UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

ESSAI PRÉSENTÉ À
L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAITRISE EN ÉDUCATION

PAR
ANABELLE MORIN

L'IMPACT DES CAUSERIES MATHÉMATIQUES SUR LE DÉVELOPPEMENT DU RAISONNEMENT MULTIPLICATIF CHEZ DES ÉLÈVES DU DEUXIÈME CYCLE DU PRIMAIRE DANS LE CADRE D'UN PROJET COLLABORATIF ENTRE UNE ENSEIGNANTE ET UNE ORTHOPÉDAGOGUE

OCTOBRE 2022

« Ne cherchez pas à éviter à vos enfants les difficultés de la vie,

apprenez-leur à les surmonter. »

Louis Pasteur

REMERCIEMENTS

Au terme de tout ce chemin parcouru pour l’écriture de cet essai, je prends conscience de mon développement au cours des dernières années. Cette évolution personnelle et professionnelle n’aurait pas été possible sans l’aide précieuse et le soutien de nombreuses personnes.

Tout d’abord, je veux remercier mon équipe de direction de recherche, Vincent Martin et Léna Bergeron, qui ont su m’accompagner et respecter mon rythme tout au long du processus. Votre bienveillance et votre générosité traduites par vos conseils, vos recommandations et votre temps sont d’une valeur inestimable. Vous m’avez permis de grandir comme étudiante, chercheuse et orthopédagogue. Votre accompagnement m’a permis de développer ma rigueur et mon esprit critique. Je suis reconnaissante de ces qualités transmises et de la collaboration que nous avons développée au cours du projet.

Un énorme merci à Véronique, l’enseignante avec qui j’ai collaboré pour la planification et la mise en œuvre de ce projet dans sa classe. Cela a été un plaisir de collaborer avec toi pour ce projet, et ce, du début à la fin. Ta flexibilité, ton amour pour l’enseignement et ta joie de vivre sont des qualités qui ont favorisé le bon déroulement des six semaines du projet, malgré les obstacles que nous a apportés le contexte de la COVID-19. Merci aussi aux élèves qui ont sauté dans le projet à pieds joints et qui ont fait preuve de positivisme, de persévérance et d’une grande ouverture.

Par ailleurs, je souhaite remercier mon frère, Étienne, qui a collaboré au projet par la création d’images et de dessins. Certaines situations ont nécessité des illustrations rapides et contenant des éléments précis. Ta contribution artistique et ta disponibilité ont été très appréciées.

Je veux aussi remercier mes parents qui m’ont soutenue du début à la fin du projet et qui m’ont permis de croire en moi et en mes capacités. Votre appui a grandement contribué à mon équilibre de vie. Par ailleurs, je veux exprimer ma gratitude envers vous qui avez su me transmettre des

valeurs et une force de caractère m'ayant permis de réaliser plusieurs rêves au cours de l'écriture de cet essai. Entreprendre une maitrise, rédiger un essai, faire la transition vers le marché du travail, quitter le nid familial et devenir maman ont été des étapes importantes pour moi au cours des quatre dernières années. Il aurait été facile d'utiliser chacune de ces étapes comme excuse, mais ces réalisations m'ont permis de développer ma confiance et je suis fière de ces accomplissements.

En terminant, j'aimerais remercier Anthony, celui qui a su être à mes côtés lors de chacune des grandes étapes des dernières années. Ton amour et ton soutien ont été précieux tout au long de ce processus d'écriture. Merci de m'avoir encouragée à aller au bout de ce rêve précieux que j'avais d'aller chercher mon diplôme avec notre belle Charlie dans mes bras.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ANNEXES

INTRODUCTION

Mon intérêt pour les causeries mathématiques (CM[1]) a débuté progressivement lors d'un cours de didactique des mathématiques au baccalauréat. Puis, sur le marché du travail, lors d'une formation, une conseillère pédagogique a abordé ce sujet, ce qui a eu pour effet de réactiver ma curiosité. Alors que j'accorde beaucoup de valeur aux ateliers d'écriture, j'ai pu observer quelques similarités avec les CM sur le plan de l'enseignement et de l'organisation de la classe.

En janvier 2019, j'ai eu la chance d'être titulaire d'une classe multiniveau de 3e et de 4e année. Les outils et les enseignements proposés à travers les différents matériels pédagogiques ne me semblaient pas suffisants pour accompagner les élèves dans la compréhension du sens de la multiplication. Pour les mathématiques, la stratégie qui s'est avérée la plus bénéfique pour les élèves était de faire de courts enseignements ou des discussions avec les élèves du même niveau (3e et 4e année) au coin de rassemblement, également utilisé pour les ateliers d'écriture. Généralement, cet espace dans la classe est pourvu d'un grand tapis et d'un chevalet pour y inscrire des notes et réaliser des tableaux d'ancrage. Rassemblés et assis à proximité, les élèves semblaient se sentir plus concernés par l'enseignement et ils participaient davantage qu'à leur pupitre.

Ainsi, mon intérêt pour la stratégie d'enseignement-apprentissage des CM s'est développé. Celle-ci consiste à présenter un déclencheur aux élèves sous forme d'équations, images ou autres représentations à partir desquelles la personne enseignante anime une discussion où les élèves partagent leurs différentes stratégies ou solutions au reste du groupe. Ayant pris connaissance des

[1] Dans la communauté anglophone, les termes utilisés sont *number talks* et *math talks*, puis dans la communauté francophone, les expressions utilisées sont *causerie mathématique* et *bavardage mathématique*. Le terme des causeries mathématiques sera utilisé dans cet essai afin d'être en cohérence avec le Référentiel d'intervention en mathématique (ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur [MEES], 2019).

bienfaits des CM rapportés dans les différents ouvrages didactiques, je crois sincèrement qu'elles peuvent être profitables pour tous les élèves relativement au développement du raisonnement multiplicatif, mais aussi pour de nombreux autres concepts mathématiques.

Dans le cadre de ce projet de recherche, j'ai planifié et mis en œuvre une séquence de séances de CM de six semaines en collaboration avec une enseignante. J'ai pris connaissance des stratégies utilisées par les élèves lors des séances de CM et lors des tâches écrites. J'ai aussi approfondi mes connaissances relatives aux CM lors de lectures d'ouvrages didactiques, mais aussi lors de la mise en œuvre des séances.

L'essai est divisé en cinq chapitres. Le premier chapitre, soit la problématique, permet d'expliquer l'intérêt de la mise en œuvre d'une collaboration entre la personne enseignante et la personne orthopédagogue de manière à mettre en place une séquence de séances de CM en classe. Le deuxième chapitre présente le cadre conceptuel où sont définis les concepts du raisonnement multiplicatif, des CM et de la collaboration interprofessionnelle afin de mettre en place les bases théoriques du projet. Le troisième chapitre expose la méthodologie du projet où plusieurs éléments sont précisés tels que la collecte, le traitement et l'analyse des données. Le quatrième chapitre, portant sur les résultats, est sectionné en deux en fonction des deux objectifs de recherche. Tout d'abord, les résultats de la conception et de la mise à l'essai de la séquence de séances de CM sont présentés. Puis, la deuxième section de ce chapitre porte sur le développement du raisonnement multiplicatif des élèves et les stratégies déployées à travers la mise en œuvre d'une séquence de séances de CM. Le cinquième chapitre, soit la discussion des résultats, permet de clarifier les constats posés, d'en expliquer les différentes recommandations et de réaliser une critique constructive de la mise en œuvre du projet. Pour sa part, la conclusion permet de faire un retour sur l'ensemble du projet de recherche et de discuter de ses différents apports.

Finalement, je tiens à souligner que j'ai écrit cet essai en employant un ton majoritairement personnel en utilisant les pronoms personnels *je* et *nous*. Étant donné mon implication et mon engagement dans l'ensemble du processus de recherche ainsi que le rôle collaboratif joué comme orthopédagogue avec l'enseignante participante, j'ai jugé que ce type d'écriture conviendrait davantage à l'essai.

1. PROBLÉMATIQUE

Ce chapitre permet d'abord de définir et de contextualiser le problème de recherche observé, puis il se conclut par les questions de recherche du projet de recherche.

1.1. La nécessité de soutenir tous les élèves, dont ceux qui vivent des difficultés

Au Québec, la composition des classes dites ordinaires du primaire est hétérogène et les élèves ont tous des besoins variés pour avancer vers la réussite. Parmi eux, les élèves handicapés ou en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage (EHDAA) ont des besoins particuliers auxquels l'enseignant ou l'enseignante doit répondre. Les services éducatifs doivent ainsi être offerts de manière à prendre en considération les besoins et les capacités des élèves de manière individualisée (ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport [MELS], 2007). Que l'on s'appuie sur les orientations d'action de la différenciation pédagogique, de la conception universelle de l'apprentissage ou du modèle de réponse à l'intervention, il est primordial que l'enseignement offert à tous les élèves intègre d'abord et avant tout des stratégies d'enseignement et des interventions de haute qualité pour favoriser l'apprentissage. C'est effectivement ce qui est recommandé avec le modèle de réponse à l'intervention où le niveau 1, l'enseignement qui est offert à tous les élèves, propose des interventions d'enseignement efficaces et de haute qualité (Institut des troubles d'apprentissages, 2021). À cela s'ajoutent d'autres moyens mis en place dans les écoles du Québec et qui peuvent soutenir la mise en œuvre de ces stratégies et ces interventions de grande qualité en classe. Par exemple, il peut y avoir davantage de ressources humaines, telles que du personnel technicien en éducation spécialisée, du personnel en psychoéducation, du personnel en psychologie ainsi que des personnes orthopédagogues. Il est souhaité que l'ensemble du personnel travaille de concert pour la réussite de tous les élèves.

1.2. La personne orthopédagogue en tant que ressource clé au regard des difficultés d'apprentissage

Au Québec, la personne orthopédagogue à l'école primaire est présente pour soutenir les élèves qui rencontrent des difficultés d'apprentissage. Cette dernière met en place des interventions orthopédagogiques et orthodidactiques auprès des élèves en fonction de leurs besoins et de leurs difficultés d'apprentissage afin de les accompagner vers une compréhension et dans la progression de leurs apprentissages. En effet, selon le Référentiel de compétences pour une maitrise professionnelle en orthopédagogie (Association des doyens, doyennes et directeurs, directrices pour l'étude et la recherche en éducation au Québec [ADEREQ], 2015), le mandat de cette dernière consiste à intervenir auprès des élèves à risque et des EHDAA, les évaluer et collaborer avec le personnel enseignant, les différents intervenants, l'apprenant ainsi que les parents. Le référentiel régit les compétences des personnes orthopédagogues selon trois axes. Le tableau 1 présente une synthèse des trois axes de compétences en orthopédagogie ainsi que des compétences sous-jacentes.

Tableau 1 : Les compétences pour une maitrise professionnelle en orthopédagogie (ADEREQ, 2015)

Axe 1 : Évaluation-intervention spécialisée
1.1. Évaluer, dans une perspective systémique, les difficultés entravant les apprentissages scolaires, plus spécifiquement la lecture, l'écriture, les mathématiques, de même que les stratégies d'autorégulation.
1.2. Intervenir de façon spécifique sur les dimensions pédagogiques et didactiques liées principalement aux connaissances, aux construits et aux processus utilisés en lecture, en écriture, en mathématiques, de même qu'au regard des stratégies d'autorégulation.
Axe 2 : Collaboration et soutien à l'enseignement-apprentissage
2.1. Soutenir et contribuer à la prévention des difficultés d'apprentissage.
2.2. Soutenir et contribuer à la mise en œuvre des interventions et des mesures d'aide susceptibles de favoriser la progression optimale des apprentissages de l'apprenant.
Axe 3 : Éthique, culture et développement professionnel
3.1. Agir de façon éthique et responsable dans l'exercice de ses fonctions.
3.2. S'inscrire dans une démarche de culture et de développement professionnel.

L'explicitation de ces compétences vise à favoriser l'harmonisation du mandat et du rôle joué par les personnes orthopédagogues dans les écoles du Québec. Comme le tableau permet de le mettre en évidence (compétence 1.1), ces dernières devraient être appelés à soutenir des EHDAA dans leurs apprentissages notamment en lecture et en écriture, mais également en mathématiques et relativement aux stratégies d'autorégulation.

1.3. Les mathématiques trop souvent mises au second plan par les personnes orthopédagogues

Les mathématiques constituent un domaine d'apprentissage indispensable selon le Ministère de l'éducation (2006). Malgré le fait que les personnes orthopédagogues aient le mandat d'intervenir en mathématiques, Fontaine (2008) a montré que les interventions réalisées en mathématiques en orthopédagogie sont moins fréquentes que celles réalisées en français. En effet, comme le précise cette chercheuse, les interventions orthopédagogiques sont davantage réalisées en lecture et en écriture et ne portent que rarement sur les mathématiques. Dans son mémoire, 42 personnes orthopédagogues du primaire ont rempli un questionnaire et 6 d'entre elles ont participé à une entrevue individuelle pour permettre d'identifier les éléments qui pourraient expliquer le peu d'interventions réalisées en mathématiques. D'abord, un faible nombre parmi elles considèrent avoir eu suffisamment de formation et d'outils pour intervenir efficacement et pour évaluer les difficultés en mathématiques. Ensuite, une majorité des personnes orthopédagogues interrogées mentionnent que : « l'intervention en résolution de problèmes passe par les stratégies de lecture » (Fontaine, 2008, p. 167). En effet, les personnes professionnelles consultées croient que les difficultés relatives à la résolution de problèmes en mathématiques sont dues principalement ou en partie (selon le cas) à des difficultés de compréhension de lecture. De plus, les personnes interrogées ont dit prioriser le français puisqu'il s'agit d'une discipline scolaire favorisant l'interdisciplinarité. Ainsi, Fontaine (2008) nous amène à comprendre les raisons pour lesquelles les personnnes orthopédagogues favorisent les interventions en français, chez des élèves ayant des difficultés en français et en mathématiques, et ce, peu importe le cycle.

Or, le peu d'interventions orthopédagogiques réalisées en mathématiques ne signifie pas qu'aucun élève ne rencontre des difficultés en mathématiques. En effet, plusieurs élèves rencontrent à un moment ou un autre des difficultés en mathématiques, notamment en arithmétique, qui s'avèrent parfois passagères et parfois persistantes au cours des cycles. L'importance des interventions en mathématiques, dans ce contexte, ne doit pas être négligée.

1.4. L'arithmétique au cœur de l'apprentissage des mathématiques au primaire

Comme il est spécifié dans la *Progression des apprentissages* (PDA) *en mathématiques du primaire* (MELS, 2009), les mathématiques sont segmentées en cinq champs : arithmétique, géométrie, mesure, statistique et probabilité. L'arithmétique apparait comme le champ qui occupe la plus grande place. Subdivisé en sections, il contient le sens et l'écriture des nombres, le sens des opérations sur les nombres et les opérations sur les nombres.

De nombreux élèves rencontrent des difficultés dans l'apprentissage de l'arithmétique. En effet, « les concepts et les processus à acquérir et à maîtriser dans le champ de l'arithmétique constituent des éléments de base en mathématiques, puisqu'ils sont réinvestis dans tous les autres champs de la discipline » (MELS, 2009, p. 4). Les défis et les obstacles sont nombreux dans l'apprentissage de ce champ des mathématiques. Par exemple, dans la section liée aux opérations sur les nombres, la compréhension des processus et des propriétés des opérations représente un obstacle important en arithmétique. On peut aussi y lire que pour arriver à dépasser ce défi de compréhension, la transition passe par l'utilisation de processus dits personnels. L'élève devrait donc être amené à comprendre les opérations avec ce type de processus avant d'utiliser des processus conventionnels (MELS, 2009).

Une autre des difficultés rencontrées par de nombreux élèves en arithmétique est la mise en relation des opérations (addition, soustraction, multiplication et division) et de leurs sens. D'ailleurs, pour éviter certaines confusions, les opérations ne devraient pas être abordées de manière isolée, mais plutôt être associées entre elles pour favoriser la création de liens et ainsi la compréhension des élèves (Van de Walle et Lovin, 2008). Alors que l'addition et la soustraction relèvent d'un raisonnement additif, la multiplication et la division relèvent d'un raisonnement multiplicatif. Le passage d'un type de raisonnement additif à un raisonnement multiplicatif représente un défi important pour plusieurs élèves (Vincent, 1997). Pour cela, le raisonnement multiplicatif semble nécessité une attention particulière de la part des personnes enseignantes soucieuses de la réussite des élèves.

1.5. Le raisonnement multiplicatif : un enjeu conceptuel important

Au Québec, le raisonnement multiplicatif est abordé spécifiquement à partir du deuxième cycle du primaire. Le développement du raisonnement multiplicatif est concomitant à de nombreuses notions, entre autres la division, les fractions et les pourcentages. Ainsi, le passage d'un raisonnement additif à un raisonnement multiplicatif est non négligeable et représente un enjeu conceptuel majeur pour les élèves (Vincent, 1997).

Dès leurs premières années de scolarisation, avec les situations d'enseignement mises en place, les élèves apprennent la numération décimale. Pour commencer, il est attendu qu'au « préscolaire et en première année, les élèves comptent et apprennent les régularités des nombres de 1 à 100. Mais ce qui est encore plus important, c'est qu'ils commencent à considérer les groupes de dix objets comme une entité » (Van de Walle et Lovin, 2007, p. 126). En travaillant avec la numération décimale et la valeur de position, les élèves sont encouragés à composer et à dénombrer des nombres en groupements de 10. Puis, comme le mentionne Picard (2013), bien que le matériel confectionné par les élèves soit intéressant à utiliser et qu'il ait ses avantages, les blocs en base 10 « constituent la solution parfaite. On peut prouver que les regroupements par 10 contiennent bien 10 cubes, que les plaquettes représentant la centaine contiennent 10 réglettes, donc 100 cubes. Cette preuve est tout ce qui importe aux débuts des apprentissages » (p. 6). En recourant au matériel proposé en classe, les élèves utilisent un raisonnement additif et des groupements de 10. Puis, au deuxième cycle, en plus d'avoir à poursuivre leurs apprentissages avec l'addition, la soustraction ainsi que des nombres plus élevés, les élèves sont amenés à développer et à progressivement mobiliser le raisonnement multiplicatif. Les faits numériques et les processus de calcul personnels écrits de la multiplication et de la division sont introduits (MELS, 2009). Les élèves doivent alors composer les nombres avec des groupements variés, ce qui risque d'engendrer des difficultés puisque les nombres ne sont plus seulement considérés en unité ou en groupements de 10.

Relativement à l'opération de la multiplication, Van de Walle et Lovin (2008) précisent que : « l'une des principales difficultés conceptuelles qu'on éprouve en travaillant avec les structures multiplicatives est de percevoir un groupe de choses comme une entité unique tout en comprenant que le groupe contient un nombre donné d'objets » (p. 61). Dans ce sens, Vincent (1997) présente l'exemple d'un élève qui transfère de manière erronée ses connaissances du raisonnement additif vers le raisonnement multiplicatif. Par exemple, pour la multiplication 3 x 8 = 24, l'élève peut avoir de la difficulté à considérer que la représentation est composée de trois paquets de huit. L'une des confusions possibles est que l'élève considère que tous les paquets utilisés pour former un nombre représentent toujours des paquets de 10 puisqu'avec le modèle de raisonnement additif, le nombre 24 est représenté de manière décimale (il est constitué de 2 paquets de 10 unités et 4 unités, et non de 3 paquets de 8).

La PDA (MELS, 2009) prescrit une progression du développement des processus personnels vers des processus conventionnels selon les opérations et selon les cycles. Les difficultés relatives au raisonnement multiplicatif sont particulièrement présentes au deuxième cycle du primaire, alors que l'élève est amené à travailler simultanément avec deux types de raisonnement ainsi que deux types de processus. En effet, il passe des processus personnels aux processus conventionnels pour le raisonnement additif et amorce le raisonnement multiplicatif avec des processus personnels. Le fait de distinguer les deux niveaux de raisonnements et les deux types de processus tout en mettant en relation différentes opérations représente fréquemment un défi pour l'élève.

Pour comprendre ces difficultés, Vincent (1997) s'est intéressée aux stratégies de résolutions de problèmes de structures multiplicatives d'élèves de troisième année. Ces élèves n'avaient pas encore reçu un enseignement sur cette opération en classe. Les résultats de sa recherche ont démontré que les élèves résolvent les problèmes en s'appuyant sur leurs connaissances antérieures, comme les connaissances relatives au raisonnement additif (Vincent, 1997). Malgré le fait que l'addition et la multiplication ne soient pas abordées simultanément dans le cheminement scolaire, « les modèles de représentation utilisés dans le cas de problèmes de structures multiplicatives s'appuient sur les connaissances élaborées lors d'expériences relatives à la numération et aux structures additives, ce qui témoigne bien de la filiation des concepts dans l'apprentissage » (Vincent, 1997, p. 64). Il est donc essentiel de ne pas compartimenter l'addition et la multiplication dans l'enseignement et d'accompagner les élèves dans la mise en relation de ces opérations.

Par ailleurs, dans la résolution de problèmes de structures multiplicatives, Vincent (1997) met en lumière l'importance des échanges interactifs afin de permettre aux élèves « de répondre à des objectivations, de valider ou de redresser [leur] point de vue, d'envisager des avenues non explorées ou de formuler des nuances » (p. 66). Cette chercheuse soutient que le contexte collectif, le partage des stratégies de résolution par les élèves et la gestion de cette dynamique de classe par la personne enseignante permettent, entre autres, de soutenir les élèves dans le passage du raisonnement additif vers le raisonnement multiplicatif. Les stratégies de réflexion collective pourraient permettre aux élèves de mieux comprendre et d'exploiter les différents sens et les propriétés de ces opérations. Parmi les stratégies d'enseignement possibles, les CM semblent porteuses.

1.6. Les causeries mathématiques, une stratégie d'enseignement-apprentissage qui mise sur les processus personnels, l'interrelation des opérations et les échanges entre les pairs

Les CM constituent une stratégie d'enseignement-apprentissage des mathématiques qui met l'accent sur l'utilisation, par les élèves, de nombreuses stratégies mathématiques précises, efficientes et flexibles lors de la résolution de problèmes mathématiques choisis par l'enseignante ou l'enseignant (Parrish, 2014). La clé est le partage et la justification de stratégies et de solutions de manière collective.

À ce jour, il n'y a pas d'ouvrage francophone dédié à l'enseignement ou à la planification des CM. De leur côté, plusieurs ouvrages didactiques anglophones proposent que les élèves se rassemblent quotidiennement en grand groupe pour une durée variant de 5 à 15 minutes. Regroupés au sol, la proximité et les échanges sont favorisés. Le partage des stratégies et des raisonnements des élèves (Parrish, 2014) leur permet d'apprendre par les pairs (Gaillard, 2018) et de comprendre les relations entre les nombres et entre les opérations, et ce, sans nécessairement mémoriser trop rapidement des règles complexes et des algorithmes (Humphreys et Parker, 2015). En expliquant leurs stratégies à la personne enseignante et au reste du groupe, les élèves ont la chance de clarifier leur pensée en plus de développer leur langage mathématique (Hugues, 2018). Les élèves gagnent à écouter les raisonnements et les explications de leurs pairs, car cela leur permet d'élargir leur répertoire de stratégies, ce qui leur est bénéfique lorsqu'ils rencontrent des difficultés. De plus, ils peuvent y développer leurs stratégies de calcul mental (Parrish, 2014), se construire un répertoire de stratégies et développer des techniques de calcul efficaces et fluides (Hugues, 2018). Pour ce qui est de l’enseignante ou de l’enseignant, les CM peuvent lui permettre de constater le développement des stratégies des élèves et de prendre conscience de leurs difficultés pour intervenir en cohérence avec leurs besoins et ainsi respecter leur rythme d’apprentissage (Humphreys et Parker, 2015). Les CM, par leur nature, gagnent à se faire en groupe dans la classe afin de miser sur les échanges, de profiter des forces de chacun et d’entendre les exemples de réflexions et de stratégies mathématiques des élèves.

Dans ce contexte, afin de favoriser la réussite des élèves et leur permettre de bénéficier de cette stratégie d’enseignement-apprentissage, la participation de la personne orthopédagogue pourrait être avantageuse. En effet, comme le précise l’axe 2 du Référentiel de compétences pour une maitrise professionnelle en orthopédagogie qui porte sur la collaboration et le soutien à l’enseignement (ADEREQ, 2015), la personne orthopédagogue a le rôle de « [s]outenir et contribuer à la prévention des difficultés d’apprentissage » (p. 20) ainsi que de « [s]outenir et contribuer à la mise en œuvre des interventions et des mesures d’aide susceptibles de favoriser la progression optimale des apprentissages de l’apprenant » (p. 20). Avec ce mandat, cette dernière pourrait alors contribuer à la planification et à la mise en œuvre des séances offertes par la ou le titulaire au sein du groupe, puis collaborer avec le personnel enseignant afin de mettre en complémentarité leurs rôles et leurs expertises à travers une collaboration interprofessionnelle.

1.7. Une collaboration interprofessionnelle avantageuse pour favoriser la mise en place des causeries mathématiques

La collaboration interprofessionnelle est importante en contexte éducatif. Comme nous le rappelle le ministère de l'Éducation du Québec (MEQ, 2001), celle-ci peut permettre et faciliter la mise en place de projets innovants comme pourrait l'être la mise en place des CM. Cette collaboration peut se produire entre enseignants ou enseignantes, personnes orthopédagogues, techniciens ou techniciennes en éducation spécialisée, psychologues, psychoéducateurs et psychoéducatrices, et d'autres professionnels ou professionnelles. Dans la mise en place des CM, ce sont les compétences et les aptitudes des personnes enseignantes et des personnes orthopédagogues qui méritent d'être mises à profit. Les expertises de chacun s'avèrent complémentaires à l'intégration des CM en classe.

L'enseignement et l'intervention au regard des difficultés d'apprentissage en mathématiques sont du ressort de la ou du titulaire et de la personne orthopédagogue. Le professionnel ou la professionnelle en orthopédagogie dispose de connaissances et de compétences relativement aux difficultés des élèves et aux interventions à privilégier. En complémentarité, la personne enseignante a une expérience et des connaissances relatives à l'enseignement de groupe, celle-ci connaissant plus particulièrement les élèves de sa classe, leurs forces et leurs difficultés. Chacune d'elles cherche à mettre de l'avant son expertise et ses compétences individuelles pour la réussite des élèves, constituant alors le but commun à tous, comme souhaité lors d'un projet collaboratif (Beaumont et al., 2011). Ainsi, dans le cadre de séances de CM, la personne orthopédagogue peut intervenir auprès d'un groupe-classe et auprès de plus petits groupes d'élèves rencontrant des difficultés. Ce faisant, celle-ci pourrait accorder une place aux mathématiques dans son activité professionnelle et intervenir activement auprès d'élèves rencontrant des difficultés en mathématiques autrement qu'en situation d'intervention hors classe. Le ou la titulaire de classe, pour sa part, bénéficie de sa proximité quotidienne avec les élèves et est probablement le mieux placé ou la mieux placée pour juger du niveau de complexité idéal des situations présentées aux élèves lors des séances de CM. En effet, la personne enseignante a également une bonne connaissance des élèves et des difficultés que certains pourraient rencontrer. En travaillant en dyade, les deux professionnels ou professionnelles peuvent mettre en complémentarité leurs rôles et leurs expertises et se consulter régulièrement pour mieux répondre aux besoins des élèves. Puis, les deux personnes professionnelles, en travaillant de pair et en réalisant du coenseignement, peuvent se soutenir, s'entraider et se conseiller avec des propositions et des suggestions selon le contexte de classe.

Dans ce sens, Granger et Tremblay (2019) soulèvent quelques bénéfices de la collaboration entre des personnes enseignantes, notamment l'intensification des interventions, la réduction du rapport entre le nombre d'élèves et la personne enseignante, et la valorisation de la concertation avec les collègues. Selon nous, il semble qu'un projet collaboratif portant sur les CM peut permettre ces mêmes avantages tels que la concertation lors de la planification des séances, un partage des observations et une orientation des interventions. Cela permet aussi une intensification des interventions en mathématiques auprès du groupe, ce qui favorise des rétroactions et des suivis plus rapprochés dans le temps.

1.8. Les questions de recherche

Le contexte d’hétérogénéité et la nécessité de soutenir tous les élèves amènent à privilégier des interventions proactives de grande qualité en salle de classe. Afin d’y arriver, l’orthopédagogue représente une personne-ressource pouvant intervenir et favoriser l’apprentissage des élèves, dont ceux qui rencontrent des difficultés en français et en mathématiques. Cela dit, les interventions en mathématiques sont généralement délaissées au profit du domaine du français. Or, les élèves rencontrent tout de même des difficultés en mathématiques, notamment en arithmétique, où des notions essentielles sont abordées. Parmi celles-ci se trouve le raisonnement multiplicatif, principalement abordé dès le deuxième cycle, qui représente un enjeu conceptuel important. Dans l’intention de favoriser cet apprentissage, les CM constituent une stratégie d’enseignement-apprentissage innovante qui semble avoir plusieurs bénéfices. Leur mise en place peut être favorisée grâce à la collaboration interprofessionnelle entre une personne enseignante et une personne orthopédagogue.

Considérant ceci, les questions de recherche suivantes sont posées :

- Comment se caractérise une séquence de séances de causeries mathématiques visant à soutenir le développement du raisonnement multiplicatif chez des élèves du deuxième cycle du primaire et développée dans le contexte d'un projet de collaboration interprofessionnelle entre une personne enseignante et une personne orthopédagogue ?
- Comment se développe le raisonnement multiplicatif chez des élèves du deuxième cycle du primaire durant la mise en œuvre de la séquence de séances de causeries mathématiques développée ?

2. CADRE CONCEPTUEL

Le cadre conceptuel vise l'approfondissement des concepts de raisonnement multiplicatif, des CM et de la collaboration interprofessionnelle. La présentation plus détaillée de ces éléments permet ensuite de définir les objectifs de recherche.

2.1. Le raisonnement multiplicatif

La PDA (MELS, 2009) décrit comment devrait se vivre d'un cycle à l'autre la progression des élèves vers le raisonnement multiplicatif. Les sections qui suivent portent sur les deux types de processus utilisés par les élèves, les sens de la multiplication ainsi que le développement du raisonnement multiplicatif.

2.1.1. Les processus personnels et conventionnels de calcul

La PDA (MELS, 2009) encourage le développement et l'utilisation de stratégies personnelles pour déterminer la somme, la différence, le produit ou le quotient d'un nombre avant l'apprentissage et l'utilisation de processus conventionnels, soit les algorithmes. Ces processus personnels utilisés peuvent varier d'un élève à un autre et d'une situation à une autre. Par exemple, du matériel, des dessins ou des calculs écrits divers peuvent être utilisés.

Concrètement, au premier cycle, l'addition et la soustraction sont travaillées avec les processus personnels. Au deuxième cycle, ces opérations sont travaillées avec les processus conventionnels (MELS, 2009). Selon le Ministère de l'Éducation, des Loisirs et du Sport, en parallèle, la multiplication et la division sont abordées au deuxième cycle avec les processus personnels pour ensuite être travaillées avec les processus conventionnels au troisième cycle.

Comme les raisonnements additif et multiplicatif ainsi que les types de processus se chevauchent, les difficultés relatives aux sens de la multiplication et au développement du raisonnement multiplicatif sont rencontrées par les élèves dès le deuxième cycle. De plus, Poirier (2001) précise : « Pour amener les élèves à mieux comprendre les algorithmes standards, il est intéressant de leur faire construire leurs propres techniques de calcul, avant d'introduire ces algorithmes » (p. 60). Pour leur part, Van de Walle et Lovin (2007) précisent : « Pour la multiplication, la capacité à utiliser des méthodes flexibles pour décomposer les nombres est encore plus importante que pour l'addition et la soustraction » (p. 181). Par ailleurs, ces personnes auteures mentionnent aussi qu'il est nécessaire d'offrir plusieurs moments aux élèves afin qu'ils comprennent les concepts avec leurs processus, mais aussi qu'ils soient confrontés aux idées et aux processus personnels des autres élèves de la classe. En cohérence avec la PDA et afin de favoriser la compréhension des élèves, ces derniers seront amenés, dans le cadre du projet, à utiliser des stratégies personnelles et à les partager entre eux.Les sens de la multiplication

Parmi les nombreux sens de la multiplication, plusieurs sens sont travaillés au primaire. Notamment, la PDA (MELS, 2009) présente l'addition répétée, le produit cartésien, la comparaison multiplicative, la disposition rectangulaire ainsi que l'aire et le volume. Pour favoriser une compréhension de la multiplication, il est important que l'ensemble de ces sens soit travaillé.

D'abord, l'addition répétée est le sens le plus utilisé pour amorcer la multiplication et créer un lien avec l'addition qui est connue des élèves. Ce sens regroupe l'action répétée et la réunion répétée (Poirier, 2001). Pour l'action répétée, on peut imaginer un chien qui mange deux bols de nourriture par jour et se demander combien de bols de nourriture il aura mangés après une semaine. L'équation se représente de cette façon : 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 +2 = 14. Puis, pour la réunion répétée, on peut penser à cinq amis qui ont chacun deux chiens et se demander combien il y a en tout s'ils se retrouvent tous à un même endroit en même temps. L'équation se représente de cette façon : 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 10.

Ensuite, le produit cartésien (ou la combinaison) demande de trouver le nombre de combinaisons possibles en réalisant des associations. Par exemple, Julie prépare des petits gâteaux pour la fête de sa mère. Il y en a à la vanille et au chocolat. Certains sont recouverts de glaçage à la vanille, au chocolat ou à la fraise. Si Julie veut qu'aucun petit gâteau ne soit identique, combien pourrait-elle faire de petits gâteaux ? Au primaire, ces problèmes peuvent être résolus de différentes façons telles qu'avec un tableau à double entrée, un dessin ou d'autres stratégies personnelles (Poirier, 2001). Le tableau 2 représente la solution du problème sous forme de tableau à double entrée indiquant la saveur des gâteaux et du crémage.

