est un peu ça qui est arrivé, c'était très semblable pour les multiples, mais d'ouvrir la porte que si c'est presque pareil venez pas nécessairement le présenter. Je trouve qu'il y a des élèves qui sauteraient sur l'occasion : « Ah non, nous autres c'est la même chose », « ah nous autres aussi », mais finalement, il y a un travail…
- Mélanie : Bien moi j'en ai un qui a dit « C'est la même chose, je n'ai pas besoin d'y aller », mais il y a surement quelque chose d'autre, d'autres mots qui…

Les enseignants justifient cette pratique en exprimant que les élèves pourraient expliquer différemment une même solution et donc qu'ils doivent tous la présenter.

Ajuster le second débat

Les enseignants discutent de leur prochaine expérimentation. Comme mentionné précédemment, certains enseignants avaient fait un choix de problème ouvert, car ils y voyaient la possibilité d'animer le débat plus aisément avec celui-ci. Ce qu'explique Isabelle revient à ce que Bruno a expliqué un peu plus tôt, soit d'interroger les élèves de la classe afin de les amener à réagir à ce qui vient d'être dit. On constate donc que les pratiques enseignantes peuvent être rajustées à la suite des interactions vécues dans cette rencontre, comme le témoigne le discours d'Isabelle :

- Là quand ils vont faire des dessins, […] ils vont m'expliquer ça avec des dessins au TBI [tableau interactif] ou des fractions au

> lieu que moi j'intervienne je vais encourager les autres à s'exprimer sur ce que l'élève fait en avant (en pointant en avant). Je vais me retirer un peu et là l'échange je vais le faire entre la classe et celui qui est en avant (se retire de la table et pointe la classe et l'élève en avant). […] J'étais trop présente.

Toujours dans cette optique de rajuster le débat, les enseignants se questionnent alors sur leur rôle lorsqu'une équipe est convaincante, qu'elle ait une solution erronée ou non, ou qu'aucun élève ne questionne malgré leurs relances à cet effet.

- Mathieu : Mettons qu'on entend des criquets ou que l'équipe en avant semble convaincante, les élèves questionnent, mais ce n'est pas une solution valable. Un peu comme l'élève d'Isabelle. Où on intervient là-dedans ? On les laisse, on les…
- Chercheuse : Qu'est-ce que tu penses qui serait le mieux ?
- Mathieu : Moi j'interviendrais. Pour corriger la situation ou pour questionner, un peu comme je l'ai fait, pour les amener à faire un contrexemple, moi c'est la solution que j'ai faite. J'ai dit ok, tu as utilisé cette méthode-là, trouve-moi la même chose entre tel nombre et tel nombre. Là l'élève s'est rendu compte que ça ne marchait pas. Son hasard qui a fait que ça marchait là ça ne marchait plus. Mais c'est ça.

On constate que d'amener les élèves à argumenter et à justifier leur solution est une culture mathématique à développer puisque l'enseignant anticipe que certains élèves pourraient arriver à convaincre que leur erreur est valide, et les autres ne pas s'en apercevoir.

4.3.4.4 Le second débat en classe

Rajustements d'ordre physique

Lors du second débat, on remarque que les enseignants ont apporté certains changements physiques à leurs pratiques : ils se sont placés plus loin du tableau. On ne ressent plus qu'il s'agit d'une présentation où l'auditeur principal est l'enseignant. Les élèves qui présentaient étaient portés à parler en même temps qu'ils écrivaient, soit face au tableau, ou en regardant les autres élèves et l'enseignant en alternance.

Guider : le rôle de l'enseignant

Ce faisant, les enseignants n'ont pas écrit dans la démarche de l'élève et ont seulement soutenu les élèves à distance. Les enseignants invitaient très souvent les élèves à interroger ou à passer un commentaire sur ce que le représentant expliquait à l'avant. Parfois, ils amenaient les élèves à réagir tout de suite après une brève explication ou alors à la fin de la présentation. Ainsi, puisque les élèves de la classe étaient fortement invités à poser des questions, ils levaient la main dès qu'ils avaient quelque chose à dire. L'enseignant soulignait qu'un élève voulait intervenir, le nommait et laissait le représentant expliquer.

Les enseignants vont une fois de plus répéter certaines explications et poser des questions afin d'amener l'élève à justifier davantage son raisonnement. Bien souvent, les enseignants semblent agir ainsi afin que les autres puissent bien saisir toute la démarche de l'élève. D'ailleurs, certains élèves sont portés à expliquer oralement, puis les enseignants les invitent à écrire leur démarche en précisant que « c'est pour que tout le monde comprenne ». Les élèves ont semblé plus à l'aise, cette fois, d'expliquer et d'écrire leur démarche, ce qui amène à penser que la pratique plus fréquente du problème ouvert pourrait conduire les élèves à argumenter, sans nécessairement le faire comme Arsac *et al*. (1988) le proposent.

4.3.4.5 La troisième rencontre réflexive

Retour sur leur second vécu : une culture à développer

Tout d'abord, les enseignants reviennent encore sur leur rôle en se demandant jusqu'où ils peuvent et doivent intervenir ou soutenir ce que l'équipe ou l'élève explique à l'avant. On constate que le débat est réellement une culture à développer au sein de la dynamique de classe, car l'enseignant n'a pas le choix de poser des questions aux élèves afin que ressorte l'enjeu mathématique de leurs explications.

> – Mathieu : Moi, je chercherais où j'avais un stress entre guillemets, pour le débat. Parce que tu [chercheuse] nous avais ramenés par rapport au débat, moi je veux faire un débat ! [Se tape sur la cuisse et sourit]
> – Carole : Ça a débattu !
> – Mathieu : Mais faut une intention pédagogique dans notre questionnement.

Ainsi, Mathieu mentionne ressentir le besoin de prendre en main, soit de diriger le débat, en interrogeant l'élève ou l'équipe qui explique à l'avant, mais aussi les autres élèves qui écoutent. En classe, on le voit demander aux élèves : « Posez des questions là ! » et certains lèvent la main pour demander des clarifications sur la manière de résoudre sans remettre en question la solution. Il précise que ça ne ressortait pas assez et cela sous-entend que les élèves ne se questionnaient pas sur la démarche qui était présentée, et donc, il n'y avait pas d'argumentation mathématique en jeu. Ainsi, les enseignants ressentent le besoin d'interroger l'élève qui présente en le questionnant comme Mathieu le fait, tel un modèle de chercheur mathématique : « Qu'est-ce qui est 12 ? » ou « Pourquoi as-tu utilisé les multiples ? ».

Instaurer une dynamique propice au débat

Les enseignants s'expriment sur le fait qu'il faut instaurer une dynamique qui amène les élèves à argumenter et débattre entre eux, mais que pour y arriver, les élèves devront comprendre les règles du débat. Comme le fait Mathieu en classe après avoir questionné un élève ; il dit à la classe : « Les questions que je pose, tu peux aussi les poser, mais je sais que ce n'est peut-être pas évident au début » ; ou en redirigeant l'attention du représentant en lui disant : « C'est à la classe que tu parles, pas à moi ». Cela renvoie à ce que Mélanie expliquait lors de la seconde rencontre, que les enseignants doivent modéliser aux élèves comment argumenter et discuter.

Certains enseignants ont senti une réelle différence entre leur première et leur seconde expérimentation. Isabelle rapporte que la dynamique de la classe a été différente parce que le rôle qu'elle a eu a influencé cette dynamique soulevant ainsi que leur manière d'intervenir vient guider les élèves sur la manière dont se déroulera le débat.

- Isabelle : La première fois je dirigeais beaucoup trop. Je prenais le contrôle, quand chaque équipe venait expliquer, que chaque représentant venait expliquer en avant, c'était moi qui les questionnais et qui validais. J'ai exclu beaucoup trop les autres élèves. Après je me suis retirée et je les ai amenés à s'exprimer sur le problème qui était en avant. C'est ma façon d'intervenir qui fait aussi en sorte que, ils vont participer davantage ou non. Si je prends trop de place, et bien…

Ce faisant, si l'enseignant ne s'attribue pas le rôle de prescripteur et de validation de la solution présentée, mais qu'il demande au reste des élèves de le faire, alors la dynamique dans la classe n'est plus la même et une argumentation devient possible. Brigitte semble aussi avoir vécu un débat fort différent des autres. Les enseignants lui demandent alors ce qu'elle a fait de plus cette fois pour y arriver, car ils ont été plusieurs à faire le même problème ouvert qu'elle. Elle explique qu'elle a compris que ce n'était pas à elle que revenait le rôle de débattre, mais aux élèves, et qu'elle se devait d'être sensible à ce qu'ils allaient dire afin d'animer le débat :

> – Brigitte : C'est peut-être le fait, comme tu disais un moment donné, au début j'intervenais plus face à l'équipe qui était là, au lieu d'aller chercher les autres. J'ai l'impression que je faisais carrément le contraire. J'allais chercher les autres pour qu'ils réagissent sur une présentation qui était là. C'était comme de même (mime aller-retour entre les élèves et elle) un peu tout le temps.

De plus, en classe, Brigitte donnait la parole dès qu'un élève levait la main et était attentive aux commentaires avancés par les élèves. Ce faisant, elle saisissait toutes les occasions pour amener les élèves à réagir sur ce qui était dit en avant. Les élèves ont d'ailleurs participé en expliquant s'ils étaient en accord ou pas avec les explications et en citant leurs démarches en exemple. Il y avait un climat de débat particulier et pourtant, aucune consigne ou pratique autre n'avait été réalisée. Contrairement à ses collègues, Brigitte a peut-être soulevé une pratique qui pourrait être nécessaire au débat, soit d'être sensible à tous les commentaires avancés par les élèves relançant ainsi le débat à chacun d'eux. Cependant, elle souligne que le choix d'un problème ouvert peut peut-être venir teinter le débat. Ce qui est intéressant, c'est que lors de la troisième rencontre, certains enseignants ont soulevé qu'ils devaient se sentir à l'aise avec le choix du problème qu'ils apportaient, ce que Brigitte approuvait. On peut alors supposer que la dynamique particulière qu'a vécue Brigitte repose peut-être sur cette condition, soit qu'elle se sentait très à l'aise avec les concepts en jeu du problème *Le jardin* et qu'elle a aussi été très sensible à tous les arguments apportés par ses élèves, relançant alors l'ensemble de la classe avec ces deniers :

- Ça aidait ça aussi je pense. Je t'ai dit à ce moment-là : tu m'as dit qu'est-ce que tu penses qui fait que c'est allé si loin, bien je pense qu'il y a une dynamique qui s'installe là. Peut-être autour d'un problème. Peut-être que j'aurais fait un autre problème et ça aurait [mime une descente]. Il y avait toute une dynamique de groupe qui s'était installée et je pense que ça y était pour beaucoup aussi.

