Effet des actions d'accompagnement mises en place par les enseignants sur l'activité de résolution de problème au secondaire

Maxime BOIVIN
Conseiller pédagogique, Centre de services scolaire des Rives-du-Saguenay
Chargé de cours, Université du Québec à Chicoutimi
maxime.boivin@csrsaguenay.qc.ca
Diane GAUTHIER
Professeure, Université du Québec à Chicoutimi
diane_Gauthier@uqac.ca

Résumé : Cette recherche s'interroge sur les actions qui peuvent être mises en place par l'enseignant afin de venir aider l'élève à solutionner un problème faisant appel à plusieurs savoirs mathématiques. Comment l'enseignant s'y prend-il pour permettre à l'élève d'avancer, sans pour autant lui donner les réponses et l'empêcher de faire preuve de créativité dans la conception d'une démarche de résolution? Les constats permettent d'observer que les actions mises en place peuvent modifier ou orienter le travail de l'élève à travers les différentes phases du processus de résolution d'un problème.

Mots-clés : mathématique, résolution de problème, situation-problème, problème

Approaches to guiding problem solving

Abstract: This article discusses the practices teachers can adopt to help students solve problems requiring multiple mathematical concepts. How should teachers model their teaching practices to allow students to progress without giving them the answers or preventing them from developing creative strategies for problem solving? Our findings show that the actions implemented can modify or guide students' work through the different phases of the problem-solving process.

Keywords: mathematics, problem solving, problem situations

Revue québécoise de didactique des mathématiques, 2023, *vol 4*, p. 76-110.
https://doi.org/10.71403/2edmc533

Introduction

Au moment où il est question de travail intellectuel en lien avec la discipline des mathématiques, la résolution de problèmes figure généralement en tête de liste. Depuis plusieurs décennies, il a toujours été question de résolution de problèmes dans la classe de mathématiques. La nature des problèmes a cependant bien changé au fil des ans. Lorsqu’il est question de problèmes, la première idée qui vient en tête est généralement celle d’un exercice mathématique à résoudre. Il peut s’agir d’un petit énoncé qui implique la réalisation d’un ou de plusieurs calculs évidents afin d’arriver à une réponse. Dans l’ensemble, la résolution de problèmes occupe une place primordiale dans l’enseignement des mathématiques (Gouvernement du Québec, 2019; Poirier, 2001). Néanmoins, il existe plus d’un type de problèmes, et ce, selon différentes perspectives. Le programme de formation de l’école québécoise (PFEQ, Gouvernement du Québec, 2001, 2006, 2007) est venu introduire un type bien précis : les situations-problèmes.

Le Ministère (Gouvernement du Québec, 2001, 2006, 2007) exige des enseignants qu’ils évaluent la compétence des élèves à résoudre ces situations-problèmes. Il s’agit de l’une des deux compétences sur lesquelles les enseignants doivent rendre compte de la progression de l’élève. Concrètement, dans un contexte d’évaluation, les situations-problèmes sont utilisées comme des occasions de réinvestir plusieurs savoirs mathématiques dans une situation contextualisée. Les élèves vont généralement avoir à mettre en œuvre une démarche mobilisant des concepts théoriques appartenant à divers champs des mathématiques (géométrie, algèbre, arithmétique, probabilités, statistique, …). La liaison de divers savoirs mathématiques n’est pas une activité routinière en salle de classe. Les élèves semblent voir les différents concepts comme étant des éléments isolés ne pouvant pas être utilisés simultanément alors qu’ils devraient les voir comme des outils qui peuvent être utilisés les uns avec les autres selon la situation qui se présente. C’est pourquoi l’un des objectifs de cette recherche est d’abord de documenter de quelles façons les enseignants accompagnent les élèves dans les situations-problèmes faisant appel à plusieurs savoirs mathématiques au secondaire (Boivin, 2019).

1. Problématique

La résolution de problèmes est un passage obligatoire de l’enseignement des mathématiques, et ce, peu importe le niveau d’enseignement concerné. Plusieurs élèves ou étudiants redoutent parfois ces occasions, sans pour autant être conscients de la force et de l’éventail de possibilités qu’offrent ces problèmes. Au sens large, la résolution de problèmes peut se définir comme le « passage d’une situation particulière à une situation désirée, à condition que ce passage implique une réorganisation » (Legendre, 2005). Bien que l'idée de résoudre un problème puisse être simpliste à première vue, il en est autrement en réalité où différentes approches, selon différents types de problèmes, peuvent être mobilisées. Prenons exemple sur les situations-problèmes qui se doivent de présenter un défi à surmonter pour l'élève, tout en conservant un rapport avec l'apprentissage (Legendre, 2005).