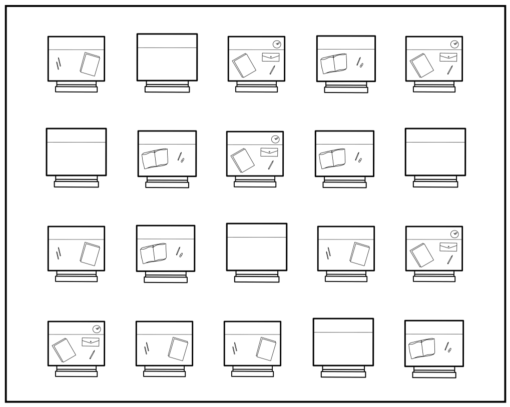
Tableau 2 : Le tableau à double entrée pour représenter les petits gâteaux de Julie

	Petits gâteaux au chocolat	Petits gâteaux à la vanille
Glaçage à la vanille	Petits gâteaux au chocolat et glaçage à la vanille	Petits gâteaux à la vanille et glaçage à la vanille
Glaçage au chocolat	Petits gâteaux au chocolat et glaçage au chocolat	Petits gâteaux à la vanille et glaçage au chocolat
Glaçage aux fraises	Petits gâteaux au chocolat et glaçage aux fraises	Petits gâteaux à la vanille et glaçage aux fraises

Puis, pour ce qui est de la comparaison multiplicative, elle se retrouve dans les problèmes mathématiques où il y a les groupes de mots « x fois plus » ou « x fois moins » (Poirier, 2001). Par exemple, Justine a 4 cactus et son amie Alicia en a 3 fois plus. Combien de cactus Alicia a-t-elle ? Dans cette situation, l'équation serait 3 x 4 = 12.

La disposition rectangulaire, quant à elle, est un sens de la multiplication qui est semblable à l'addition répétée et qui prépare les élèves au sens de l'aire et du volume (Poirier, 2001). Elle nécessite, selon l'auteure, une certaine organisation géométrique. Par exemple, dans sa classe, Alexandra a changé l'organisation des bureaux. Il y a maintenant quatre rangées de cinq bureaux. Combien y a-t-il de bureaux dans la classe d'Alexandra ? La situation peut se résoudre à la fois avec une perspective additive par une addition répétée (5 + 5 + 5 + 5 = 20) ou avec une perspective multiplicative à l'aide d'une multiplication (4 x 5 = 20). La figure ci-dessous représente la disposition rectangulaire du problème.

Figure 1 : La disposition rectangulaire des pupitres de la classe d'Alexandra



Enfin, le sens de l'aire et du volume a un lien direct avec les concepts géométriques d'aire et de volume (Poirier, 2001). Pour l'aire, on peut penser à une chambre dont les dimensions sont de quatre mètres de longueur et de trois mètres de largeur, puis se questionner sur la surface du plancher de la chambre (4 x 3 = 12). Pour le volume, on pourrait chercher à connaitre l'espace occupé par la chambre. Avec une longueur de quatre mètres, une largeur de trois mètres et une hauteur de 2,5 mètres, il est possible d'obtenir le volume à l'aide de la multiplication (4 x 3 x 2,5 = 30).

Dans le cadre de la séquence de séances de CM créée pour répondre aux questions de recherche, les séances porteront principalement sur certains sens de la multiplication, soit l'addition répétée, la disposition rectangulaire, l'aire et le volume. Ces trois sens de la multiplication ont été priorisés, dans le cadre de l'intervention, parce qu'ils semblent permettre de créer des liens plus concrets et significatifs entre le raisonnement additif et multiplicatif.

2.1.2. Le développement du raisonnement multiplicatif

Le passage du raisonnement additif au raisonnement multiplicatif – aussi appelé emboitement multiplicatif (Vincent, 1997) – représente, comme cela a été argumenté précédemment, un obstacle pour plusieurs élèves. Comme le souligne Vergnaud (1991, cité dans Vincent, 1997), une des difficultés fréquentes « a trait au rejet du modèle exclusif de la multiplication comme addition itérée d'un même nombre, schème souvent employé par les enfants et suffisamment prégnant en début d'apprentissage scolaire » (p. 54). En d'autres mots, les élèves utilisent davantage d'additions répétées lors de l'apprentissage de la multiplication que la multiplication elle-même. Toujours selon Vergnaud, « les représentations [mathématiques des élèves] sont traduites par divers signifiants, tels le langage naturel, les gestes, les dessins et autres systèmes, mais elles sont aussi structurées par des signifiés, tels les règles d'action, les inférences, les prédictions ou les invariants opératoires implicites dans les conduites en situation » (Vergnaud, 1991, cité dans Vincent, 1997, p. 53). Dans ce sens, les processus personnels et conventionnels des élèves devraient alors évoquer leurs représentations mathématiques et témoigner de leur compréhension des raisonnements additifs et multiplicatifs.

Le modèle interprétatif des conduites de Fortier-Moreau (2016)

Dans le cadre de ses travaux ayant permis l'analyse didactique d'un outil d'évaluation orthopédagogique sur les structures multiplicatives, Fortier-Moreau (2016) a développé un modèle interprétatif des conduites d'élèves relativement au passage entre les structures additives et multiplicatives. Segmenté en trois niveaux, ce modèle permet de catégoriser les stratégies utilisées par les élèves. Selon l'auteure, pour accéder à une conception riche et complexe de la multiplication, le raisonnement multiplicatif des élèves passe par plusieurs niveaux de compréhension qui vont du concret vers l'abstrait. Le premier niveau correspond à une non-différenciation des structures additives et multiplicatives. L'élève ne regroupe pas les éléments en paquets, car « tous les éléments sont représentés et leur réunion constitue le tout » (Fortier-Moreau, 2016, p. 47). La stratégie du dénombrement relève de ce niveau puisque tous les éléments doivent être représentés et comptés. Par exemple, pour trouver le total de bonbons de trois boites ayant chacune quatre bonbons, l'élève reproduit et dénombre tous les bonbons pour arriver au résultat de 12.

Le deuxième niveau correspond à la différenciation progressive des structures additives et multiplicatives. Graduellement, les stratégies des élèves présentent une valeur de parties et un nombre de parties. Ce niveau est segmenté en trois, passant d'une première articulation entre les éléments et les parties à un emboitement éléments/parties/tout par le contrôle du multiplicande[2] et du multiplicateur, et où l'élève, ultimement, compte par bonds pour obtenir le résultat de la multiplication (Fortier-Moreau, 2016).

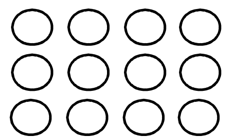
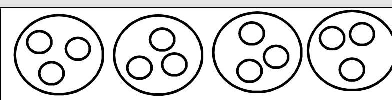
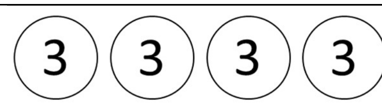
D'abord, on observe une première articulation entre les éléments et les parties (niveau 2.1). Les stratégies relatives à ce niveau témoignent de parties regroupées. Les élèves représentent tous les groupements et ils comptent de manière rythmée pour dénombrer le total d'éléments regroupés.

[2] Un des deux facteurs de la multiplication.

Par exemple, pour représenter 3 x 4= 12, l'élève représente 3 paquets ayant tous 4 éléments à l'intérieur. Ensuite, chaque partie devient un résumé des éléments qui la constituent (niveau 2.2). Contrairement au niveau précédent, où l'élève devait représenter chaque élément, l'élève représente les différents paquets en inscrivant le nombre associé à la quantité d'éléments à l'intérieur. Même s'il est encore nécessaire de faire une addition répétée, il ne dénombre plus chaque élément du paquet. Par exemple, pour représenter 3 x 4, l'élève représente 3 paquets ayant le nombre 4 à l'intérieur et fait l'addition répétée suivante : 4 + 4 + 4 = 12. On peut dire qu'il utilise progressivement les symboles pour représenter la quantité. Enfin, il y a un emboitement éléments/parties/tout par le contrôle du multiplicande et du multiplicateur (niveau 2.3). Les stratégies réalisées à ce niveau ne témoignent pas de raisonnement additif. Ce sont les raisonnements multiplicatifs qui expriment les regroupements d'éléments. Par exemple, pour représenter 3 x 4 = 12, l'élève utilise les multiples pour réaliser la multiplication 3 x 4 = 12, passant de 4 à 8 puis à 12. Ne connaissant pas les faits multiplicatifs, il compte par bonds pour obtenir le résultat de la multiplication (Fortier-Moreau, 2016).

Le troisième niveau correspond à la multiplication comme le produit du multiplicande et du multiplicateur. Les stratégies relatives à ce niveau consistent en l'équation d'une multiplication avec deux facteurs et un produit. L'élève utilise donc exclusivement les symboles pour obtenir le produit de la multiplication. Par exemple, pour la multiplication 3 x 4, l'élève réalise la multiplication avec les faits numériques en sachant ce que chaque facteur représente et il arrive à un produit de 12. Le tableau suivant résume chacun des niveaux, puis des exemples de représentation sont illustrés.

Tableau 3. : Le modèle interprétatif des conduites mathématiques relatives au passage entre les structures additives et multiplicatives selon Fortier-Moreau (2016)

Niveau		Représentation
1	Non-différenciation des structures additives et multiplicatives	 (Représentation un à un non regroupé)
2	Différenciation progressive des structures additives et multiplicatives	
2.1	Première articulation entre les éléments et parties	
2.2	Chaque partie est un résumé des éléments qui la constituent	
2.3	Emboitement éléments/parties/tout par le contrôle du multiplicande et du multiplicateur	3x4=? 3x1=3 3x2=6 3x3=9 3x4=12 (Équation multiplicative suivie d'un rappel des faits numériques de la multiplication ou autres calculs comme l'addition répétée)

3	La multiplication comme le produit de deux ensembles	3x4=12

Concrètement, dans le cadre de la séquence de six semaines, le modèle de Fortier-Moreau (2016) sera utilisé afin d'analyser certaines tâches écrites réalisées par les élèves ainsi que les stratégies déployées à travers la séquence de séances de CM.

2.2. Les causeries mathématiques

Les CM ont été popularisées au début des années 1990 par deux États-Uniennes, soit Kathy Richardson et Ruth Parker (Hugues, 2018). Elles ont été élaborées en réponse au besoin des enseignantes et des enseignants d'aider leurs élèves à développer le sens du nombre. Les ouvrages anglophones consultés concernant les CM ont pour sujet de nombreux concepts mathématiques. Adaptés aux cycles et principalement axés sur les domaines de l'arithmétique et de la mesure, les contenus sont variés : sens du nombre, sens des opérations (addition, soustraction, multiplication, division), fraction, nombre décimal, pourcentage, aire, périmètre, volume, etc.

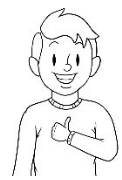
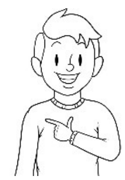
Les CM représentent une pratique quotidienne d'enseignement des mathématiques généralement utilisée au primaire qui varie entre 5 et 15 minutes et qui amène les élèves à utiliser diverses stratégies mathématiques personnelles, parfois de calcul, parfois de résolution de problèmes ou autres (Humphreys et Parker, 2015; Parrish, 2014). Parrish (2014) précise que cette stratégie d'enseignement-apprentissage a pour but d'amener les élèves à développer : une variété de stratégies de calcul; leur compréhension du sens du nombre et des opérations; ainsi qu'une fluidité, une efficience et une précision dans les stratégies utilisées. Dans ce présent projet de recherche, les élèves seront emmenés à trouver des stratégies mathématiques leur permettant de résoudre des problèmes mathématiques à structures multiplicatives, de déterminer précisément, efficacement et de manière flexible un total d'objets représentés de diverses manières en progressant vers un raisonnement multiplicatif.

2.2.1. Des spécificités organisationnelles et gestuelles

En groupe ou en sous-groupe, les élèves se rassemblent généralement sur le sol près d'un tableau pour réaliser une CM. La proximité des élèves favorise un environnement sécurisant qui encourage la réflexion, la discussion, le questionnement et le partage des réponses (Parrish, 2014). L'utilisation d'un tableau numérique interactif ou d'un chevalet facilite la présentation du déclencheur, qu'il soit symbolique ou imagé, et la prise de notes par l'enseignant ou l'enseignante des stratégies, des solutions et des démarches présentées par les élèves (Parrish, 2014).

Les CM nécessitent une gestuelle particulière (voir tableau 4). Lorsqu'un problème est exposé aux élèves, ceux-ci doivent placer leur poing près de leur cœur pour mentionner qu'ils réfléchissent à une solution et qu'ils sont engagés (Parrish, 2014).

Tableau 4 : Les gestes utilisés par les élèves lors des séances de CM

Symbole de la main		 	
Signification	L'élève pense aux stratégies possibles.	L'élève a une, deux, trois, quatre ou cinq stratégies.	L'élève est d'accord avec la stratégie partagée.

(Morin, É. 2021, inspiré de Parrish, 2014)

L'enseignant ou l'enseignante laisse un temps de réflexion suffisant jusqu'à ce que la majorité des élèves aient levé un doigt (Humphreys et Parker, 2015). Cela dit, le temps laissé aux élèves est variable. Les élèves ayant une stratégie ou une solution laissent leur poing sur leur cœur tout en levant le pouce. Jusqu'à ce que la personne enseignante demande aux élèves si certains veulent partager leurs solutions, ceux-ci réfléchissent à une ou à des stratégies supplémentaires. Chaque doigt levé représente une stratégie différente. Par exemple, un élève ayant trois doigts levés aurait trois stratégies différentes pour résoudre le problème présenté (Parrish, 2014). Enfin, il y a le geste de la main avec le pouce et l'auriculaire, utilisé lors du retour et des échanges, qui signale que l'élève est d'accord avec la stratégie proposée par un autre élève.

2.2.2. Des conditions essentielles pour l'engagement de tous

Un des avantages des CM consiste à permettre à tous les élèves de participer et de s'engager dans la tâche, et ce, peu importe leur niveau d'aisance en mathématiques. En effet, comme les élèves placent leur main devant leur poitrine plutôt que dans les airs, ils ne voient pas les mains levées des élèves rapides qui ont trouvé une réponse. Ainsi, cela diminue la pression sur les élèves rencontrant une difficulté ou ayant besoin de davantage de temps pour répondre à la question, car ils ont le temps nécessaire pour réfléchir. Puis, les élèves rapides ont le défi de trouver des solutions supplémentaires. C'est un élément intéressant qui permet de contrer la croyance que pour être doué en mathématiques, il faut être rapide (Humphreys et Parker, 2015).

Lors des séances de CM, une culture d'acceptation et de respect doit toujours être présente. Toutes les solutions sont considérées, et ce, même si celles-ci sont erronées (Parrish, 2014). S'il y a présence d'erreurs, celles-ci sont utilisées comme des occasions d'apprentissage. Lors de l'explication d'une stratégie par un élève, ce dernier peut se réajuster et réaliser l'erreur commise et ainsi ne pas la répéter (Humphreys et Parker, 2015; Parrish, 2014). De plus, un élève peut réagir à une stratégie mentionnée par un autre élève en utilisant une formulation polie et positive. Parrish (2014) suggère des formulations de phrases aux élèves, par exemple : *Je suis d'accord avec [nom de l'élève] parce que [explication]*; *Je ne comprends pas [explication], peux-tu réexpliquer ceci ?*; *Je suis en désaccord avec [nom de l'élève] parce que [explication]*; *Pourquoi as-tu décidé de [explication] ?*; etc.

2.2.3. Les causeries mathématiques au service des stratégies additives et multiplicatives

Dans son livre, Parrish (2014) explique et illustre comment les quatre opérations mathématiques (addition, soustraction, multiplication et division) peuvent être travaillées avec les CM. Cette auteure partage des stratégies, des outils (par exemple, équation, image de points, boites de 5 ou de

10, abaques) et concepts à aborder selon chaque opération. Dans le cadre du projet, ce sont les opérations d'addition et de multiplication qui sont mises de l'avant.

Un avantage considérable des CM est que les élèves partagent des stratégies personnelles qui ont du sens pour eux. Cela dit, certaines stratégies se recoupent et font partie des mêmes catégories. Dans ce sens, Parrish (2014) explicite différentes stratégies selon les opérations. Le tableau 5 présente ces stratégies pour l'addition et la multiplication.

Tableau 5 : Les stratégies de raisonnement additif et multiplicatif selon Parrish (2014, p. xxix et xxx) (Traduction libre)

Opération	Stratégie	Exemples de stratégies
addition	Tout compter/compter sur	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 …, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16.
	Double/presque-double	8+8 (8+8)-1
	Faire des dizaines	10+6
	Utiliser des repères ou utiliser des nombres amicaux	7+9= ? 9+1=10 7+10=17 17-1=16
	Briser chaque nombre en sa valeur de position	26+37= ? 20+30=50 6+7=13 50+13=63
	Compenser	26+37= ? 37+3=40 26+40=66 66-3=63
	Additionner par morceaux	5+5+6
multiplication	Addition répétée/compter par bonds	4+4+4+4 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16
	Utiliser des repères ou utiliser des nombres amicaux	9x6= ? 9x5=45 45+9=54
	Distributivité (multiplication décomposée)	(4x4)+(3x4)
	Doubler ou diviser en deux	8x2 16÷2
	Distributivité (diviser en facteurs plus petits)	2x (4x2)

Comme mentionné précédemment, le principal objectif des CM est que les élèves partagent et développent un répertoire de stratégies précises, efficaces et fluides. Ainsi, ils doivent faire des choix judicieux de stratégies en fonction du contexte. En plus de développer le raisonnement multiplicatif explicitement ciblé par les séances, Parrish (2014) mentionne que les CM renforcent également les concepts et les compétences mathématiques suivantes : le sens du nombre, la valeur de position, les propriétés des nombres et la création de liens entre les idées mathématiques.

Enfin, pour ce présent projet de recherche, les déclencheurs, soit les images et les problèmes proposés aux élèves lors des interventions, seront choisis afin d'utiliser les CM pour favoriser la compréhension des problèmes de nature multiplicative, le développement du raisonnement multiplicatif et l'utilisation de stratégies additives et multiplicatives. Dans ce sens, la disposition des éléments sur les images correspondra aux sens multiplicatifs choisis tels que l'addition répétée, la disposition rectangulaire, l'aire et le volume. De nombreuses caractéristiques des CM seront reprises lors des séances mises en œuvre dans la classe telles que la gestuelle propre aux CM, l'organisation spatiale, la fréquence ainsi que la durée des CM. L'accent sera mis sur le partage collectif de stratégies précises, efficientes et flexibles.

2.3. La collaboration interprofessionnelle

La collaboration interprofessionnelle en milieu scolaire implique une posture d'interdépendance entre des personnes professionnelles collaboratrices qui mettent à profit leur expertise respective pour résoudre des problèmes et pour arriver à un but commun (Beaumont et al., 2011). Ce type de collaboration est possible lorsque plusieurs professionnels ou professionnelles ayant différentes spécialités travaillent ensemble.

En ce qui concerne la collaboration interprofessionnelle entre une personne orthopédagogue et une personne enseignante, différentes modalités de collaboration sont possibles. Cela dit, pour bénéficier des avantages de la collaboration interprofessionnelle en contexte scolaire, celle-ci ne nécessite pas que ces personnes soient dans le même local en même temps. Les professionnels et les professionnelles peuvent recourir à différents types de collaboration pour la planification et la mise en œuvre de projets collaboratifs en contexte éducatif. Le type de collaboration peut varier selon les tâches, les problèmes et les forces de chacun. Boily et al. (2018) présentent trois types de collaboration en dyade qui permettent de favoriser une réponse aux besoins des élèves et des différents professionnels et professionnelles tels que le coenseignement, la co-intervention et la consultation collaborative. Ces trois types de collaboration comprennent les processus de planification et les processus de mise en œuvre (Allenbach et al., 2016). Le tableau ci-dessous énonce ces types de collaboration.

Tableau 6 : Les types de collaboration selon Boily et al. (2018)

<table>
<tr><td rowspan="2">Co-enseignement</td><td colspan="2">L’un enseigne, l’autre observe.</td><td colspan="2">Enseignement de soutien</td><td colspan="2">Enseignement parallèle</td></tr>
<tr><td colspan="2">Enseignement en ateliers</td><td colspan="2">Enseignement alternatif</td><td colspan="2">Enseignement partagé</td></tr>
<tr><td>Co-intervention</td><td colspan="3">Co-intervention interne</td><td colspan="3">Co-intervention externe</td></tr>
<tr><td>Consultation collaborative</td><td colspan="6">Consultation et partage entre plusieurs intervenants</td></tr>
</table>

Comme le précise le tableau 6, il existe six types de co-enseignement, deux types de co-intervention et la consultation collaborative. Dans le cadre du projet, la consultation collaborative est mise de l'avant. Cette dernière consiste à regrouper deux ou plusieurs intervenants ou intervenantes afin qu'ils ou elles se consultent et partagent leur expertise pour mettre en place des solutions relatives à certaines problématiques vécues par les élèves. Les avantages de cette collaboration sont : une réduction des redoublements, l'orientation d'élèves vers des structures spécialisées et la réduction d'alternance d'enseignants (Allenbach et al., 2016). En revanche, selon personnes autaures, la consultation collaborative « peut aussi déboucher sur une relation structurellement asymétrique » (p.76) entre la personne enseignante et l'autre personne intervenante.

Dans le cadre du projet, la personne enseignante et la personne orthopédagogue devront se consulter à plusieurs moments. Cette démarche de travail permettra aux personnes collaboratrices de s'entraider et de réaliser les tâches de manière à mettre à profit leur expertise. « Ainsi, la collaboration peut renforcer et valoriser les identités de chacun » (Bergeron, 2014, cité dans Allenbach et al., 2016, p. 82). Le type de collaboration qui sera mis en place est la consultation collaborative.

2.4. Les objectifs de recherche

Considérant le fait que les CM semblent constituer une avenue intéressante pour les élèves pour soutenir la compréhension des problèmes de nature multiplicative et le développement du raisonnement multiplicatif, ce projet propose de mettre en œuvre des séances de CM portant sur différents sens de la multiplication, soit l'addition répétée, la disposition rectangulaire, l'aire et le volume. Dans ce projet, ces sens de la multiplication seront travaillés à l'oral par les élèves à travers des processus personnels et nous serons attentive au développement du raisonnement multiplicatif. Les CM seront animées en respectant la gestuelle habituelle de cette stratégie d'enseignement-apprentissage, et des conditions favorisant le bon déroulement de la séquence et des séances de CM seront mises en place. Quant à la collaboration interprofessionnelle, elle prendra la forme de consultation collaborative lors des six semaines de la séquence. Considérant cela, deux objectifs de recherche émergent :

- Concevoir et mettre en œuvre, dans un contexte de collaboration interprofessionnelle entre une personne enseignante et une personne orthopédagogue, une séquence de séances de CM destinées à des élèves du deuxième cycle du primaire visant le développement du raisonnement multiplicatif.
- Décrire le développement du raisonnement multiplicatif et les stratégies déployées par les élèves à travers la séquence de séances de CM.

3. MÉTHODOLOGIE

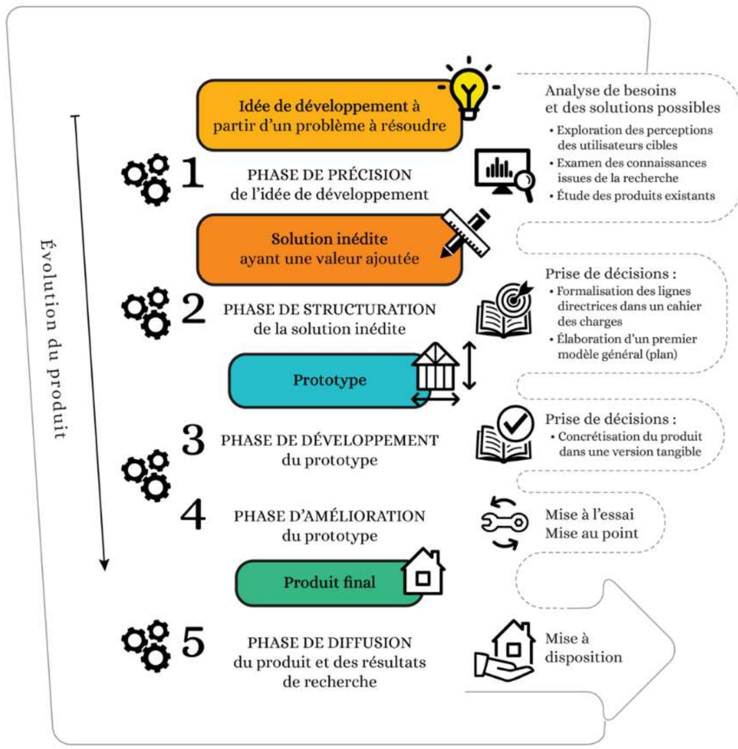
Ce chapitre précise les aspects méthodologiques qui permettent de répondre aux questions de recherche et d'atteindre les objectifs de la recherche. Le type de recherche est d'abord explicité, puis le portrait général des personnes participantes est décrit, soit celui de l'enseignante et des élèves. Par la suite, le déroulement des phases de développement et de mise à l'essai de la séquence de séances de CM est expliqué plus en détail. Nous présentons ensuite les outils de collecte de données mobilisés, ainsi que les modalités de traitement et d'analyse des données. Enfin, il sera question des considérations éthiques du projet de recherche.

3.1. Le type de recherche

Ce projet de recherche s'est largement inspiré de la méthodologie de la recherche-développement. Puisqu'il s'agit d'une méthodologie de recherche appliquée, l'intention de l'étudiante-chercheuse est de travailler à l'amélioration de l'action *pour* et *avec* les personnes actrices sur le terrain, en plus de produire des résultats qui seront utiles tant au monde de la recherche qu'au monde de la pratique (Bergeron et al., 2021). Pour cela, le contexte de la recherche doit être près du champ de travail des acteurs, soit dans une classe du deuxième cycle du primaire dans le cas de ce projet. Dans l'intention de se rapprocher du contexte authentique, d'inclure et de mettre de l'avant l'expertise ainsi que les connaissances d'une personne praticienne, la collaboration avec une personne enseignante a été indispensable. Effectivement, afin de bien comprendre le phénomène à l'étude et y proposer une solution viable, les différentes phases du projet ont l'avantage d'avoir été expérimentées en situation réelle.

Dans ce projet, en réponse au manque de solutions concrètes et de ressources francophones en lien avec les CM, le souhait était de développer un dispositif d'enseignement qui favorise le raisonnement multiplicatif des élèves du deuxième cycle du primaire. Les connaissances et les données générées, bien qu'elles possèdent un « caractère subjectif et contextualisé » (Bergeron et al., 2021, p. 11), aspirent à être transférables. Ces résultats prennent donc la forme de suggestions, de propositions et de mises en garde. En développant et en mettant à l'essai une séquence de séances de CM visant le développement du raisonnement multiplicatif d'élèves du deuxième cycle du primaire, de nouvelles connaissances ont été générées. La démarche réalisée pour y parvenir a des similitudes avec les différentes phases de la démarche itérative de la recherche-développement présentées dans la figure 2 qui suit.

Figure 2. La démarche itérative de RD (tirée de Bergeron et al, 2021, p. 31)



Selon Bergeron et al. (2021), cinq phases jalonnent la démarche en recherche-développement. Le déroulement du présent projet de recherche est présenté selon ces dernières.

Pour commencer, la phase de précision s'est déroulée en deux temps. Premièrement, un examen des connaissances et des ressources disponibles relatives aux CM a été réalisé lors de la rédaction de la problématique et du cadre conceptuel de l'essai. Il a alors été constaté que ce type de séquence de CM de quelques semaines ne semblait pas exister et que très peu de ressources francophones étaient disponibles. Les ressources anglophones ont toutefois permis de cibler les spécificités organisationnelles et gestuelles, ainsi que les conditions essentielles pour susciter l'engagement des élèves lors de CM. Ces principes ont servi de bases pour inspirer le développement de la séquence. Deuxièmement, une première rencontre s'est déroulée avec l'enseignante participante afin d'explorer les perceptions et les attentes de chacune relativement au projet. Une collaboration et une complémentarité des rôles se sont donc installées dès les premiers échanges. Une discussion portant sur ses connaissances des CM, la place de cette stratégie d'enseignement dans la classe, le concept de la multiplication abordé en classe, la fréquence des séances désirée, les besoins des élèves et leurs attentes sont des exemples des sujets qui ont permis de déterminer les besoins de l'enseignante quant à la séquence de séances de CM.

Ensuite, en ce qui concerne la phase de structuration, des décisions concernant la séquence ont été prises à la lumière des écrits consultés et des échanges avec l'enseignante afin de baliser son développement. Par exemple, il a été déterminé que :

- la gestuelle propre aux CM serait reprise;
- les déclencheurs seraient imagés;
- la durée des CM varierait entre 5 et 15 minutes;
- l'organisation spatiale propre aux CM serait reprise;
- l'accent serait mis sur des stratégies précises, efficientes et flexibles;
- le sens du nombre et des opérations seraient travaillés;
- trois des sens de la multiplication seraient mis de l'avant (addition répétée, disposition rectangulaire, aire et volume);
- la fréquence serait quasi quotidienne, soit du lundi au jeudi; et
- la durée du projet serait de six semaines.

Pour soutenir la planification tout au long du projet, un journal de bord a été mis en place afin d'y noter les décisions prises, les suggestions de déclencheurs, les choix didactiques réalisés, les réflexions de même que les stratégies des élèves.

Puis, lors de l'élaboration de la séquence, les phases de développement et d'amélioration se sont vécues de manière itérative. Les six semaines de la séquence ont été planifiées de manière évolutive. À la suite de chaque semaine, nous nous sommes rencontrées afin de faire un retour sur la semaine précédente et planifier la semaine suivante. Des ajustements étaient apportés lorsque c'était possible, et les améliorations ne pouvant être intégrées lors de la mise à l'essai ont été notées et intégrées à la séquence améliorée.

Enfin, en ce qui concerne la phase de diffusion, celle-ci sera assurée par la publication de l'essai et probablement par la publication d'un article professionnel et d'un ouvrage didactique portant sur les CM. Les résultats de recherche et la séquence de CM révisée seront alors mis à la disposition des personnes intéressées par cette stratégie d'enseignement-apprentissage.

3.2. Les personnes participantes

Le choix de l'enseignante-participante a été réalisé selon le principe de l'échantillonnage intentionnel (Fortin et Gagnon, 2016) en fonction de certains critères, soit d'être titulaire d'une classe de deuxième cycle du primaire, d'être présente en classe tous les jours ainsi que d'avoir un intérêt pour les CM. Une affiche de recrutement vulgarisée concernant le projet a été envoyée à la conseillère pédagogique de mathématiques de notre centre de services scolaire (annexe 1). Cette dernière a transféré l’affiche, par courriel, à quelques enseignants et enseignantes de deuxième cycle afin de leur présenter l’offre de participation au projet de recherche. À partir de cette affiche, deux personnes enseignantes ont mentionné leur intérêt à participer par l’intermédiaire d’un formulaire en ligne (annexe 2). Pour des raisons personnelles, l’une d’entre elles s’est désistée. Le projet s’est donc réalisé en collaboration avec la personne enseignante volontaire titulaire d’une classe multiniveau de 16 élèves, soit 11 élèves de troisième année et 5 élèves de quatrième année. Considérant le contexte de la pandémie de la COVID-19, l’entièreté des échanges et des rencontres se sont déroulés à distance en ligne.

Dès les premiers échanges avec la personne enseignante participante, l’intérêt de cette dernière pour les CM a été validé. Cette stratégie d’enseignement-apprentissage était une pratique déjà connue par l’enseignante puisqu’elle y avait occasionnellement recours en classe et qu’elle avait participé à une formation portant sur les CM offerte par une conseillère pédagogique du centre de services scolaire. Ainsi, l’implication reliée à ce projet s’avérait une occasion, pour l’enseignante, d’approfondir sa pratique concernant les CM, de développer et de piloter une séquence de séances de CM adaptées aux élèves de sa classe et de collaborer quotidiennement avec une orthopédagogue et étudiante-chercheuse pendant six semaines. Je jouais donc le rôle d’étudiante-chercheuse et d’orthopédagogue. Au moment du projet, l’enseignante-collaboratrice avait 15 années d’expérience en enseignement et plus précisément 12 années auprès des élèves du deuxième cycle. Diplômée du baccalauréat en éducation préscolaire et en enseignement primaire, elle a affirmé avoir fait beaucoup de formations continues au fil des années avec les offres de formation de son centre de services scolaire.

En ce qui concerne les élèves, ceux-ci avaient entre 8 et 9 ans au moment du projet. De manière générale et aux yeux de l'enseignante, le groupe n'avait pas de défi majeur sur le plan comportemental. Les défis relevaient plutôt de difficultés d'apprentissage et attentionnelles de quelques-uns, ainsi que de grands écarts de performance entre les élèves. En effet, les rythmes d'apprentissage des élèves variaient beaucoup d'un élève à un autre. Par exemple, elle disait devoir jongler avec des élèves ayant de grandes difficultés d'apprentissage et un élève ayant une possible douance. Quelques séances de CM avaient été menées par l'enseignante en classe avant le projet de recherche, mais jamais concernant le sens de la multiplication.

3.3. Le déroulement du développement et de la mise à l'essai de la séquence de séances de causeries mathématiques

Les phases de développement et d'amélioration du produit (phase 3 et 4 de la recherche-développement) sont celles où des données ont été colligées et analysées pour répondre aux objectifs de recherche. Pendant cette période charnière de six semaines, une semaine type comprenait trois ou quatre séances de CM, une tâche écrite et une rencontre collaborative. Le tableau 7 présente un exemple de planification d'une semaine du projet.