Relancer pour animer le débat

Les enseignants reviennent alors sur les relances qu'ils ont utilisées pour animer le débat et ils nuancent que cela les aide pour faire ressortir différents aspects de la démarche présentée par l'équipe, pour mettre en lumière un obstacle qu'ils ont réussi à surmonter.

Les enseignants relancent les élèves en les dirigeant vers une intention pédagogique comme Mathieu *:* « J'ai comparé deux équipes à un moment donné, j'ai fait : « Il y avait une contradiction entre » qui a amené les élèves à comparer deux solutions trouvant ainsi l'erreur mathématique dans l'une des deux ; ou Mélanie qui, avec le problème de *La moyenne mystère*, a amené les élèves vers une généralisation :

- Mélanie : Un moment donné ils ont compris comment ça fonctionnait et ça allait bien, et j'ai une équipe qui ont sorti la table du huit.
- Chercheuse : Les multiples.
- Mélanie : Oui les multiples et ils ont dit alors peu importe (mimant un croisement), faut que ça donne ça, divisé par ça.
- Isabelle : Ils sont bons.
- Mélanie : À la fin, ils ont réussi à faire ressortir une règle (mime des guillemets).

Ainsi, ces relances ont une intention pédagogique précise. Cependant, Carole rapporte : « c'était plate à gérer. J'ai trouvé que c'était beaucoup plus le fun la première fois quand on avait triché. C'était varié ». Cette fois, la dynamique même ne s'est pas installée et Carole a trouvé difficile de relancer les élèves pour les amener à argumenter, car la grande majorité des solutions étaient similaires. Ainsi, il reste difficile pour les enseignants de relancer les élèves dans certaines situations, comme lorsque les présentations sont similaires.

Que tous les élèves présentent : un enjeu au débat

Les enseignants ont expliqué que tous leurs élèves désirent venir présenter leur démarche, et ce, même si d'autres ont expliqué la même chose qu'eux. Contrairement aux autres enseignants, la dynamique instaurée dans la classe de Brigitte a fait en sorte que certains élèves ont présenté, mais pas toutes les équipes. Le désir qu'ont les élèves de tous présenter leur solution ne permet pas au débat d'être et représente donc une contrainte à sa réalisation.

- Chercheuse : Parce qu'ils n'ont pas tous passé [les équipes] toi il me semble ?
- Brigitte : Non pas du tout. Non, mais ils ont émis leurs commentaires par rapport à ce qui était présenté. Par rapport à ce qu'eux avaient fait.
- Chercheuse : C'est vraiment ça qu'il s'est passé. Parce que vous autres [regarde Isabelle], ils demandaient à passer.
- Carole : Ils voulaient tous y aller.
  […]
- Mélanie : Juste pour rajouter, car on en avait parlé, pendant que je m'habille pantalon de neige et tout pour la récréation, car je surveille, je continue à animer. […] Mais dehors dans la cour d'école, ça continuait.
- Carole : Ils continuaient à en parler !
- Bruno : C'est le fun ça.

On remarque que la culture d’un débat ou d’une discussion est à instaurer autant pour les enseignants que pour les élèves, puisque les enseignants laissent toutes les équipes présenter, et ce, même si leur solution ou démarche est la même qu’une déjà expliquée. Mélanie explique qu’elle a continué au retour de la récréation, permettant ainsi aux élèves de présenter ce qu’ils avaient trouvé et qui était différent des autres présentations. De ce fait, cela explique peut-être le choix adopté par Arsac et Mante (1991) pour gérer le débat, en demandant à toutes les équipes de circuler en s’arrêtant à chacune des affiches des autres équipes pour analyser la démarche utilisée et la réponse trouvée ; les élèves peuvent peut-être mieux se concentrer sur le débat qui suit, plutôt que sur leur présentation individuelle.

Que retient-on de gérer le débat?

Au fil des rencontres et des expérimentations, les enseignants ont rajusté leur manière de gérer le débat. Tout d’abord, les enseignants ont expliqué que leur intention pédagogique oriente la finalité du débat. Certains vont par exemple montrer une démarche contenant un concept mathématique qu’ils désiraient que leurs élèves utilisent pour résoudre le problème si ceux-ci ne l’ont pas utilisé. Par leurs questionnements, certains enseignants amènent les élèves vers une intention bien précise comme celles de remarquer une démarche plus efficace, de construire une généralisation ou bien de comparer deux solutions pour faire constater une erreur. En classe, ils se sont physiquement éloignés du tableau, laissant ainsi plus de place à l’élève qui présente et lui rappelant même, à l’occasion, qu’il doit regarder les autres élèves et non l’enseignant.

Plusieurs façons de choisir l’ordre des équipes pour les présentations sont mentionnées. Certains enseignants décident de l’ordre de présentation des équipes afin de construire un raisonnement mathématique au fur et à mesure des présentations. D'autres y vont aléatoirement ou encore, par volontariat. Pour ce qui est du représentant, certains enseignants préfèrent laisser leurs élèves décider entre eux, alors que d'autres choisissent un élève qui est plus à l'aise et qui s'exprime bien devant les autres comme représentant.

De plus, les enseignants ont beaucoup discuté la place de l'erreur dans le débat, mais en ayant un discours pratique : ils en parlent, mais ne justifient ni n'appuient les raisons de ces actions posées. Ainsi, les enseignants gèrent différemment les faux raisonnements : en laissant la classe les gérer, en le pointant/rectifiant au moyen de questions ou en y revenant plus tard. De ce fait, les raisonnements erronés sont peut-être présentés devant les autres, mais pas forcément débattus. Cet enjeu demeure à la fin des rencontres.

Puis, les enseignants se sont beaucoup questionnés quant à leur rôle lors du débat. Plusieurs se sont demandé jusqu'où ils pouvaient questionner l'élève qui présente à l'avant. Même si lors de la deuxième rencontre, plusieurs ont compris l'enjeu du débat, lors de la troisième rencontre, on constate que ce questionnement persiste. L'enseignant est plus souvent habitué à diriger les élèves dans son enseignement des mathématiques, et de se retrouver à guider plutôt qu'à diriger les amène peut-être à se questionner sur leurs pratiques. Les enseignants constatent que les élèves ne sont pas habitués à argumenter et à discuter de ce que les autres disent et donc, une certaine modélisation doit être faite selon eux. Plusieurs ont expliqué ressentir le besoin d'interroger les élèves sur certains concepts mathématiques, et il est possible de supposer que c'est aussi par désir que tous entendent correctement ce qui est dit, mais également pour que les apprentissages mathématiques puissent être faits par le plus d'élèves possible. Néanmoins, il reste que les enseignants se sont attribué un rôle de guide plus qu'un rôle de prescripteur. De ce fait, ils amènent les élèves à argumenter et à valider ce que le représentant dit à l'avant plutôt que de s'approprier ce rôle.

CHAPITRE V

INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS ET DISCUSSION

Dans ce chapitre, l'interprétation des résultats permettra d'apporter des éléments de réponse à l'objectif de cette recherche : circonscription des pratiques d'enseignants s'initiant à l'utilisation du problème ouvert en classe de 6^{e} année du primaire lors de leurs premières expériences avec ce type de problèmes. Dans leur classe, la théorie de la structuration permet de mettre en lumière les règles et les ressources que les enseignants mobilisent lors de l'utilisation du problème ouvert dans le contexte éducatif québécois. C'est à travers les interactions vécues lors des trois rencontres réflexives, des rencontres en dyade et des deux expérimentations en classe, que les enseignants et moi avons pu coconstruire des manières d'enseigner avec le problème ouvert dans leurs classes. L'analyse des interactions a permis de circonscrire des pratiques qui structurent la réalisation de l'utilisation du problème ouvert en classe de 6^{e} année. Tout d'abord, un retour sur les pratiques circonscrites sera présenté à la lumière de la dynamique, activité/conditions de l'activité, provenant de la Théorie de la structuration de Giddens (1987). Puis, suivra une discussion sur trois enjeux : le rôle d'autorité de l'enseignant, la place de l'erreur mathématique et l'argumentation liée à la partie débat du problème ouvert.

5.1 La structuration de l’enseignement du problème ouvert

Tout d’abord, la dynamique de structuration de Giddens (1987) permet de mieux comprendre les pratiques entourant l’utilisation du problème ouvert en classe. Comme mentionné au chapitre 2, la théorie de la structuration définit les activités humaines comme étant récursives, puisque les acteurs les recréent sans cesse en faisant usage des moyens qui leur permettent de s’exprimer en tant qu’acteur compétent. Cette récursivité est mise en lumière lorsque les enseignants planifient leur première utilisation du problème ouvert en classe en se basant sur leurs expériences antérieures. En effet, en s’appuyant de leurs expériences passées où ils avaient déjà fait travailler leurs élèves en les regroupant en équipe ou en choisissant un problème mathématique avec une intention pédagogique, et cela explique pourquoi ces thèmes sont davantage ressortis dans cette première rencontre. Ces conditions structuraient alors leur premier enseignement qui, à son tour, permettrait aux enseignants de discuter lors de la deuxième rencontre réflexive. Ainsi, ces nouvelles expériences ont permis de structurer les pratiques en les nuançant et en les clarifiant lors de cette seconde rencontre. Cette même dynamique des pratiques allait s’opérer de nouveau entre la seconde rencontre réflexive et la seconde expérimentation, tout comme elle se répèterait entre la seconde expérimentation et la troisième rencontre réflexive. La figure 5.1 schématise cette dynamique des pratiques.

Figure 5.1 Dynamique des pratiques enseignantes inspirée de la théorie de la structuration de Giddens (1987)

C'est à travers le discours des enseignants qu'il est possible de voir cette dualité du structurel, soit comment les règles et ressources mobilisées viennent structurer l'enseignement avec le problème ouvert, qui structure alors les conditions de cet enseignement. De même, selon l'interactionniste symbolique, en partageant avec leur collègue, autant en dyade que lors des rencontres réflexives, les enseignants agissent en fonction du sens que le problème ouvert représente pour eux, sens qui est dérivé ou qui provient des interactions avec autrui. Ce sens se coconstruisait au fil des rencontres circonscrivant les pratiques enseignantes dans l'enseignement de la résolution de problèmes avec l'utilisation du problème ouvert. Ainsi, dans les prochaines sections, un retour sera fait sur les règles et ressources mobilisées dans cet enseignement et comment ces dernières structurent la dynamique de l'activité et des conditions qui la permettent. De cette dynamique seront interprétées les pratiques enseignantes en définissant celles qui sont les conditions de celles qui sont l'activité.