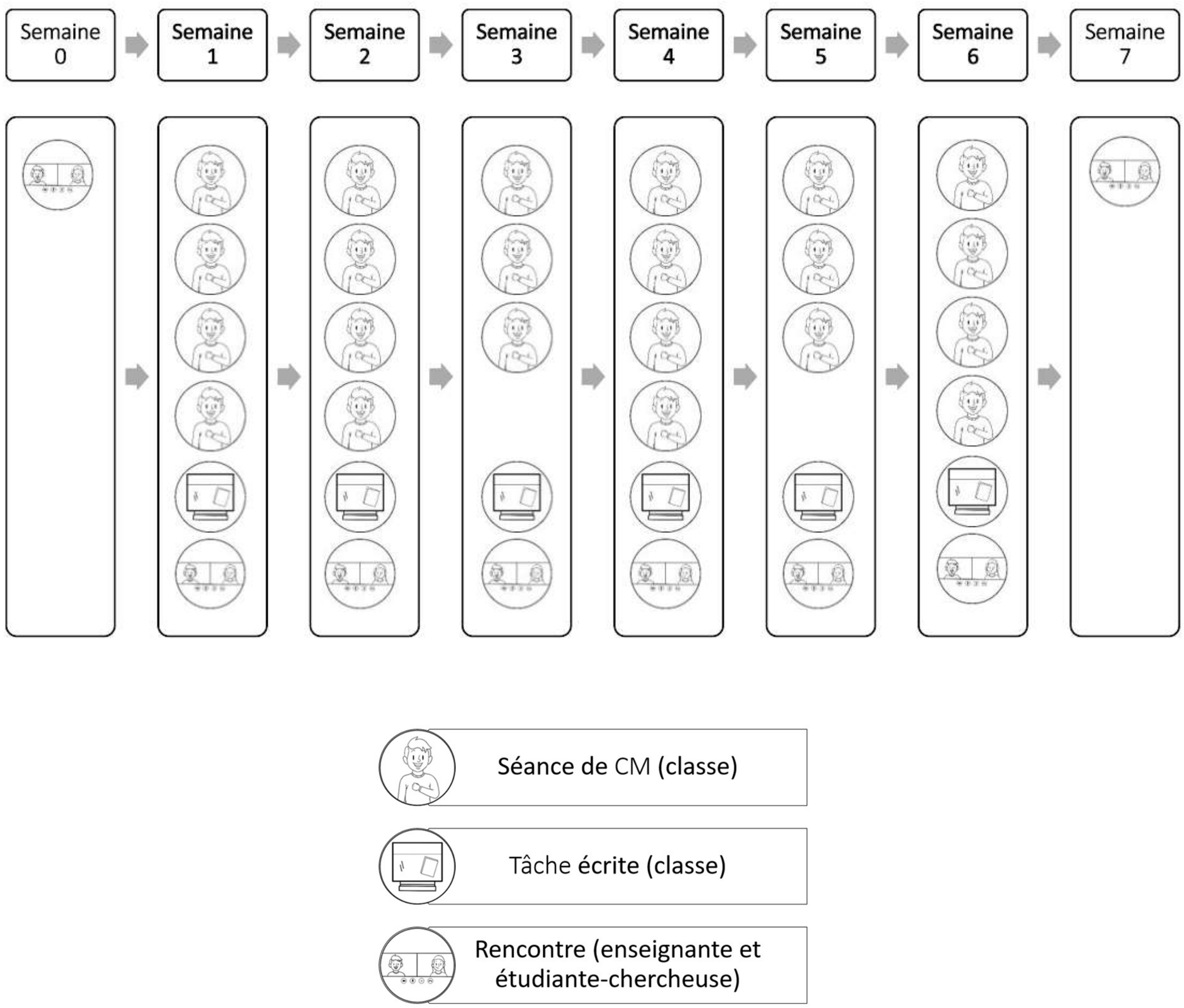
Tableau 7 : Le déroulement d'une semaine type

Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
• CM	• CM	• CM	• CM • Multiplication écrite	• Rencontre collaborative avec l'enseignante

Plus précisément, 22 séances de CM ont été réalisées entre le 8 mars 2021 et le 16 avril 2021. La durée de ces dernières a varié entre 13 et 32 minutes. De plus, à la fin de chaque semaine, les élèves ont réalisé une tâche écrite de multiplication, soit 6 au total. Puis, ces multiplications ont été reprises systématiquement en CM avec un déclencheur imagé lors de la première CM de la semaine suivante. Aussi, à la fin de chaque semaine, nous nous sommes rencontrées afin de faire un retour sur le déroulement de la semaine et planifier la semaine suivante. Cette façon de procéder nous a permis d'adapter les déclencheurs, de cibler le sens multiplicatif touché et d'ajuster le registre numérique à la progression des élèves. En dernier lieu, nous nous sommes également rencontrées pour discuter de l'entièreté du projet de recherche et de certains sujets tels que les stratégies de planification déployées, la mise en œuvre des séances et les stratégies mobilisées par les élèves.

Lors des CM, les élèves ont réfléchi et partagé oralement leurs stratégies concernant les déclencheurs imagés affichés au tableau interactif. Selon l'intention pédagogique et le moment de la séance, les déclencheurs, les questions posées et le registre numérique ont varié. Pour leur part, les tâches écrites ont servi à obtenir des traces écrites des démarches mathématiques utilisées par les élèves. Ainsi, il a été possible d'analyser les démarches des élèves en fonction du raisonnement (additif ou multiplicatif) et du processus (personnel ou conventionnel) utilisé. La figure 3 résume les rencontres collaboratives qui ont eu lieu, le nombre de séances de CM et les tâches écrites réalisées par les élèves chaque semaine.

Figure 3. Le déroulement du développement et du pilotage de la séquence de séances de CM, des tâches écrites et des rencontres



Afin de répondre aux objectifs du projet de recherche, différents moyens de communication ont été utilisés afin de collaborer et se rencontrer à distance. Considérant le fait que les interventions se sont déroulées à l'hiver 2021, au cœur de la pandémie de la COVID-19, il n'était pas possible pour moi d'être présente en classe. L'entièreté du projet et tous les échanges ont donc eu lieu en ligne exclusivement. À l'aide d'ordinateurs et de webcaméras, il a été possible d'assister à chacune des séances de CM réalisées en classe, prendre des notes et intervenir lors des séances, en plus de rencontrer l'enseignante chaque semaine pour faire un retour et planifier les séances de CM de la semaine suivante. Les moyens de communication en ligne ont permis au projet de se réaliser dans le contexte pandémique, puis de collecter encore plus aisément des données puisque l'ensemble des rencontres, et ce, autant avec l'enseignante que les élèves, ont été enregistrées. Les échanges écrits de documents et de notes se sont principalement faits par clavardage, par courriel et par des documents collaboratifs. Les détails concernant les outils de collecte de données utilisés sont explicités dans la section suivante.

3.4. Les outils de collecte de données

Le projet de recherche poursuivait deux objectifs. Le premier objectif était de concevoir et de mettre en œuvre, dans un contexte de collaboration interprofessionnelle entre une personne enseignante et une personne orthopédagogue, une séquence de séances de CM destinées à des élèves du deuxième cycle du primaire visant le développement du raisonnement multiplicatif. Deux outils ont permis de colliger des données pertinentes au regard de cet objectif, soit le journal de bord, ainsi que des captations vidéo des échanges réalisés entre les deux personnes collaboratrices. Pour ce qui est du deuxième objectif, qui était de décrire le développement du raisonnement multiplicatif et les stratégies déployées par les élèves lors des séances de CM et des tâches écrites, trois outils de collecte de données ont été utilisés. Ces outils sont : 1) les captations vidéo des échanges avec l'enseignante, 2) les captations vidéo des séances de CM, et 3) les traces écrites des élèves dans la réalisation des tâches écrites. Le tableau 8 présente les outils, leurs buts et les données brutes à analyser en fonction des objectifs.

Tableau 8 : Les outils de collecte de données, les buts et les données analysées en fonction des objectifs de recherche

<table>
<tr><td>Objectif de recherche</td><td>Outils de collecte de données</td><td>Intentions méthodologiques</td><td>Outils de traitement et d'analyse des données</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Objectif 1 : Concevoir séquence</td><td>Journal de bord</td><td>• Soutenir le travail collaboratif
• Donner une vue d'ensemble de la séquence prévue et de ce qui s'est vécu</td><td>• Résumé des décisions prises et des justifications</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Captations vidéo des échanges avec l'enseignante</td><td>• Garder des traces des réflexions et des décisions au sujet de la séquence</td><td>• Tableau synthèse des propos relatifs à la séquence</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Objectif 2 :

Décrire le raisonnement multiplicatif et les stratégies déployées</td><td>• Garder des traces des réflexions au sujet des stratégies mobilisées par les élèves</td><td>• Tableau synthèse des propos relatifs aux élèves</td></tr>
<tr><td>Captations vidéo des séances de CM</td><td>• Conserver les stratégies des élèves lors des CM
• Analyser les stratégies des élèves lors des CM</td><td>• Tableau de compilation des stratégies des élèves à l'oral</td></tr>
<tr><td>Traces écrites des tâches écrites des élèves</td><td>• Observer le développement du raisonnement et des processus</td><td>• Tableau des raisonnements et des processus observables des traces écrites</td></tr>
</table>

Concernant l'objectif 1, le tableau 8 permet de mettre en évidence que le Journal de bord a permis de soutenir le travail collaboratif lors de la prise de décisions, d'avoir une vue d'ensemble sur la séquence et de garder des traces des réflexions et des sujets abordés. Il contenait les suggestions de déclencheurs pour les séances de CM, les explications ainsi que les choix réalisés pour la planification, les stratégies utilisées par les élèves, les notes prises lors des rencontres hebdomadaires et les observations. Puis, les Captations vidéo des échanges avec l'enseignante lors des rencontres préparatoires, hebdomadaires et finales que nous avons réalisées ont permis de garder une trace des discussions, facilitant la prise de décisions pour les séances suivantes et pour l'élaboration de la séquence révisée. Ces captations vidéo contenaient les informations relatives au processus de planification, aux réflexions et aux justifications des choix réalisés tout au long de la phase de développement. En plus d'être utiles au premier objectif, les Captations vidéo des échanges avec l'enseignante contenaient des réflexions portant sur la progression des élèves et sur les stratégies mobilisées par les élèves qui ont été utiles au regard de l'objectif 2. À cela s'ajoutaient les captations vidéo des séances de CM contenant les stratégies partagées oralement par les élèves. Enfin, les traces écrites des Tâches écrites des élèves ont permis d'observer le développement du raisonnement additif ou multiplicatif ainsi que les processus utilisés avec leurs calculs et leurs dessins.

3.5. Le traitement et l'analyse des données

Le traitement et l'analyse des données ont été réalisés de manière qualitative, et ce, pour chacun des objectifs. Dans le cadre de ce type de recherche qualitatif, Fortin et Gagnon (2016) mentionnent que : « l'analyse de contenu est souvent la technique utilisée pour analyser les données; elle se fait avec ou sans assises théoriques » (p. 200). Les données associées au premier objectif ont été analysées de manière qualitative sans assises théoriques ou cadre conceptuel précis. Les sous-sections qui suivent permettront de constater la démarche utilisée. Pour ce qui est du deuxième objectif, l'analyse des données a été réalisée à l'aide du modèle interprétatif des conduites mathématiques selon Fortier-Moreau (2016) ainsi qu'à l'aide des stratégies additives et multiplicatives de Parrish (2014).

3.5.1. Les données relatives à la séquence

Afin de procéder à l'analyse des données du premier objectif, deux phases se sont succédé pour l'élaboration du Tableau synthèse des propos relatifs à la séquence. Celui-ci a été conçu lors du traitement des données concernant les informations relatives à la planification de la séquence. Premièrement, plusieurs lectures du Journal de bord ont permis de dégager les décisions prises et les raisons de ces dernières, de même que les déclencheurs utilisés. Ces derniers ont permis de préciser certains éléments tels que les sens de la multiplication abordés et l'évolution du registre numérique. Deuxièmement, l'écoute attentive des Captations vidéo des échanges avec l'enseignante a permis de synthétiser les échanges et les réflexions en fonction des catégories déterminées et des semaines du projet. Un tableau a été utilisé afin de regrouper les informations pour chacune des semaines du projet concernant ces trois catégories :

- Les idées et les réflexions concernant la conception de la séquence et la planification, comme les choix réalisés et les raisons de ces choix;

- Les idées émergeant de la réalisation des séances de CM et de la mise en œuvre avec les élèves, telles que les avantages, les stratégies d'animation utilisées, etc.;
- Les constats et les observations concernant les stratégies mobilisées par les élèves de manière générale, ainsi que certains cas d'élève.

Une fois les informations réunies dans le Tableau synthèse des propos relatifs à la séquence, un code de couleur a été utilisé pour relier les informations de même nature. Des sous-thèmes ont émergé des informations annotées. Par exemple, les propositions réalisées lors des rencontres collaboratives sont d'une même couleur, de même que les éléments à éviter ou à refaire pour une prochaine fois. Ces sous-thèmes ont permis d'obtenir une vue globale du processus de planification et des constats concernant la séquence en développement qui seront présentés dans les résultats.

3.5.2. Les données relatives au développement du raisonnement multiplicatif des élèves

En ce qui concerne le traitement et l'analyse des données relatives au deuxième objectif, les données analysées provenaient des Captations vidéo des séances de CM, des traces écrites des élèves produites lors de la réalisation des Tâches écrites, et des Captations vidéo des échanges avec l'enseignante.

Tout d'abord, les Captations vidéo des séances de CM ont été visionnées, et les stratégies partagées à l'oral par les élèves ont été résumées à l'écrit dans le Tableau de compilation des stratégies orales des élèves. Ce dernier est un document contenant six tableaux à double entrée permettant d'organiser les stratégies partagées par élève, selon la semaine et la séance de CM. Chaque page du document représente une semaine de CM. Puisque les CM se sont déroulées à l'oral, les notes prises visaient à décrire le plus adéquatement possible la pensée rapportée et le raisonnement utilisés par les élèves. Le tableau 9 illustre l'organisation du Tableau de compilation des stratégies des élèves à l'oral. La colonne de gauche a permis d'y inscrire le nom des élèves, puis la ligne du haut, d'y inscrire le numéro de la CM, la date, le registre numérique et finalement les éléments représentés sur le déclencheur imagé. Chaque combinaison, soit chacune des cases, a servi à résumer à l'écrit les stratégies des élèves.

Tableau 9 : L'organisation du tableau de compilation des stratégies des élèves à l'oral

Nom des élèves/CM	1 – 8 mars 2021 – 11 canards	2 – 9 mars 2021 – 28 bas	3 – 10 mars 2021 – 40 points	4 – 11 mars 2021 – 50 blocs
Nom 1				
Nom 2				
Nom 3				
…				

Si plus d'une stratégie avait été partagée par un élève lors d'une séance, elles y étaient toutes inscrites. Au contraire, une case vide indiquait que l'élève n'avait pas participé, n'avait pas partagé de stratégie ou qu'il était absent. Les commentaires, les questions posées à l'enseignante, les stratégies erronées ou tout autre partage fait par les élèves, perceptible lors des captations vidéo, ont été annotés dans le tableau. Bien que les CM se sont déroulées exclusivement à l'oral, les notes prises tentaient de décrire le plus adéquatement possible la pensée rapportée et le raisonnement utilisé par les élèves. Puis, par la description et le regroupement des stratégies, des catégories de stratégies ont alors émergé, puis des liens ont été faits avec les stratégies présentées par Parrish (2014).

Ensuite, les traces des élèves produites lors de la réalisation des tâches écrites, réalisées à la fin des six semaines par les élèves, ont été traitées en regard du modèle de Fortier-Moreau (2016), puis analysées et organisées dans le Tableau des raisonnements et des processus observables des traces écrites. Les traces ont été catégorisées avec un code de couleur en fonction des niveaux du modèle interprétatif des conduites d'élèves relativement au passage entre les structures additives et multiplicatives (Fortier-Moreau, 2016). Le niveau 1 est représenté en rouge. Le niveau 2 est segmenté en trois; ainsi le niveau 2.1 est en orangé, le niveau 2.2 en jaune et le niveau 2.3 est en vert. Le niveau 3 est représenté en bleu.

Lors des rencontres collaboratives, nous avons discuté des stratégies et du comportement des élèves de la classe de manière générale, mais parfois aussi de manière plus ciblée envers un élève. De ce fait, le visionnement des Captations vidéo des échanges avec l'enseignante a aussi permis d'analyser le développement du raisonnement multiplicatif chez les élèves, plus particulièrement en ciblant des exemples et des commentaires que nous avons mentionnés concernant certaines stratégies mobilisées par les élèves. Plusieurs informations utilisées pour les résultats, telles que la progression des élèves de manière générale, les remarques de cas d'élèves et les exemples précis tirés des séances de CM, sont présentées dans le Tableau synthèse des propos relatifs aux élèves. Ainsi, ce tableau a pu être utilisé afin d'analyser le développement du raisonnement multiplicatif des élèves. Ces passages ont pour la plupart été utilisés comme informations complémentaires aux données du Tableau de compilation des stratégies des élèves à l'oral et du Tableau des raisonnements et des processus observables des traces écrites. Ces exemples et ces commentaires ont permis de faire référence à des situations et à des cas d'élèves de manière précise. Les résultats analysés en regard des tableaux de données ont donc pu être illustrés à l'aide de situations détaillées.

En définitive, en réponse à l'objectif 2, les stratégies présentes dans le Tableau de compilation des stratégies des élèves à l'oral ont été analysées en regard des stratégies présentées par Parrish (2014). Puis, le Tableau des raisonnements et des processus observables des traces écrites a été analysé avec le modèle interprétatif des conduites multiplicatives de Fortier-Moreau (2016). Enfin, le Tableau synthèse des propos relatifs aux élèves a été utilisé de manière complémentaire pour l'interprétation des résultats. Les trois sources de données ont donc permis d'analyser et d'interpréter la progression du développement du raisonnement multiplicatif des élèves.[3]

3.6. Les considérations éthiques

En prévision de la réalisation de notre projet dans un milieu de pratique, une demande de certification éthique a été envoyée au Comité d'éthique de la recherche de l'Université du Québec à Trois-Rivières en juillet 2020. Après une évaluation de la demande, le Comité a conclu que le présent projet ne nécessitait pas de certification éthique, puisqu'il représentait un projet de développement professionnel plutôt qu'un projet de recherche.

---

[3] Par exemple, dans la section de l'étude de cas de Rachel, nous avons eu recours à un exemple de stratégie utilisée lors d'une CM, à un résumé d'une discussion des deux collaboratrices issue de la première rencontre hebdomadaire ainsi qu'à une numérisation de traces de tâches écrites. Nous avons discuté d'une stratégie partagée par Rachel, soit (3x4)-1=11, lors de la première séance de CM. Afin d'écrire cette stratégie, l'enseignante a eu recours aux parenthèses, et à la suite des explications de l'enseignante, Rachel a semblé se donner intrinsèquement l'objectif d'utiliser les parenthèses. Nous avons discuté de ce moment et de cette élève lors des rencontres hebdomadaires. De surcroit, une numérisation des traces écrites a été utilisée pour illustrer le processus de l'élève.

Cela dit, dans un souci d'éthique et de transparence, une lettre informative expliquant les grandes lignes du projet et l'implication des élèves dans celui-ci a été remise aux parents des élèves de la classe par l'intermédiaire de leur enseignante. La lettre informative est présentée en annexe (annexe 3). De plus, il a été mentionné que toutes les captations vidéo réalisées seraient supprimées à la fin du projet de recherche. La direction de l'école a été informée de la réalisation du projet, et elle s'est montrée positive et enthousiaste à son égard.

Dans un autre ordre d'idées, il a été mentionné à l'enseignante, lors de la première rencontre, qu'elle pouvait mettre fin à sa participation et à son implication au projet tout au long des interventions, et ce, sans conséquence. Sa participation au projet se voulait donc libre et éclairée. De plus, des attentions éthiques et des mesures de confidentialités ont été mises en place pendant le projet, et lors des interventions en classe et dans la rédaction de l'essai. Premièrement, l'ensemble des données et des captations vidéo ont été conservées dans un espace de stockage sécurisé en ligne. Les seules personnes ayant eu accès aux données brutes de la recherche sont l'enseignante, les deux membres de mon équipe de direction et moi-même. Deuxièmement, les fichiers et les captations vidéo seront détruits à la suite de la publication de l'essai. Troisièmement, l'école n'est pas identifiée et des prénoms fictifs d'élèves sont utilisés dans l'essai afin d'assurer leur confidentialité et le prénom de l'enseignante a été gardé avec son accord.

4. RÉSULTATS

Cette section portant sur les résultats obtenus permet de présenter ces derniers selon les deux objectifs de recherche, soit la conception et la mise à l'essai d'une séquence de séances de CM et le développement du raisonnement multiplicatif des élèves et les stratégies déployées à travers la mise en œuvre d'une séquence de séances de CM.

4.1. La conception et la mise à l'essai d'une séquence de séances de causeries mathématiques

Le premier objectif consiste à concevoir et à mettre en œuvre, dans un contexte de collaboration interprofessionnelle entre une personne enseignante et une personne orthopédagogue, une séquence de séances de CM destinées à des élèves du deuxième cycle du primaire visant le développement du raisonnement multiplicatif. Afin d'atteindre l'objectif, une synthèse des rencontres collaboratives réalisées est présentée. Par la suite, les constats et les ajustements effectués lors de la mise en œuvre de la séquence ainsi que des constats généraux en lien avec la pratique des CM sont explicités. Pour terminer la section, une liste détaillant les décisions et les éléments à prendre en considération lors de la planification d'une séquence de séances de CM est présentée. La séquence initiale de CM est disponible en annexe (annexe 4), tout comme la séquence de CM révisée à la suite des semaines d'interventions en classe (annexe 5).

4.1.1. La description de la planification et de la mise en œuvre de la séquence de séances de CM telle que vécue

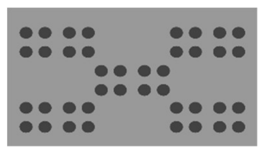
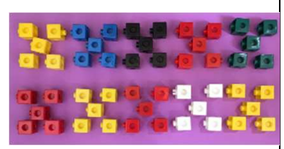
Pour chaque semaine du projet se trouve un résumé des déclencheurs imagés utilisés, soit l'image utilisée, la question posée, un résumé du déroulement de la semaine, des choix, des ajustements et des constats effectués. Des tâches de multiplication écrites ont aussi été réalisées par les élèves, et ce, à chaque semaine. Toutefois, ces dernières sont abordées dans la deuxième section des résultats.

La planification de la semaine 1

En amont de la première semaine, une rencontre préparatoire a été réalisée avec l'enseignante, permettant ainsi de clarifier les modalités de collaborations et de prendre connaissance de certaines informations relatives à la classe, telles que les types de CM réalisées en classe, les sens de la multiplication abordés, certaines forces et certains défis des élèves.

À la suite de la rencontre préparatoire, j'ai identifié quatre déclencheurs pour les séances de CM de la première semaine ainsi qu'une tâche écrite et je les ai proposés par courriel à l'enseignante. Cette dernière les a consultés et m'a confirmé que cela lui convenait. Aucun changement n'a été apporté. Ainsi, seuls quelques échanges de courriel ont été réalisés pour la planification de la première semaine. Les déclencheurs planifiés et utilisés pour les quatre séances de CM de la semaine 1 sont présentés dans le tableau 10.

Tableau 10 : Les déclencheurs des séances de CM de la semaine 1

1	2	3	4
Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver le nombre de canards le plus rapidement possible ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver le nombre de bas le plus efficacement possible ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver efficacement le nombre de points qu'il y a au total ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver rapidement le nombre de cubes ?
			
Novakowski (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html	Codewod (2014) http://ntimages.weebly.com/photos.html	Tranche (s.p.) Points/dots http://ntimages.weebly.com/points--dots.html	Sharpe (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html

Sur le plan didactique, les déclencheurs de CM contenaient 50 éléments ou moins, soit 11, 28, 40 et 50. Le registre numérique augmentait au fil de la semaine. Le sens de la multiplication travaillé avec la première situation est la disposition rectangulaire. Le registre numérique y est assez bas afin de permettre aux élèves de se familiariser avec les modalités des CM. Cette amorce nous a aussi permis d'intégrer le dispositif technologique du projet et de nous ajuster dès la semaine suivante. Pour les trois autres séances de CM de la semaine, les éléments sont regroupés de manière variée (en pair, en paquets de 8 et en paquet de 5) dans le but de favoriser des liens avec les tables de multiplication et l'addition répétée. La question posée aux élèves était : Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver le nombre d'[éléments] le plus rapidement ou le plus efficacement possible ?[4]

Les quatre séances se sont déroulées sans problèmes ou embuches majeurs, les élèves étaient motivés et ils prenaient souvent la parole. La majorité des élèves ont pris parole plusieurs fois pendant la semaine, parfois trois et même quatre fois. Les stratégies utilisées par les élèves étaient variées : addition répétée, comptage par bonds, déplacements, regroupements et multiplication. Lors de la deuxième séance, l'enseignante a intégré le symbole de la parenthèse pour écrire au tableau la stratégie d'une élève, soit : 2x (2x7). Malgré le fait que cela ne soit pas attendu dans la PDA (MELS, 2009) pour le deuxième cycle, c'est l'écriture qui lui est apparue la plus adéquate afin de respecter la stratégie partagée par l'élève ainsi que la priorité des opérations. Une courte explication a été mentionnée et les élèves ne s'y sont pas opposés. Ils ont semblé comprendre les groupements identifiés par les parenthèses. Cela a aussi permis de faire un lien avec l'arbre des facteurs.

À la suite de cette première semaine de CM, nous avons discuté et fait comme choix pour la semaine suivante de rappeler les stratégies utilisées et de demander aux élèves de voter pour la stratégie qu'ils préféraient. Sans comptabiliser le nombre de votes pour chaque stratégie, cette question posée aux élèves leur a permis de se positionner quant à la stratégie qu'ils préféraient et qu'ils sentaient comprendre le mieux. De plus, le choix de réaliser et d'afficher un tableau d'ancrage qui rappelle le nom des stratégies a permis d'ajouter un fil conducteur entre les séances

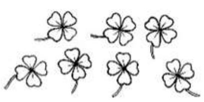
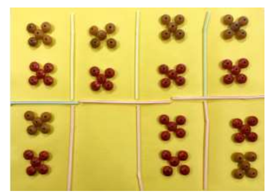
[4] Dans la séquence de séances de CM, les termes rapidement et efficacement ont été utilisés de manière équivalente.

et d'offrir un support visuel pour les élèves. Les noms des stratégies utilisées par les élèves étaient simplement inscrits dessus, comme : addition répétée, regroupement, bonds de 5, bonds de 10, etc. Au fil des séances, des liens étaient faits entre les stratégies utilisées par les élèves et le tableau, ce qui a favorisé la mémorisation des stratégies et de leur nom.

La planification de la semaine 2

Pour la planification de la semaine 2, de manière semblable à la planification de la première semaine, j'ai envoyé une suggestion de quatre déclencheurs pour les séances de CM et une situation de tâche écrite à l'enseignante, et elle a mentionné que cela convenait lors de la rencontre hebdomadaire réalisée à la fin de la première semaine. Peu d'échanges et de discussions relatives aux choix ont eu lieu. Les déclencheurs utilisés pour la deuxième semaine sont présentés dans le tableau 11.

Tableau 11 : Les déclencheurs des séances de CM de la semaine 2

5	6	7	8
Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver rapidement le nombre de feuilles au total ?[5]	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver efficacement le nombre de fraises ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver rapidement le nombre de poissons ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver efficacement le nombre de billes ?
			
Morin (2021)	Newell (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html	Bedtime Math. (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html	Sharpe (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html

La première séance de CM était un retour sur la tâche écrite de la semaine précédente, soit de trouver le nombre de feuilles que contiennent sept trèfles à quatre feuilles. Les registres numériques des séances étaient de 28, 30, 55 et 70, puis les dispositions et les groupements étaient variés (4, 5, 6 et 10 [5x2]) afin de favoriser des liens avec certains faits numériques de la multiplication. La question posée aux élèves lors de la deuxième semaine est identique à celle de la première semaine :

[5] Déclencheur issu de la tâche écrite de la semaine 1.

Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver le nombre d'[éléments] le plus rapidement ou efficacement possible ?

La deuxième semaine de CM s'est bien déroulée, les élèves participaient beaucoup et ils semblaient motivés. Dans ce sens, l'enseignante a mentionné : « *C'est beau de les voir évoluer et de voir à quel point ils deviennent vraiment plus stables. Pour vrai, c'est eux qui me rappellent : "Véronique, on a des* [CM] *aujourd'hui !"* » (Enseignante, rencontre hebdomadaire semaine 2, 8 min 53 s).

Les stratégies utilisées par les élèves concernent autant l'addition que la multiplication. Il est intéressant de constater que des liens non planifiés ont été faits parfois par les élèves et parfois par l'enseignante lors des séances, par exemple des liens avec les nombres carrés, l'arbre des facteurs, les priorités des opérations et l'association entre l'addition répétée et la multiplication. Lorsque les élèves ont nommé leurs stratégies, ils faisaient très souvent référence au tableau d'ancrage affiché en classe.

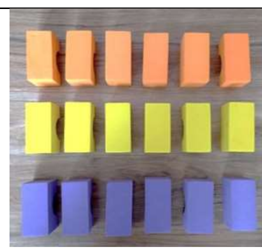
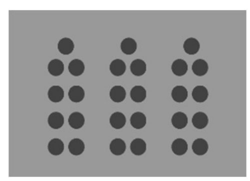
Dans un autre ordre d'idées, lors des premières séances de la semaine 2, un des élèves a partagé quelques stratégies erronées. Par exemple, il a confondu le symbole de l'addition et de la multiplication et à deux autres moments, il cherchait à diviser l'ensemble des éléments quand la question était de trouver le nombre d'éléments au total. J'ai suggéré à l'enseignante de questionner l'élève quant à sa démarche et à l'objectif de sa stratégie en regard de la question posée plutôt que de mentionner à l'élève que sa stratégie était erronée. L'objectif de cette intervention était d'amener l'élève à comprendre son erreur et d'en prendre conscience pour faire de meilleurs choix par la suite, comme cela est proposé dans les écrits des CM.

Pour la planification de la troisième semaine, une décision a été prise afin que les déclencheurs permettent d'aborder les concepts de rangées et de colonnes puisqu'il s'agissait d'une difficulté qui a été observée par l'enseignante lors d'une évaluation réalisée en marge du projet et que cela se prêtait bien au sens de la disposition rectangulaire. Les déclencheurs utilisés ont permis d'aborder le concept du double en réalisant un lien avec les faits numériques des multiplications par 2 vus en classe. De plus, les choix des déclencheurs ont été effectués pour la semaine 3 afin d'éviter les groupements de 5 puisque les déclencheurs ont fait émerger, chez les élèves, beaucoup de stratégies avec le facteur 5 (5x6, 5x11, 5x14) durant la deuxième semaine. L'enseignante a donc suggéré que les prochains regroupements soient variés afin de permettre aux élèves de progresser vers une plus grande diversité de stratégies.

La planification de la semaine 3

Lors de la rencontre hebdomadaire avec l'enseignante, nous avons fait un retour sur la semaine 2. Nous avons également planifié les séances de CM de la troisième semaine, mais d'une manière différente que pour les semaines précédentes, afin de favoriser la discussion et les échanges quant aux choix de déclencheurs utilisés. Ainsi, plutôt que de proposer directement des déclencheurs, j'ai présenté six images à l'enseignante par l'intermédiaire du journal de bord collaboratif. Puis, en fonction des échanges et des objectifs fixés pour la semaine 3, soit d'intégrer les concepts de rangées et de colonnes et de parler de la stratégie des doubles, les choix de déclencheurs ont été faits en conséquence. Le tableau 12 résume les déclencheurs utilisés pour la troisième semaine de la séquence.

Tableau 12 : Les déclencheurs des séances de CM de la semaine 3

Discussion[6]	9	10	11
Dans l'armoire de Léna, il y a 12 emballages de biscuits. Dans chaque emballage, il y a 2 biscuits. Combien de biscuits y a-t-il dans l'armoire ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver efficacement le nombre de blocs ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver rapidement le nombre de points ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver efficacement le nombre de points sur les dominos ?
			
Morin (2021)	Morin (2021)	Tranche (s.p.) Points/dots http://ntimages.weebly.com/points--dots.html	Morin (2021)

La première séance de la semaine portait sur la tâche écrite précédente, soit une situation avec 12 emballages de 2 biscuits. L'enseignante ne voulait pas nécessairement consacrer toute une séance

[6] La première séance de chaque semaine est une causerie qui permet d'aborder la tâche écrite de la semaine précédente avec un déclencheur imagé. Étant donné que les élèves ont rencontré très peu de difficultés lors de la tâche écrite de la deuxième semaine, l'enseignante a considéré que le retour ne nécessitait pas une CM élaborée. Ainsi, seule une courte discussion a été réalisée lors de la collation afin de faire un retour avec les élèves.

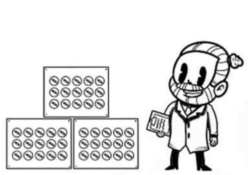
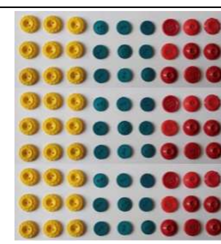
de CM à ce déclencheur puisque la tâche écrite qui y était reliée la semaine précédente avait été très bien réussie par les élèves. Ainsi, l'image avec les emballages de biscuits a été le sujet d'une très courte discussion lors de la collation des élèves. Cette discussion n'a pas été considérée comme une CM. Pour ce qui est des autres séances, les éléments présentés dans les déclencheurs étaient alignés de différentes manières avec 18 blocs, 27 points et 32 points représentés sur des dominos. Lors de ces séances, la question demandée aux élèves n'a pas été modifiée par rapport aux deux premières semaines. Pour la tâche écrite, j'ai proposé à l'enseignante une situation qui représentait 3 boites de 12 vaccins et où les élèves devaient trouver le nombre total de vaccins. L'enseignante a suggéré de modifier le nombre d'éléments afin de varier du facteur 12, puisque ce facteur avait été utilisé lors de la tâche écrite de la semaine 2, soit les 12 emballages de 2 biscuits. Ainsi, le déclencheur a été modifié pour 3 boites de 15 vaccins.

Après déjà trois semaines de séances de CM réalisées presque quotidiennement, l'enseignante a souligné qu'elle voyait déjà une évolution chez les élèves. Considérant la progression du groupe, l'enseignante a mentionné que si ce n'était pas du projet de recherche, elle aurait considéré que les élèves ont suffisamment travaillé le raisonnement multiplicatif et qu'elle aurait passé à un concept mathématique différent. À ce moment, elle a dit qu'ils ne maitrisaient pas tous complètement la multiplication, mais qu'ils étaient majoritairement bons. Elle a également indiqué que les stratégies sont répétées de jour en jour. Les élèves utilisaient beaucoup les regroupements, ce qui nécessite l'utilisation des parenthèses. L'enseignante résume et répète les stratégies partagées par les élèves dans d'autres mots, ce qui, selon nous (l'enseignante et moi), facilite la compréhension des élèves. De plus, cela a grandement simplifié la prise de notes.

La planification de la semaine 4

Comme pour la troisième semaine, nous avons discuté et choisi trois images parmi neuf photos que j'ai suggérées pour la planification de la quatrième semaine. Le tableau 13 précise les déclencheurs choisis pour les séances de CM de la semaine 4.

Tableau 13 : Les déclencheurs des séances de CM de la semaine 4

12	13	14	15
Combien y a-t-il de vaccins ? Quelle réponse as-tu obtenue ? Quelle(s) stratégie(s) as-tu utilisée(s) pour y arriver ?[7]	Combien y a-t-il de biscuits ? Quelle réponse as-tu obtenue ? Quelle(s) stratégie(s) as-tu utilisée(s) pour y arriver ?	Combien y a-t-il d'espaces de couleur ? Quelle réponse as-tu obtenue ? Quelle(s) stratégie(s) as-tu utilisée(s) pour y arriver ?	Combien y a-t-il de boutons ? Quelle réponse as-tu obtenue ? Quelle(s) stratégie(s) as-tu utilisée(s) pour y arriver ?
			
Morin (2021)	Novakowski (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html	Novakowski (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html	Morin (2021)

[7] Déclencheur issu de la tâche écrite de la semaine 3.

Pour ces quatre nouvelles séances, le registre numérique augmentait avec les nombres 45, 33, 64 et 81. Les représentations et les regroupements sont variés et les nombres carrés sont mis de l'avant. De plus, une modification a été réalisée en ce qui concerne la question demandée aux élèves. Plutôt que de simplement demander : « Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver efficacement le nombre d'éléments ? », il était demandé aux élèves « Combien y a-t-il d'éléments ? Quelle est ta solution ? Quelle(s) stratégie(s) as-tu utilisée(s) pour y arriver ? ». L'intention était d'amener les élèves à mentionner le nombre d'éléments présents au total en plus de partager leur stratégie afin de les encourager à expliquer leur raisonnement en étapes et en utilisant des nombres.

Quelques idées ont été nommées lors de notre rencontre. Ainsi, il a été convenu que lors des séances de CM de la semaine, l'enseignante, lorsque c'était possible, allait questionner les élèves afin qu'ils expliquent comment ils ont réalisé leur stratégie mentalement étant donné qu'ils n'ont pas de support pour écrire. Pour ce qui est de la tâche écrite, une situation a été suggérée et cela convenait à l'enseignante. Les élèves devaient déterminer le nombre total de crayons ramassés par l'enseignante, sachant qu'elle avait trouvé 12 paquets de 6 crayons.

Lors de la quatrième semaine, les séances de CM se sont bien déroulées. Les élèves continuaient à bien interagir et à proposer des stratégies malgré l'augmentation du registre numérique. Les déclencheurs utilisés, ayant des nombres assez élevés, ont favorisé une grande quantité de stratégies chez les élèves. L'enseignante a trouvé que ce grand nombre de stratégies nécessitait beaucoup de temps. Toutefois, elle a mentionné que ce temps n'était pas perdu puisque les élèves ont progressé, qu'ils ont fait des apprentissages en plus de revoir d'autres notions à travers les CM, par exemple les nombres carrés.

La planification de la semaine 5

Afin de planifier les séances de la cinquième semaine, nous avons discuté et fait des choix lors de la rencontre hebdomadaire de la semaine 4 à partir d'une trentaine de propositions de déclencheurs. En considérant les séances de la semaine 4 et la progression souhaitée, les décisions ont été prises afin que les déclencheurs de la cinquième semaine portent davantage sur l'aire et le volume. Puisque nous souhaitions introduire l'aire et le volume, c'est ce sens de la multiplication qui a été visé par les déclencheurs suggérés. Ainsi, l'enseignante et moi-même avons discuté et choisi trois images parmi les suggestions pour les trois séances de CM de la semaine 5. Le tableau 14 résume les déclencheurs de la cinquième semaine de CM.

Tableau 14 : Les déclencheurs des séances de CM de la semaine 5

16	17	18
Trouve le nombre de crayons au total. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.[8]	Combien de papillons adhésifs cela prend-il pour recouvrir le dessus du bureau au complet ? Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.	Trouve le nombre de rouleaux de papier de toilette au total. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.
		
Morin (2021)	Morin (2021)	Morin (2021)

En ce qui concerne la progression, nous avons fait évoluer le registre numérique selon les différents sens de la multiplication. Ainsi, le registre numérique utilisé est variable puisque différents sens de la multiplication ont été travaillés lors de cette semaine, soit l'addition répétée et le sens de l'aire et du volume. Un retour a été réalisé avec la multiplication écrite de la semaine précédente qui portait sur 12 regroupements de 6 crayons, soit un registre numérique de 72. Une des séances portait sur l'aire d'une surface avec des papillons adhésifs (60 éléments) et l'autre portait sur le volume avec un ensemble de rouleaux de papier hygiénique disposé pour la première fois en trois

[8] Déclencheur issu de la tâche écrite de la semaine 4

dimensions (18 éléments). Un déclencheur supplémentaire avait été choisi avec le sens du volume. Toutefois, une des séances a dû être annulée puisque la classe était en retard en raison d'une sortie scolaire. La dernière séance de la semaine a donc été remise à la semaine 6. Puis, la tâche écrite a été conçue en collaboration afin de créer une situation de recouvrement de surface avec le sens de l'aire. Cette situation mettait de l'avant un recouvrement de plancher en tuile de céramique ayant un côté avec 8 tuiles et un autre côté avec 7 tuiles, soit un total à trouver de 56 tuiles.

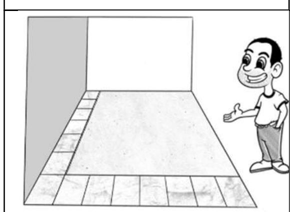
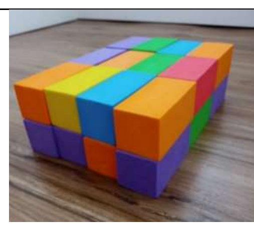
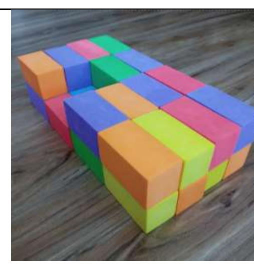
Lors de cette semaine, un souhait de l'enseignante était de miser davantage sur l'efficacité des stratégies et moins sur la quantité de stratégies proposées par les élèves afin de réduire la durée des CM. Une discussion a émergé de ce souhait et des choix ont été effectués dans ce sens. Ainsi, une méthode d'enseignement utilisée en classe s'est vue transférée lors de certaines CM dans le but de réduire le temps des CM et d'aider les élèves à cibler des stratégies efficaces. Les élèves ont donc réalisé la stratégie PPP (pense-parle-partage); ils devaient donc penser, parler avec un pair en discutant de leur réponse pour ensuite partager au groupe leur réponse. De plus, j'ai proposé de modifier la question et d'amener les élèves à justifier la ou les raisons qui font que leur stratégie est efficace. La question demandée est donc devenue : Trouve le nombre [d'éléments] au total. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.

Lors de la cinquième semaine, le changement de question a permis de faire trois séances de CM moins longues, qui se rapprochent plus du temps mentionné dans les écrits de CM, soit entre 5 et 15 minutes. Bien que le sens de l'aire et du volume ait été abordé pour une première fois, les élèves n'ont pas semblé déstabilisés et ils ont tout de même proposé et partagé des stratégies pertinentes. Lors de la dernière séance de la semaine, observant que les élèves avaient peu d'explications et d'arguments, j'ai donné quelques propositions d'explications aux élèves pour les aider à justifier au reste du groupe en quoi la stratégie qu'ils ont choisie était efficace. L'idée était d'expliquer l'efficacité d'une stratégie en nommant : les étapes utilisées, les regroupements vus et utilisés pour le calcul, et les éléments imaginés comme les rouleaux de papier hygiénique cachés dans le déclencheur 18.

La planification de la semaine 6

Les séances de CM de la sixième semaine ont été planifiées en collaboration lors de la rencontre hebdomadaire de la semaine 5 à partir des suggestions de déclencheurs des semaines précédentes ainsi que parmi les 5 déclencheurs symboliques proposés, soit 5 équations mathématiques à résoudre. Lors de la rencontre, nous avons conclu qu'il serait pertinent de poursuivre avec des CM où le sens de l'aire et du volume serait mis de l'avant étant donné qu'il n'avait pas été abordé autant que les déclencheurs portant sur les sens de l'addition répétée et de la disposition rectangulaire. Les déclencheurs utilisés pour la sixième et dernière semaine de CM sont résumés dans le tableau 15.

Tableau 15 : Les déclencheurs des séances de CM de la semaine 6

19	20	21	22
Trouve le nombre de tuiles nécessaire pour recouvrir le plancher de la salle de bain. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.[9]	Trouve le nombre de blocs au total. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.	Trouve le nombre de blocs au total. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse. (avec un tableau effaçable)	Calcule 32 x 4 Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse. (avec un tableau effaçable)
			--
(Morin, É. 2021)	(Morin, A. 2021)	(Morin, A. 2021)	

La situation de la tâche écrite de la semaine 5, qui avait pour sujet une situation de recouvrement de plancher, a été planifiée en situation de CM pour la première séance de la semaine. Cette séance a donc un registre numérique de 56. Puis, comme cela a été expliqué précédemment, une des situations de la semaine 5 a été annulée en raison d'un contretemps, elle a donc été remise à la

[9] Déclencheur issu de la tâche écrite de la semaine 5

semaine 6, soit le déclencheur 20. Cette séance avait comme objectif la multiplication pour calculer le volume d'un prisme à base rectangulaire formé de 24 blocs de couleur. Le troisième déclencheur de la semaine était une situation de calcul du volume d'un prisme rectangulaire formé de 30 blocs colorés ayant deux blocs manquants sur le dessus afin d'encourager des stratégies diverses chez les élèves. La dernière situation est une équation de multiplication sans image, soit 32x4 et dont le produit est 128. L'enseignante a ensuite proposé de faire l'essai d'un support pour écrire, soit un tableau effaçable, qui a été mis à l'essai avec les élèves. L'objectif était de voir si cela allait avoir un impact sur les séances et sur les stratégies partagées par les élèves. Nous avons donc choisi de faire faire aux élèves les deux dernières situations de CM avec des tableaux effaçables. Cela leur a permis de partager leur stratégie inscrite sur leur tableau effaçable à la classe via la caméra-document projetée au tableau numérique interactif. La dernière tâche écrite du projet a été planifiée en collaboration avec l'enseignante à partir d'une suggestion de cette dernière qui avait comme souhait d'augmenter le registre numérique. Les élèves devaient donc trouver le nombre de livres empruntés par les élèves à la bibliothèque si les 51 avaient chacun 6 livres, soit 306 livres.

La dernière semaine de CM a permis de poursuivre avec le sens de l'aire et du volume, sauf pour la dernière séance ayant un déclencheur symbolique. Toutefois, ce sens est celui ayant été le moins travaillé et abordé; il a été vu plus rapidement que l'addition répétée et la disposition rectangulaire. Cependant, le sens de la disposition rectangulaire permet de faciliter la transition vers le sens de l'aire et du volume puisque les stratégies utilisées pour la disposition rectangulaire peuvent aisément être utilisées aussi pour l'aire et le volume. Dans un autre ordre d'idées, l'utilisation du tableau effaçable par les élèves est intéressante, mais limitante selon l'enseignante puisque les élèves ont semblé restreindre leur explication à ce qu'ils avaient écrit plutôt que d'expliquer oralement leur processus et de détailler les étapes. Il pourrait être pertinent d'utiliser ce support lorsque l'intention est d'amener les élèves à employer des processus conventionnels afin que les élèves puissent se concentrer sur les différentes étapes de l'algorithme. Malgré cela, pour l'utilisation de stratégies personnelles, il a été constaté que cela réduisait la discussion. Un retour est fait sur l'utilisation du tableau effaçable dans la section suivante.

La rencontre finale

La rencontre finale s'est déroulée avec l'enseignante sous forme de discussion grâce au canevas de la rencontre finale semi-dirigée (annexe 6). Des thèmes et des sous-thèmes avaient été déterminés afin d'effectuer un retour global sur le projet. Cette rencontre d'environ 45 minutes nous a permis de faire un retour complet sur les six semaines du projet de recherche. Le contenu de la section suivante prend appui sur les constats effectués et discutés lors des rencontres hebdomadaires et finales.

La rencontre finale réalisée nous a permis de faire un retour sur l'ensemble de la séquence de séances de CM et sur la collaboration qui a permis sa conception et sa mise en œuvre, ce qui témoigne en partie de l'étape du codéveloppement. La suite du projet de recherche consiste à analyser et à traiter les données afin d'en ressortir des connaissances et des constats transférables pour les personnes intéressées à intégrer les CM dans leur enseignement.

4.1.2. Les constats quant à la séquence et les améliorations apportées suivant la mise à l'essai

Après avoir réalisé six semaines d'interventions et rencontré l'enseignante sur une base hebdomadaire, nous avons discuté d'ajustements et de modifications à apporter si le projet d'intervention était répété dans différentes classes. Les éléments qui suivent expliquent les différents constats et justifient les modifications apportées de la séquence initiale à la séquence révisée (disponible à l'annexe 5). Enfin, les constats qui en ont découlé sont explicités et organisés en trois catégories : planification, mise en œuvre des CM et variables didactiques des CM.

La planification

Tout d'abord, afin de s'adapter et de ne pas surcharger l'horaire de la personne enseignante, il serait préférable d'étaler davantage les séances dans le temps. Effectivement, lors des rencontres hebdomadaires des semaines 2, 4 et 6, l'enseignante a verbalisé le fait que quatre séances par semaine prenaient beaucoup de temps dans une planification. Pour résoudre cette problématique, la planification révisée est ajustée en conséquence. Par exemple, à la place de faire six semaines de quatre séances de CM, huit semaines de trois séances permettraient un même nombre de séances tout en diminuant l'intensité hebdomadaire. Ainsi, les mêmes déclencheurs et les mêmes sens de la multiplication pourraient être mis de l'avant.

Ensuite, une macroplanification réalisée en collaboration et utilisée dès le début du projet, qui indiquerait globalement les sens de la multiplication à travailler dans l'ensemble du projet, optimiserait les microplanifications hebdomadaires. En effet, dans la mise à l'essai de la séquence initiale, les déclencheurs mettant de l'avant les sens de la multiplication de l'aire et du volume n’ont été introduits qu’à la cinquième semaine du projet. Malgré le fait qu’il avait été planifié d’être abordé dans la séquence de manière équivalente aux autres sens, celui-ci a été intégré tardivement. Ce n’est qu’à la rencontre hebdomadaire de la quatrième semaine que nous avons discuté des déclencheurs à utiliser pour l’intégration du sens de l’aire et du volume. De ce fait, seuls 5 déclencheurs sur un total de 22 avaient pour sujet le sens multiplicatif de l’aire et du volume. La macroplanification permettrait d’avoir une ligne directrice plus claire quant aux sens de la multiplication et aux éléments à aborder sous forme de CM, faisant en sorte de ne pas s’éloigner des intentions derrière la planification des séances de CM. Ainsi, la macroplanification serait utilisée comme point de repère et une certaine flexibilité serait de mise afin de s’adapter à l’horaire, à la progression du groupe et aux difficultés rencontrées par les élèves.

Enfin, en ce qui concerne l’introduction et la progression des différents sens de la multiplication, un même sens ou une même notion gagne à être abordé plusieurs fois lors d’une même semaine ou d’une séance de CM à une autre, comme cela a été fait dans la mise à l’essai. Les sens de la multiplication seraient alors abordés de manière progressive afin de favoriser le transfert des stratégies utilisées d’une séance de CM à une autre. Lorsque la personne enseignante juge que les élèves ont intégré plusieurs stratégies efficaces et qu’ils les ont transférées d’une séance à une autre, il est possible de passer à un autre sens de la multiplication.

La mise en œuvre des CM

Pour la séquence de CM révisée, l’utilisation de tableaux effaçables comme support pour écrire lors des séances ne serait pas maintenue. Utilisée à seulement deux reprises, lors des deux dernières séances, cette tentative nous a permis d’observer le caractère limitant du tableau effaçable. Cela a semblé dénaturer les CM et restreindre la discussion et les partages, et ce, surtout lorsque l'intention était d'amener les élèves à utiliser des stratégies personnelles.

De plus, en ce qui concerne la prise de notes lors des séances de CM, l'enseignante a mentionné lors de la rencontre préparatoire qu'elle a déjà fait l'essai de la prise de notes en même temps que de faire l'animation de séances de CM, et cela ne s'est pas avéré efficace comme pratique. Les courtes pauses pour écrire font en sorte que le fil conducteur de la séquence se rompt, ce qui fait perdre la concentration de quelques élèves. En plus, cela augmentait aussi la durée des séances de CM, ce qui n'est pas souhaitable compte tenu de l'idée que les séances doivent être courtes et efficaces (5 à 15 minutes). Lors de la mise à l'essai de la séquence, j'ai donc pris les notes, ce qui a aidé l'enseignante à être attentive aux élèves lors des CM. Ainsi, afin de soutenir la prise de notes lors des séances, l'enseignante résumait oralement les stratégies mentionnées par les élèves, ce qui m'a aussi grandement aidée[10]. Le fait d'entendre une reformulation de l'explication pour une même stratégie avec des mots différents a également permis d'offrir aux élèves une deuxième explication, ce qui a pu aider à leur compréhension. Le constat réalisé est alors de favoriser le coenseignement pour les CM lorsque cela est possible afin qu'il y ait une personne enseignante occupant le rôle d'animateur ou d'animatrice et une personne enseignante ou orthopédagogue responsable de la prise de notes. La collaboration avec une personne orthopédagogue ou l'enseignement en équipe, soit deux personnes enseignantes qui réalisent une CM avec leurs deux groupes simultanément, permettrait qu'une personne anime et que la seconde prenne des notes. Cependant, il pourrait aussi être possible pour la personne enseignante d'enregistrer la séance et de prendre des notes par la

[10] Étant à distance, le visuel et l'audio étaient quelque peu limités malgré l'utilisation d'outils technologiques adaptés. Le fait que l'enseignante résume les stratégies des élèves a favorisé la prise de notes.

suite lors du visionnement. Cela dit, cette technique de travail alourdirait inévitablement la démarche de la personne enseignante.

Dans un autre ordre d'idées, l'utilisation d'un tableau d'ancrage, qui a été intégré à partir de la deuxième semaine de séances de CM, s'est avérée profitable puisque les élèves avaient la possibilité de s'y référer lors des séances de CM, mais aussi en dehors des moments de CM. Cet outil consistait en un grand carton affiché au mur avec le nom des stratégies utilisées fréquemment par les élèves, par exemple, les doubles, bonds de 5, multiples de 10, addition répétée, etc. Le tableau d'ancrage a joué le rôle de fil conducteur entre les séances de CM et a offert un support visuel aux élèves qui avaient moins d'idées et de stratégies afin de réutiliser des stratégies déjà mentionnées lors des séances précédentes si nécessaire. Cet outil a facilité la mémorisation et l'identification des stratégies et il serait pertinent de le réutiliser lors d'une séquence de séances de CM. Afin de favoriser davantage la compréhension et la mémorisation des élèves des différentes stratégies, il pourrait être astucieux d'ajouter des exemples simples d'équations ou de dessins au côté du nom de chacune d'elles.

En outre, utilisés lors des six semaines de la séquence de CM, les gestes reliés à celles-ci constituent un élément pertinent. Dans un premier temps, l'enseignante et moi avons également constaté, comme le mentionne Parrish (2014), que l'utilisation de la main sur le cœur et des doigts levés qui indiquent le nombre de stratégies trouvées permet de laisser un temps suffisant aux élèves et ainsi de ne pas mettre de pression à ceux qui ont besoin de davantage de temps de réflexion. Le fait de ne pas voir les mains levées d'élèves considérés comme plus rapides a permis aux élèves de se concentrer et de ne pas se précipiter ou même de se décourager. La personne enseignante qui anime la CM peut donc laisser un temps de réflexion adapté à l'ensemble du groupe, et tous les élèves ont la possibilité de partager leur stratégie et non seulement ceux dits plus rapides. Dans ce sens, le temps de réflexion laissé aux élèves est variable et lors de quelques séances, l'enseignante a attendu subtilement qu'un des élèves, considérés comme moins participatifs, trouve une stratégie afin de le choisir pour qu'il puisse partager sa stratégie au reste du groupe. Cette intervention de la part de l'enseignante a permis à l'élève de prendre la parole, ce qui est moins souvent le cas dans le contexte où les élèves lèvent leur main.

Dans un deuxième temps, l'enseignante a mentionné lors de la rencontre finale que les élèves réutilisent le symbole qui indique *je suis d'accord* ou *j'ai fait la même chose* en dehors des séances de CM comme en français, par exemple. Il y a donc eu un transfert vers d'autres disciplines scolaires de la gestuelle propre aux CM, possiblement parce qu'elle a permis aux élèves de participer activement sans nécessairement commenter ou ajouter une intervention verbale. L'utilisation de la gestuelle par les élèves s'est avérée intéressante pour la personne enseignante, puisque c'est un témoignage non verbal de l'engagement des élèves, de leur écoute et de leur accord. Il est primordial de maintenir l'utilisation de la gestuelle des CM lors d'une seconde séquence de séances de CM.

Il pourrait aussi être intéressant, lors d'un même projet de CM en classe, d'opérer certaines séances avec un sous-groupe d'élèves ciblés selon une intention pédagogique plutôt qu'avec le groupe complet. Ces séances de CM avec moins d'élèves pourraient être faites pour diverses raisons : cibler une notion moins bien comprise pour certains élèves, faire participer quelques élèves qui prennent moins la parole en groupe, amener la réflexion plus loin pour d'autres élèves, modéliser et faire pratiquer la gestuelle propre aux CM. Par exemple, au moment de la troisième semaine, lors de la mise à l'essai, l'enseignante a mentionné que la majorité des élèves semblaient avoir développé une bonne utilisation des stratégies multiplicatives. Ainsi, des séances de CM en sous-groupes auraient pu être réalisées avec quelques élèves seulement pour poursuivre le raisonnement multiplicatif.

Finalement, une autre variation du déroulement des CM a été l'utilisation de la stratégie PPP (pense-parle-partage) où les élèves ont été amenés à réfléchir au déclencheur comme à l'habitude, pour ensuite partager leur stratégie en dyade et finalement arriver à partager avec l'ensemble du groupe leurs stratégies ou leurs solutions correspondant à la question posée. Ce déroulement des CM, proposé par l'enseignante mais aussi suggéré par Parrish (2014), a permis de laisser un temps de discussion à tous les élèves tout en réduisant le temps dédié à la CM afin de ne pas dépasser 15 minutes.

Les variables didactiques des CM

Un autre élément pertinent de la séquence mise à l'essai a été de modifier la question accompagnant chaque déclencheur au fil des six semaines de CM. Avec du recul, nous observons en fait que la question s'est précisée au cours du projet. Trois types de questions posées concomitamment avec les déclencheurs ont été utilisées afin de préciser la demande et d'amener les élèves à proposer une solution, à cibler et à expliquer en quoi leur stratégie était efficace. En effet, lors des trois premières semaines, les élèves partageaient un grand nombre de stratégies. Une multitude de stratégies étaient demandées aux élèves pour ensuite les amener à en choisir une seule et à justifier en quoi celle-ci était efficace. Certains élèves, lors d'une même séance, pouvaient nommer plusieurs stratégies parfois efficaces, parfois moins efficaces. Au fil des jours, les séances de CM étaient de plus en plus longues, jusqu'à une trentaine de minutes. Après discussion, nous avons modifié la question afin d'amener les élèves à expliquer comment ils ont obtenu leur réponse et leur stratégie pour la quatrième semaine. Puis, pour les deux dernières semaines, les élèves étaient amenés à partager la stratégie qui leur semblait la plus efficace et à justifier leur choix. Les séances ont ainsi diminué en temps grâce à cette modification. Comme l'a ensuite mentionné l'enseignante, au fil des semaines, cela a permis aux élèves d'utiliser une grande variété de stratégies, donc de passer par de nombreux processus personnels et de cibler une stratégie qui leur convenait et qu'ils considéraient comme efficace. Toutefois, ces trois types de questions n'ont pas été utilisées avec chacun des sens de la multiplication travaillés. Comme cela a été discuté lors de la rencontre finale, il pourrait être intéressant de faire évoluer la question, et ce, pour chacun des sens de la multiplication abordés lors d'une itération de la séquence (addition répétée, disposition rectangulaire, aire et volume).

En ce qui concerne les sens de la multiplication abordés, le sens de l'aire et du volume pourrait être introduit plus tôt, comme mentionné précédemment, et de manière variée dans la séquence ainsi qu'en plus grande quantité. Lors de la rencontre hebdomadaire de la semaine 6, l'enseignante mentionne qu'elle aimerait davantage utiliser des déclencheurs ayant des unités non visibles. De ce fait, il serait pertinent d'intégrer l'utilisation de déclencheurs ayant des unités parfois visibles et parfois non visibles puisque dans la séquence initiale, l'aire a seulement été abordée avec des déclencheurs où les éléments devaient être imaginés par les élèves (séances 17 et 19). Pour sa part, le volume n'a été abordé qu'avec des unités visibles (séances 18, 20 et 21). Cette modification permettrait d'intégrer tous les sens de la multiplication abordés, et ce, de manières variées (addition répétée, disposition rectangulaire, aire et volume).

Aussi, toujours en fonction de la progression du groupe-classe, le registre de nombre a évolué au cours des semaines. En effet, il aurait pu être augmenté plus rapidement si la séquence s'était adressée à des élèves de 4e année uniquement. Toutefois, il est important de respecter le rythme des élèves et d'adapter la planification en conséquence. Comme l'a mentionné l'enseignante lors de la rencontre finale du projet, pour son groupe, il a été gagnant d'utiliser un registre numérique assez bas au début :

> Même si la progression était un peu lente au début, c'était nécessaire dans le cas de mon groupe présentement. Je crois que c'est à analyser en fonction de chaque groupe et en fonction de la rapidité de compréhension des élèves. Moi, j'ai un groupe qui a besoin de répétition cette année. (enseignante, rencontre finale, 14 min 48 s)

Comme il est attendu qu'à la fin du deuxième cycle, les élèves puissent « [c]onstruire les faits numériques de la multiplication (0 × 0 à 10 × 10) […] correspondants à l'aide de matériel, de dessins, d'une grille ou d'une table » (MELS, 2009, p. 12), il serait cohérent que la majorité des déclencheurs aient un registre numérique dans l'intervalle de nombres 0 à 100. Toutefois, il est aussi intéressant d'utiliser parfois un registre plus élevé que 100 puisqu'il a été observé, lors de la mise à l'essai de la séquence de CM, qu'un grand registre numérique favorise un plus grand nombre de stratégies et une plus grande diversité de regroupements chez les élèves. Par exemple, lors de la mise à l'essai de la séquence de séances de CM, pour un même problème, deux élèves pouvaient voir des regroupements de 5, mais organisés différemment. Par ailleurs, nous avons observé que l'augmentation du registre numérique favorise une évolution des stratégies utilisées; la plupart des élèves ont délaissé le raisonnement additif au profit du raisonnement multiplicatif afin de déterminer la quantité d'éléments de manière plus efficace.

Pour ce qui est de la progression des sens travaillés dans le cadre de ce projet de recherche, l'ordre utilisé, soit de commencer avec l'addition répétée, poursuivre avec la disposition rectangulaire et terminer avec l'aire et le volume, s'est avéré bénéfique. Il semble que cela ait favorisé une progression des stratégies utilisées par les élèves. C'est ce que nous avons conclu lors de la rencontre finale. Ainsi, dans une utilisation ultérieure, cet ordre serait maintenu, car le niveau de difficulté semble avoir été favorable au développement du raisonnement multiplicatif des élèves.

De surcroit, tout au long de la séquence de CM, les déclencheurs étaient variés soit par la taille et la disposition des groupements, les éléments représentés, les couleurs, etc. Dans ce sens, l'enseignante a mentionné lors de la rencontre hebdomadaire de la deuxième semaine et lors de la rencontre finale qu'elle a apprécié les dispositions variées, qui auraient selon elle forcé les élèves à réfléchir un peu plus et leur auraient offert la possibilité d'être créatifs dans les stratégies de résolution utilisées. Le constat évoqué est donc d'utiliser des déclencheurs imagés et variés afin de profiter des avantages nommés ci-dessus.

Pour une prochaine fois, les déclencheurs pourraient être exclusivement constitués d'images. Aucun déclencheur ne comprendrait des équations, comme cela a été fait lors de la dernière séance de la séquence mise à l'essai. L'objectif était de travailler le passage entre le raisonnement additif et le raisonnement multiplicatif en passant par les sens de la multiplication sélectionnés, soit l'addition répétée, la disposition rectangulaire ainsi que l'aire et le volume. Ce sont donc des déclencheurs imagés favorisant ces sens qui seraient exclusivement utilisés pour la séquence révisée. Toutefois, en fonction de l'intention de la personne enseignante, il peut, selon les observations dans le projet, être intéressant d'utiliser des déclencheurs symboliques comme des équations ou des phrases mathématiques. L'utilisation de ces déclencheurs peut être pertinente lorsque ceux-ci sont utilisés à répétition et que l'on accompagne les élèves dans l'utilisation de stratégies dites rapides, efficaces et efficientes. Néanmoins, ce type de déclencheurs ne sera pas présent dans la séquence révisée.

Enfin, une macroplanification des sens de la multiplication à aborder pour chaque semaine ainsi qu'une séquence de séances de CM révisée ont été élaborées en respectant le plus possible les constats mentionnés dans cette section (annexe 5). Il est nécessaire de préciser que bien que la macroplanification ainsi que la planification de la séquence de séances de CM soient détaillées, il est important de les adapter et de faire progresser les séances de CM en tenant compte du groupe-classe. En effet, les résultats obtenus avec ce type de projet de recherche ont un caractère subjectif et contextualisé aux personnes participantes (Bergeron et al., 2021), soit dans le cas qui nous intéresse, aux élèves de la classe dans laquelle la séance de CM a été réalisée ainsi qu'à l'enseignante participante. Cependant, les résultats obtenus et les constats observés peuvent être transférables dans d'autres classes.

En regard de tout ce qui a été mentionné dans cette section, un bilan des constats effectués et verbalisés lors de la mise à l'essai de la séquence de séances de CM est présenté dans le tableau 16. Ces constats sont organisés selon trois thématiques : la planification, la mise en œuvre des CM et les variables didactiques des CM. En plus de la planification de la séquence de séances de CM révisée (annexe 5), les résultats du premier objectif de recherche sont les éléments et les stratégies qui gagnent à être intégrés et pris en considération lors de la planification d'une séquence de séances de CM, et ce, que celle-ci ait comme sujet le raisonnement multiplicatif ou tout autre concept mathématique.

Tableau 16 : Le bilan des constats et des ajustements de la séquence issue de la mise à l'essai

Planification

- **Adapter le nombre de séances de CM par semaine** afin de ne pas surcharger l'horaire de la personne enseignante à raison de trois séances par semaine.
- **Réaliser une macroplanification** des notions mathématiques, du nombre de semaines ainsi que de la fréquence souhaitée.
- **Aborder plusieurs fois une même notion mathématique** (ou un même sens de la multiplication) avec différents déclencheurs lors d'une semaine ou d'une séance de CM à une autre.

Mise en œuvre des CM

- **Éviter l'utilisation de support qui permettrait aux élèves d'écrire** lors des séances de CM. Le tableau effaçable a davantage freiné les explications et les raisonnements à l'oral des élèves. Avec un tel support, les élèves ont plutôt tendance à utiliser les algorithmes conventionnels comme l'addition.
- **Favoriser la consultation collaborative** afin qu'une personne anime la CM et l'autre personne observe et prenne des notes.
- **Utiliser et afficher un tableau d'ancrage** afin d'y inscrire le nom et des exemples de stratégies utilisées par les élèves et y faire référence lors des CM.
- **Enseigner et encourager l'utilisation de la gestuelle propre aux CM** afin de laisser un temps de réflexion adapté aux besoins de tous les élèves**.**
- **Opérer certaines séances de CM avec un sous-groupe d'élèves ciblés** afin d'y travailler un élément de manière plus spécifique avec les élèves : gestuelles, concept précis, participation, opérations particulières, etc**.**
- **Utiliser la stratégie PPP (pense-parle-partage)** afin de donner l'opportunité à tous les élèves de discuter et partager leurs stratégies, mais aussi de réduire la durée de la CM.