5.1.1 Les règles et ressources mobilisées

Dans un premier temps, selon Giddens (1987), puisque les enseignants se donnent des buts et des raisons de faire ce qu'ils font, il est alors possible de voir quelles sont les règles et les ressources mobilisées structurant l'enseignement avec le problème ouvert. Or, comme les enseignants n'ont pas de contrôle sur ces dernières, ils doivent donc « s'accommoder » de ces contraintes. Premièrement, dans les règles et les ressources que l'enseignant doit mobiliser, on retrouve les caractéristiques d'un problème ouvert et son approche des deux parties (recherche et débat). En ce qui concerne la partie recherche, les enseignants se questionnaient sur leur rôle, et ce, bien qu'ils aient déjà travaillé la résolution de problèmes dans leur classe. En somme, ces questionnements venaient des particularités de la partie qui suivait, celle du débat. Lors de la deuxième rencontre, les enseignants expliquent qu'un débat :

- Bruno : C'est convaincre les autres.
- Plusieurs : Convaincre les autres
- Carole : Que toi tu as raison

C'est en partant de cette connaissance qu'ils ont d'un débat que les enseignants ont alors pu développer une compréhension des règles du débat. Lors des interactions entre les enseignants, on constate dans leur discours deux pratiques : la pratique des retours en grand groupe, où les enseignants jouent un rôle institutionnel — d'enseignement des contenus du programme — et la pratique d'un débat mathématique, où les enseignants n'ont pas le même rôle. De ces pratiques, on remarque le contraste avec leur connaissance de ce qu'est un débat. Ainsi, les rencontres ont permis aux enseignants de donner un sens aux règles du débat dans le contexte du problème ouvert et ainsi, de mettre en place des pratiques (conditions) pour sa mise en œuvre en classe, c'est-à-dire : se rajuster physiquement dans la classe pour laisser plus de place à l'élève qui explique et inciter les élèves qui écoutent à poser des questions en leur confiant ce rôle de valider la solution. On voit que les règles propres au débat du problème ouvert contraignent les enseignants à un certain rajustement de leurs pratiques.

La seconde règle mobilisée par les enseignants est celle liée à l'horaire de l'école et donc, à la gestion du temps. Les périodes d'enseignement au primaire ont une durée d'environ 60 minutes, mais les enseignants ont une certaine flexibilité sur ces dernières puisqu'ils enseignent toutes les matières, ils peuvent donc rajuster leur horaire. Étant moi-même enseignante, j'avais une contrainte de temps sur ma disponibilité à être présente en classe pour l'observation de leur enseignement, aussi, je n'avais qu'une heure pour être dans chacune des classes des enseignants. Ces derniers se sont donc efforcés de s'adapter à mon horaire en enseignant l'approche du problème ouvert (ses deux parties) en une seule heure. Bien que les enseignants du primaire aient eu la flexibilité de terminer au-delà du temps prévu, cette contrainte liée à ma recherche a donc imposé aux enseignants une contrainte de gestion du temps qui les a conduits à devoir conclure le débat sans ma présence. De ce fait, je n'ai donc pas eu accès à certaines des pratiques observables en classe, ce qui m'a limitée dans les nuances que j'aurais pu apporter aux pratiques du débat mentionnées. En somme, la gestion du temps est une règle à laquelle les enseignants sont contraints, car malgré la flexibilité de l'horaire, ce dernier les limite tout de même.

Une troisième règle mobilisée est en lien avec l'importance des traces écrites laissées par les élèves. Les documents institutionnelles (PFEQ, cadre d'évaluation) expriment dans leurs attentes que l'élève doit laisser des « Traces claires et complètes justifiant les actions, les conclusions ou les résultats » (p. 6). C'est pourquoi les enseignants demandent explicitement à leurs élèves de laisser des traces écrites de leurs démarches, car il s'agit d'une contrainte (règle mobilisée).

Enfin, la principale ressource mobilisée est le programme de mathématiques du PFEQ et les attentes qui y sont liées imbriquent les connaissances et l'histoire mathématiques de l'enseignant. Puisque les enseignants ne connaissaient pas le problème ouvert, je leur ai fourni une liste de problèmes ouverts que j'avais sélectionnés. Cette liste est donc une ressource en soi, car les enseignants s'y réfèrent et travaillent à partir de cette dernière. Puisque j'avais sélectionné des problèmes ouverts contenant des concepts mathématiques déjà connus des élèves de 6^{e} année du primaire, répondant ainsi à l'une des caractéristiques du problème ouvert, les enseignants n'ont pas été obligés d'effectuer eux-mêmes la recherche afin d'en trouver qui répondaient aux attentes du PFEQ. Néanmoins, implicitement, les enseignants référent au PFEQ, comme lorsqu'ils ont discuté du problème *Des nombres en entier,* où ils expriment que les concepts en jeu doivent être préalablement revus pour que les élèves arrivent à savoir comment le résoudre. On comprend que lorsqu'ils choisissent leur problème ouvert, les enseignants se réfèrent au programme lorsqu'ils parlent des savoirs à enseigner liés aux concepts mathématiques des problèmes. Selon Giddens (1987), ces règles et ressources mobilisées structurent l'activité et les conditions qui la régissent, légitimant alors les actions qui sont posées.

5.1.2 La dynamique entre l'activité et ses conditions

Lors de la première rencontre, les enseignants discutent principalement de la manière dont ils vont former les équipes et du problème ouvert qu'ils choisiront. De ce fait, on réalise qu'ils voient en ces pratiques les conditions qui structureront leur enseignement. Cette dynamique est observable tout au long des interactions entre les enseignants lors des rencontres réflexives. Ainsi, lorsque les enseignants choisissent de former des équipes selon les forces de leurs élèves, ils s'appuient sur des expériences passées. Ce choix structurera les pratiques en classe, car les enseignants seront en mesure de soutenir les élèves plus faibles lors de la période de recherche. Lorsque les enseignants choisissent plutôt de former des équipes mixtes, ils posent une condition à savoir que chaque membre de l'équipe doit être capable d'exposer la solution. Cette exigence vient structurer la partie recherche, mais aussi la partie débat en indiquant aux élèves les attentes de leur part à savoir que chacun pourrait être appelé à présenter la démarche à l'avant.

Un autre enjeu présent dans le discours des enseignants est le respect du rythme d'apprentissage de chacun. On saisit, dans le discours des enseignants, que cette condition, à savoir le respect du rythme de chaque élève, est importante, car ils mentionnent, à de nombreuses reprises, que l'objectif est que tous les élèves développent un raisonnement mathématique lors de la résolution de problèmes. C'est pourquoi les enseignants vont regrouper leurs élèves en s'assurant qu'ils peuvent échanger entre eux, formant des équipes non seulement sur la base des forces académiques, mais aussi selon leurs affinités personnelles.

La formation des équipes est aussi une condition importante à la dynamique des activités lors de la partie recherche. En effet, le travail en équipe peut, selon les enseignants, favoriser la réflexion mathématique du début à la fin. D'ailleurs, lorsque certains craignent de ne pas savoir comment soutenir les élèves qui se retrouvent face à une « page blanche », incapables de résoudre, Carole rappelle que les élèves ne sont pas seuls, mais en équipe.

En ce qui concerne le choix du problème, les enseignants le résolvent pour eux-mêmes, leur permettant ainsi de comprendre quels sont les concepts mathématiques en jeu, mais aussi pour voir comment leurs élèves arriveraient à le résoudre. Ainsi, ils anticipent les difficultés que pourraient vivre leurs élèves lors de l'enseignement en classe. Ils choisiront un problème qui ne posera pas un défi trop grand pour leurs élèves ou avec lequel ils se sentent compétents pour les soutenir adéquatement dans leurs questionnements. On se souviendra de l'échange autour du problème *Carrés dans un carré*. Isabelle avait hâte d'entendre comment Carole et Brigitte avaient soutenu leurs élèves. En effet, Isabelle avait mis ce problème de côté à la suite des difficultés qu'elle a vécues lors de sa propre résolution, limitant ainsi sa vision de l'activité en classe à son anticipation des difficultés. C'est donc, entre autres, en pensant à l'activité en classe qu'ils arrêtent leur choix.

Outre l'anticipation des difficultés et raisonnements des élèves ainsi que leur propre sentiment de compétence face au problème, une autre condition semble non explicite dans le discours des enseignants : celle de leurs propres connaissances mathématiques. Cela laisse supposer que les expériences passées (ressources mobilisées) des enseignants, leur culture mathématique, viennent contingenter les conditions de mise en place de leurs pratiques. Selon Giddens (1987), au départ de toute action, il y a la réalisation d'une intention qui renvoie aux capacités de le faire. De ce fait, les enseignants ont choisi des problèmes ouverts en fonction de l'activité à venir, mais aussi en fonction de leurs connaissances mathématiques. Ainsi, l'expérience mathématique de l'enseignant restreint son choix de problème, car s'il ne se sent pas à l'aise avec sa résolution ou avec la manière de soutenir ses élèves, il ne le choisira pas.

À la suite de leur première expérience du problème ouvert en classe, les enseignants précisent que le choix du problème peut aussi se faire en fonction du débat qu'ils désirent mener. En effet, l'expérience du premier débat permet de rajuster les conditions structurant à nouveau la seconde expérimentation. Par exemple, ils expliquent qu'un problème ayant plusieurs solutions favorise le débat.