Variables didactiques des CM

- **Faire évoluer la question posée aux élèves** d'une séance à l'autre en respectant leur progression (quantité de stratégies vers la qualité des stratégies, diriger le regard des élèves sur la solution).
- **Utiliser des déclencheurs variés**, soit avec des éléments parfois visibles et invisibles et parfois à imaginer.

- **Adapter le registre numérique** utilisé à la progression du groupe et à la Progression des apprentissages (MELS, 2009).
- **Augmenter la difficulté des notions mathématiques** (ou des sens de la multiplication) d'une séance de CM à une autre avec les déclencheurs choisis.
- **Varier les images utilisées comme déclencheurs** (regroupements, disposition, éléments représentés, couleur, forme imagée, photo, etc.)
- **Utiliser des déclencheurs qui répondent à l'intention pédagogique**, soit des images ou des équations mathématiques.

4.2. Le développement du raisonnement multiplicatif des élèves et les stratégies déployées à travers la mise en œuvre d'une séquence de séances de CM

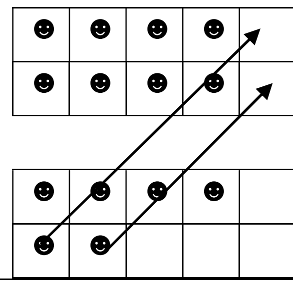
Le deuxième objectif consiste à décrire le développement du raisonnement multiplicatif et les stratégies déployées par les élèves lors des séances de CM et lors des tâches écrites. Cette section résume les stratégies utilisées par les élèves à l'oral et à l'écrit de manière globale. Aussi, trois cas d'élèves sont détaillés quant au développement des stratégies utilisées et à leur progression au fil des semaines. L'étude de ces progressions d'élèves a permis l'observation concrète et plus détaillée de leur développement du raisonnement multiplicatif.

4.2.1. Les stratégies utilisées par les élèves lors des causeries mathématiques

Tout au long de la séquence de 22 séances de CM, les 16 élèves de la classe ont réfléchi et partagé une grande quantité de stratégies qui relèvent des raisonnements additif et multiplicatif. L'analyse des stratégies a été possible grâce aux Captations vidéos des séances de CM ainsi qu'aux Traces écrites des élèves lors des tâches écrites.

Le tableau 17 présente les stratégies additives et multiplicatives utilisées par les élèves lors des séances de CM. Le nom de plusieurs d'entre elles provient de l'ouvrage de Parrish (2014). En effet, des parallèles ont pu être réalisés entre certaines stratégies déployées par les élèves lors du projet de recherche et les stratégies des opérations d'addition et de multiplication qui sont détaillées par l'auteure. Ces dernières ont été présentées dans le cadre conceptuel. En ce qui concerne les autres stratégies, bien qu'elles aient été réfléchies et partagées par les élèves, un nom leur a été attribué intuitivement en s'inspirant des séances de CM de la séquence faite en classe.

Tableau 17 : Les stratégies utilisées par les élèves lors de la séquence de séances de causeries mathématiques

Stratégies		Exemples/Explications
Stratégies préparatoires	Regroupement	L'élève crée ou modifie des regroupements favorisant l'utilisation d'une autre stratégie.
	Déplacement	Déplacement de points favorisant l'utilisation d'une autre stratégie 
Stratégies additives	Additions répétées*	4+4+4+4
	Additions par morceaux*	5+5+6
	Double et presque double*	8+8 (8+8)-1
Stratégies multiplicatives	Faits numériques de la multiplication	8x2 2x8
	Comptage par bonds*	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16
	Division de la multiplication en facteurs plus petits*	2x (4x2)
	Double*	8x2
Stratégies intermédiaires	Distributivité	(4x4)+(3x4)
	Stratégies combinées	L'élève utilise une des stratégies du présent tableau ainsi qu'une autre opération. Addition répétée et soustraction 4+4+4+4-1

*Traduction libre d'intitulés de stratégies proposées par Parrish (2014).

La principale intention des CM est le partage collectif de stratégies personnelles à l'ensemble du groupe lors des séances en fonction des déclencheurs présentés. Durant le projet de recherche, nous avons choisi de présenter différents déclencheurs qui mettaient de l'avant trois sens de la multiplication, soit l'addition répétée, la disposition rectangulaire ainsi que l'aire et le volume, puis d'amener les élèves à trouver une variété de stratégies dites rapides, efficaces et efficientes. Tout au long des six semaines de la séquence, les élèves ont utilisé une variété importante de stratégies. Les stratégies partagées par les élèves n'avaient pas fait l'objet d'un enseignement spécifique, à l'exception de certains faits numériques de la multiplication qui avaient été vus en classe lors de l'enseignement et lors de l'étude des faits numériques avant le projet de recherche.

Bien que chacune des stratégies mentionnées dans le tableau 17 soit présentée de façon individuelle, les élèves combinaient fréquemment plusieurs stratégies pour créer celle qui leur convenait. Par exemple, lors de la première séance de CM (voir la figure 4), une élève a calculé le nombre total de canards en comptant par bonds de 3, et elle a ensuite soustrait 1 du total puisqu'une des rangées était incomplète (3, 6, 9, 12 et ensuite 12-1=11); ce qui correspond à une combinaison de la *stratégie de comptage par bonds* et d'une soustraction. En ce qui concerne l'utilisation de deux stratégies, l'appellation *stratégies combinées* a été choisie.

Figure 4. Le déclencheur de la première séance de CM

En fonction des sens de la multiplication abordés, des déclencheurs utilisés et de la progression des élèves, certains types de stratégies étaient favorisées par les élèves. Le tableau de compilation des stratégies des élèves à l'oral a permis d'observer que tout au long des six semaines, l'addition répétée a été la stratégie la plus utilisée. Cela semble témoigner d'une certaine résistance de la part des élèves à passer du raisonnement additif vers le raisonnement multiplicatif. Le tableau 18 précise le sens de la multiplication exploitée lors des déclencheurs pour chaque semaine ainsi que les stratégies les plus exploitées par les élèves.

Tableau 18 : Les stratégies de causeries mathématiques les plus utilisées par les élèves selon les semaines

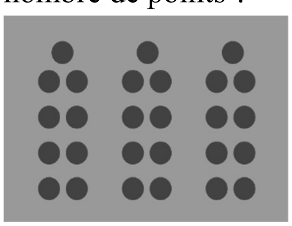
Semaine	Sens de la multiplication	Stratégies les plus utilisées
1	Addition répétée	• Addition répétée • Addition par morceaux • Faits numériques de la multiplication
2	Addition répétée	• Addition répétée • Addition par morceaux
3	Disposition rectangulaire	• Addition répétée • Addition par morceaux • Multiplication avec de plus petits facteurs
4	Addition répétée et disposition rectangulaire	• Addition répétée • Addition par morceaux • Utilisation des faits numériques de la multiplication • Multiplication avec de plus petits facteurs
5	Aire et volume	• Addition répétée • Faits numériques de la multiplication • Multiplication avec de plus petits facteurs
6	Aire et volume	• Addition répétée • Faits numériques de la multiplication.

Étant donné la variété des déclencheurs, des sens de la multiplication travaillés, le nombre d'élèves et l'augmentation du registre numérique au cours des six semaines, il est difficile d'observer une certaine progression collective quant aux stratégies utilisées par les élèves. En effet, ces variables font en sorte qu'il est difficile d'observer une tendance dans l'utilisation des stratégies et de dégager un effet de progression (ou de régression) évident.

Par ailleurs, lors de la rencontre hebdomadaire de la semaine 3 réalisée avec l'enseignante, cette dernière rappelle que sur le plan didactique pour la multiplication, en troisième et en quatrième année, l'important est que les élèves utilisent des processus personnels qu'ils comprennent, que ceux-ci soient relatifs au raisonnement additif ou multiplicatif. Autrement dit, au deuxième cycle du primaire, pour la multiplication, il n'est pas attendu que les élèves utilisent des processus conventionnels, mais plutôt des processus personnels. Ainsi, les CM permettent aux élèves de réfléchir à une variété de stratégies possibles et d'entendre le raisonnement des autres élèves de la classe, ce qui est riche pour leur compréhension et leur banque de stratégies personnelles. Même s'ils ne passent pas nécessairement des processus personnels aux processus conventionnels, leur compréhension des problèmes de nature multiplicative, de même que leur développement du raisonnement multiplicatif, sera en progression.

Même si une progression collective des stratégies n'est pas perceptible à travers les données recueillies, les 22 séances de CM effectuées ont tout de même permis aux élèves de réfléchir et de partager collectivement une multitude de stratégies. Les élèves ont utilisé des processus personnels adaptés aux déclencheurs, et en ce sens, la séquence de séances de CM leur a permis d'atteindre les balises établies par la PDA (MELS, 2009). Par ailleurs, certains ont même eu recours à des processus conventionnels, ce qui dépasse les attentes. Au total, plus d'une dizaine de types de stratégies ont été utilisées. À ceci s'ajoute le fait que lors des séances de CM, les élèves nommaient plusieurs stratégies différentes appartenant à un même type de stratégies. Par exemple, lors de la dixième séance où les élèves devaient trouver efficacement le nombre total de points, ils ont utilisé une quantité impressionnante de stratégies. Le tableau 19 détaille l’ensemble de ces dernières.

Tableau 19 : Stratégies utilisées par les élèves lors de la séance de CM 10

<table>
<tr><td>Déclencheur
Séance 10</td><td>Type de stratégies</td><td>Stratégies utilisées</td></tr>
<tr><td rowspan="5">Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver rapidement le nombre de points ?
</td><td>Addition répétée</td><td>• 9+9+9
• 3+3+3+3+3+3+3+3+3</td></tr>
<tr><td>Addition par morceaux</td><td>• 3+4+2+3+4+2+3+4+2</td></tr>
<tr><td>Fait numérique de la multiplication</td><td>• 3x9
• 9x3</td></tr>
<tr><td>Division de la multiplication en plus petits facteurs</td><td>• (3x3)+(3x4)+(3x2)
• (3x3)+(6x3)</td></tr>
<tr><td>Stratégies combinées</td><td>• (3x10)-3
• 4+4+4+4+4+4+(3x1)
• 8+8+8+3
• 12+12+3
• 4+4+4+4+4+4+2+1
• 8+8+8+1+1+1
• 3+(3x8)
• 3x (2x4) +3
• Ajout d’un point par regroupement (3x10), puis retrait de 3
• Ajout d’un 10e point par regroupement, addition des trois regroupements, puis retrait de 3
• Déplacement d’un point, puis 10+8+9
• Déplacement d’une colonne, puis (6x4) +3
• Déplacement de deux colonnes, puis (3x4)+(3x4) +3
• (3x5) +8+3</td></tr>
</table>

Pour tous les déclencheurs, les élèves ont partagé une grande quantité de stratégies. D'ailleurs, au cours de la séquence, des adaptations ont été réalisées puisque les élèves étaient capables de trouver beaucoup de stratégies et que la durée des séances augmentait de plus en plus. La dixième séance ne fait pas exception, beaucoup de stratégies ont été verbalisées et certains facteurs peuvent en expliquer la cause. Après une dizaine de CM, les élèves ont compris le principe de la causerie et ils sont de plus en plus à l'aise avec le fonctionnement. De plus, l'augmentation du registre numérique ainsi que la disposition des points favorisent l'utilisation de nombreuses stratégies.

4.2.2. Les stratégies utilisées par les élèves lors des tâches écrites

En plus de la séquence de séances de CM, les élèves ont eu à réaliser des tâches écrites chaque semaine. Ces tâches et leur planification sont davantage détaillées dans la section 4.1.1 de cet essai. Le tableau 20 résume toutefois les tâches et les multiplications qui y sont associées.

Tableau 20 : Le résumé des tâches écrites

Semaine	Tâches écrites	Multiplication
1	Lors de la récréation, Charlie a trouvé 7 trèfles à quatre feuilles. Au total, combien de feuilles cela fait-il ?	7x4=28
2	Dans l'armoire de Léna, il y a 12 emballages de biscuits. Dans chaque emballage, il y a deux biscuits. Combien de biscuits y a-t-il dans l'armoire ?	12x2=24
3	Vincent est pharmacien et il a reçu 3 boites de vaccins pour la COVID-19. Dans chaque boite, il y a 15 vaccins. Combien de vaccins Vincent a-t-il reçus ?	3x15=45
4	Véronique a fait le ménage de sa classe. Elle a trouvé 12 paquets de 6 crayons. Combien a-t-elle trouvé de crayons au total ?	12x6=72
5	Anthony veut recouvrir le plancher de la salle de bain en céramique. La largeur de la salle de bain est de 7 tuiles et la longueur est de 8 tuiles. Combien de tuiles aura-t-il besoin pour recouvrir le plancher ?	7x8=56
6	Les 51 élèves de l'école ont tous 6 livres de la bibliothèque dans leur pupitre. Combien manque-t-il de livres dans la bibliothèque ?	51x6=306

Tout comme pour les CM, les stratégies déployées par les élèves pour la résolution des tâches écrites sont variées. Les démarches réalisées et observables par les traces écrites permettent de déterminer le niveau de compréhension des problèmes de nature multiplicative manifesté pour chacune des tâches selon le modèle de Fortier-Moreau (2016). L'analyse d'une seule tâche et le niveau de raisonnement qui y est associé ne sont pas représentatifs des capacités de l'élève de manière générale, mais au regard d'une tâche spécifique. Toutes les démarches ont été observées, analysées et catégorisées, et ce, chaque semaine. Selon cette chercheuse « [ce] modèle interprétatif [des conduites mathématiques proposées] repose ainsi sur l'hypothèse d'une construction des structures multiplicatives marquée par une différenciation progressive des structures additives et multiplicatives » (Fortier-Moreau, 2016, p. 46). Comme cela a été expliqué dans le cadre conceptuel, ce modèle contient trois principaux niveaux, dont le deuxième est segmenté en trois sous-niveaux. Il y a donc le niveau 1, 2.1, 2.2, 2.3 ainsi que le niveau 3 (voir p. 28). Afin d'analyser les traces des élèves le plus objectivement possible, chacune d'elles a été analysée indépendamment d'une semaine à une autre et d'un élève à un autre. L'analyse s'est appuyée sur les traces visibles et observables des copies d'élèves, soit les dessins, les représentations et les calculs. Les traces de démarches effacées et les notes de l'enseignante n'ont pas été prises en considération dans l'analyse : uniquement ce qui était visible et écrit par l'élève a été pris en compte. Un tableau à double entrée a été conçu afin d'indiquer le niveau de compréhension des problèmes de nature multiplicative des élèves selon le modèle de Fortier-Moreau (2016), et ce, pour chacune des tâches (annexe 7). La première variable du tableau est l'identification des six semaines où les élèves ont eu à réaliser une tâche écrite. La deuxième variable était le nom de chacun des élèves de la classe. Chaque combinaison permet d'obtenir le niveau de compréhension du raisonnement multiplicatif d'un élève pour chaque semaine selon le modèle de Fortier-Moreau (2016). Une couleur a été attribuée à chacun des niveaux et une courte explication de la démarche réalisée par les élèves a été inscrite dans chaque case du tableau. Seize élèves ont réalisé chacun six tâches écrites au cours du projet de recherche, pour un total de 96 démarches à analyser. Toutefois, un élève a été absent deux fois et deux autres l'ont été une fois. Ainsi, cela fait un total de 92 démarches de calcul à analyser et à catégoriser. Par ailleurs, huit démarches, dont six ayant été faites lors de la cinquième semaine, ont été impossibles à analyser relativement aux niveaux de compréhension de Fortier-Moreau (2016) pour des raisons diverses : feuille blanche sans aucune trace ni réponse, erreur conceptuelle (calcul du périmètre et non de l'aire), utilisation de l'exemple et de la stratégie utilisés par l'enseignante et non les nombres de la tâche, etc.

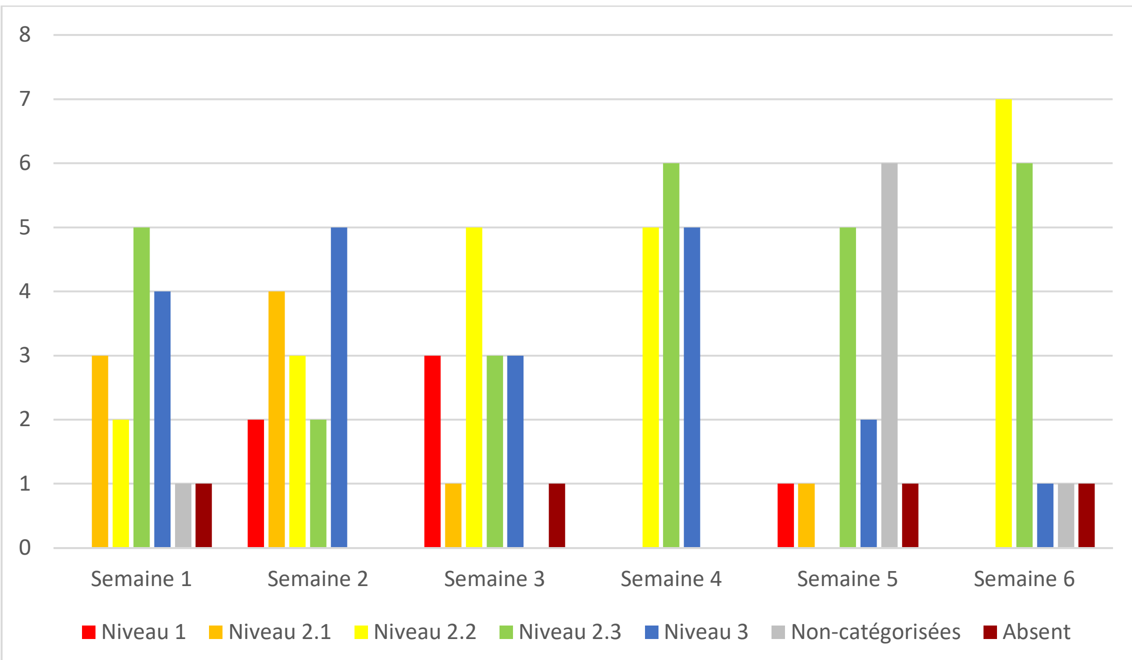
Les élèves ont déployé des stratégies diverses et chacune des 84 traces analysées relevait d'un certain niveau du modèle interprétatif des conduites proposé par Fortier-Moreau (2016). Néanmoins, plusieurs stratégies, quoique différentes, pouvaient relever d'un même niveau selon le modèle. Le tableau 21, réalisé lors du traitement et de l'analyse des données, résume les processus utilisés par les élèves pour chacun des niveaux de manière plus concrète.

Tableau 21 : Les raisonnements et les processus utilisés par les élèves dans les tâches écrites selon les niveaux du modèle interprétatif des conduites de Fortier-Moreau (2016)

<table>
<tr><th colspan="2">Niveau de compréhension de Fortier-Moreau (2016, p. 47-48)</th><th>Raisonnement et processus en fonction des traces écrites</th></tr>
<tr><td colspan="2">1 : « Non-différenciation des structures additives et multiplicatives »</td><td>• Raisonnement additif à l’aide de processus personnel
• Représentation de tous les éléments non regroupés
• Représentation de la situation de façon imagée</td></tr>
<tr><td rowspan="3">2 : « Différenciation progressive des structures additives et multiplicatives »</td><td>2.1 : « Première articulation entre les éléments et les parties »</td><td>• Raisonnement additif à l’aide de processus personnel
• Représentation de tous les éléments imagés ou symboliques regroupés en partie</td></tr>
<tr><td>2.2 : « Chaque partie est un résumé des éléments qui la constituent »</td><td>• Raisonnement additif à l’aide de processus personnel
• Représentation des parties et inscription symbolique du nombre d’éléments
• Raisonnement additif à l’aide de processus personnel
• Addition répétée
• Raisonnement additif à l’aide de processus conventionnels</td></tr>
<tr><td>2.3 : « Emboitement éléments/parties/tout par le contrôle du multiplicande et du multiplicateur »</td><td>• Raisonnement multiplicatif (équation écrite de la multiplication) et utilisation du raisonnement additif à l’aide de processus conventionnels pour trouver la réponse de l’équation
• Raisonnement multiplicatif à l’aide de processus personnels</td></tr>
<tr><td colspan="2">3 : « La multiplication comme le produit de deux ensembles »</td><td>• Raisonnement multiplicatif à l’aide des faits numériques
• Raisonnement multiplicatif à l’aide de processus conventionnel</td></tr>
</table>

Le diagramme à bande qui suit (Figure 5) illustre le nombre de traces d'élèves en fonction de chacun des niveaux de Fortier-Moreau (2016) selon chaque semaine du projet de recherche. Les traces de calcul n'ayant pas été catégorisées sont aussi inscrites.

Figure 5. Les stratégies des élèves catégorisées en fonction du modèle de Fortier-Moreau (2016) selon chaque semaine du projet de recherche



Les informations présentes dans la figure 5 ainsi que dans le tableau 21 proviennent toutes de l'annexe 7 – soit le Tableau de la progression du raisonnement multiplicatif des élèves – au fil des semaines du projet selon les niveaux de compréhension de Fortier-Moreau (2016). L'observation de ce tableau de résultats permet de voir que les stratégies utilisées par les élèves varient généralement d'une tâche écrite à une autre. Étant différentes, soit par le contexte, le registre numérique et le sens de la multiplication mis de l'avant, les tâches écrites ne sont pas toute équivalentes sur le plan didactique. Seuls six élèves ont utilisé des stratégies qui relèvent du même niveau de compréhension de Fortier-Moreau dans quatre situations de tâches écrites ou plus. Les autres possèdent des stratégies plus variées et qui relèvent de niveaux de compréhension différents.

Selon les informations de la figure 5, la variété de stratégies utilisées par les élèves semble diminuer avec le temps. Les semaines 1, 2 et 3 sont marquées par un plus grand éventail de stratégies que les semaines 4, 5 et 6. En effet, durant les trois premières semaines, les niveaux de compréhension relatifs aux stratégies utilisées par les élèves sont dispersés dans les quatre ou cinq niveaux du modèle de Fortier-Moreau (2016). Puis, pour les semaines, 4 et 6, les stratégies relèvent de seulement trois niveaux de compréhension et semblent se préciser avec une tendance davantage multiplicative (niveau 2.2, 2.3 et 3). Plus les semaines passent et plus les élèves semblent utiliser des stratégies de raisonnement multiplicatif efficaces. Les discussions, le partage des stratégies et l'écoute attentive des élèves lors des CM pourraient donc avoir favorisé l'utilisation de stratégies précises et efficaces.

En ce qui concerne les données de la tâche écrite de la semaine 5, six traces d'élèves n'ont pu être analysées selon les niveaux de compréhension de Fortier-Moreau (2016) principalement en raison d'erreurs conceptuelles. Cette situation concerne le sens de l'aire d'une surface de plancher (7x8), mais plusieurs élèves ont plutôt déterminé le nombre de tuiles de céramique nécessaires pour le périmètre ou pour les deux côtés mentionnés dans le problème, soit la longueur et la largeur de la pièce. Une seule séance de CM a été dédiée au sens multiplicatif de l'aire avant la réalisation de cette tâche écrite. De plus, le sens de la multiplication de l'aire et du volume n'a pas beaucoup été travaillé en classe avant cette séance. Ces raisons pourraient expliquer les difficultés qui ont été rencontrées par les élèves.

4.2.3. Les cas d'élèves

Les 16 élèves de la classe ont participé aux séances de CM et ont réalisé les tâches écrites. Les stratégies utilisées par ces derniers lors des séances de CM et lors des tâches écrites ont été résumées de manière globale pour la classe. Cela a permis une description générale de la progression du groupe et des stratégies utilisées. Toutefois, comme les tendances ne permettent pas l'analyse détaillée du développement du raisonnement multiplicatif des élèves, la présente section permet de considérer plus particulièrement la progression de Rachel, Caleb et Tristan[11]. L'étude de ces cas montre qu'un des avantages de la stratégie d'enseignement-apprentissage des CM est qu'indépendamment des acquis et des difficultés rencontrées par chaque élève, les discussions et les échanges entre les élèves sont riches et peuvent permettre des apprentissages pour tous. Les trois élèves ciblés ont fait des apprentissages, quoique différemment. Ils ont tous appris et connu une progression entre les raisonnements additifs et multiplicatifs. Bien que la description des stratégies utilisées de manière globale soit intéressante, l'analyse plus détaillée de la progression de cas d'élèves permet d'obtenir des informations et des exemples plus concrets. Étant trois élèves très différents les uns des autres, il est alors possible d'en apprendre davantage sur le développement du raisonnement multiplicatif de trois profils d'élèves.

Trois élèves ont été sélectionnés considérant qu'ils représentaient des cas contrastés. Tout d'abord, Rachel est une élève qui rencontre peu de difficultés en mathématiques et qui a tout de même progressé et même réinvesti certains apprentissages au-delà des CM. Pour sa part, Caleb est un élève qui prenait peu la parole et qui utilisait le même type de stratégie de causerie en causerie. Par

[11] Les prénoms utilisés pour les cas d'élèves sont fictifs afin de garder leur anonymat.

l'écoute des diverses stratégies, il a progressé à son rythme. Enfin, Tristan est un nouvel élève dans la classe. Il participait aux séances de CM et rencontrait des difficultés en mathématiques. Les rétroactions et les questionnements de l'enseignante lui ont permis de progresser dans ses apprentissages. La présente section permet de détailler plus spécifiquement leur progression respective.

Rachel, l'élève jugée « avancée » qui se donne des défis

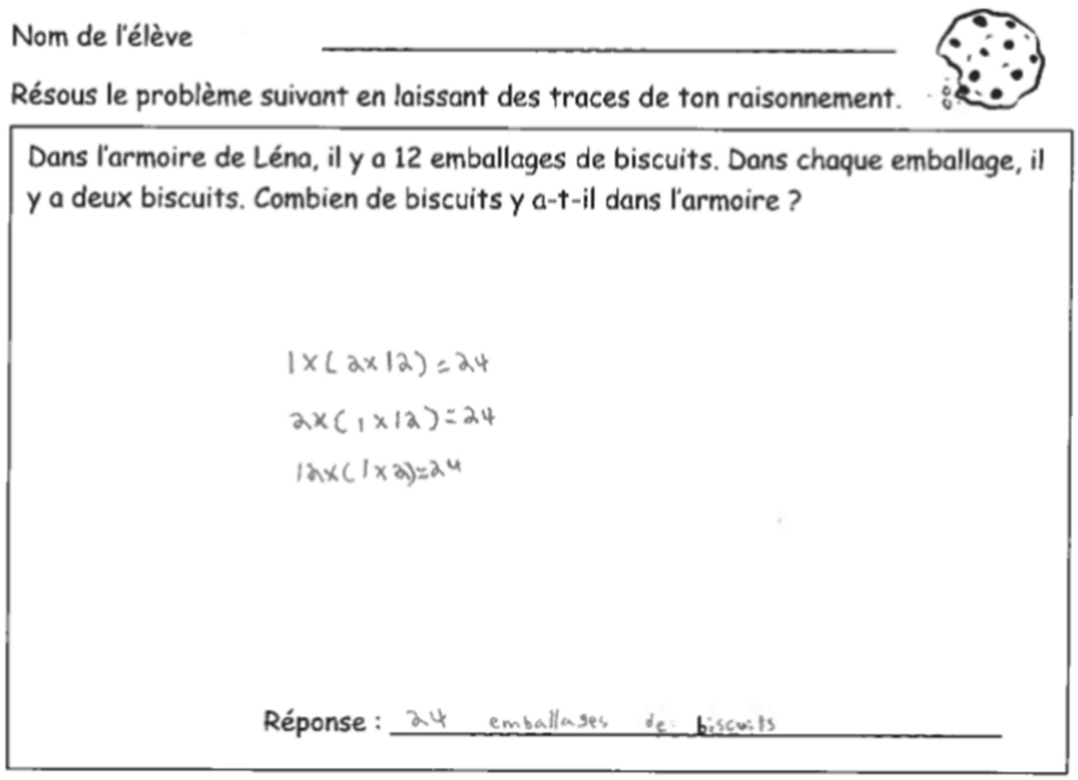
Dans la classe, Rachel était en 4^{e} année lors du projet. Elle était considérée, par l'enseignante, comme une élève *forte* en mathématiques. De manière générale, lors des séances de CM, elle participait beaucoup, parfois même lors de plusieurs séances consécutives. Elle semblait motivée et très intéressée par les stratégies utilisées et partagées par les autres élèves. Les conflits cognitifs semblaient stimuler sa motivation, car elle cherchait à trouver la meilleure stratégie et elle posait des questions, par exemple lorsqu'elle ne comprenait pas une stratégie partagée par un élève. À deux reprises, elle a demandé à l'enseignante quelle était la stratégie la plus efficace selon elle.

Lors des CM, Rachel utilisait de manière plus fréquente les deux stratégies suivantes : division de la multiplication en plus petits facteurs et addition de groupements/multiplication décomposée. Elle faisait partie des premiers élèves qui employaient régulièrement ces stratégies. Lorsque la majorité des élèves utilisaient uniquement l'addition répétée ou par morceaux, Rachel faisait usage de la multiplication avec plusieurs facteurs. Pour ce qui est des tâches écrites, selon le modèle interprétatif de Fortier-Moreau (2016), elle a utilisé à quatre reprises des stratégies qui correspondent au niveau 3 (la multiplication comme le produit de deux ensembles) et à deux reprises des stratégies correspondant au niveau 2.3 (emboitement éléments/parties/tout par le contrôle du multiplicande et du multiplicateur) lorsque des calculs lui étaient nécessaires. Ces informations permettent d'observer que Rachel utilisait, en règle générale, des stratégies qui témoignent d'un raisonnement multiplicatif, et ce, dès les premières semaines de la séquence.

Les CM nécessitent un tableau ou un support qui permet à la personne enseignante d'écrire les stratégies utilisées par les élèves. Dès la première séance, les élèves, dont Rachel, ont formé différents groupements et l'enseignante a fait le choix d'utiliser les parenthèses dans l'écriture des stratégies, et ce, même si cela n'est pas attendu au deuxième cycle selon la PDA (MELS, 2009).

Dès la rencontre hebdomadaire de la deuxième semaine, l'enseignante a mentionné qu'elle considérait que Rachel démontrait une bonne compréhension des problèmes de nature multiplicative puisqu'elle avait recours à des stratégies avec la multiplication et qu'elle réalisait des groupements variés selon les déclencheurs présentés. En effet, cette élève cherchait constamment à aller plus loin et à complexifier sa démarche. Par exemple, lors de la tâche écrite de la deuxième semaine, Rachel a employé une stratégie qui lui permettait d'utiliser les parenthèses à la place de faire une simple multiplication de deux facteurs. De ce fait, elle a même réalisé trois stratégies de regroupements différentes qui lui permettaient d'utiliser les parenthèses et la priorité des opérations afin d'obtenir 24 comme produit (voir figure 6). Bien que la réponse de 24 emballages ne soit pas juste et que l'on aurait dû lire 24 biscuits, il semble que Rachel ait une bonne compréhension du concept des parenthèses et de la priorité des opérations.

Figure 6. La tâche écrite de Rachel à la semaine 2


Nom de l'élève ______________________

Résous le problème suivant en laissant des traces de ton raisonnement.

Dans l'armoire de Léna, il y a 12 emballages de biscuits. Dans chaque emballage, il y a deux biscuits. Combien de biscuits y a-t-il dans l'armoire ?

1 x (2 x 12) = 24

2 x (1 x 12) = 24

12 x (1 x 2) = 24

Réponse : 24 emballages de biscuits

D'ailleurs, à la dernière séance du projet de recherche, l'enseignante a demandé aux élèves ce qu'ils avaient appris et Rachel a mentionné que les CM lui avaient permis d'apprendre à utiliser les parenthèses avec la multiplication.

Lors de la rencontre finale, l'enseignante a mentionné que pour les élèves qui ne rencontrent pas ou rencontrent très peu de difficultés dans l'enseignement-apprentissage des mathématiques, les CM leur permettent d'aller plus loin.

> *[Rachel] qui nous a sorti des phrases mathématiques du troisième cycle, voire même peut-être du début du secondaire 1, ça lui a permis d'accéder à ceci. Des fois, ils ont une barrière qui dit : non c'est au deuxième cycle, on [ne] fait pas ça. Mais elle, dans son cas, ça lui a vraiment permis d'aller chercher quelque chose de plus, d'accéder à*

> *des notions et des savoirs qu'on ne lui aurait pas nécessairement montrés cette année, mais qui d'emblée, elle était prête à les prendre. On ne l'a pas brimée, elle était prête à les prendre, alors go et tant mieux.* (Véronique, rencontre finale)

L'enseignante a aussi mentionné que malgré le fait que ce n'est pas un enseignement planifié et réalisé dans le cadre des périodes de mathématiques, depuis les CM, Rachel utilise fréquemment les parenthèses dans ses travaux ou ses examens. Elle réinvestit ses apprentissages. L'enseignante a ajouté :

> *C'est le fun parce que cette élève-là, pour une fois, son besoin d'apprendre plus vite a été grandement nourri pis pour l'élève qui a besoin, de petits pas à petits pas, les CM, ça permet ça, ça lui permettait quand même d'utiliser son addition répétée ou de quand même utiliser la stratégie dans laquelle il était confortable et ça fonctionnait quand même.* (Véronique, rencontre finale).

Bien que pour Rachel les CM lui aient permis d'aller plus loin, elles permettent également à d'autres élèves de consolider certains apprentissages. C'est d'ailleurs le cas de Caleb qui utilisait généralement l'addition répétée au cours des six semaines du projet.

Caleb, l'élève qui utilise majoritairement l'addition répétée

Lors du projet, Caleb était un élève de troisième année qui participait peu aux échanges en classe de manière générale, mais aussi lors des séances de CM. Durant la séquence, il a pris la parole sept fois seulement, ce qui s'avère peu fréquent dans le contexte. L'enseignante a dû le solliciter explicitement afin qu'il partage ses stratégies au groupe. De plus, cette dernière a mentionné que lors des six semaines du projet de recherche, il a été absent quelques fois, ce qui ne l'a pas aidé à développer une variété de stratégies mathématiques et à passer d'un raisonnement additif à un raisonnement multiplicatif. De plus, selon l'enseignante, la progression de cet élève a été moins grande et peut-être un peu moins rapide que d'autres élèves. Par contre, les séances de CM lui ont permis de prendre connaissance des stratégies qui fonctionnent pour lui et qu'il comprend, comme l'addition répétée.

En effet, lors des CM, Caleb utilisait uniquement l'addition répétée, par exemple 5+5+5+5+5+5+5+5+5+5+5 dans le cas de la séance 7 où il a additionné 11 groupements de cinq biscuits en forme de poisson. Puis, il a été absent lors de deux tâches écrites, donc deux tâches n'ont pas été réalisées ni analysées. À la deuxième semaine, il a utilisé une stratégie de niveau 3 selon le modèle de Fortier-Moreau (2016), soit l'algorithme de la multiplication, avec 12x2=24. Outre cela, il a utilisé deux fois des stratégies de niveau 2.2 de Fortier-Moreau (2016), qui étaient l'addition répétée avec l'algorithme, et une fois de plus il a utilisé l'addition, mais une erreur conceptuelle était présente. En somme, lorsque des calculs sont nécessaires, Caleb utilisait généralement des stratégies de raisonnement additif, dont l'addition répétée, et ce, même si cela pouvait lui demander de faire plus d'une douzaine de calculs.

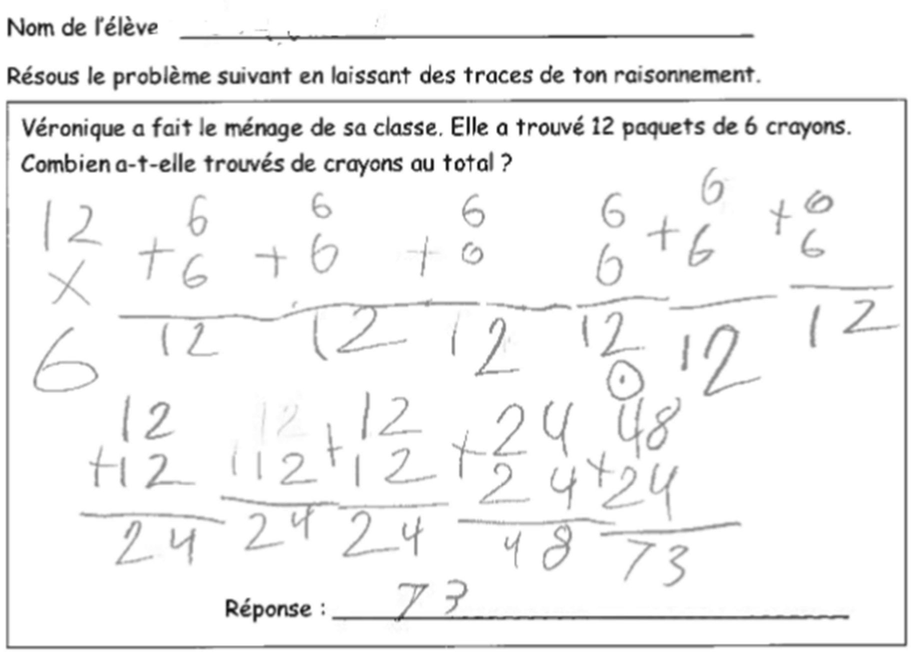
Puisque Caleb prenait très peu la parole, lors de la première semaine, l'enseignante a attendu qu'il ait un doigt levé, indiquant qu'il avait une stratégie, afin de le nommer en premier. Lors des CM, les gestes qu'il utilisait témoignaient de son engagement et de sa réflexion. L'enseignante laissant ainsi volontairement un moment de réflexion plus long aux élèves, Caleb a pu partager sa stratégie. La disposition des élèves et la gestuelle utilisée lors des CM ont favorisé ce temps supplémentaire de réflexion qui semble s'être avéré favorable pour cet élève.

Lors de la deuxième semaine du projet de recherche, l'enseignante a mentionné :

En gros, je suis vraiment contente de voir la progression de tous mes élèves, de voir que là ils ne font pas seulement chercher pour chercher. Les mêmes élèves me donnent toujours l'addition répétée. [Caleb], toutes les fois où il a été questionné, il a donné une addition répétée. Pour lui, on n'est pas rendu là et c'est correct parce que c'est une stratégie. Elle n'est pas efficace, mais c'est une stratégie qui va lui permettre d'arriver à la multiplication quand même. Moi, cela me va qu'il reste à ce niveau-là, c'est juste que c'est plus dangereux de faire une erreur de calcul au bout de la ligne. (Véronique, deuxième rencontre)

Comme l'a partagé Véronique, Caleb utilise une stratégie qui comporte certains risques d'erreurs de calcul puisque les facteurs sont de plus en plus élevés. Par exemple, dans la tâche écrite de la semaine 4 (Figure 7), Caleb a réalisé une addition répétée en additionnant 12 fois le nombre 6 et il a fait une erreur procédurale lors de la dernière étape de son calcul, où il a additionné les unités 8 et 4, et il est arrivé à une somme de 13.

Figure 7. Les traces écrites laissées par Caleb à la semaine 4



Lors de la dernière séance de la séquence de CM, Caleb a mentionné qu'il aimait l'addition répétée et que les CM lui avaient permis d'apprendre les doubles, la stratégie de l'addition répétée ainsi que les parenthèses. Cependant, lors de la dernière tâche écrite, il a trouvé que faire l'addition répétée de 51x6 était très long (6+6+6+6+6+6…). Il savait que ce n'était pas efficace, mais il n'a pas trouvé d'autres stratégies. Il a donc dessiné 51 fois 6 unités, mais cela n'a pas fonctionné. L'enseignante l'a alors aidé afin qu'il puisse additionner 6 fois 51, mais ce dernier s'est trompé et a fait une addition de quatre éléments : 51+51+51+51. Le raisonnement multiplicatif, à ce moment n'était pas acquis pour Caleb et les stratégies additives qu'il utilisait n'étaient pas toujours efficaces et lui occasionnaient des erreurs de calcul. Il avait majoritairement recours à des stratégies de raisonnement additif et avait de la difficulté avec la commutativité. Par exemple, lors de la tâche écrite de la semaine 6, le fait de calculer 6x51 en addition répétée aurait été plus efficace, car un moins grand nombre d'étapes était nécessaire : 51+51+51+51+51+51.

Étant donné que Caleb est au deuxième cycle du primaire, il n'est pas attendu qu'il maitrise et utilise les algorithmes de la multiplication selon la PDA (MELS, 2009). Lors de résolution de situations à structures multiplicatives, l'important est qu'il utilise des stratégies personnelles qui ont du sens pour lui et qui lui permettent d'obtenir la réponse. L'avantage des CM est que même s'il utilise constamment l'addition répétée, il voit et écoute ses camarades de classe nommer et expliquer des stratégies diverses parfois plus efficaces. Ainsi, à son rythme, il pourra varier les stratégies utilisées en fonction de ce qu'il comprend et faire des choix plus rapides, efficaces et flexibles. C'est d'ailleurs le cas de Tristan. Par les discussions lors des CM et par les rétroactions rapides de l'enseignante, Tristan a pu développer sa compréhension des différentes opérations mathématiques.

Tristan, l'élève qui développe sa compréhension des opérations par les discussions de CM

Tristan est un élève de quatrième année qui a déménagé en hiver. Il était précédemment dans un autre centre de services scolaire. Il est alors arrivé à l'école en janvier, c'est-à-dire quelques semaines avant le début du projet. Lors du projet de recherche, l'enseignante avait donc peu d'informations sur cet élève puisque le projet s'est déroulé lors des mois de mars et d'avril. Généralement, Tristan participait beaucoup lors des séances de CM. En effet, il partageait des stratégies entre trois et quatre fois par semaine.

Les stratégies utilisées par Tristan lors des CM étaient assez variées au fil des semaines : addition répétée, division de la multiplication en plus petits facteurs, addition de groupements/multiplication décomposée et l'utilisation des faits numériques de la multiplication. Puis, lors des tâches écrites, il a davantage employé des stratégies de niveau 2 selon le modèle de Fortier-Moreau (2016) où il a représenté les différents groupements de manière symbolique et utilisé une addition. De manière plus précise, il a utilisé une fois une stratégie de niveau 1, deux fois une stratégie de niveau 2.1 et trois fois une stratégie de niveau 2.2 avec l'algorithme de l'addition. Tristan a semblé choisir des stratégies intermédiaires qui fluctuent entre des stratégies de raisonnement additif et multiplicatif; elles semblaient varier selon la nature du contexte, le type de groupement ou son niveau de compréhension de la situation initiale. Les stratégies déployées par Tristan ont donné l'impression qu'il expérimente des stratégies et utilise différents types de raisonnements et de processus.

Lors des CM, il est arrivé à plusieurs reprises à Tristan de partager des stratégies erronées ou qui ne correspondaient pas nécessairement à la question demandée. Par exemple, au cours de la première semaine, il a confondu le symbole de l'addition et de la multiplication et à un autre moment, il a eu un manque de compréhension de la question puisqu'il a utilisé la division. En effet, lors de la deuxième séance avec les représentations de 14 paires de chaussettes, il a mentionné 28 divisé par 2 à la place d'utiliser les groupements et faire 14 x 2. Au lieu d'indiquer une stratégie permettant d'obtenir la réponse, il a semblé vouloir expliquer, en recourant à l'opération inverse, la démarche utilisée pour se rendre au résultat de l'opération. Malgré ses erreurs, il est persévérant et participe en partageant des stratégies. À partir de la 4e semaine, les stratégies qu'il expliquait semblaient souvent être inspirées de stratégies verbalisées par d'autres élèves de la classe, ce qui témoigne de son écoute, de son engagement et des apprentissages qu'il a réalisés.

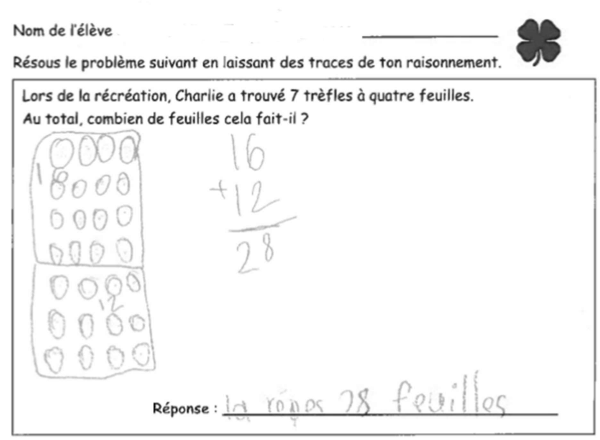
Les situations où Tristan commettait des erreurs ont emmené l'enseignante et moi à discuter de la façon de réagir aux stratégies erronées ou aux erreurs de procédure durant les séances de CM. Comme cela a été mentionné dans la section de la conception des séances de CM (4.1.4), plus précisément à la rencontre de la 2e semaine, j'ai suggéré à l'enseignante de questionner davantage l'élève qui partage une stratégie erronée au lieu de lui mentionner explicitement l'erreur. Le but de cette intervention était d'amener l'élève à prendre conscience de son erreur et de la comprendre afin de ne pas la répéter. En expliquant son raisonnement et en prenant connaissance de l'erreur par lui-même, cela risque de faire plus de sens pour lui et pour les autres élèves de la classe. L'erreur est utilisée pour l'apprentissage.

Dès la rencontre hebdomadaire de la troisième semaine, l'enseignante mentionne que Tristan a déjà une belle progression au niveau de ses stratégies. Lors des tâches écrites, il utilise des opérations qui ont du sens au regard de la structure du problème et il emploie souvent l'algorithme de l'addition afin de trouver la réponse. Les traces de l'élève lors des tâches écrites témoignent d'une certaine progression quant aux stratégies utilisées. Le tableau 22 présente trois traces de tâches écrites de Tristan, soit celles des semaines 1, 4 et 6.

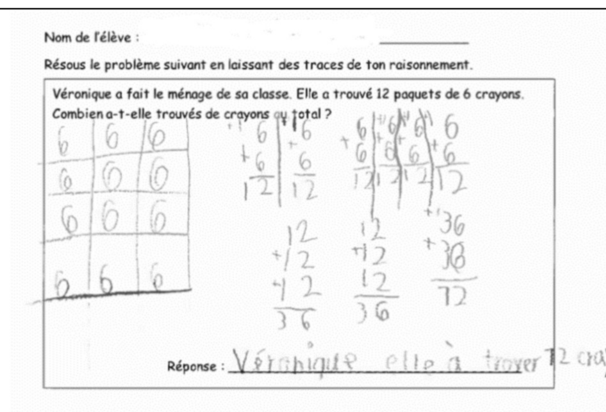
Tableau 22 : La progression des traces écrites de Tristan

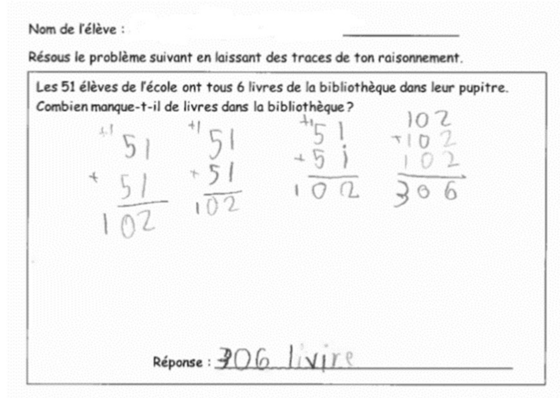
<table>
<tr>
<td>La tâche écrite de Tristan à la semaine 1

Niveau : 2.1

Processus utilisé : représentation des éléments en parties et addition avec algorithme pour les calculer</td>
<td>
</td>
</tr>
<tr>
<td>La tâche écrite de Tristan à la semaine 4

Niveau : 2.2

Processus utilisé : représentation des parties et du nombre d'éléments</td>
<td>
</td>
</tr>
</table>

en chiffre et addition répétée avec algorithme	
La tâche écrite de Tristan à la semaine 6 Niveau : 2.2 Processus utilisé : addition répétée avec algorithme	

De manière graduelle, Tristan représentait d'abord tous les éléments, puis utilisait ensuite des regroupements symboliques en indiquant, par exemple, les paquets de six éléments. Lors de la dernière tâche, il a simplement fait l'algorithme de l'addition. On peut donc dire que les stratégies utilisées par l'élève étaient de plus en plus abstraites et s'éloignaient des représentations concrètes, ce qui témoigne d'une complexification de son raisonnement mathématique de l'additif vers le multiplicatif.

4.2.4. Les constats quant au développement du raisonnement multiplicatif des élèves

En regard de tout ce qui a été mentionné dans cette section portant sur le deuxième objectif, un bilan des constats effectués lors du traitement et de l'analyse des stratégies utilisées par les élèves lors des CM et des traces des tâches écrites est présenté dans le tableau 23. Les résultats obtenus permettent d'anticiper ce qui peut se produire lors de la mise en œuvre d'une séquence de séances de CM dans une classe. Il faut s'attendre à rencontrer des obstacles comme personne enseignante et personne animatrice de CM. Dans le même sens, les élèves rencontreront inévitablement des difficultés mathématiques variées. Même s'il peut être difficile d'observer une progression générale pour l'ensemble des élèves, il est important d'être conscient que tous les élèves ont la possibilité d'apprendre par les CM, les discussions et les échanges réalisés lors des CM.

Tableau 23 : Le bilan des constats relatifs au développement du raisonnement multiplicatif des élèves et les stratégies déployées à l'oral et à l'écrit

- Bien que les écrits de Parrish (2014) proposent plusieurs stratégies concernant l'addition et la multiplication, **les élèves jumelaient fréquemment plusieurs stratégies pour créer la stratégie** qui leur convenait davantage selon le déclencheur présenté.
- Les CM peuvent permettre aux élèves considérés comme plus forts en mathématiques d'utiliser des stratégies mathématiques qui **nourrissent leur besoin d'apprentissages**. Ils peuvent réfléchir à une **quantité de stratégies** ainsi qu'à des **stratégies de qualité** (précises, efficientes et rapides).
- Les CM peuvent permettre aux élèves considérés comme en difficulté en mathématiques de prendre connaissance et de comprendre le sens d'**une grande variété de stratégies partagées par le groupe**.
- Les CM peuvent permettre de **respecter le rythme d'apprentissage des élèves**. Ainsi, ces derniers décident de recourir aux stratégies qu'ils comprennent davantage.
- Les élèves qui rencontrent des difficultés **utilisent de manière récurrente le même type de stratégies de séance en séance**, et parfois même de semaine en semaine.
- De manière générale, lorsqu'ils sont confrontés à de nouveaux sens de la multiplication, les élèves semblent plutôt portés à utiliser **les stratégies de l'addition répétée et de l'addition de groupements**.

5. DISCUSSION DES RÉSULTATS

La planification ainsi que la mise en œuvre de la séquence de séances de CM dans une classe multiniveau de troisième et de quatrième année du primaire a permis de collecter des données, de dégager des résultats et finalement d'émettre plusieurs constats. Cette section permet de faire un retour sur les résultats ainsi que les constats qui en découlent. De plus, des analyses critiques ont été réalisées concernant les objectifs, la démarche, la pertinence orthopédagogique ainsi que les retombées du projet sur mon développement professionnel.

5.1. Analyse critique des objectifs de recherche

À titre de rappel, le projet de recherche vise à répondre aux questions de recherche suivantes :

- Comment se caractérise une séquence de séances de causeries mathématiques visant à soutenir le développement du raisonnement multiplicatif chez des élèves du deuxième cycle du primaire et développée dans le contexte d'un projet de collaboration interprofessionnelle entre une personne enseignante et une personne orthopédagogue ?
- Comment se développe le raisonnement multiplicatif chez des élèves du deuxième cycle du primaire durant la mise en œuvre de la séquence de séances de causeries mathématiques développée ?

Lors de la recension des écrits, aucune séquence de CM favorisant le passage entre le raisonnement additif et le raisonnement multiplicatif n'a été trouvée. Deux objectifs ont donc été poursuivis afin de répondre aux questions de recherche. D'abord, le premier objectif concerne la planification. Ensuite, le deuxième objectif porte plutôt sur les raisonnements des élèves.

Afin d'atteindre ces deux objectifs, une séquence de six semaines de séances de CM a été planifiée et mise en œuvre en collaboration avec une enseignante dans sa classe multiniveau. Pour parvenir à l'atteinte du premier objectif, le Journal de bord et les Captations vidéo des échanges avec l'enseignante ont été analysés de manière qualitative. À la suite de cette analyse, des constats ont été émis en lien avec certaines variables didactiques des séances de CM ainsi que sur leur pilotage. Puis, en ce qui concerne le deuxième objectif, ce sont les Captations vidéos des échanges avec l'enseignante, les Captations vidéos des séances de CM et les Traces des tâches écrites des élèves qui ont été consultées et analysées qualitativement. L'analyse a permis d'émettre des constats quant à la séquence de séances de CM telle que vécue et quant au développement du raisonnement multiplicatif des élèves. La variété des données qualitatives collectées a favorisé l'obtention des informations qui ont permis de dégager des constats pertinents au sujet de séances de CM dans une classe du primaire.

Tout d'abord, les CM permettent aux élèves, qu'ils rencontrent peu ou beaucoup de difficultés, de réussir les tâches et d'utiliser des stratégies correspondant à leur niveau de compréhension. L'analyse des stratégies utilisées par les élèves lors des CM et lors des tâches écrites, ainsi que l'étude des cas d'élèves, ont permis d'observer que tous les élèves, ayant des compétences variées en mathématiques, semblent avoir connu des progressions quant à leur développement du raisonnement multiplicatif et quant aux stratégies utilisées au cours des six semaines. Les discussions ayant eu lieu grâce aux CM semblent avoir favorisé la compréhension des problèmes de nature multiplicative et le développement du raisonnement multiplicatif des élèves. Dans ce sens, Wilhelm et al. (2020) mentionnent que :

> Lorsque les élèves s'engagent dans un dialogue, ils étendent et transforment leur pensée; ils défient, articulent, clarifient et affinent leurs pensées; explorent de nouvelles possibilités; voient différentes perspectives; et construisent de nouvelles significations. Pourtant, la recherche montre que ce genre de discussions dialogiques n'arrivent que rarement en classe, puisqu'un discours de haut niveau ne survient pas naturellement. Au contraire, il doit être consciemment structuré, explicitement enseigné, échafaudé, continuellement promu et pratiqué. (p. 221-222)

Ainsi, par leurs formes, les CM permettent de structurer et de réaliser des discussions de ce type. Les élèves progressent en profitant de l'accompagnement de la personne enseignante et des échanges entre pairs en prenant conscience des stratégies utilisées par les autres élèves. De cette manière, en ajustant les déclencheurs et les questions qui y sont associées, les CM permettent aux élèves de progresser et de réaliser des apprentissages qui correspondent à leurs connaissances et à leurs compétences.

Par ailleurs, les ouvrages anglophones consultés de Hugues (2018, 2019, 2020), Parrish (2014), Parrish et Dominick (2016) et Humphreys et Parker (2015) contiennent presque exclusivement des déclencheurs symboliques (équations mathématiques avec des symboles numériques) et des représentations mathématiques variées (droites numériques, fractions imagées, blocs multibases, etc.). Les stratégies de calculs mentaux sont alors travaillées. Lorsque les équations sont utilisées comme déclencheur symbolique, Parrish (2014) suggère qu'elles soient écrites à l'horizontale et non à la verticale, afin que l'élève réfléchisse aux nombres dans leur ensemble, aux valeurs totales et non en valeur par position, comme c'est le cas lors de l'utilisation des algorithmes conventionnels. Bien que la majorité des déclencheurs utilisés lors de la mise en œuvre de notre séquence de séances de CM aient été des déclencheurs imagés représentant des objets, les élèves ont tout de même utilisé des stratégies de calculs mentaux variées. Ainsi, avec l'utilisation de déclencheurs imagés, il a été possible d'observer une progression chez les élèves par le biais des réflexions verbalisées et des stratégies utilisées.

Parallèlement à ceci, plusieurs auteurs tels que Van de Walle et Lovin (2007), Picard (2013) et Charbonneau (2019, 2021) soulignent l'importance de l'utilisation du matériel de manipulation afin de favoriser l'apprentissage et la compréhension des différents concepts mathématiques. Bien que le matériel concret représente un incontournable pour l'enseignement-apprentissage de cette discipline scolaire, elle ne me semble pas la seule et unique voie possible. Ainsi, par les CM, exploitées dans le cadre de cet essai, les élèves ont été confrontés aux réflexions des autres élèves et ils ont appris par les discussions mathématiques. En effet, comme le mentionne Parrish (2014), il y a de nombreux bénéfices aux partages et aux discussions concernant les stratégies de calcul employées par les élèves lors des CM. Parmi ces bénéfices, les élèves ont l'opportunité de :

> Clarifier leur propre pensée, considérer et expérimenter d'autres stratégies mathématiques afin de valider si elles sont logiques d'un point de vue mathématique, investiguer et appliquer des relations mathématiques, se construire un répertoire de stratégies efficaces et prendre des décisions concernant le choix de stratégies efficaces pour des problèmes précis. (Parrish, 2014, p. 11, traduction libre)

Malgré l'absence d'utilisation de matériel de manipulation dans le cadre des CM, les élèves ont connu une progression qui leur est propre de manière individuelle. Les bénéfices nommés par Parrish (2014) ont tous été observés lors de la mise en œuvre de la séquence de séances de CM pour différents élèves à différents moments.

De surcroit, comme cela a été mentionné dans les constats relatifs au premier objectif, lors des deux dernières séances de la séquence, les élèves ont tous utilisé un tableau effaçable comme support pour écrire leurs stratégies. En seulement deux séances, il a été possible d'observer rapidement le caractère limitant de cet outil lors des CM, comme le précise Parrish (2014). En effet, cela dénature les CM, car son utilisation restreint la discussion et les partages réalisés par les élèves. Malgré une vingtaine de CM réalisées précédemment, les élèves se limitaient donc généralement à une seule stratégie, en plus d'avoir de la difficulté à la verbaliser au reste du groupe. Lors des CM ordinaires, c'est-à-dire sans support, nous avons observé que lorsque les élèves calculaient mentalement, ils recouraient plutôt à des processus personnels de calculs mentaux au lieu d'utiliser systématiquement les algorithmes et les processus plus conventionnels, ce qui est bénéfique au développement de leur compréhension. Le calcul mental oblige toutefois les élèves, en quelque sorte, à trouver et à utiliser des stratégies efficientes, ce qui correspond aux fondements des CM (Parrish, 2014).

Par ailleurs, avec du recul, les tâches écrites, réalisées dans l'optique de répondre au deuxième objectif de l'essai, n'étaient pas optimales pour documenter la progression des élèves. Tout bien considéré, en plus d'être incohérent avec le mode opératoire des CM, le contexte écrit de ces tâches n'était pas nécessaire au deuxième objectif de recherche, et des difficultés de compréhension relatives au texte ont été rencontrées par les élèves. Bien qu'elles aient permis d'obtenir des informations relatives au développement du raisonnement multiplicatif des élèves avec les niveaux du modèle interprétatif des conduites de Fortier-Moreau (2016), les tâches écrites ont aussi été difficiles à interpréter. La complexité des tâches évoluait selon plusieurs variables (par exemple : registre numérique, sens de la multiplication, formulation du problème, questions posées aux élèves) au fil des semaines. Ainsi, il était ardu d'observer une progression du raisonnement des élèves lorsque les tâches utilisées progressaient aussi. Les tâches écrites hebdomadaires et les CM réalisées entre trois et quatre fois par semaine étaient très différentes sur le plan didactique. Les déclencheurs des CM consistaient en une image ou un ensemble de points accompagné d'une question, et les tâches écrites étaient composées de courts problèmes mathématiques à structure multiplicative. En définitive, si c'était à refaire, les tâches écrites seraient réalisées de manière semblable à la proposition de Parrish (2014). L'auteure propose de demander aux élèves de réaliser une évaluation hebdomadaire ayant entre 5 et 10 calculs similaires à ce qui a été fait en classe lors des CM de la semaine. Puis, les élèves sont amenés à faire chaque calcul de deux façons différentes afin qu'ils explorent plusieurs stratégies. Ayant donc utilisé des déclencheurs imagés pour les CM, les tâches écrites pourraient être constituées d'images ou de regroupements de points où les élèves seraient amenés à trouver deux stratégies rapides, efficaces et flexibles pour chaque situation. Le transfert des stratégies abordées lors des CM serait alors probablement plus facile pour les élèves dans le cadre de ce type de tâches écrites.

En outre, la réalisation d'une tâche écrite avant le début de la séquence aurait été intéressante pour vérifier, à priori, les stratégies utilisées par les élèves. Ainsi, cela pourrait être utilisé comme une forme d'évaluation diagnostique ou de point de référence au début de la séquence. Ceci permettrait la réalisation d'une comparaison au fil des six semaines et donc, de mieux documenter la progression des élèves et leur passage d'un raisonnement additif vers un raisonnement multiplicatif.

Enfin, les CM n'ont pas été et ne doivent pas être l'unique stratégie d'enseignement-apprentissage pour soutenir le développement du raisonnement multiplicatif d'élèves du primaire. La progression des élèves concernant le développement du raisonnement multiplicatif n'est pas uniquement le reflet des séances de CM réalisées lors du projet de recherche. Les résultats sont le fruit du travail fait en classe, lors des CM et à la maison. Effectivement, l'enseignement-apprentissage des concepts et des processus mathématiques demande une variété de stratégies d'enseignement et de situations d'apprentissage mathématiques. Par exemple, des problèmes écrits et des situations-problèmes mathématiques liés au développement du raisonnement multiplicatif ont été utilisés en classe. Cela a permis aux élèves d'en parler fréquemment et de constater une très grande variété de stratégies de résolution partagées par les pairs. Bien que les CM constituent : « une stratégie pédagogique qui permet à l'élève de développer et de consolider sa compréhension conceptuelle, sa flexibilité et sa fluidité » (MEES, 2019, p. 14) et qu'elles permettent aux élèves de différents niveaux de poursuivre leur développement (tel que présenté dans le chapitre 4), elles ne doivent pas être la seule stratégie d'enseignement-apprentissage utilisée. Les CM doivent donc être imbriquées au reste des pratiques pédagogiques utilisées en classe.

5.2. L'analyse critique de la démarche mise en œuvre

Cette présente section permet de critiquer la démarche réalisée en présentant les forces et les limites du projet mis en œuvre.

Tout d'abord, l'entièreté du projet s'est déroulé à distance par l'intermédiaire de différents moyens technologiques puisque les semaines d'interventions ont eu lieu lors de la pandémie de la COVID-19. Par conséquent, pour ma part, cela s'est traduit par des difficultés d'accès à la classe de manière présentielle. Les rencontres collaboratives avec l'enseignante participante et le visionnement des séances de CM se sont déroulés par des appels vidéo. Cet obstacle, bien qu'il soit majeur, s'est avéré un avantage sur certains plans. En étant à distance, cela m'a permis d'assister à chacune des séances de CM réalisées en classe à l'aide d'appels vidéo, ce qui aurait été difficilement réalisable si les moments de collaboration s'étaient déroulés en présentiel. Ces échanges à distance ont alors facilité ma présence lors de chacune des séances et ils ont favorisé une plus grande flexibilité de l'horaire de part et d'autre. Les observations et les échanges se sont limités aux rencontres planifiées et aux séances de CM réalisées en ligne, ce qui n'a pas semblé limiter la portée du projet. Les moyens technologiques utilisés pour les appels vidéo nous ont permis de discuter, de planifier les déclencheurs utilisés et de partager certains documents lorsque nécessaire. Ainsi, cette démarche a facilité la captation vidéo des rencontres et des séances de CM et donc la collecte, le traitement et l'analyse des données. Le contexte de la COVID-19 a nécessité des mesures d'adaptation pour une grande majorité de la population. Deschênes (2021) explique d'ailleurs les bénéfices ainsi que les inconvénients vécus en raison du télétravail et du recours aux technologies collaboratives. Plusieurs éléments nommés par l'auteure ont été expérimentés dans le cadre du projet. En ce qui concerne les bénéfices, l'utilisation des technologies collaboratives, telles que les appels vidéo et les différents outils de partage, ont favorisé l'innovation, le développement de nouvelles compétences, de la flexibilité et la réduction de restrictions de temps et d'espace (Deschênes, 2021). Pour ce qui est des inconvénients, selon l'auteure, l'utilisation de ces outils a causé certains défis d'adaptation, a nécessité plus de planification concernant les différentes rencontres et plus de formalités concernant les échanges de courriels et de messages. Le projet réalisé permet d'en témoigner : « [les technologies collaboratives] auraient donc la capacité de favoriser le partage de connaissances malgré la distance » (p. 58).

Ensuite, en ce qui concerne les éléments relatifs au son et à l'image, des moyens tels que l'utilisation d'une webcaméra et d'un micro multidirectionnel ont été mis en place afin de pouvoir bien entendre les interventions des élèves et de voir la classe. À quelques moments, les commentaires des élèves étaient inaudibles. L'enseignante reformulait fréquemment les stratégies partagées par les élèves qui s'exprimaient avec un plus petit volume de voix, ce qui m'a grandement aidée avec la prise de notes à distance. Malheureusement, cela n'a pas permis l'accès au propos exact de ces élèves lors de ces moments. Toutefois, le micro multidirectionnel utilisé a permis de capter la majorité des partages des élèves, et les quelques commentaires échappés n'ont pas limité de manière significative l'analyse. Cela dit, tout bien considéré, l'utilisation d'un micro multidirectionnel semble un incontournable puisque cela a permis de traiter et d'analyser adéquatement les données. L'analyse de l'ensemble des séances compense la perte des quelques commentaires inaudibles. Par ailleurs, la vision était limitée à l'écran. Ainsi, les élèves et le tableau utilisé pour présenter le déclencheur et inscrire les stratégies des élèves étaient difficilement perceptibles à distance. Ces éléments n'ont donc pas été observés ni pris en considération dans les observations et dans les résultats.

Dans un autre ordre d'idées, la totalité des 22 déclencheurs utilisés lors des séances de CM visaient à soutenir le passage du raisonnement additif et le raisonnement multiplicatif. Bien que les élèves aient réalisé plusieurs liens avec divers concepts mathématiques au cours des six semaines, seulement trois des cinq sens de la multiplication, soit l'addition répetée, la disposition rectangulaire et l'aire et le volume, ont fait l'objet des déclencheurs. Comme cela a été précisé dans le cadre conceptuel, la PDA en mathématiques au primaire (MELS, 2009) fait aussi mention des autres sens de la multiplication nommés précédemment. Toutefois, considérant l'intention poursuivie, le temps disponible, les besoins et les niveaux de développement des élèves, il s'est avéré suffisant de cibler trois des cinq sens multiplicatifs. En focalisant la séquence de séances sur ces trois sens de la multiplication, des liens concrets entre le raisonnement additif et multiplicatif ont pu être réalisés au fil des semaines lors des séances de CM. Avec plus de temps, il aurait été intéressant d'intégrer davantage de déclencheurs portant sur l'aire et le volume ainsi que certains déclencheurs portant sur les sens de la comparaison multiplicative et du produit cartésien.