5.1.3 Gérer la partie recherche et la partie débat

Lors de la première rencontre, on note que les enseignants ont élaboré davantage leurs pratiques sur la formation des équipes et le choix du problème, car ils peuvent s'appuyer d'expériences passées plus aisément. Alors que pour discuter des pratiques entourant la gestion de l'approche pédagogique associée au problème ouvert, c'est-à-dire gérer la partie recherche et la partie débat, c'est lors de la deuxième et de la troisième rencontre qu'on retrouve l'essentiel des discussions à ce propos. N'ayant jamais enseigné la résolution de problèmes avec une telle approche, ils semblent se questionner davantage sur leurs pratiques que pour les deux autres thèmes. On peut déduire que les pratiques qu'ils envisagent contrastent avec celles habituellement mises de l'avant pour enseigner la résolution de problèmes. Cette déduction vient essentiellement du fait que les enseignants ont mentionné à de très nombreuses reprises lors de la deuxième et de la troisième rencontre réflexive : « Jusqu'où je vais ? » en faisant référence aux relances dites aux élèves pendant la période de recherche. On voit que les enseignants désirent ne pas nuire aux raisonnements mathématiques de leurs élèves et que cette préoccupation ne les quitte pas. Malgré la dynamique de l'activité, les conditions vécues à deux reprises et de nombreux échanges, les enseignants auraient-ils eu besoin de se revoir pour nommer quelles relances ou quelles questions posées leur semblent nuire pour en discuter en groupe par la suite ? On peut toutefois souligner que le caractère de cette recherche les conduit peut-être aussi à se questionner plus qu'ils ne le devraient à ce sujet.

Ainsi, les observations en classe permettent de constater que les enseignants soutiennent les élèves en les amenant à se recentrer sur les données du problème ou en leur demandant de justifier ce qu'ils avancent. De plus, malgré plusieurs demandes d'élèves « Est-ce que j'ai la bonne réponse ? », les enseignants les retournent en leur demandant de trouver comment ils peuvent valider leur réponse eux-mêmes. Cette pratique liée au problème ouvert semble remettre en question le rôle de prescripteur et de valideur que l'enseignant pourrait s'attribuer. Cette contradiction entre ses différents rôles est mise en lumière, car le questionnement des élèves exprime que les enseignants y répondent habituellement dans leurs pratiques, mais que cette approche du problème ouvert demande un changement de rôle pour l'enseignant. Ce contraste des pratiques vient peut-être aussi du fait que son rôle d'enseignant en classe n'est pas le même que son rôle dans le débat. Par exemple, lorsqu'Isabelle a exprimé, lors de la troisième rencontre, avoir réalisé que la dynamique dans la classe venait de son rôle : « La première fois je dirigeais beaucoup trop. […] c'était moi qui les questionnais et qui validais. J'ai exclu beaucoup trop les autres élèves. Après je me suis retirée et je les ai amenés à s'exprimer sur le problème qui était en avant ». Ainsi, à la suite des échanges de la deuxième rencontre, les enseignants ont compris qu'en conservant leur rôle de valideur de la solution, le débat était difficilement possible ; ils ont alors planifié (structuré) des relances afin d'inclure davantage les élèves en les amenant à commenter et à valider eux-mêmes la solution présentée. Ce rôle nuancé de l'enseignant a émergé des règles propres au débat qui doivent être instaurées. Tout comme le mentionnent Duarte et Bergé (2016) « l'enseignant, pour sa part, doit accepter cette nouvelle dynamique et gérer le "désordre" et l'inévitable incertitude que la gestion de ces situations occasionne » (p. 45).

Ensuite, les concepts en jeu dans le problème structurent aussi les pratiques puisque, selon les enseignants, pour certains problèmes on peut soutenir les élèves en leur donnant un concept les aidant à le résoudre, alors que pour d'autres, c'est impossible.

Par exemple, les enseignants ont mentionné qu'un problème qui a moins de concepts mathématiques en jeu, comme *Mouton, ton, ton* ou *La moyenne mystère,* permet de relancer plus aisément les élèves en sachant qu'ils n'induisent ni raisonnement mathématique ni démarche particulière en nommant le concept en jeu. Alors qu'avec un problème comme *Tous dans l'école !*, les enseignants voient difficilement comment soutenir leurs élèves pendant la période de recherche ou encore comment mener le débat puisque ce problème contient plusieurs interprétations possibles dont chacune demande des concepts mathématiques différents. Ainsi, si le problème ouvert contient plusieurs solutions et que plusieurs concepts mathématiques sont en jeu, l'enseignant doit être en mesure d'anticiper des questions et relances possibles et variées lors de la période de recherche, mais aussi lors de la période de débat.

Les enseignants ont aussi mis en évidence qu'il est essentiel de circuler pendant que les élèves sont en recherche de solution. Cela leur permet non seulement de favoriser les discussions et la réflexion mathématique dans les équipes, mais aussi de préparer la partie débat. Cette pratique permet aux enseignants de choisir l'ordre des équipes afin de construire un raisonnement mathématique de plus en plus complet ou de repérer certaines difficultés vécues pendant la recherche. Circuler en classe pendant la partie recherche permet donc de cibler une finalité au débat. La partie recherche structure les conditions de la partie débat, car les enseignants s'appuient sur leurs observations pour animer le débat en questionnant ou relançant les autres élèves qui écoutent sur des aspects du raisonnement mathématique du représentant.

Si les enseignants ont choisi de former des équipes hétérogènes et qu'ainsi le rythme des élèves réunis est différent, ils posent alors une condition : parmi les membres de l'équipe, c'est l'enseignant qui choisira le représentant qui viendra expliquer la solution, et tous doivent être en mesure de le faire. La formation des équipes (condition) structure le déroulement de la partie recherche qui à son tour structure le débat par cette condition ajoutée par certains enseignants.

Lors de la partie débat, les enseignants ont dû gérer des présentations similaires ou présentant de faux raisonnements mathématiques. Autant lors de la première que lors de la seconde expérimentation, les enseignants ont signifié qu'ils désiraient que tous leurs élèves présentent leur solution et que cela donnait un sens à ce qu'ils avaient fait dans la partie recherche. Ils ont même mentionné qu'ils craignaient que leurs élèves s'impliquent moins s'ils savaient ne pas être obligés de venir présenter. Cependant, les élèves avaient parfois une démarche très similaire, voire identique, ayant pour résultat un long débat. Même si les élèves semblent aussi tenir à présenter à l'avant, on peut alors se questionner sur le débat qui s'y déroule. Cet enjeu est donc une contrainte aux règles du débat et cela remet en question la culture mathématique présente dans nos classes du primaire puisque les élèves désirent présenter leur démarche même si elle est identique à la précédente et n'ajoute rien de plus au raisonnement mathématique. Comment les élèves peuvent-ils débattre s'ils ne remarquent pas que leur solution est similaire et n'ajoute rien au raisonnement mathématique jusque là présenté ? Peut-être qu'une rencontre réflexive supplémentaire pour discuter de ce qu'est chercher, justifier et débattre en mathématiques aurait permis une plus grande nuance des pratiques enseignantes concernant le débat. De ce fait, on aurait pu éclairer des pratiques quant à la mise en place du débat en n'ayant pas la limite de trois rencontres et deux observations en classe.

Ainsi se conclut l'interprétation des résultats, mais on constate que certains enjeux liés aux pratiques méritent d'être discutés. Ce faisant, dans la section qui suit, on y retrouve donc le rôle d'autorité de l'enseignant, la place de l'erreur mathématique et l’argumentation liée à la pratique du débat. Par conséquent, bien que chacun de ces thèmes soit expliqué séparément, ils s’interinfluencent.

5.2 Discussion

Tout d’abord, avant de discuter des enjeux, lors de ma méthodologie, j’avais demandé que les enseignants soient des collègues dans la même école afin de voir si le concept de dyade allait teinter leurs pratiques. Il est donc intéressant de noter que les dyades ont toutes choisi le même premier problème ouvert, pour ensuite faire des choix différents lors du second problème. Ils ont tous justifié leur choix en rapportant qu’en ayant le même problème, ils pourraient discuter de leurs pratiques plus aisément, en faisant référence à leur discours pratique. Ce dernier est celui qui nous amène à savoir qu’il faut agir de la sorte, sans pour autant être capable de l’expliquer ou sentir le besoin de le justifier. Giddens (1987) appellerait cela un savoir en commun, où la presque totalité des interactions se fait avec un discours de nature pratique, car l’autre, exerçant le même métier, comprend sans qu’on ait besoin d’élaborer. Ainsi, les enseignants semblent avoir apprécié cette possibilité de planifier et discuter de leurs pratiques d’enseignement et on peut en déduire que cela les a aidés à construire un sens en commun de l’utilisation du problème ouvert en classe.

5.2.1 Le rôle d’autorité de l’enseignant

De la première à la troisième rencontre réflexive, les enseignants ont questionné leur rôle dans l’approche pédagogique liée au problème ouvert. Arsac *et al.* (1983) rapportent qu’habituellement « le professeur est celui qui sait, celui qui tranche s’il y a débat, celui qui évalue et même celui qui juge » (p. 25) et on sent dans leur discours qu'ils s'imposent donc ce rôle prescripteur où ils se doivent de valider ce que les élèves affirment. On perçoit une tension entre leur rôle habituel, où ils doivent enseigner des contenus (concepts) au programme, et leur rôle de médiateur lié au problème ouvert, où la compétence *Raisonner*, qui est au cœur du débat, devrait prendre le pas sur les contenus (concepts au programme). Le but du problème ouvert est de faire chercher et débattre les élèves comme le feraient des chercheurs et non de de viser explicitement l'enseignement d'un concept. De même, la validation doit être laissée à la charge des élèves lors du débat. Or, on sent que ce n'est pas aisé. Ils ont tendance à choisir des problèmes en fonction des contenus et non dans l'intention de favoriser le développement des habiletés des élèves à débattre mathématiquement.

De plus, puisque leur rôle d'autorité repose sur leur connaissance des savoirs à enseigner, ils ont nommé « être à l'aise avec le problème ouvert » comme étant une condition pour le choisir. Comme le mentionnait Kosyvas (2016), les enseignants semblent moins à l'aise lorsque les problèmes se résolvent de différentes manières ou contiennent plus d'une réponse possible, ce qui peut expliquer pourquoi les enseignants discutent autant de leur compréhension des problèmes qu'ils considèrent comme moins précis. Partant de ces faits, comment peut-on amener un enseignant à voir le potentiel en termes de raisonnement mathématique plus que les contenus dans un problème ouvert ? Comment peut-on l'amener à voir ce rajustement de son rôle d'autorité comme l'élément instaurant la dynamique propre au débat dont il parle ? Comment rendre cette culture d'enseignement plus souple face à ce rôle d'autorité que se donne l'enseignant, permettant ainsi aux élèves d'être plus actifs tout au long de leur raisonnement mathématique ?

5.2.2 La place de l'erreur mathématique

Enfin, au travers des différentes discussions entre les enseignants, la place de l'erreur dans l'enseignement des mathématiques a fait surface. En fait, la culture d'enseignement est aussi touchée par la gestion des erreurs de l'élève, comme si l'élève ne pouvait pas vivre d'échec. Les discussions entre les enseignants montrent un certain malaise puisqu'ils se sont questionnés sur la présentation de solutions erronées et sur la gestion de telles solutions. Certains ont clairement exprimé ne pas être capables de laisser une erreur au tableau sans la gérer alors que d'autres ont plutôt mentionné que c'était correct qu'elle y soit et qu'ils allaient y revenir plus tard. Le temps alloué à l'observation en classe n'étant pas adéquat, je n'ai pas vu comment les enseignants y sont revenus ou s'ils l'ont fait.

Toutefois, c'est l'idée de corriger l'erreur tout de suite ou plus tard, et non de construire à partir d'elle, qui vient en contradiction avec le débat. La place de ce dernier est d'argumenter autour de ce que l'autre raisonne mathématiquement et donc aussi, de contester l'erreur. En questionnant l'élève pour l'amener à se corriger, l'enseignant se donne un rôle d'autorité. Si aucun élève ne remet en question un faux raisonnement, alors jusqu'où l'enseignant doit-il intervenir sans imposer son rôle d'autorité ?

5.2.3 L'argumentation liée à la partie débat du problème ouvert

Comme mentionné dans les résultats interprétés, le rôle que se donnent les enseignants dans l'enseignement du problème ouvert semble leur demander de nombreux rajustements en comparaison avec celui qu'ils ont habituellement lorsqu'ils enseignent les mathématiques et cela se voit dans la partie débat. En fait, pour la mise en place de nouvelles pratiques comme celles requises dans la gestion du débat, il aurait fallu plus de trois rencontres réflexives et que le projet se déroule sur une plus longue période que trois semaines afin de mieux comprendre les pratiques qui y sont reliées. Néanmoins, les données recueillies permettent de soulever des enjeux propres à la culture du débat.

Premièrement, comme l'analyse des données l'a mis en évidence, les enseignants voyaient au départ le débat comme une discussion, une pratique probablement plus habituelle pour eux. C'est lors de la deuxième rencontre que cet enjeu fut rediscuté mettant de l'avant cette confusion. Selon les enseignants, la forme de discussion que prenait le débat ressemblait plus à un retour en grand groupe où l'enseignant guide les élèves en portant à leur attention sur certains aspects du raisonnement présenté, pratique qu'ils ont l'habitude de mettre en place. En m'appuyant sur ma propre expérience d'enseignante du primaire, je crois que le débat est peu, sinon pas utilisé, peu importe la matière, puisqu'il n'est pas au programme. Duarte et Bergé (2016) ont d'ailleurs rapporté que dans la compétence *Déployer un raisonnement mathématique* au programme mathématique du secondaire « le mot débat a disparu et, avec lui, le besoin d'échanges » (p. 64). De ce fait, si les futurs enseignants en mathématiques au secondaire veulent travailler l'argumentation par la formulation de conjectures, ils doivent donc construire leur propre matériel, et ce, en étant néophytes de cet apprentissage du débat tout au long de leur parcours scolaire. Tout comme eux, les enseignants du primaire doivent s'appuyer sur leurs expériences personnelles, comme le débat des chefs lors d'élections, par exemple, pour entrevoir les pratiques à adopter afin de mettre en place les règles du débat au primaire. De ces constats, comment est-ce possible de soutenir les enseignants du primaire afin qu'ils développent cette culture mathématique liée au débat ? Ces compétences développées chez les élèves pourraient peut-être les aider dans la suite de leurs apprentissages mathématiques au secondaire. Dans ce soutien, il faudrait aussi les aider à comprendre quelles sont les limites pour intervenir lors du débat sans basculer dans le rôle d'autorité qui leur semble plus habituel.

Deuxièmement, en n'ayant pas la responsabilité de valider, les enseignants se demandent jusqu'où ils peuvent intervenir pour modéliser ou soutenir l'argumentation dans le débat ; c'est alors qu'on revient au rôle d'autorité de l'enseignant. Dans ce soutien, il faudrait aussi les aider à comprendre quelles sont les limites pour intervenir lors du débat sans verser dans le rôle d'autorité qui leur semble plus habituel. Arsac *et al*. (1988) proposaient que chaque équipe écrive sa démarche sur une affiche, pour qu'ensuite les équipes circulent, observent et/ou corrigent les solutions des autres. Serait-ce une perspective à envisager pour débattre qui soutiendrait à la fois les élèves et les enseignants ?

CONCLUSION

Pour conclure, étant enseignante, ce projet venait d'une constatation de mon milieu quant aux difficultés récurrentes de mes élèves lors de la résolution de problèmes et de ma difficulté à choisir des problèmes leur permettant d'améliorer leur raisonnement mathématique. C'est en parcourant la littérature que j'ai constaté que les enseignants semblaient inconfortables face à l'enseignement de la résolution de problèmes (Maurice et Allègre, 2002). Au primaire, on retrouve souvent, dans les manuels et exercices, les étapes « *Ce que je sais* » et « *Ce que je cherche* » que les élèves doivent compléter avant de résoudre, ou encore des méthodes pour résoudre, comme le « *CREC* », mises en place par des conseillers pédagogiques de Laval. On constate que cet enseignement laisse peu de place à la spontanéité ou à être ouvert aux différentes avenues possibles lors de la résolution de problèmes. De par sa conception, le problème ouvert semblait une avenue prometteuse pour remettre en question l'utilisation d'une seule structure de résolution et répondre à cette difficulté en les laissant pratiquer la résolution de problèmes différemment. En fait, les enseignants qui ont participé à ce projet soutiennent que ce type de problèmes permet de travailler la résolution de problèmes autrement et complémente bien l'enseignement des mathématiques.

À l'aide des fondements théoriques empruntés de la théorie de la structuration de Giddens (1987) et de l'interactionnisme symbolique, d'une définition entre celle d'Arsac et al. (1983) et celle de Becker et Shimada (1997). Cette recherche a permis de circonscrire les pratiques des enseignants pré-enseignement, lors de l'enseignement et post-enseignement, alors qu'ils mettent en œuvre l'utilisation du problème ouvert dans leurs classes.

Afin de répondre à cet objectif de recherche, c'est par une approche dite collaborative à travers des rencontres réflexives, des observations en classe et des rencontres en dyade que les données ont été collectées. Comme mentionné précédemment, le temps alloué pour la pratique en classe est l'une des limites de ce projet, car les enseignants ont presque toujours terminé après mon départ. En fait, Arsac *et al.* (1988) prévoyaient deux périodes pour l'enseignement du problème ouvert. Or, ils ont rapporté que les enseignants abandonnaient son utilisation puisqu'il exigeait trop de temps. Bien que les enseignants dans ce projet n'aient nullement mentionné cette contrainte, on peut penser qu'il s'agit d'un obstacle à réfléchir pour favoriser son utilisation en classe du primaire.

L'analyse et l'interprétation des résultats permettent de mettre en lumière quelles pratiques les enseignants mettent en œuvre en lien avec quatre thèmes : choisir le problème, former les équipes, gérer la partie recherche et gérer la partie débat. Les trois questions suivantes ont guidé l'analyse :

1. Quelles pratiques les enseignants non initiés à l'utilisation du problème ouvert en classe mettent-ils en œuvre pré-enseignement (planification), lorsqu'ils pratiquent le problème ouvert ?
2. Quelles pratiques les enseignants non initiés à l'utilisation du problème ouvert en classe mettent-ils en œuvre durant l'enseignement (en classe) lorsqu'ils pratiquent le problème ouvert ?
3. Quelles pratiques les enseignants non initiés à l'utilisation du problème ouvert en classe mettent-ils en œuvre post-enseignement (réflexion) lorsqu'ils pratiquent le problème ouvert ?

On constate que bien que ces questions aient guidé l'analyse, les pratiques ne sont pas automatiquement reliées à des moments précis comme au pré-enseignement, pendant la classe ou en post-enseignement. Comme les résultats le mettent en évidence, plusieurs de ces pratiques sont liées entre elles au travers de ces trois moments.

Comme je m'y attendais, l'approche liée au problème ouvert est différente de la manière dont les enseignants travaillent habituellement la résolution de problèmes en classe puisqu'ils rapportent que les élèves voient le problème ouvert comme une découverte, un défi qu'ils peuvent réessayer (donc, où l'erreur est permise). Leurs propos soulignent que les mathématiques enseignées au quotidien sont différentes, n'amènent pas les élèves à découvrir, mais à chercher une solution, et que l'entraide n'est pas la même. On peut donc constater la manière dont les mathématiques sont enseignées et combien le problème ouvert semble moins stressant tant pour les élèves que pour les enseignants. En effet, en n'associant pas le problème ouvert à l'évaluation, les enseignants y voient moins l'obligation d'enseigner des concepts dont ils devront ensuite évaluer la compréhension et les apprentissages des élèves. En se projetant dans le futur, comme les enseignants doivent évaluer les mathématiques qu'ils travaillent en classe, on peut se demander s'ils utiliseront le problème ouvert s'ils ne l'évaluent pas. Certains chercheurs ont observé cette possibilité, comme Goetz (2005) qui a utilisé le problème ouvert en évaluation. Il a constaté que le problème ouvert leur a permis d'être plus détendus en renforçant leur confiance en eux et ils ont alors pu mieux démarrer l'examen final. Nohda (2000) a élaboré des critères permettant d'évaluer les solutions des élèves en notant, entre autres, la créativité mise de l'avant par les élèves dans leur production de solutions. Klavir et Hershkovitz (2008) ont aussi élaboré un canevas d'évaluation où l'on sent l'inspiration de celui de Nohda (2000). Ces auteurs voulaient donner aux enseignants qui utilisent le problème ouvert un cadre permettant de l'évaluer. On sent donc un courant de recherche portant sur cet enjeu. Peut-être faudrait-il une méthode, comme la méthode ACODESA de Hitt (2013) où la dernière étape faisant suite au travail d'équipe est une autoréflexion individuelle. D'ailleurs, Munroe (2015) rapportait que les enseignants japonais observés avaient mis de l'avant une pratique où, à la suite de la discussion en grand groupe, ils invitaient les élèves à noter leurs apprentissages mathématiques réalisés pendant la séance en classe. De ce fait, les élèves pourraient, à la suite de l'argumentation du débat, revenir sur leur solution et expliquer pourquoi elle est correcte ou non. En plus de développer une culture mathématique différente permettant une pensée diversifiée, il serait intéressant de poursuivre en observant quelles pratiques les enseignants mettraient de l'avant pour évaluer le problème ouvert.