Concernant ce qui précède en lien avec l'ajout de déclencheurs portant sur l'aire et le volume, plusieurs difficultés ont été rencontrées par les élèves essentiellement lorsque le concept de l'aire a été abordé, et ce, lors des CM et lors des tâches écrites. Une des difficultés fréquemment rencontrées a été la confusion entre l'aire et le périmètre. L'aire est un concept mathématique intégrant plusieurs autres sous-concepts fondamentaux, ce qui nécessite plusieurs apprentissages chez l'élève (Héraud, 1992). Dans ce sens, l'auteur affirme que : « le concept du périmètre crée un obstacle à la construction du concept d'aire dans le sens que les enfants ont tendance à transférer la procédure du calcul du périmètre au calcul de l'aire » (p. 87). Il pourrait alors être judicieux d'intégrer à la séquence des déclencheurs portant sur le concept du périmètre puisque cette confusion entre l'aire et le périmètre : « ne peut être entièrement résolu [e] tant que la relation entre l'aire du rectangle et les dimensions de ses côtés ne se trouve pas clairement établie » (Héraud, 1992, p. 84).

En outre, il était parfois difficile d'analyser les démarches des tâches écrites réalisées par les élèves selon le modèle interprétatif des conduites de Fortier-Moreau (2016). En effet, à l'occasion, il était difficile d'associer les traces complétées par les élèves aux niveaux de développement de manière catégorique sans avoir eu accès au raisonnement de l'élève. Pour contrer cette difficulté, il aurait été interessant de donner l'occasion aux élèves d'expliquer oralement leur démarche et les processus utilisés et de les traduire en données de recherche. Dans ce sens, Beaumier et Lapointe (2016) précisent : « [le questionnement d'explicitation] permet d'aller au-delà de l'évaluation des productions des élèves et de se concentrer sur les procédures d'exécution de la tâche, et ainsi cerner les difficultés réelles de l'élève » (p. 87). Quoique cela ait nécessité beaucoup de temps et n'avait pas été considéré comme réaliste dans la réalité professionnelle des enseignants et des enseignantes, ces entretiens réalisés ont grandement facilité l'analyse de ces tâches. Dans une nouvelle mouture de la recherche, il pourrait être possible de cibler certains élèves seulement et la personne enseignante pourrait questionner rapidement ces élèves lorsqu'ils terminent la tâche.

En ce qui concerne la collaboration entre la personne enseignante et la personne orthopédagogue, seule la consultation collorative a été mises en place lors de la mise en œuvre de la séquence de CM puisque j'étais à distance et que l'ensemble des élèves et l'enseignante se trouvaient dans la classe. Beaumont et al. (2011) mentionnent plusieurs avantages à ce type de collaboration. Premièrement, la possibilité d'intégrer des élèves à risque en classe ordinaire. La séquence mise en œuvre a effectivement permis à l'ensemble des élèves, à risque ou non, de participer et de s'engager dans cette démarche d'apprentissage que sont les CM. Deuxièmement, ces personnes auteures soulignent l'augmentation des probabilités que la personne enseignante utilise des moyens d'intervention qui répondent aux besoins des élèves. Dans ce sens, nos rencontres collaboratives hebdomadaires nous ont permis de faire des retours sur la semaine précédente, de planifier la semaine suivante, en plus de faire des choix didactiques pertinents pour répondre aux besoins des élèves, par exemple en ciblant un sens de la multiplication, un registre numérique pour les déclencheurs de la semaine. Un autre exemple de choix réalisé lors de ces rencontres a été de demander aux élèves de prendre position et de voter pour la stratégie qu'ils préféraient afin de les amener à réfléchir sur les différentes stratégies suggérées par tous les élèves. Troisièment, la consultation collaborative représente une occasion intéressante pour offrir de la formation continue aux personnes enseignantes (Beaumont et al., 2011). Ainsi, en ce qui concerne les connaissances et les habiletés développées par l'enseignante lors du projet, celles-ci peuvent être considérées comme de la formation continue lors des moments de concertation. Pour ma part, la collaboration effectuée avec l'enseignante a également été une source importante de développement professionnel en tant qu'orthopédagogue ainsi qu'étudiante-chercheuse. De manière plus précise, j'ai pu expérimenter la collaboration sous forme de consultation et y développer diverses compétences. La planification et la mise en œuvre d'une séquence de séances de CM m'ont permis de mener à terme un projet collaboratif de plusieurs semaines et de faire évoluer l'intention didactique première en fonction des élèves et de leurs besoins.

5.3. L'analyse critique de la pertinence orthopédagogique

Ce projet d'intervention, qui a permis la planification ainsi que la mise en œuvre d'une séquence de CM réalisée en collaboration avec une personne enseignante, possède une portée certaine en orthopédagogie. Les éléments abordés ci-dessous concernent le rôle de la personne orthopédagogue dans l'enseignement-apprentissage des mathématiques au primaire.

En ce qui concerne l'orthopédagogie et les mathématiques, Fontaine (2008) mentionne : « plusieurs observations nous ont permis de constater que les interventions orthopédagogiques étaient peu fréquentes en mathématiques, et ce, même si plusieurs élèves présentent des difficultés dans cette matière » (p. 3). De surcroit, ses résultats de recherche témoignent que les personnes orthopédagogues interviennent moins en mathématiques qu'en français. Parmi les explications nommées, celles-ci considèrent généralement que les interventions en français doivent être priorisées puisque cette matière est considérée comme étant la base (Fontaine, 2008). Ainsi, les personnes orthopédagogues ont comme mandat d'intervenir en lecture, en écriture, en mathématiques et relativement aux stratégies d'autorégulation (ADEREQ, 2015). Cela dit, les besoins des élèves seraient davantage concentrés en français, ce qui expliquerait pourquoi les interventions sont plus nombreuses dans cette discipline. Puis, il a été nommé que ces professionnels et professionnelles ont généralement moins d'expertises et de connaissances en mathématiques et réalisent moins de formations continues dans le domaine des mathématiques (Fontaine, 2008). La réalisation de ce projet d'intervention collaboratif et la séquence de séances de CM permettent alors de proposer une avenue aux personnes orthopédagogues afin de combler le manque d'interventions orthopédagogiques en mathématiques et de répondre aux besoins des élèves. L'intégration des CM en classe en coenseignement permettrait aux deux personnes professionnelles d'intervenir auprès de tous les élèves, incluant les élèves qui rencontrent des difficultés en mathématiques. En outre, le fait de réaliser de la consultation collaborative favorise « l'augmentation de la probabilité que l'enseignement réponde aux besoins des élèves » (Beaumont et al., 2011, p. 28).

En ce qui concerne le rôle de la personne orthopédagogue dans l'accompagnement de personnes enseignantes, par exemple dans la mise en œuvre de séances de CM, ses actions et sa contribution permettent d'agir en cohérence avec le *Référentiel de compétences pour une maitrise professionnelle en orthopédagogie* (ADEREQ, 2015). En effet, cela lui permet de : « soutenir et [de] contribuer à la mise en œuvre des interventions et des mesures d'aide susceptibles de favoriser la progression optimale des apprentissages de l'apprenant » (ADEREQ, p. 20). En collaboration avec la personne enseignante, la personne orthopédagogue peut ainsi « proposer des activités d'enseignement-apprentissage adaptées aux besoins de l'apprenant » (ADEREQ, 2015, p. 20) et « soutenir la mise en œuvre de pratiques pédagogiques différenciées, en contexte de classe, et celle d'autres mesures d'aide s'il y a lieu, et proposer les ajustements nécessaires, lorsque requis » (ADEREQ, p. 20).

Lors du projet, la collaboration entre personne orthopédagogue et enseignante s'est avérée gagnante, considérant les rôles et les expertises de chacune. Cela a semblé permettre de mieux répondre aux besoins des élèves; l'enseignante connaissant plus particulièrement ses élèves, et pour ma part, connaissant davantage le dispositif des CM et les variables didactique de celles-ci. Concrètement, cette collaboration a favoriser des échanges riches et pertinents lors des rencontres collaboratives hebdomadaires, permettant ainsi de planifier et de mettre en œuvre une progression didactique au cours des six semaines de CM. Bien que la collaboration représente une compétence professionnelle, et ce, autant pour la personne enseignante que pour la personne orthopédagogue, l'attitude et les personnalités de chacune des collaboratrices représentent des caractéristiques non négligeables. Comme étudiante-chercheuse et orthopédagogue, j'avais une posture d'accompagnatrice plutôt qu'une posture d'experte, ce qui semble avoir engendré une saine collaboration. Comme le mentionne Vialet Caparros-Mencacci (2007, cité dans Allenbach et al., 2016), « La relation entre enseignant ordinaire et intervenant peut aussi s'inscrire dans une horizontalité, dans une reconnaissance réciproque, si l'intervenant adopte une posture d'accompagnant plutôt que d'expert » (p. 76).

Dans le cadre du projet de recherche, j'ai pu assister, à distance, aux 22 séances de CM réparties sur six semaines. Ceci m'a permis de prendre en note une très grande majorité des stratégies et des commentaires verbalisés par les élèves, de les analyser et d'en faire part à l'enseignante par un tableau détaillé. Dans un contexte scolaire ordinaire, il peut être difficile de coordonner autant de périodes simultanées pour les deux personnes professionnelles. Ainsi, le coenseignement peut être plutôt occasionnel et la consultation collaborative plus présente. Cependant, en réorganisant les services, par exemple en modifiant l'horaire ou les types de suivis orthopédagogiques, ce type de projet collaboratif, entre personne enseignante et personne orthopédagogue, peut tout de même être réalisé. Leblanc (2021, s. p.) indique d'ailleurs que le coenseignement par ces deux professionnelles de l'éducation offre plusieurs avantages. En effet, « [le coenseignement] faciliterait l'inclusion au moyen de pratiques pédagogiques efficaces et il soutiendrait le développement professionnel des intervenants qui le pratiquent ».

Dans un autre ordre d'idées, l'auteure mentionne certains facilitateurs et certains défis relevés par les personnes orthopédagogues ayant participé à une recherche-action formation où le coenseignement a été implanté avec trois d'entres-elles et 14 personnes enseignantes situées dans trois écoles. Premièrement, le fait de planifier du temps ou une rencontre pour coplanifier, réguler et effectuer des rétroactions fait partie des facilitateurs. Cet élément a aussi été expérimenté lors du projet grâce à la planification et à la réalisation de rencontres collaboratives hebdomadaires. Celles-ci ont d'ailleurs permis de prendre le temps de faire des retours sur les CM réalisées et de planifier celles de la semaine suivante. Ces rencontres planifiées ont facilité la progression au cours des semaines. Par ailleurs, Leblanc (2021, s. p.) mentionne aussi comme facilitateur le fait que les collaborateurs possèdent certaines qualités telles que la souplesse, l'ouverture, la diplomatie, le non-jugement et le respect. Le bon déroulement et les échanges professionnels et respectueux témoignent que ceci a aussi été expérimenté dans le cadre de notre projet de recherche de part et d'autre. En ce qui concerne les défis mentionnés, « le manque d'organisation et la nécessité de bien définir les rôles au sein de la dyade » (Leblanc, 2021, s. p.) ont été nommés. Dans le cadre de notre projet, la définition des rôles de chacune dès la première rencontre collaborative et le contexte d'intervention à distance ont semblé permettre d'éviter cette difficulté. Le deuxième défi mentionné, soit la provocation d'« un changement de culture dans une école relativement aux pratiques » (Leblanc, 2021, s. p.) n'a pas été vécu lors du projet, probablement parce que celui-ci a été réalisé dans le cadre d'un projet de recherche universitaire et non pas dans le cadre d'une collaboration avec la personne orthopédagogue présente à l'école. En définitive, la collaboration entre les personnes enseignantes et les personnes orthopédagogues permet de répondre aux besoins des élèves, de la personne enseignante et orthopédagogue en plus de respecter les attentes du référentiel de compétences (ADEREQ, 2015).

Cet essai se veut donc une ressource pertinente pour les personnes orthopédagogue ayant comme volonté de proposer la mise en œuvre d'une ou de plusieurs séances de CM visant, par exemple, le développement du raisonnement multiplicatif à des collègues enseignants ou enseignantes. Par ailleurs, les constats émis pour chacun des deux objectifs permettent d'anticiper certaines difficultés quant à la planification, la mise en œuvre ainsi qu'aux possibles difficultés que rencontreront les élèves.

5.4. L'analyse critique des retombées du projet sur le développement professionnel de l'étudiante-chercheuse

Le processus de recherche mis en place pour la réalisation de cet essai a inévitablement entrainé des conséquences positives sur mon développement professionnel en tant qu'orthopédagogue et sur mes connaissances, mes compétences et mes intérêts en tant que chercheuse.

Toutes les étapes du projet, soit la recension des écrits, l'appropriation des concepts, la conception et la mise en place de la séquence en classe, les rencontres collaboratives et l'analyse des résultats, m'ont permis d'augmenter considérablement mes connaissances et d'acquérir de l'expérience quant aux CM, au raisonnement multiplicatif et à la collaboration interprofessionnelle. Le fait d'avoir collaboré avec une enseignante et travaillé avec 16 élèves m'a permis d'observer ces derniers participer, réfléchir, discuter et partager différentes stratégies et réflexions. J'ai maintenant un bagage d'expériences relatives à la planification, la mise en œuvre des CM, les stratégies utilisées par les élèves ainsi que certaines difficultés rencontrées par ces derniers en lien avec le développement du raisonnement multiplicatif.

Ayant conçu et mis en œuvre une séquence de six semaines de CM en collaboration avec une enseignante, je porterai dorénavant une attention particulière à certains éléments. En ce qui concerne le pilotage, des moyens seront mis en place pour vérifier ou assurer la durée des séances, l'utilisation de la gestuelle propre aux CM, la réalisation de tableaux d'ancrage avec et pour les élèves ainsi que les questions posées aux élèves. L'objectif du projet était d'amener les élèves à développer leur raisonnement multiplicatif et à expliciter clairement leurs stratégies. Comme cela est vrai pour l'ensemble des concepts et des processus mathématiques, il est important d'amener les élèves à prendre connaissance de leurs erreurs ou des incohérences de leurs stratégies.

Étant donné que les CM permettent un dialogue avec les élèves, le questionnement s'avère un outil propice à la réflexion. Les 22 séances de CM m'ont aussi permis de constater l'importance de poser des questions neutres et ouvertes aux élèves qui leur permettent d'exprimer clairement leur démarche et ainsi favoriser leur compréhension. Les questions posées aux élèves de manière rétroactive à une réponse ou à une stratégie partagée doivent être, selon moi, ouvertes et précises, mais sans introduire la réponse attendue. Dans le même sens, Beaumier et Lapointe (2016) mentionnent que : « [l]es questions [que pose la personne enseignante] doivent être des questions ouvertes qui visent à ce que les élèves répondent de façon précise et rendent explicite leur raisonnement » (p. 56).

Pour ce qui est de la sélection des déclencheurs, je crois maintenant avoir un œil plus critique. En effet, avec l'expérimentation des CM mises en oeuvre, certaines variables n'avaient pas été prises en considération et j'en suis maintenant plus consciente. Les déclencheurs seront sélectionnés selon le registre numérique, la taille et la disposition des regroupements d'éléments et la visibilité des éléments (visibles ou non visibles).

En ce qui concerne le développement de mes compétences professionnelles, le projet collaboratif m'a permis de collaborer et de soutenir l'enseignante dans son enseignement-apprentissage, ce qui correspond à l'axe 2 portant sur la collaboration et le soutien à l'enseignement-apprentissage du Référentiel de compétences de l'ADEREQ (2015). Le projet a aussi contribué à l'amélioration de mes compétentes collaboratives. Ayant comme souci de collaborer équitablement et de faire place aux idées et aux suggestions de l'enseignante, une des stratégies ayant favorisé les échanges a été de suggérer plusieurs déclencheurs lors de la rencontre hebdomadaire. Puis, avant de proposer certains d'entre eux, je demandais tout d'abord l'avis de l'enseignante. De manière plus générale, ayant communiqué quotidiennement pendant plus de six semaines avec l'enseignante, le projet m'a permis de mobiliser et de développer des aptitudes d'écoute, d'ouverture et de flexibilité, notamment au regard des différentes contraintes temporelles et organisationnelles.

En tant qu'orthopédagogue, je travaille plus particulièrement avec des élèves qui rencontrent des difficultés en français et en mathématiques. Dans la classe où a été réalisé le projet, certains des 16 élèves rencontraient des difficultés en mathématiques, alors que d'autres semblaient peu ou ne pas en rencontrer. Conséquemment, pour tous les élèves de la classe, les CM ont permis de favoriser leur compréhension des problèmes de nature multiplicative ainsi que leur développement du raisonnement multiplicatif, et ce, à leur rythme. Chaque élève a eu l'opportunité d'écouter et de partager une grande quantité de stratégies, ce qui leur a permis de garnir leur coffre à outils de stratégies mathématiques. Comme orthopédagogue, je considère maintenant que les CM en groupe ou en sous-groupes peuvent considérablement aider les élèves à développer leur compréhension de certains concepts ou processus mathématiques, qu’ils rencontrent ou non des difficultés dans l’apprentissage des mathématiques. Cette posture plus proactive où les interventions sont universelles pour tous les élèves permet d’intervenir de manière à prévenir l’apparition de difficultés.

Enfin, la mise en œuvre de la séquence de CM m’a permis de développer un intérêt encore plus important pour cette stratégie d’apprentissage. Je crois fermement que ce court moment de CM quasi quotidien peut avoir un impact positif et important pour les élèves lorsqu’il est employé en complémentarité avec l’ensemble des situations et des tâches ordinaires utilisées pour l’enseignement-apprentissage des mathématiques. Comme orthopédagogue, il est certain que les CM vont représenter une stratégie d’enseignement-apprentissage que je vais promouvoir dans ma pratique ainsi qu’auprès de mes collègues.

6. CONCLUSION

Ce dernier chapitre fait un rappel de l'entièreté du projet de recherche, soit de l'amorce de mon intérêt envers les CM, des questions de recherche ainsi que chacun des chapitres de l'essai. De plus, différents apports de l'essai sont explicités tels que la contribution aux écrits francophones ayant pour sujet les CM, les constats pertinents ayant été dégagés quant à la planification et la mise en œuvre des CM en classe et les apports reliés à mon développement professionnel.

6.1. Une synthèse du projet

Dans le cadre de cet essai, le projet a mené à la planification et à la mise en œuvre d'une séquence de 22 séances de CM réparties sur six semaines dans une classe multiniveau de troisième et de quatrième année. Initialement, mon intérêt pour les CM s'est manifesté lors d'une difficulté vécue en tant qu'enseignante au moment de l'enseignement-apprentissage du sens de la multiplication. Maintenant orthopédagogue, j'ai à cœur le soutien des élèves qui rencontrent des difficultés en français et en mathématiques. Malheureusement, les mathématiques sont très souvent mises de côté par les personnes orthopédagogues, et ce, malgré le fait que plusieurs élèves rencontrent des difficultés dans l'étude de cette discipline (Fontaine, 2008). Le domaine de l'arithmétique comprend de nombreux concepts primordiaux et importants qui sont à l'étude au primaire, dont certains visent à provoquer le passage d'un raisonnement additif vers un raisonnement multiplicatif. Pour favoriser la compréhension des problèmes de nature multiplicative et le développement du raisonnement multiplicatif chez les élèves, nous avons argumenté la pertinence de mettre en place des CM en contexte de collaboration interprofessionnelle. Ainsi, les questions de recherche mises en lumière se sont traduites comme suit :

- Comment se caractérise une séquence de séances de causeries mathématiques visant à soutenir le développement du raisonnement multiplicatif chez des élèves du deuxième cycle du primaire et développée dans le contexte d'un projet de collaboration interprofessionnelle entre une personne enseignante et une personne orthopédagogue ?
- Comment se développe le raisonnement multiplicatif chez des élèves du deuxième cycle du primaire durant la mise en œuvre de la séquence de séances de CM développée ?

Le cadre conceptuel a permis de préciser l'importance du passage des processus additifs vers les processus multiplicatifs, puis d'exposer le fait qu'il coexistait divers sens de la multiplication. D'ailleurs, trois des sens ont été mis de l'avant lors du projet, soit l'addition répétée, la disposition rectangulaire ainsi que l'aire et le volume. En ce qui concerne le raisonnement multiplicatif, la progression des processus personnels et conventionnels a été précisée en fonction de la PDA (MELS, 2009), de même que les sens de la multiplication ainsi que le modèle interprétatif des conduites de Fortier-Moreau (2016). Afin de bien cerner la stratégie d'enseignement-apprentissage proposée, les caractéristiques propres au pilotage des CM ont ensuite été présentées, entre autres la gestuelle utilisée par les élèves, l'organisation de la classe, les modalités d'enseignement et les différentes stratégies additives et multiplicatives qui peuvent émerger en contexte de CM selon Parrish (2014). Finalement, il a été clarifié que la collaboration interprofessionnelle implique une posture d'interdépendance entre les personnes collaboratrices. Les expertises de chaque personne impliquée contribuent à l'atteinte des objectifs et à la réalisation commune déterminée, soit la planification de la séquence de séances de CM dans le cas du présent projet. La collaboration interprofessionnelle en contexte éducatif peut prendre diverses formes; elle peut notamment se traduire par du coenseignement, de la co-intervention et de la consultation collaborative. Le coenseignement et la consultation collaborative ont initialement été clarifiés et exposés comme les deux modalités mises de l'avant dans le projet. Cependant, seule la consultation collaborative a été expérimentée pour des raisons contextuelles liées au contexte pandémique de la COVID-19.

Le chapitre de la méthodologie justifie le fait que le projet correspond à une recherche appliquée s'inspirant de la recherche-développement. Cela a permis : « [une] double finalité de développement (concevoir ou adapter un ou des produits en réponse aux besoins ou aux demandes du milieu de pratique) et de recherche (générer des connaissances scientifiques) » (Bergeron et al., 2021, p. 7). Ce chapitre a ensuite permis de préciser qu'ont été impliquées comme personnes participantes une enseignante ainsi que les 16 élèves de sa classe multiniveau du deuxième cycle. Les outils pour collecter les données qui ont contribué à l'atteinte des deux objectifs ont été le journal de bord, les captations vidéo des échanges hebdomadaires avec l'enseignante et des séances de CM, les quelques entretiens réalisés avec les élèves en lien avec les tâches écrites ainsi que les traces des tâches écrites des élèves. Les données recueillies ont pu être traitées et résumées dans différents tableaux. Les outils tels que le Tableau synthèse des propos relatifs à la séquence, le Tableau synthèse des propos relatifs aux élèves, les Tableaux des compilations des stratégies des élèves à l'oral et le Tableau des raisonnements et des processus observables des traces écrites ont permis de collecter, de traiter et d'analyser les données. Enfin, l'ensemble des outils utilisés ont permis d'en dégager des constats.

Les étapes de la planification, de la mise en œuvre de la séquence, du traitement et de l'analyse des données ont permis d'obtenir des résultats liés à l'atteinte de chacun des objectifs de recherche, qui sont exposés dans le quatrième chapitre. Le déroulement ainsi que les déclencheurs utilisés pour chacune des séances ont permis d'éclairer le premier objectif, qui concerne la conception et la mise à l'essai d'une séquence de séances de CM. Ensuite, des constats et des pistes d'améliorations ont été dégagés selon trois thématiques : la planification, la mise en œuvre des séances de CM et les variables didactiques des CM.

Pour ce qui est de la planification, l'importance d'adapter le nombre de séances de CM par semaine selon la personne enseignante et le contexte a été mise en lumière. La suggestion du nombre de trois séances par semaine a été spécifiée à la fin du projet. Bien que cela n'ait pas été fait lors de la première version de la planification, la réalisation d'une macroplanification s'avère un élément conseillé. Puis, le fait d'aborder un même concept mathématique – par exemple un même sens de la multiplication – au cours d'une semaine de CM se révèle aussi comme étant pertinent et favorisant la progression des élèves.

Concernant la mise en œuvre des CM, les écrits didactiques et l'expérimentation permettent de déconseiller l'usage par les élèves d'un support pour écrire lors des CM. Cet élément s'est avéré une caractéristique ayant limité la variété des processus personnels et la richesse des discussions. D'autres caractéristiques ont plutôt été reconnues comme avantageuses lors de la mise en œuvre de CM telles que la mise en place de la consultation collaborative avec une personne orthopédagogue, l'utilisation et l'affichage de tableaux d'ancrage permettant le rappel de certaines stratégies, l'utilisation de la gestuelle propre aux CM et la stratégie PPP (pense-parle-partage, détaillée dans la section 4.1.1). Sans que cela ait pu être réalisé lors du projet pour des raisons contextuelles, la mise en œuvre de certaines séances de CM en sous-groupes d'élèves ciblés selon des intentions pédagogiques particulières pourrait être avantageuse et ainsi offrir des occasions d'apprentissages plus spécifiques pour certains élèves.

Enfin, pour les variables didactiques des CM, des choix ont été faits et expérimentés et des constats ont été émis concernant la question posée aux élèves, les déclencheurs utilisés, le registre numérique en jeu et les concepts mathématiques ciblés. Il est possible de mentionner qu'il semble avoir été favorable pour le développement de la compréhension des élèves de : faire évoluer la question posée afin de la préciser, d'utiliser des déclencheurs imagés variés qui répondent à l'intention pédagogique ciblée, d'adapter le registre numérique selon les élèves et d'organiser les concepts mathématiques dans une progression de complexité au cours d'une séquence de CM.

La seconde section du chapitre porte sur le deuxième objectif, soit sur les résultats liés au développement du raisonnement multiplicatif des élèves et les stratégies déployées durant la séquence. Les stratégies utilisées lors des CM et lors des tâches écrites ont été résumées pour le groupe. Ensuite, trois cas d'élèves ont permis de démontrer que les élèves ont connu des progressions distinctes en fonction de leur compréhension initiale des problèmes de nature multiplicative et de leur développement du raisonnement multiplicatif. Les constats dressés pour le second objectif ont aussi été établis. Tout d'abord, bien que les écrits de Parrish (2014) fassent mention d'une grande quantité de stratégies pour les quatre opérations, il a été observé que les élèves jumelaient fréquemment plusieurs stratégies et qu'ils les adaptaient aux différents déclencheurs présentés. Il a aussi été constaté que les CM semblent permettre de respecter le rythme d'apprentissage de tous les élèves, et ce, qu'ils rencontrent des difficultés en mathématiques de manière fréquente ou non. En effet, pour les élèves considérés comme plus forts, les CM ont semblé permettre de nourrir leur besoin d'apprentissage et les avoir amenés à réfléchir à une quantité de stratégies de qualité. Ensuite, pour les élèves qui rencontrent plus de difficultés, les CM leur permettent d'utiliser de manière récurrente le même type de stratégies de séance en séance, mais aussi de prendre connaissance d'une grande variété de stratégies partagées par le groupe lors des discussions. Finalement, il a aussi été observé que lorsque les élèves sont confrontés à de nouveaux sens de la multiplication, ils semblent portés à utiliser des stratégies avec lesquelles ils se sentent plus confortables, telles que l'addition répétée et l'addition de groupement.

La discussion des résultats s'est déclinée en quatre critiques qui touchent à différents sujets tels que les objectifs, la démarche mise en œuvre, la pertinence orthopédagogique ainsi que les retombées du projet sur mon développement professionnel en tant qu'étudiante-chercheuse. En ce qui concerne les objectifs atteints, l'analyse des stratégies utilisées par les élèves lors des CM, des traces lors des tâches écrites ainsi que l'étude des trois cas d'élèves ont permis de constater que tous les élèves ayant des comportements variés en mathématiques ont semblé avoir connu une progression quant à leur développement du raisonnement multiplicatif ainsi qu'aux stratégies qu'ils ont utilisées au cours du projet. De plus, bien que les ouvrages didactiques anglophones consultés présentaient majoritairement des déclencheurs symboliques, les discussions et le partage des stratégies concernant les déclencheurs imagés ont semblé permettre de nombreux bénéfices et de belles avancées chez les élèves. Il est également possible de mentionner que l'analyse des traces des élèves lors des tâches écrites n'était pas idéale, considérant l'intention d'analyser les conduites d'élèves lors de problèmes mathématiques à structure multiplicative. Des tâches similaires aux déclencheurs utilisés lors des CM aurait probablement été plus pertinentes, car les élèves auraient possiblement pu faire le transfert des stratégies partagées lors des CM plus facilement.

Pour ce qui est de la démarche mise en œuvre, le contexte de la pandémie de la COVID-19 a entrainé l'impossibilité de se rendre physiquement dans la classe. Cette contrainte a finalement été avantageuse, étant donné que les rencontres ont été réalisées avec une webcaméra et un micro multidirectionnel. Ainsi, cela a limité les déplacements et m'a permis d'assister à toutes les séances de CM réalisées. De plus, les outils technologiques utilisés ont permis d'entendre et d'enregistrer la majorité des commentaires des élèves. Le type de collaboration mis en place, soit la consultation collaborative, a favorisé certains avantages tels que la participation de l'ensemble des élèves lors de la stratégie d'enseignement-apprentissage mise en place, la discussion et la prise de décisions qui répondent aux besoins des élèves, et la contribution au développement professionnel de l'enseignante et de moi-même en tant qu'orthopédagogue.

Par le biais du projet, la conception et la mise en œuvre de la séquence de séances de CM m'ont permis d'obtenir un bagage d'expérience et de connaissances sur les CM en contexte de projet collaboratif. De plus, j'ai développé une posture plus proactive concernant l'enseignement des mathématiques, plus particulièrement en ce qui a trait à l'utilisation d'une stratégie d'enseignement-apprentissage universelle permettant d'intervenir et de prévenir l'apparition de difficultés d'apprentissage.

6.2. L’apport du projet de recherche

Un des obstacles majeurs rencontrés lors de la réalisation du projet de recherche et lors de l’écriture de l’essai a été le manque d’écrits scientifiques et professionnels francophones concernant les CM. Ainsi, cet essai s’appuie grandement sur les écrits didactiques anglophones de Parrish (2014), Humphreys et Parker (2015) et Hugues (2018, 2019, 2020). Au Québec, le récent Référentiel d’intervention en mathématiques fait la promotion de cette stratégie d’enseignement-apprentissage (MEES, 2019), mais aucune ouvrage didactique francophone n’a été trouvé. La publication de l’essai contribuera nécessairement à la diffusion en français de réflexions liées aux CM et pourra soutenir les personnes enseignantes francophones qui souhaiteraient en savoir plus sur le sujet. Par ailleurs, les déclencheurs (initiaux et révisés) des 22 séances de CM destinées à des élèves du deuxième cycle du primaire ayant pour sujet certains des sens de la multiplication (addition répétée, disposition rectangulaire, aire et volume) sont accessibles aux enseignants et enseignantes qui veulent intégrer cette stratégie d’enseignement-apprentissage en classe.

La mise à l’essai de la séquence, l’analyse des données et l’interprétation des résultats nous a permis de constater que les CM semblent avoir donné la chance à l’ensemble des élèves de la classe dans laquelle a eu lieu le projet de recherche de progresser, de se construire un répertoire de stratégies fluides et variées et de construire des savoirs en groupe. Avec l’analyse des trois cas d’élèves, il a été possible de mettre en lumière que les CM peuvent être bénéfiques à la fois pour les élèves qui rencontrent des difficultés et pour ceux qui semblent en rencontrer peu. Par conséquent, plusieurs constats ont été émis et certains ont permis de confirmer des idées exprimées par Parrish (2014) dans son ouvrage. D’autres constats ont émergé de la collaboration lors des rencontres collaboratives puisqu'ils ont été formulé par l'une ou les deux personnes collaboratrices et ensuite discutés lors des moments d'échanges. L'ensemble des résultats et des constats découlant du projet permettent au lectorat voulant intégrer les CM à leurs pratiques d'enseignement d'avoir un exemple de la mise en œuvre d'une telle séquence. De plus, en ce qui concerne la conception et la mise en œuvre d'une séquence de séances de CM, les éléments auxquels il est important de porter une attention particulière ont été explicités.

Enfin, au terme de la réalisation et de la rédaction de cet essai, nous pouvons affirmer que la stratégie d'enseignement-apprentissage des CM engendre divers bénéfices pour la personne enseignante, la personne orthopédagogue, mais aussi – et surtout – pour les élèves. Il serait alors pertinent de poursuivre l'effort de documentation et la recherche quant à la compréhension des élèves et au développement de différents concepts mathématiques clé dans le cadre des CM. Plusieurs concepts mathématiques engendrent des difficultés pour certains élèves, il pourrait être pertinent d'étudier le développement de leur compréhension et leur apprentissage de ces concepts à travers des séances de CM. Par ailleurs, puisque les CM misent sur l'utilisation et le partage de stratégies qui sont efficaces, flexibles et rapides, il pourrait être profitable d'étudier l'impact des CM sur l'utilisation des stratégies par les élèves en contexte de résolution de situations-problèmes mathématiques, et ce, pour les différents niveaux scolaires. Enfin, comme ce présent projet le permet, il serait pertinent de partager et de diffuser en français davantage d'outils et de ressources comme des déclencheurs de CM variés permettant aux personnes enseignantes de mettre à profit cette stratégie d'enseignement-apprentissage innovante.

7. RÉFÉRENCES

Allenbach, M., Borri-Anadon, C., Leblanc, M., Paré, M., Rebetez, F. et Tremblay, P. (2016). Les relations de collaboration entre enseignants et intervenants en transition vers l'inclusion scolaire. Dans L. Prud'Homme, H. Duchesne, P. Bonvin et R. Vienneau (dir.), *L'inclusion scolaire, ses fondements, ses acteurs et ses pratiques* (p. 71-85). DeBoeck Supérieur.