En conclusion, analyser les pratiques selon Bru (2002) revient à prendre en considération « une large variété de dispositifs qui ont en commun de considérer les pratiques à la fois comme sujet de réflexion et but de la formation » (p. 66). Ainsi, l'étude des pratiques est aussi associée à la formation professionnelle. Les enseignants de ce projet ont d'ailleurs souligné le côté formateur de celui-ci. Une des participantes a même écrit une lettre à sa commission scolaire expliquant que sa participation à mon projet lui a permis de se sentir soutenue par les autres participants puisqu'ils participaient tous à la création d'un sens commun du problème ouvert. Ce projet a mis de l'avant qu'il était possible de mettre en place de nouvelles pratiques pour l'utilisation du problème ouvert en classe, grâce aux interactions des enseignants lors des rencontres réflexives. Lors de celles-ci, ils se sont sentis compris et appuyés dans cette expérimentation, ce qui était l'un de mes souhaits pour la réalisation de ce projet.

ANNEXE A

LE CONTRAT COLLABORATIF

Échéancier prévu	Nature de la rencontre	Contenu de la rencontre	Durée
25 nov. 2017	Rencontre de groupe	〉 Établir le contrat collaboratif avec les six enseignants collaborant. 〉 Discuter de l'échéancier prévu. 〉 Précision quant aux présences dans les classes et aux rencontres en dyade.	Environ 1h
1er déc. 2017	Premier entretien de groupe (1re rencontre réflexive)	〉 À la suite d'une lecture des problèmes ouverts, discussion de ce que cela représente pour eux en suivant le protocole établi. 〉 Ouverture du sujet en discutant de leurs perceptions, appréhensions, questionnements sur le sujet.	2h
5-6-7 déc. 2017	Première présence dans chaque classe et rencontre en dyade	〉 Visite et première bande vidéo dans chaque classe (6 classes). 〉 Rencontre en dyade (3 rencontres), les 2 enseignants de la même école, afin de prendre leurs réactions sur le vif de l'expérimentation.	1 période de classe et 15 minutes après
9 déc. 2017	Deuxième entretien de groupe (2e rencontre réflexive)	〉 À la suite d'une lecture des problèmes ouverts, discussion de ce que cela représente pour eux en suivant le protocole établi. 〉 Ouverture du sujet en discutant de leurs perceptions, appréhensions, questionnements sur le sujet.	2h
12-13-14 déc. 2017	Deuxième présence dans chaque classe et rencontre en dyade	〉 Visite et première bande vidéo produite dans chaque classe (6 classes). 〉 Rencontre en dyade (3 rencontres), les 2 enseignants de la même école, afin de prendre leurs réactions sur le vif de l'expérimentation.	1 période de classe et 15 minutes après
20 déc. 2017	Troisième entretien de groupe (3e rencontre réflexive)	〉 Retour sur l'expérience vécue. 〉 Synthèse du sujet. 〉 Questionnements à la suite du projet, interrogations sur l'avenir du sujet.	2h

ANNEXE B

LA LISTE DES PROBLÈMES OUVERTS PROPOSÉS

Numération

Tu multiplies deux nombres. Le produit est d'environ 50 de moins que l'un des nombres. Quels pourraient être ces deux nombres ? (modifié p. 44)
Du livre de Small, M. (2014). *L'enseignement différencié des mathématiques*. Édition Modulo.

Ton voisin veut faire un jardin et y planter des carottes, des tomates et de la laitue. Il veut accorder une plus grande superficie aux carottes qu'aux tomates et une plus grande superficie aux tomates qu'à la laitue. Il se demande quelle fraction du jardin est réservée à chacun des légumes. Propose-lui une solution.
Inspiré de Corriveau et Jeannotte (2015), inspiré de Small, M.

Tu sais que 60 % des élèves d'une école participent à une collecte de fonds. Si 200 à 400 élèves y participent, combien d'élèves pourrait-il y avoir dans l'école exactement ? Comment le sais-tu ? (p. 48)
Du livre de Small, M. (2014). *L'enseignement différencié des mathématiques*. Édition Modulo**.**

Un berger a plus de 50 moutons, mais moins de 70.
Un jour, il remarque que s'il les compte par 2, il en reste 1 ; que s'il les compte par 3, il en reste 1 ; par 4, il en reste 1 ; par 5, il en reste 1 et par 6, il en reste toujours 1. Combien a-t-il de moutons ?

(source : http://www4.ac-nancy-metz.fr/ien57metznord/spip.php?article25)

Quelqu'un a une bouteille de 8 litres d'eau et veut donner à son ami 4 litres de cette quantité. Pour la mesurer, il dispose seulement de deux récipients vides : un de 5 litres et un de 3 litres. Quelles sont les actions à faire pour verser les 4 litres d'eau dans le récipient de 5 litres (article de Kosyvas, G. [2010]. Problèmes ouverts : notion, catégories et difficultés. *Annales de didactique et de sciences cognitives, 15*, p. 48)

Combien de carrés différents existent dans le dessin suivant ? (article de Kosyvas, G. [2010]. Problèmes ouverts : notion, catégories et difficultés. *Annales de didactique et de sciences cognitives, 15*, p. 51)

Mesure

Selon toi, environ combien de personnes notre école peut-elle contenir ? (p. 124)
Du livre de Small, M. (2014). *L'enseignement différencié des mathématiques*. Édition Modulo**.**

Probabilité et statistique

La moyenne d'un ensemble de nombres est 8. Quels pourraient être ces nombres ? (p. 176)
Du livre de Small, M. (2014). *L'enseignement différencié des mathématiques*. Édition Modulo.

ANNEXE C

LE PROTOCOLE DES RENCONTRES RÉFLEXIVES

Au début de la rencontre	Bref rappel du scénario prévu dans le contrat collaboratif Vous avez reçu par courriel différents problèmes ouverts. Nous allons débuter la conversation avec vos impressions. 〉 *Qu'est-ce qui a retenu votre attention lors de votre lecture ?* 〉 *Quelle signification a pour vous le problème ouvert? Comment voyez-vous son déroulement en classe ?* 〉 *Lesquels vous intéressent le plus ? Pourquoi ?* ou Retour sur le vécu de l'expérimentation en classe du premier et du second problème ouvert 〉 *Discussion des pratiques mises de l'avant pour enseigner avec un premier ou un deuxième problème ouvert en classe.* 〉 *Quelles sont les difficultés que vous avez vécues ?* 〉 *Avez-vous des questionnements sur la gestion du problème ouvert en classe ?*

Au cours de la rencontre	Maintenant, dirigeons notre conversation vers l'enseignement mathématique de ces problèmes ouverts. 〉 *Comment voyez-vous la planification de l'enseignement du problème que vous avez choisi ?* 〉 *Y a-t-il des difficultés ou des facilités que vous anticipez rencontrer au cours de cet enseignement ?* 〉 *Quels seront vos défis au cours de la pratique de vos problèmes ouverts choisis ?* Ajout lors de la deuxième rencontre réflexive 〉 *Quel est l'enjeu d'un débat ?* 〉 *Revoir l'objectif de la partie débat du problème ouvert.* Maintenant que nous en avons discuté ensemble, nous verrons la planification de l'enseignement de vos problèmes ouverts retenus. 〉 *Voyez-vous l'enseignement avec votre problème ouvert de la même façon à la suite de cette discussion ?* 〉 *Comment planifierez-vous le déroulement de votre prochain problème ouvert choisi ?*
À la fin de la rencontre	Pour clore la rencontre : 〉 *Y a-t-il quelque chose que vous souhaiteriez ajouter avant de terminer l'entretien ? Par exemple, une pratique, un questionnement, une réflexion que vous aimeriez que nous abordions lors du prochain entretien de groupe ?* 〉 *Que retenez-vous de ce projet quant à vos pratiques enseignantes lors de l'utilisation du problème ouvert dans votre classe ?* Rappel de ce qui viendra dans le scénario prévu et remerciements pour leur participation lors de la troisième rencontre réflexive.

BIBLIOGRAPHIE

Arsac, G. et Mante, M. (1997). Situations d’initiation au raisonnement déductif. *Educational Studies in Mathematics, 33*(1), 21-43. https://doi.org/10.1023/A:1002967421661

Arsac, G. et Mante, M. (2007). *Les pratiques du problème ouvert*. Lyon, France : CRDP Académie de Lyon.

Arsac, G., Germain, G. et Mante, M. (1988). *Problème ouvert et situation-problème*. Villeurbanne : IREM de Lyon.

Arsac, G., Germain, G. et Mante, M. (1991). *Problème ouvert et situation-problème*. Villeurbanne : IREM de Lyon.

Arsac, G., Mante, M., Germain, G. et Pichod, D. (1983). Des « problèmes ouverts » dans nos classes de premier cycle. *Petit x,* (002), 5-33. Récupéré de https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/2x1_1570715019524-pdf

Astolfi, J.-P. (1993). Placer les élèves en « situation-problème ». *Probio Revue, 16*(4), 311-321.

Baribeau, C. (2009). Analyse des données des entretiens de groupe. *Recherches Qualitatives, 28*(1), 133-148. Récupéré de http://www.recherche-qualitative.qc.ca/documents/files/revue/edition_reguliere/numero28(1)/baribeau(28)1.pdf

Baribeau, C. (2010). L’entretien de groupe : considérations théoriques et méthodologiques. *Recherches Qualitatives, 29*(1), 28-49. Récupéré de http://www.recherche-qualitative.qc.ca/documents/files/revue/edition_reguliere/numero29(1)/RQ_Baribeau.pdf

Barma, S. (2010). Analyse d'une démarche de transformation de pratique en sciences, dans le cadre du nouveau programme de formation au secondaire, à la lumière de la théorie de l'activité. *Revue canadienne de l'éducation, 33*(4), 677-710. Récupéré de https://www.jstor.org/stable/canajeducrevucan.33.4.677

Barry, S. et Saboya, M. (2015). Un éclairage sur l'étape de co-situation de la recherche collaborative à travers une analyse comparative de deux études en didactique des mathématiques. *Recherches Qualitatives*, *34*(1), 49-73. Récupéré de http://www.recherche-qualitative.qc.ca/documents/files/revue/edition_reguliere/numero34(1)/rq-34-1-barry-saboya.pdf

Becker, J. et Shimada, S. (1997). *The open-ended approach : A new proposal for teaching mathematics*. Reston, Virginie: National Council of Teachers of Mathematics.

Bednarz, N. (2013). *Recherche collaborative et pratique enseignante : Regarder ensemble autrement*. Paris, France : L'Harmattan.

Bednarz, N. et Desgagné, S. (2005). Médiation entre recherche et pratique en éducation : faire de la recherche « avec » plutôt que « sur » les praticiens. *Revue des sciences de l'éducation, 31*(2), 245-258. https://doi.org/10.7202/012754ar

Boilevin, J. M. (2005). Enseigner la physique par situation problème ou par problème ouvert. *ASTER*, (40), 13-37. Récupéré de https://pdfs.semanticscholar.org/7ec6/2644f44ef1895a96e7df991288533c951b48.pdf

Brousseau, G. (1998). *Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques*. Récupéré de http://guy-brousseau.com/wp-content/uploads/2010/09/Glossaire_V5.pdf

Bru, M. (2002). Pratique enseignante : des recherches à conforter et à développer. *Revue Française de pédagogie*, (138), 63-73. https://doi.org/10.3406/rfp.2002.2864

Capraro, M. M., An, S. A., Ma, T., Rangel-Chavez, A. F. et Harbaugh, A. (2012). An investigation of preservice teachers' use of guess and check in solving a semi open-ended mathematics problem. *The Journal of Mathematic Behavior, 31*(1), 105-116. https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2011.10.002

Cartier, L., Godot, K., Knoll, E. et Ouvrier-Buffet, C. (2006, juillet) *Les situations-recherche : Apprendre à chercher en mathématiques*. Conférence donnée dans le cadre de l'EMF et de l'AMQ. Récupéré de https://www.researchgate.net/publication/250003944

Cavanagh, M. (2008, juillet). One secondary teacher's use of problem-solving teaching approaches. Dans M. Goos, R. Brown et K. Makar (dir.), *Mathematics education research: navigating: Proceeding of the 31st annuel conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, held at The University of Queensland, Brisbane, Qld, Australia, 28th June-1st July* (p. 117–124). Brisbane: MERGA.

Charnay, R. (1992). Problème ouvert, problème pour chercher. *Grand N*, (51), 77-83. Récupéré de https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/51n7_1562933425541-pdf

Chevalier, A. (1985). La résolution d'un problème non routinier en géométrie. *Petit x,* (9), 41-62. Récupéré de https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/9x4_1570692467493-pdf

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

Clanet, J. et Talbot, L. (2012). Analyse des pratiques d'enseignement : Éléments de cadrages théoriques et méthodologiques. *Phronesis, 1*(3), 4-18. https://doi.org/10.7202/1012560ar

Cooney, T. (1985). A beginning teacher's view of problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education, 16*(5), 324–336. doi: 10.2307/749355

Coppé, S. et Houdement, C. (2002). Réflexions sur les activités concernant la résolution de problèmes à l'école primaire. *Grand N*, (069), 53-62. Récupéré de https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/69n5_1555591381199-pdf

Coppé, S. et Houdement, C. (2009, juin). *Résolution de problèmes à l'école primaire française : Perspectives curriculaire et didactique*. Actes du Colloque de la COPIRELEM, France. Récupéré de https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00959613

Corriveau, C. (2018, décembre). Trois pôles de la recherche collaborative et illustration d'une trajectoire d'harmonisation. Texte inédit présenté dans le cadre du Séminaire des recherches orientées par la conception. Château d'Oex : Suisse.

Corriveau, C. et Jeannotte, D (2015). L'utilisation du matériel de mathématique en classe de mathématiques au primaire : quelques réflexions sur les apports possibles. Bulletin AMQ, LV(3), 32-49.

Couture, M. et Meyor, C. (2008). Simulations informatiques adisciplinaires et résolution de problèmes ouverts : une étude exploratoire auprès d'étudiants en formation des maîtres. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire, 5*(2), 50-67. https://doi.org/10.7202/037474ar

Davila, A. et Dominguez, M. (2010). Formats des groupes et types de discussion dans la recherche sociale qualitative. *Recherches Qualitatives*, *29*(1), 50-68. Récupéré de http://www.recherche-qualitative.qc.ca/documents/files/revue/edition_reguliere/numero29(1)/RQ_Davila-Dominguez.pdf

De Queiroz, J.-M. et Ziółkowski, M. (1994). *L'interactionnisme symbolique*. Rennes: Presses universitaires de Rennes.

Demonty, I. et Fagnant, A. (2014). Tâches complexes en mathématiques : difficultés des élèves et exploitations collectives en classe. *Éducation et francophonie, 42*(2), 173-189. https://doi.org/10.7202/1027912ar

Desgagné, S. (1997). Le concept de recherche collaborative : l'idée d'un rapprochement entre chercheurs universitaires et praticiens enseignants. *Revue des sciences de l'éducation, 23*(2), 371-393. https://doi.org/10.7202/031921ar

Desgagné, S., Bednarz, N., Lebuis, P., Poirier, L. et Couture, C. (2001). L'approche collaborative de recherche en éducation : un rapport nouveau à établir entre recherche et formation. *Revue des sciences de l'éducation, 27*(1), 33-64. https://doi.org/10.7202/000305ar

Duarte, B. et Bergé, A. (2016). Déployer un raisonnement mathématique au secondaire : problèmes ouverts, formulation de conjectures et gestion de classe. *Bulletin AMQ, 56*(4), 44-66. Récupéré de https://www.researchgate.net/publication/323053621

Dufour, J. et Jeannotte, D. (2013). La tâche non routinière sous l'angle du contrôle : un exemple en calcul différentiel. *Bulletin AMQ, 53*(4), 29-43. Récupéré de https://pdfs.semanticscholar.org/2af3/74a6e06d8300c6a16e4d5ddee5453612afd1.pdf

Fabre, M. (1997). Pensée pédagogique et modèles philosophiques : le cas de la situation-problème. *Revue française de pédagogie*, (120), 49-58. https://doi.org/10.3406/rfp.1997.1155

Fatah, A., Suryadi, D., Sabandar, J. et Turmudi (2016). Open-ended approach: an effort in cultivating students' mathematical creative thinking ability and self-esteem in mathematics. *Journal on Mathematics Education, 7*(1), 9–18. https://doi.org/10.22342/jme.7.1.2813.9-18

Gellert, U. (2000). Mathematics instruction in safe space: Prospective elementary teachers' views of mathematics education. *Journal of Mathematics Teacher Education, 3*(3), 251–270. https://doi.org/10.1023/A:1009965408053

Giddens, A. (1987). *La constitution de la société : Éléments de la théorie de la structuration*. Paris : Presses universitaires de France.

Gil-Bardají, A. (2010). La résolution de problèmes en traduction : quelques pistes. *Meta : Journal des traducteurs, 55*(2), 275-296. https://doi.org/10.7202/044240ar

Goetz, A. (2005). Using open-ended problems for assessment. *Mathematics Teacher*, *99*(1), 12-17. Récupéré de www.jstor.org/stable/27971853

Greenes, C. (1997). Honing the abilities of the mathematically promising. *Mathematics Teacher, 90*(7), 582–586. Récupéré de https://www.jstor.org/stable/27970303

Hersant, M. (2010) Finalités, conditions, intérêts et limites d'une collaboration enseignants, formateurs et chercheur. Un exemple en mathématiques à propos d'une injonction institutionnelle adressée aux enseignants du primaire. *Recherches en éducation*, *hors-série*(1), 60-70. Récupéré de http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/barthassat/REE-HS-no1.pdf

Hitt, F. (2013). Théorie de l'activité, interactionnisme et socioconstructivisme. Quel cadre théorique autour des représentations dans la construction des connaissances mathématiques ? *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, *18*, 9-27. Récupéré de http://numerisation.univ-irem.fr/ST/IST13003/IST13003.pdf

Houdement, C. (2003). La résolution de problèmes en question. *Grand N*, (71), 7-23. Récupéré de http://c.rep.free.fr/2012-2013/RESOLUTIONPB.pdf

Huberman, M. A. et Miles, M. B. (1991). *Analyse des données qualitatives*. Bruxelles, Belgique : De Boeck.

Husain, H., Bais, B., Hussain, A. et Abdul Samad, S. (2011). How to construct open-ended questions? *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 60*, 456–462. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.406

Inprasitha, M. (2006). Open-ended approach and teacher education. *Tsukuba Journal of Educational Study in Mathematics, 25*, 169–177. Récupéré de http://www.human.tsukuba.ac.jp/~mathedu/2514.pdf

Jeannotte, D. (2015). *Raisonnement mathématique : Proposition d'un modèle conceptuel pour l'apprentissage et l'enseignement au primaire et au secondaire* (Thèse de doctorat). Université du Québec à Montréal.

Jeannotte, D. et Kieran, C. (2017). A conceptual model of mathematical reasoning for school mathematics. *Educational Studies in Mathematics, 96*(1), 1–16. doi: 10.1007/s10649-017-9761-8

Jonnaert, P. et Koudogbo, J. (2005). *Une numéracie pour la construction de connaissances opératoires en mathématiques par les personnes moins performantes : perspectives pour le développement d'un continuum*. Les Cahiers de la CUDC-UQAM, (cahier 10).

Julo, J. (2002). Des apprentissages spécifiques pour la résolution de problèmes ? *Grand N,* (069), 51-63. Récupéré de https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/medias/fichier/69n4_1555591199676-pdf

Karsenti, T. et Savoie-Zajc, L. (2004). *La recherche en éducation : étapes approches* (3e éd.). Université de Sherbrooke : CRP.