Association des doyens, doyennes et directeurs, directrices pour l'étude et la recherche en éducation au Québec. (2015). *Référentiel de compétences pour une maitrise professionnelle en orthopédagogie.* ADEREQ.

Beaumier, F. et Lapointe, E. (2016). *Accompagner l'élève en difficulté d'apprentissage. Se former à la médiation cognitive*. Éditions JFD.

Beaumont, C., Lavoie, J. et Couture, C. (2011). *Les pratiques collaboratives en milieu scolaire : cadre de référence pour soutenir la formation*. Centre de recherche et d'intervention sur la réussite scolaire (CRIRES).

Bedtime Math. (s.p.). Photos. http://ntimages.weebly.com/photos.html

Bergeron, G., Rousseau, N. et Dumont, M. (2021). Une opérationnalisation de la recherche-développement menée en contexte éducatif. Dans L. Bergeron et N. Rousseau (dir.), *La recherche-développement en contextes éducatifs* (p. 25-p.43). Presses de l'Université du Québec.

Bergeron, L. et Rousseau, N. (2021). *La recherche-développement en contextes éducatifs.* Presses de l'Université du Québec.

Boily, É., Boutin, P.-A., Côté, A., Couture, C., Fradette, M., Gouin, J.-A., Hamel, C., IsaBelle, C., Lessard, A., Marcotte, S., Paré, M., Tremblay, P., Trépanier, N. (2018). Premier dossier. *La collaboration entre enseignants et intervenants en milieu scolaire, Projet Savoir*. CTREQ. http://rire.ctreq.qc.ca/wp-content/uploads/2018/05/CTREQ-Projet-Savoir-Document-85x11-25718-Collaboration-C1-V8-Cliquable.pdf

Charbonneau, C. (2019). *La manipulation en mathématique au cœur des apprentissages*. Éditions Chenelière Éducation.

Charbonneau, C. (2021). *La manipulation en mathématique au cœur des apprentissages*. Éditions Chenelière Éducation.

Codewod. (2014). Codewod. http://www.codewod.com/2014/02/real-life-sock-sorting.html

D Sharpe, C. (s.p.). Photos. http://ntimages.weebly.com/photos.html

Deschênes, A.-A. (2021). Partager les connaissances malgré la distance : quel est l'effet de l'usage des technologies collaboratives ? *Ad machina*, (5), 53-68.

https://doi.org/10.1522/radm.no5.1407

Fontaine, V. (2008). *Les représentations sociales des orthopédagogues du Québec en rapport avec 1'intervention en mathématiques auprès des élèves à risque* [mémoire de maitrise inédit]. Université de Sherbrooke.

Fortier-Moreau, G. (2016). *Analyse didactique d'un outil d'évaluation orthopédagogique sur les structures multiplicatives* [mémoire de maitrise inédit]. Université du Québec à Montréal.

Fortin, M. et Gagnon, J. (2016). *Fondements et étapes du processus de recherche, méthodes quantitatives et qualitatives*. Éditions Chenelière Éducation.

Gaillard, D. (2018). *The impact of Number Talks in third-grade student' Number sense development and mathematical proficiency* [thèse de doctorat inédite]. Université de la Caroline du Sud, Columbia.

Granger, N. et Tremblay, P. (2019). Satisfaction des enseignants-ressources à l'égard des rôles et des fonctions pour soutenir la réussite des élèves à risque, en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage. *McGill Journal of Education/Revue des sciences de l'éducation de McGill*, *54*(1), 132-150. https://doi.org/10.7202/1060863ar

Héraud, B. (1992). Construction et apprentissage du concept d'aire chez l'enfant du primaire. *Bulletin AMQ*, non-disponible, 82-88.

Hughes, N. (2018). *Classroom-Ready Number Talks for Third, Fourth and Fifth Grade Teachers: 1000 Interactive Math Activities That Promote Conceptual Understanding and Computational Fluency*. Ulysses Press.

Hugues, N. (2019). *Classroom-Ready Numbers Talks for Kindergarden, 1st and 2nd Grade Teachers : 1000 Interactive Activities and Strategies That Teach Number Sense and Math Facts.* Ulysses Press.

Hugues, N. (2020). *Classroom-Ready Numbers Talks for 6th, 7th, and 8th Grade Teachers: 1000 Interactive Math Activities That Promote Conceptual Understanding and Computational Fluency.* Ulysses Press.

Humphreys, C. et Parker, R. (2015). *Making Number Talks Matter: Developing Mathematical Practices and Deepening Understanding, Grades 3-10*. Stenhouse Publishers.

Institut des troubles d'apprentissage. (2021). *Astuces pour intervenants, Niveau 1 du modèle de réponse à l'intervention (RAI)*. https://institutta.com/mediatheque/astuces-intervenant-reponse-intervention-rai-niveau-1

Leblanc, A. (2021). Le coenseignement : une avenue pour favoriser l'inclusion et la collaboration. https://rire.ctreq.qc.ca/le-coenseignement-une-avenue-pour-favoriser-linclusion-et-la-collaboration/

Ministère de l'Éducation. (2006) *Programme de formation de l'école québécoise — Éducation préscolaire, enseignement primaire.* Gouvernement du Québec. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/dpse/formation_jeunes/prform2001.pdf

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. (2007). *L'organisation des services éducatifs aux élèves à risque et aux élèves handicapés ou en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage (EHDAA).* Gouvernement du Québec. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/dpse/adaptation_serv_compl/19-7065.pdf

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. (2009). *Progression des apprentissages mathématique*. Gouvernement du Québec. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/jeunes/pfeq/PDA_PFEQ_mathematique-primaire_2009.pdf

Ministère de l'Éducation du Québec. (2001). *La formation à l'enseignement, les orientations, les compétences professionnelles.* Gouvernement du Québec. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/reseau/formation_titularisation/formation_enseignement_orientations_EN.pdf

Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. (2019). *Référentiel d'intervention en mathématique*. Gouvernement du Québec. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/dpse/adaptation_serv_compl/Referentiel-mathematique.PDF

Morin, A. (février-mars 2021). Photographies.

Morin, É. (février-juillet 2021). Illustrations. Artiste illustrateur.

Newell, C. (s.p.). Photos. http://ntimages.weebly.com/photos.html

Novakowski, J. (s.p.). Photos. http://ntimages.weebly.com/photos.html

Parrish, S. (2014). *Number Talks: Whole Number Computation*. Math solutions.

Parrish, S. et Dominick, A. (2016). *Number Talks : Fractions, Decimals and Percentages.* Math solutions.

Picard, C. (2013). *Les difficultés en numération*. Éditions Chenelière Éducation.

Poirier, L. (2001). *Enseigner les maths au primaire.* Éditions du renouveau pédagogique inc.

Tranche, P. (s.p.). Points/dots. http://ntimages.weebly.com/points -- dots.html

Van de Walle, A. J. et Lovin, H. L. (2007). *L'enseignement des mathématiques. L'élève au centre de son apprentissage* (Vol. 1) (C. Kazadi et F. Campagna, trad.). Éditions du renouveau pédagogique.

Van de Walle, A. J. et Lovin, H. L. (2008). *L'enseignement des mathématiques. L'élève au centre de son apprentissage* (Vol. 2) (C. Kazadi et F. Campagna, trad.). Éditions du Renouveau Pédagogique Inc.

Vincent, S. (1997). Des conduites d'élèves en construction. Le cas de figure des relations multiplicatives. *Éducation et francophonie*, *25*(1), 48-69. https://doi.org/10.7202/1080649ar

Wilhelm, J. D., Miller, J., Butts, C.,et Fachler, A. (2020). *Planning Powerful Instruction, Grades 2-5: 7 Must-Make Moves to Transform How We Teach--and How Students Learn*. Corwin Press.

8. ANNEXES

Annexe 1 : Affiche vulgarisée de recrutement d'une personne enseignante[12]

Conception d'une séquence de séances de bavardage mathématique et observation du développement du raisonnement multiplicatif chez des élèves du 2e cycle du primaire dans le cadre d'un projet collaboratif entre une personne enseignante et une personne orthopédagogue (étudiante-chercheuse).

Le **bavardage mathématique** pique votre curiosité ?
Vous êtes titulaire d'une classe de **2e cycle du primaire** et vous cherchez des stratégies pour soutenir le **développement du raisonnement multiplicatif** des élèves de votre classe ?
Ce projet est pour vous !

Question de recherche :
→ Quelles sont les caractéristiques et les retombées **d'une séquence de séances de bavardage mathématique** visant **le développement du raisonnement multiplicatif** d'élèves du deuxième cycle du primaire dans le cadre d'un projet collaboratif entre une personne enseignante et une personne orthopédagogue ?

Votre engagement dans cette recherche implique :

- ✓ La participation à deux rencontres à **l'hiver 2021** (janvier) ;
- ✓ L'animation de quatre séances de bavardage mathématique (5 à 15 min chaque) par semaine pendant six semaines (février, mars) ;
- ✓ La participation à une rencontre hebdomadaire (30 à 60 minutes) pendant six semaines avec l'étudiante-chercheuse ;
- ✓ La passation d'une courte tâche multiplicative aux élèves par semaine (10 minutes) ;
- ✓ La participation à l'écriture d'un journal de bord collaboratif (suivi des séances de bavardage mathématique).

Afin d'obtenir plus d'informations ou pour manifester votre intérêt, veuillez cliquer sur ce lien et répondre aux sept courtes questions (2 minutes).
https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=2QzrLbtIW0eDBEOyTgEYWWmWyUeMXqZFlza3Fk-xtCdUM0g1UlFURDZPVjVLWkZWUkVYVDFGR0xEVy4u

Anabelle Morin, anabelle.morin@uqtr.ca
Étudiante à la maitrise en éducation (concentration orthopédagogie)

[12] Au début du projet de recherche, le terme Bavardage mathématique était utilisé. Dans un souci de cohérence avec le Référentiel d'interventions en mathématique du MEES (2019), le terme utilisé est donc les causeries mathématiques.

Annexe 2 : Formulaire en ligne

Participation à un projet de recherche lié au bavardage mathématique

Le projet consiste à concevoir une séquence de séances de bavardage mathématique et observer le développement du raisonnement multiplicatif chez des élèves du 2e cycle du primaire dans le cadre d'un projet collaboratif entre une personne enseignante et une personne orthopédagogue.

Le bavardage mathématique est une stratégie d'enseignement innovante issue du besoin des enseignants d'aider leurs élèves à développer leur sens du nombre. C'est une pratique quotidienne d'enseignement des mathématiques généralement utilisée au primaire qui varie entre 5 et 15 minutes (Humphreys et Parker, 2015; Parrish, 2014; Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur, 2019). Cette stratégie d'enseignement a pour but d'amener les élèves à apprendre une variété de stratégies de résolution, à développer leur compréhension du sens du nombre et des opérations, à apprendre par leurs pairs, ainsi qu'à développer une fluidité, une efficience et une précision dans les stratégies utilisées (Parrish, 2014).

La personne enseignante intéressée à prendre part au projet devra être disponible à l'hiver 2021 de l'année scolaire 2020-2021.
- rencontres avant les semaines d'intervention et conception de la séquence de séance de bavardage mathématique (maximum 2 x 3h en janvier)
- animation de quatre séances de 15 minutes de bavardage mathématique par semaine (environ 1h/semaine en février et mars)
- participation aux rencontres hebdomadaires avec l'orthopédagogue (1 rencontre/semaine de 30 à 60 minutes en février et mars)
- écriture du journal de bord collaboratif (environ 40 min/semaine en février et mars)

La personne enseignante doit être titulaire d'une classe de deuxième cycle du primaire (troisième année, quatrième année ou une classe multiniveau de troisième et quatrième année). Cette personne devra être en poste ou à contrat pour l'année et être l'unique enseignante de la classe.

Veuillez répondre aux sept courtes questions suivantes afin que je vous contacte par courriel en novembre ou en décembre si la participation au projet à l'hiver 2021 vous intéresse. Avec la situation actuelle reliée au Covid-19 et les consignes sanitaires mises en place dans les écoles, il peut être difficile de prendre une décision dès la rentrée scolaire. Ainsi, en répondant à ce courriel, vous mentionnez votre intérêt à être contacté, cela ne vous engage pas à participer au projet à l'hiver 2021.

Merci énormément pour votre temps,

Anabelle Morin

1. Votre prénom et votre nom. *

Merci pour votre intérêt envers mon projet de recherche.

Merci pour votre intérêt envers mon projet de recherche.

Je vous contacterai en novembre ou en décembre afin de valider votre intérêt à participer au projet pour l'hiver 2021.

7. Le cas échéant, inscrivez vos questions ci-dessous.

4. Je suis titulaire d'une classe de : *

- ◯ troisième année du primaire.
- ◯ quatrième année du primaire.
- ◯ troisième et quatrième année du primaire.

5. Est-ce que votre tâche en classe est une tâche à 100% ?
Je suis présent ou présente en classe chaque jour. *

- ◯ oui
- ◯ non

Annexe 3 : **Lettre informative pour les parents des élèves de la classe**

Information - Projet de maitrise en orthopédagogie **L'impact du bavardage mathématique sur le raisonnement multiplicatif**

Bonjour chers parents,

Je suis étudiante à la maitrise en éducation (concentration orthopédagogie). Sous la supervision de deux professeurs en éducation (Mme Léna Bergeron et M. Vincent Martin), je réalise un projet de recherche en mathématique en collaboration avec l'enseignante de votre enfant, Mme Véronique Marcil.

L'objectif est de mieux comprendre l'impact du **bavardage mathématique** sur le développement du raisonnement multiplicatif chez des élèves du 2e cycle du primaire dans le cadre d'un projet collaboratif entre une enseignante et une orthopédagogue. Le bavardage mathématique est une stratégie encouragée par les données issues de la recherche, ainsi que par le ministère. Les contenus travaillés sont dans le programme de formation régulier. Mme Véronique est déjà familière avec cette approche.

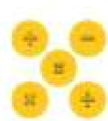
Pour bien constater les impacts du bavardage mathématique, nous devrons filmer les séances de bavardage mathématique en classe, soit quatre fois par semaine pendant une durée de six

semaines. L'objectif de la caméra filmera les élèves de dos, ils ne seront donc pas identifiables. Toutefois, il est possible que la caméra filme aussi votre enfant si ce dernier se retourne. Les enregistrements seront visionnés exclusivement par moi-même, Anabelle Morin, Mme Véronique Marcil, Mme Léna Bergeron et M. Vincent Martin. Lorsque le projet sera terminé, ces enregistrements seront supprimés.

Votre enfant n'a pas de tâches particulières à réaliser lors de cette recherche. Il ou elle devra participer en classe, comme à l'habitude. Il ne sera jamais identifiable ou nommé dans les résultats de recherche.

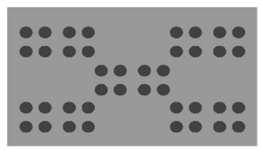
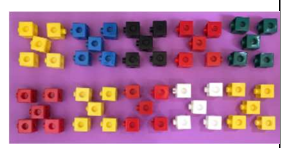
Si vous avez des questions supplémentaires, n'hésitez pas à en faire part à l'enseignante de votre enfant qui pourra me les acheminer ou communiquez avec moi à l'adresse courriel suivante : anabelle.morin@uqtr.ca

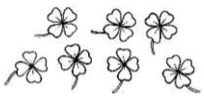
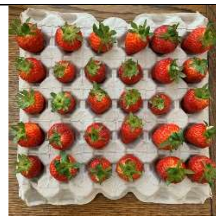
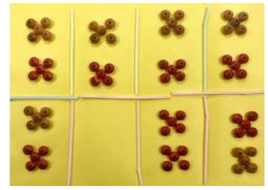
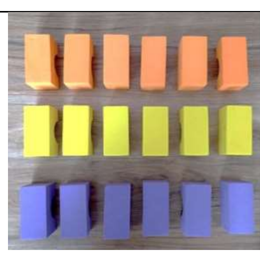
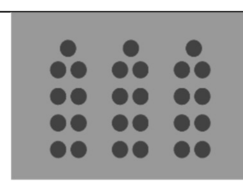
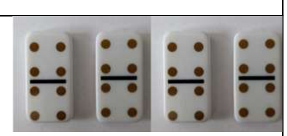
Merci de votre collaboration,

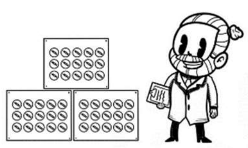
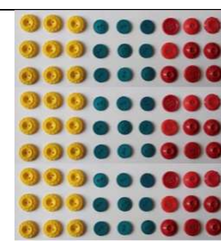


Anabelle Morin

Annexe 4 : **Séquence de séances de CM faite en classe**

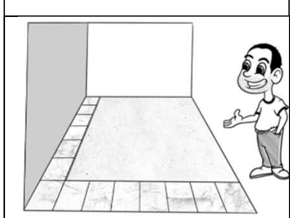
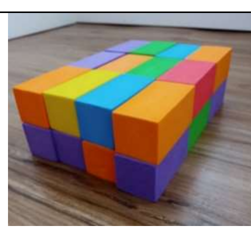
Semaine 1			
1	2	3	4
Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver le nombre de canards le plus rapidement possible ?	Quelles sont les stratégies les plus efficaces qui te permettent de savoir le nombre de bas ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver efficacement le nombre de points qu'il y a au total ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver rapidement le nombre de cubes ?
			
Novakowski (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html	Codewod (2014) Codewod http://ntimages.weebly.com/photos.html	Tranche (s.p.) Points/dots http://ntimages.weebly.com/points--dots.html	D Sharpe (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html
Semaine 2			
5	6	7	8
Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver rapidement le nombre de feuilles au total ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver efficacement le nombre de fraises ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver rapidement le nombre de poissons ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver efficacement le nombre de billes ?

			
Morin, É. (2021)	Newell (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html	Bedtime Math (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html	D Sharpe (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html
Semaine 3			
discussion	9	10	11
Dans l'armoire de Léna, il y a 12 emballages de biscuits. Dans chaque emballage, il y a deux biscuits. Combien de biscuits y a-t-il dans l'armoire ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver efficacement le nombre de blocs ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver rapidement le nombre de points ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver efficacement le nombre de points sur les dominos ?
			
Morin, A. (2021)	Morin, A. (2021)	Tranche (s.p.) Points/dots http://ntimages.wee	Morin, A. (2021)

		bly.com/points--dots.html	
Semaine 4			
12	13	14	15
Combien y a-t-il de vaccins ? Quelle réponse as-tu obtenue ? Quelle(s) stratégie(s) as-tu utilisée(s) pour y arriver ?	Combien y a-t-il de biscuits ? Quelle réponse as-tu obtenue ? Quelle stratégie as-tu utilisée pour y arriver ?	Combien y a-t-il d'espace de couleur ? Quelle réponse as-tu obtenue ? Quelle stratégie as-tu utilisée pour y arriver ?	Combien y a-t-il de boutons ? Quelle réponse as-tu obtenue ? Quelle stratégie as-tu utilisée pour y arriver ?
			
Morin, É. (2021)	Novakowski (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html	Novakowski (s.p.) Photos. http://ntimages.weebly.com/photos.html	Morin, A. (2021)

Semaine 5		
16	17	18
Trouve le nombre de crayons au total. Quelle est LA stratégie la plus efficace ?	Combien de papillons adhésifs cela prend-t-il pour recouvrir le dessus du bureau au complet ?	Trouve le nombre de rouleaux de papier de toilette au total.

Explique ta réponse.	Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.	Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.
		
Morin, A. (2021)	Morin, A. (2021)	Morin, A. (2021)

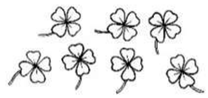
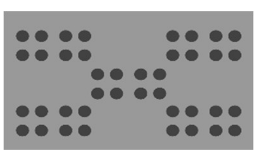
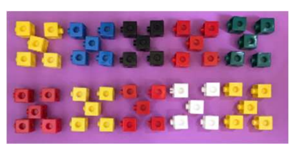
Semaine 6			
19	20	21	22
Trouve le nombre de tuiles nécessaire pour recouvrir le plancher de la salle de bain. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.	Trouve le nombre de blocs au total. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.	Trouve le nombre de blocs au total. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse. (avec mini-TNI)	Calcule 32 x 4. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse. (avec mini-TNI)
			-- —

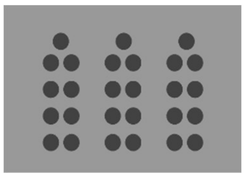
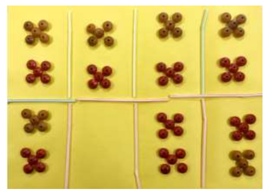
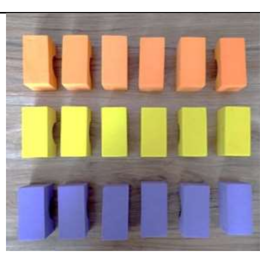
Morin, É. (2021)	Morin, A. (2021)	Morin, A. (2021)	

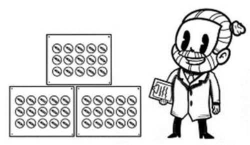
Annexe 5 : Macroplanification des sens de la multiplication abordés et planification de la séquence de séances de CM révisée

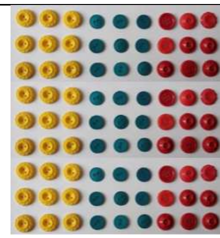
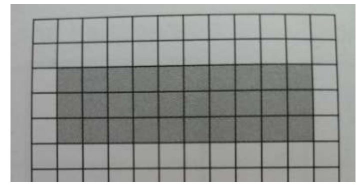
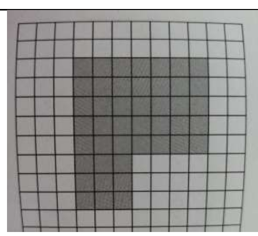
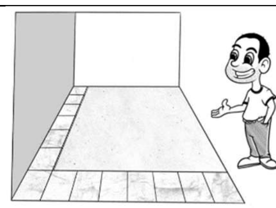
Semaine	Sens de la multiplication
Semaine 1	Addition répétée
Semaine 2	Addition répétée
Semaine 3	Addition répétée/Disposition rectangulaire
Semaine 4	Disposition rectangulaire
Semaine 5	Disposition rectangulaire
Semaine 6	Disposition rectangulaire/aire et volume
Semaine 7	Aire et volume
Semaine 8	Aire et volume

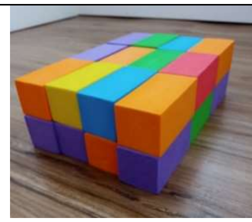
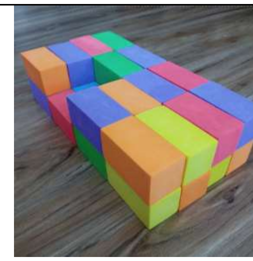
Semaine 1		
1	2	3
Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver le nombre de canards le plus rapidement possible ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver rapidement le nombre de feuilles au total ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver le nombre de bas le plus rapidement possible ?

 11	 28	 28
Novakowski (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html	Morin, É. (2021)	Codewod (2014) http://ntimages.weebly.com/photos.html
Semaine 2		
4	5	6
Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver le nombre de points le plus rapidement possible ?	Combien y a-t-il de blocs ? Quelle réponse as-tu obtenue ? Quelle stratégie as-tu utilisée pour y arriver ?	Combien y a-t-il de petits poissons ? Quelle réponse as-tu obtenue ? Quelle stratégie as-tu utilisée pour y arriver ?
 40	 50	 55
Tranche (s.p.) Points/dots http://ntimages.weebly.com/points--dots.html	D Sharpe (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html	Bedtime Math (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html
Semaine 3		
7	8	9

Trouve le nombre de points au total. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.	Trouve le nombre de boutons au total. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.	Trouve le nombre de fraises au total. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.
 27	 70	 50
Tranche (s.p.) Points/dots http://ntimages.weebly.com/points--dots.html	D Sharpe (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html	Newell (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html
Semaine 4		
10	11	12
Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver le nombre de blocs le plus rapidement possible ?	Il y a deux biscuits par emballage. Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver le nombre de biscuits ?	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver le nombre de points le plus rapidement possible ?
 18	 24	 32
Morin, A. (2021)	Morin, A. (2021)	Morin, A. (2021)

Semaine 5		
13	14	15
Combien y a-t-il de biscuits ? Quelle réponse as-tu obtenue ? Quelle stratégie as-tu utilisée pour y arriver ?	Combien y a-t-il de vaccins ? Quelle réponse as-tu obtenue ? Quelle stratégie as-tu utilisée pour y arriver ?	Trouve le nombre de pastilles de couleur au total. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.
 33	 45	 64
Novakowski (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html	Morin, É. (2021)	Novakowski (s.p.) Photos http://ntimages.weebly.com/photos.html
Semaine 6		
16	17	18
Il y a six crayons par paquet. Trouve le nombre de crayons au total. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.	Trouve le nombre de boutons au total. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.	Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver le nombre de carrés-unités qui recouvrent le rectangle gris ?

 72	 81	 30
Morin, A. (2021)	Morin, A. (2021)	Hugues (2018, p. 74)
Semaine 7		
19	20	21
Combien y a-t-il de carrés-unités qui recouvrent la forme grise ? Quelle réponse as-tu obtenue ? Quelle stratégie as-tu utilisée pour y arriver ?	Combien cela prend-il de tuiles pour recouvrir complètement le plancher ? Quelle stratégie as-tu utilisée pour y arriver ?	Trouve le nombre de papillons adhésifs nécessaires pour recouvrir le meuble. Quelle est LA stratégie la plus efficace ? Explique ta réponse.
 44	 56	 60
Hugues (2018, p. 74)	Morin, É. (2021)	Morin, A. (2021)
Semaine 8		
22	23	24
Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver le	Combien y a-t-il de blocs ? Quelle réponse as-tu	Trouve le nombre de blocs. Quelle est LA stratégie la plus

nombre de rouleaux de papier hygiénique ?	obtenue ? Quelle stratégie as-tu utilisée pour y arriver ?	efficace ? Explique ta réponse.
 18	 24	 30
Morin, A. (2021)	Morin, A. (2021)	Morin, A. (2021)

Annexe 6 : Canevas de la rencontre finale semi-dirigée[13]

Notions – élèves – causerie mathématiques – collaboration – planification

- Qu'est-ce que tu veux dire ?
- Peux-tu me donner un exemple ?

Notions/élèves :

- **Quel a été l'impact des causeries mathématiques sur le développement du raisonnement multiplicatif des élèves ?**
    - Les élèves en difficulté d'apprentissage
    - Les élèves ayant peu de difficulté
    - Élèves de 3e et 4e année
    - Le sens de l'addition et de la multiplication
        - Addition répétée, disposition rectangulaire, aire et volume (produit cartésien/combinaison et comparaison multiplicative)
    - Les processus personnels utilisés/stratégies utilisés
- **Concernant les notions ou les élèves, est-ce qu'il y a des informations importantes que tu aimerais partager ou que l'on discute ?**

Causeries mathématiques :

- **Quels ont été les éléments positifs et à travailler de la séquence de BM ?**
    - Registre de nombres
    - Dynamique de classe/motivation
    - Disposition au sol

[13] Au début du projet de recherche, le terme *Bavardage mathématique* était utilisé. Dans un souci de cohérence avec le Référentiel d'interventions en mathématique du MEES, le terme utilisé est donc les causeries mathématiques (2019).

- Durée des séances de BM (5 à 15 min vs 15 à 25 min)
- Durée du projet
- Effet partage des stratégies
- Tâche à l'oral vs tache à l'écrit
- Utilisation du mini-TNI
- Symboles avec la main (pression du temps)
- Utilisation d'images et d'équation
- Questions utilisées
    - 1-3 : Quelles stratégies peux-tu utiliser pour trouver le nombre de______le plus rapidement/efficacement possible ?
    - 4 : Combien y a-t-il de _______ ?

      Quelle réponse as-tu obtenue ?

      Quelle(s) stratégie(s) as-tu utilisée(s) pour y arriver ?
    - 5-6 : Trouve le nombre de _____ au total.

      Quelle est LA stratégie la plus efficace ?

      Explique ta réponse.

- **Concernant le BM, est-ce qu'il y a des informations importantes que tu aimerais partager ou que l'on discute ?**
- **Si c'était à refaire, quels changements apporterais-tu à la séquence de BM ?**

Collaboration/planification :

- **En ce qui concerne notre collaboration ainsi que la planification du projet, que peux-tu me dire ?**
    - Outils utilisés
        - Conversation TEAMS (messages)

        - Appel vidéo TEAMS (rencontres et BM)
        - Courriel (documents)
        - OneNote (journal de bord)
        - Excel online (notes)
        - PowerPoint (planification)
        - COVID-19 (en ligne)
        - Proposition d’images

- **Concernant la collaboration et la planification, est-ce qu’il y a des informations importantes que tu aimerais partager ou que l’on discute ?**
    -

Annexe 7 : Tableau de la progression du raisonnement multiplicatif des élèves selon les niveaux de compréhension de Fortier-Moreau (2016) et les semaines du projet de recherche

Nom de l'élève	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5	Semaine 6
1	Dessin détaillé de chaque élément en parties	Dessin de chaque élément en parties regroupées	Addition répétée avec algorithme	Multiplication avec algorithme	Représentation du périmètre, erreur conceptuelle	Addition répétée avec algorithme
2	Représentation parties + éléments regroupés	Représentation éléments et addition pour les calculer	Représentation éléments non regroupés et comptage avec éléments base 10	Addition répétée avec dessin avec erreur de calcul	Représentation du périmètre et addition avec algorithme, erreur conceptuelle	Aucune réponse sur la feuille
3	Multiplication avec fait numérique	Multiplication avec fait numérique	Multiplication avec fait numérique	Multiplication avec erreur de calcul	Multiplication et calcul d'addition avec algorithme	Multiplication et calcul d'addition avec algorithme
4	Addition répétée avec algorithme	Représentation parties + éléments regroupés	Représentation des éléments regroupés en parties avec matériel base 10	Multiplication avec fait numérique	Représentation du plancher et de chaque tuile, dessin non représentatif, erreur de calcul	Addition répétée avec algorithme

Nom de l'élève	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5	Semaine 6
5	Multiplication avec fait numérique	Représentation éléments regroupés en parties	Multiplication avec algorithme	Multiplication avec algorithme	Addition avec algorithme mais erreur conceptuelle, calcul du périmètre	Multiplication et calcul de l'addition avec l'algorithme
6	Erreur de calcul addition, oubli d'élément	Représentation parties + éléments regroupés	Addition répétée avec algorithme	Addition répétée avec algorithme	Multiplication avec fait numérique et erreur de calcul	Multiplication et calcul d'addition avec algorithme
7	Multiplication et calcul addition avec algorithme	Multiplication avec algorithme	Multiplication et calcul d'addition avec algorithme	Multiplication et calcul d'addition avec algorithme	Multiplication et calcul d'addition avec algorithme et dessin du problème	Addition répétée avec algorithme
8	Multiplication et représentation des parties et des éléments regroupés	Multiplication et calcul d'addition avec algorithme	Multiplication et ajustement avec soustraction et calcul d'addition avec algorithme	Multiplication et calcul d'addition avec algorithme	Multiplication et calcul d'addition avec algorithme	Multiplication décomposée avec algorithme et addition des totaux

Nom de l'élève	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5	Semaine 6
9	Multiplication et calcul addition avec algorithme	Addition répétée avec algorithme	Addition répétée avec algorithme	Multiplication et calcul d'addition avec algorithme	Multiplication et calcul de l'addition avec algorithme, erreur de calcul	Multiplication et calcul d'addition avec algorithme
10	Erreur de calcul, démarche incomprise	Représentation éléments regroupés	Représentation éléments regroupés en partie	Addition avec dessin	Représentation des côtés mentionnés, démarche non comprise, erreur de calcul	Addition répétée avec algorithme
11	Absent	Multiplication avec algorithme	Absent	Addition répétée avec algorithme et erreur de calcul	Addition avec algorithme mais erreur conceptuelle, calcul du nombre de tuiles dans le problème	Addition répétée avec algorithme, n'a considéré que 4 comme facteur au lieu de 6, erreur

Nom de l'élève	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5	Semaine 6
12	Multiplication et addition avec algorithme et erreur de calcul pour addition	Multiplication avec algorithme	Addition répétée avec algorithme	Multiplication et calcul d'addition avec algorithme	Multiplication avec algorithme, erreur, mauvais nombre utilisé, mais avec exemple donné par l'enseignante (commode)	Addition répétée avec algorithme
13	Représentation éléments en parties et addition avec algorithme pour calculer	Addition répétée avec algorithme avec erreur de calcul (mauvais nombre de parties)	Représentation éléments non regroupés et addition répétée (15+15=30, 30+15=45) avec algorithme pour les calculer	Addition répétée avec algorithme et représentation des parties et du nombre d'éléments en chiffre	Représentation des éléments non regroupés et addition avec algorithmes (pas certaine)	Addition répétée avec algorithme
14	Multiplication avec fait numérique	Multiplication avec équation et priorité des opérations	Multiplication avec fait numérique	Multiplication et calcul d'addition avec algorithme	Multiplication avec fait numérique	Multiplication et calcul d'addition avec algorithme
15	Multiplication avec fait numérique	Addition répétée avec algorithme	Addition répétée avec algorithme	Multiplication avec algorithme	Absente	Multiplication et calcul d'addition avec algorithme

Nom de l’élève	Semaine 1	Semaine 2	Semaine 3	Semaine 4	Semaine 5	Semaine 6
16	Multiplication et addition avec l’algorithme et erreur de calcul à addition	Multiplication et addition avec algorithme et erreur de calcul	Multiplication et calcul d’addition avec algorithme	Multiplication et calcul d’addition avec l’algorithme	Multiplication et calcul d’addition avec algorithme et dessin du problème, erreur de calcul	Absent