Kedichi, M. (2005). La théorie de la structuration : une analyse des formes et des dynamiques organisationnelles. *Relations industrielles, 60*(2), 348-369. doi: 10.7202/011725ar

Klavir, R. et Hershkovitz, S. (2008, mai). Teaching and evaluating 'open-ended' problems. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*. Récupéré de http://www.cimt.org.uk/journal/klavir.pdf

Kosyvas, G. (2010). Problèmes ouverts : notion, catégories et difficultés. *Annales de didactique et de sciences cognitives, 15*, 45-73. Récupéré de http://numerisation.univ-irem.fr/ST/IST10008/IST10008.pdf

Kosyvas, G. (2016). Level of arithmetic reasoning in solving an open-ended problem. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology, 47*(3), 356–372. https://doi.org/10.1080/0020739X.2015.1072880

Kwon, O. N., Park, J. H. et Park, J. S. (2006). Cultivating divergent thinking in mathematics through an open-ended approach. *Asia Pacific Education Review, 7*(1), 51-61. https://doi.org/10.1007/BF03036784

Laine, A., Näveri, L., Ahtee, M. et Pehkonen, E. (2014). Development of Finnish elementary pupils' problem-solving skills in mathematics. *Center for Educational Policy Studies Journal, 4*(3), 111–129. Récupéré de https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1129524.pdf

Lajoie, C. et Bednarz, N. (2012). Évolution de la résolution de problèmes en enseignement des mathématiques au Québec : Un parcours sur cent ans des programmes et documents pédagogiques. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 12*(2), 178-213. doi: 10.1080/14926156.2012.679992

Lajoie, C. et Bednarz, N. (2014). La résolution de problèmes en mathématiques au Québec : évolution des rôles assignés par les programmes et des conseils donnés aux enseignants. *Éducation et francophonie, 42*(2), 7-23. https://doi.org/10.7202/1027903ar

Lajoie, C. et Bednarz, N. (2016). La notion de situation-problème en mathématiques au début du XXIe siècle au Québec : Rupture ou continuité ? *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 16*(1), 1-27. doi: 10.1080/14926156.2014.993443

Lavy, I. et Shriki, A. (2010). Engaging in problem posing activities in a dynamic geometry setting and the development of prospective teachers' mathematical knowledge. *The Journal of Mathematical Behavior, 29*(1), 11–24.

Le Breton, D. (2004). *L'interactionnisme symbolique*. Paris, France: Presses universitaires de France.

Leung, S. S. et Silver, E. A. (1997). The role of task format, mathematics knowledge, and creative thinking on the arithmetic problem posing of prospective elementary school teachers. *Mathematics Education Research Journal, 9*(1), 5–24. https://doi.org/10.1007/BF03217299

Louafa, T. et Peret, F.-L. (2008) *Créativité et innovation : l'intelligence collective au service du management de projet*. Lausanne, Suisse : PPUR.

Manuel, D., Freiman, V. et Bourque, J. (2012). Richesse des problèmes posés et créativité des solutions soumises dans la Communauté d'apprentissages scientifiques et mathématiques interactifs (CASMI). *Éducation francophone en milieu minoritaire, 7*(1), 1-18. Récupéré de http://sites.ustboniface.ca/reefmm/Notrerevue/v7n1manuelfreimanbourque_000.pdf

Martineau, S. (2005). L'instrumentation dans la collecte des données. *Recherches Qualitatives*, *hors-série*(2),61-69. Récupéré de http://www.recherche-qualitative.qc.ca/documents/files/revue/hors_serie/hors_serie_v2/SMartineau%20HS2-issn.pdf

Maurice, J.-J. et Allègre, E. (2002). Invariance temporelle des pratiques enseignantes : le temps donné aux élèves pour chercher. *Revue Française de Pédagogie, 138*(1), 115-124. https://doi.org/10.3406/rfp.2002.2869

Messier, G. (2014). *Proposition d'un réseau conceptuel initial qui précise et illustre la nature, la structure ainsi que la dynamique des concepts apparentés au terme méthode en pédagogie* (Thèse de doctorat). Université du Québec à Montréal.

Ministère de l'Éducation du Québec (MEQ). (2001). *Programme de formation de l'école québécoise. Version approuvée. Éducation préscolaire et enseignement primaire*. Québec : Gouvernement du Québec.

Mokos, E. et Kafoussi, S. (2013). Elementary student' spontaneous metacognitive functions in different types of mathematical problems. *Journal of Research in Mathematics Education, 2*(2), 242-267. http://dx.doi.org/10.4471/redimat.2013.29

Morrissette, J. (2009). *Manière de faire l'évaluation formative des apprentissages selon un groupe d'enseignantes du primaire : une perspective interactionniste* (Thèse de doctorat). Université Laval. Récupéré de http://hdl.handle.net/20.500.11794/20506

Morrissette, J. (2011). Ouvrir la boite noire de l'entretien de groupe. *Recherches qualitatives, 29*(3), 7-32. Récupéré de http://www.recherche-qualitative.qc.ca/documents/files/revue/edition_reguliere/numero29(3)/RQ_29(3)_Morrissette.pdf

Morrissette, J. (2011). Vers un cadre d'analyse interactionniste des pratiques professionnelles. *Recherches qualitatives, 30*(1), 10-32. Récupéré de http://www.recherche-qualitative.qc.ca/documents/files/revue/edition_reguliere/numero30(1)/RQ_30(1)_Morrissette.pdf

Morrissette, J. et Desgagné, S. (2009). Le jeu des positions de savoir en recherche collaborative : une analyse. *Recherches qualitatives, 28*(2), 118-144. http://hdl.handle.net/1866/21551

Mueller, M., Yankelewitz, D. et Maher, C. (2014). Teachers promoting student mathematical reasoning. *Investigations in Mathematics Learning, 7*(2), 1–20. Récupéré de https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1052941.pdf

Mukamurera, J., Lacourse, F. et Couturier, Y. (2006). Des avancées en analyse qualitative : pour une transparence et une systématisation des pratiques. *Recherches Qualitatives, 26*(1), 10-138. Récupéré de http://www.recherche-qualitative.qc.ca/documents/files/revue/edition_reguliere/numero26(1)/mukamurera_al_ch.pdf

Munroe, L. (2015). The open-ended approach framework. *European Journal of Educational Research, 4*(3), 97-104. http://dx.doi.org/10.12973/eu-jer.4.3.97

Nohda, N. (2000, juillet). Teaching by open-approach method in Japanese mathematics classroom. Dans T. Nakahara et M. Koyama (dir.), *Proceeding of the 24th conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Hiroshima, Japan* (p. 39–53). Japon : Hiroshima University.

Pallascio, R. (2005). Les situations-problèmes : un concept central du nouveau programme de mathématique. *Vie pédagogique*, (136), 32-35. Récupéré de http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs22582

Pehkonen, E. (1997). *Use of open-ended problems in mathematics classroom. Research Report 176* (Rapport de recherche). Finlande : University of Helsinki.

Pehkonen, E., Näveri, L. et Laine, A. (2013). On teaching problem solving in school mathematics. *Center for Educational Policy Studies Journal, 3*(4), 9–23. Récupéré de https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1129533.pdf

Polya, G. (1962). *Mathematical discovery: On understanding, learning, and teaching problem solving*. New York: Wiley.

Proulx, J. (2013). Réflexions épistémologiques sur la recherche collaborative en didactique : possibilités et excès. Dans N. Bednarz (dir.), *Recherche collaborative et pratique enseignante : Regarder ensemble autrement* (p. 327-349). Paris, France : L'Harmattan.

Robert, A & Rogalski, J. (2002) Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies, 2*(4), 505-528.

Roditi, É. (2013). Une orientation théorique pour l'analyse des pratiques enseignantes en didactique des mathématiques. *Recherches en didactiques*, *15*(1), 39–60. https://doi.org/10.3917/rdid.015.0039

Sabilah, I. et Manoy, J. T. (2018). The use of open-ended questions with giving feedback (OEQGF) for effective mathematic learning. *Journal of Physics: Conference Series, 947*(1). doi: 10.1088/1742-6596/947/1/012032

Savard, A. et Polotskaia, E. (2014). Gérer l'accès aux mathématiques dans la résolution de problèmes textuels : une exploration du côté de l'enseignement primaire. *Éducation et francophonie, 42*(2), 38-57. Récupéré de https://www.acelf.ca/c/revue/pdf/EF-42-2-138_SAVARD.pdf

Schoenfeld, A. H. (1985). Making sense of "out loud" problem-solving protocols. *The Journal of Mathematical Behavior, 4*(2), 171-191.

Schoenfeld, A. H. (2013). Reflections on problem solving theory and practice. *The Mathematics Enthusiast, 10*(1–2), 9–34. Récupéré de https://scholarworks.umt.edu/tme/vol10/iss1/3

Small, M. (2014). *Bonnes questions. L'enseignement différencié des mathématiques*. Montréal : Édition Modulo

Sternberg, R. (2007). *Manuel de psychologie cognitive*. Bruxelles, Belgique : Édition de Boeck.

Takahashi, A. (2000). Open-ended problem solving enriched by the Internet. (NCTM annual meeting presentation). https://mste.illinois.edu/users/aki/open_ended/NCTM_Presentation/sld001.htm/

Tardif, J. (1997). *Pour un enseignement stratégique : l'apport de la psychologie cognitive*. Montréal : Les Éditions Logiques.

Van der Maren, J.-M. (2010). La maquette d'un entretien. Son importance dans le bon déroulement de l'entretien et dans la collecte de données de qualité. *Recherches Qualitatives, 29*(1), 129-139. Récupéré de http://www.recherche-qualitative.qc.ca/documents/files/revue/edition_reguliere/numero29(1)/RQ_VanderMaren.pdf

Verschaffel, L. et De Corte, E. (2008) Chapitre 6. La modélisation et la résolution des problèmes d'application : de l'analyse à l'utilisation efficace. Dans M. Crahay, L. Verschaffel, E. De Corte et J. Grégoire (dir.), *Enseignement et apprentissage des mathématiques : Que disent les recherches psychopédagogiques* (p. 153-176). Louvain-la-Neuve, Belgique : De Boeck Supérieur. https://doi.org/10.3917/dbu.craha.2008.01.0153

Veyrunes, P., Durny, A., Flavier, E. et Durand, M. (2005). L'articulation de l'activité de l'enseignant et des élèves pour résoudre un problème de mathématiques à l'école primaire : une étude de cas. *Revue des sciences de l'éducation, 31*(2), 471-489. https://doi.org/10.7202/012765ar

Vlassis, J., Mancuso, G. et Poncelet, D. (2014). Le rôle des problèmes dans l'enseignement des mathématiques : Analyse des croyances d'enseignants du primaire. *Cahiers des Sciences de l'Éducation – Université de Liège (aSPe), 36*, 143-174. Récupéré de http://www.aspe.ulg.ac.be/Files/6._vlassis__mancuso__poncelet__pp._143_174_.pdf

Xenofontos, C. et Andrews, P. (2014). Defining mathematical problems and problem solving: Prospective primary teachers' beliefs in Cyprus and England. *Mathematics Education Research Journal, 26*(2), 279–299. https://doi.org/10.1007/s13394-013-0098-z