1.1 La pertinence de la résolution de problèmes en mathématiques

Il est plus qu'évident que la résolution de problèmes occupe une place importante dans l'enseignement des mathématiques. En fait, selon Poirier (2001), pour pouvoir construire de nouvelles connaissances, il faut remettre en question les savoirs acquis. La résolution de problèmes permet de concrétiser la construction de ces nouvelles connaissances. À ce sujet, Schoenfeld (2013) soumet la question suivante : est-ce que l'activité mathématique est une activité impliquant des raisonnements logiques, utilisant des règles formelles et des régularités qu'il a été possible de comprendre au fur et à mesure de l'évolution de cette discipline, ou encore est-ce simplement maîtriser et appliquer des procédures développées par quelqu'un d'autre? Il faut bien entendu opter pour la première proposition, soit celle où le contexte dans lequel l'apprentissage et la compréhension des mathématiques peuvent être perçus comme une résolution de problèmes en soi (Reiss et al., 2013). Le référentiel d'intervention en mathématique (Gouvernement du Québec, 2019) place le recours à la résolution de problème selon différentes intentions comme l'un de ces deux fondements de l'enseignement-apprentissage de la mathématique. C'est pourquoi la place qu'occupe la résolution de problèmes dans le domaine des mathématiques est déjà gagnée, mais il est justifié de se questionner quant à savoir s'il en est de même dans le milieu scolaire.

Le 21e siècle marque un changement dans le rôle attribué à la résolution de problèmes. L'accent n'est plus uniquement mis sur les connaissances elles-mêmes, mais est maintenant positionné sur les processus mathématiques mobilisés pour arriver à une solution (Lajoie et Bednarz, 2014b).

1.2 Situations d'application versus situations-problèmes

Avant de comprendre où se situe le questionnement de cette recherche plus précisément, il semble nécessaire d'aborder une distinction importante : deux types de problèmes semblent s'opposer à première vue dans les milieux scolaires : les problèmes d'application et les situations-problèmes (Corbeil et al., 2001; Pallascio, 2005). En dépit du fait que la résolution de problèmes ne soit pas un concept nouveau, le concept de situation-problème, tel qu'utilisé aujourd'hui, aurait fait son apparition dans le programme du Ministère à partir des années 2000. La première définition de la résolution de problèmes fait appel presque uniquement à des problèmes d’application. C’est à la suite de la publication du Programme de formation de l’école québécoise (Gouvernement du Québec, 2001) qu’est vraiment apparue la notion de situation-problème (Lajoie et Bednarz, 2014a). Elle se différencie par son niveau de complexité. Il faudra tout de même quelques années avant de bien comprendre la nuance entre les problèmes d’application et les situations-problèmes.

Les problèmes d’application sont probablement ceux qui sont les plus utilisés actuellement dans nos écoles. Il s’agit d’occasions de reproduire une procédure préalablement rencontrée ou présentée (Corbeil et al., 2001). Les situations-problèmes sont, quant à elles, des occasions de productions de nouveaux savoirs, de développement de nouveaux outils mathématiques, ou encore de construction d’une pensée critique et d’une démarche de validation (Corbeil et al., 2001; Pallascio, 2005; Poirier, 2001).

Les caractéristiques qui sont données à une situation-problème sont, au départ, énoncées à partir de nuances des autres types de problèmes connus : elles n’ont pas de définition propre, mais une idée générale est perceptible (Lajoie et Bednarz, 2014a). Ces situations complexes ne doivent pas être une occasion d’application d’une procédure précise, elles doivent déclencher chez l’élève un processus de recherche et elles doivent être contextualisées. Les mêmes auteurs soulignent le fait que pour le Ministère, l’accent est mis dans son nouveau programme (Gouvernement du Québec, 2001, 2006, 2007) sur l’importance de choisir des problèmes contextualisés. Un accent est aussi mis sur la nécessité pour l’élève de relever un défi en se heurtant à un obstacle à franchir.

1.3 Les attentes placées sur la situation-problème

Lorsque l’accent est placé sur les situations-problèmes, il devient rapidement limpide que ces dernières ont des caractéristiques bien précises. Certaines de ces caractéristiques peuvent être trouvées dans le programme du Ministère et vont probablement constituer un défi pour un enseignant désireux d’en faire la pratique. Ces défis se manifestent de différentes façons, que ce soit directement dans la présentation de la compétence « résoudre une situation-problème » faite par le Ministère dans son programme (Gouvernement du Québec, 2007), par le travail à accomplir par l’enseignant ou encore à travers la tâche demandée à l’élève.

1.3.1 Le programme des mathématiques au secondaire du PFEQ

Le programme de formation présente une vue d’ensemble de ce qui est attendu. La distinction faite entre les problèmes d’application et les situations-problèmes telles que présentées plus tôt est bien perceptible dans celui-ci. Les attentes du ministère de l'Éducation sont de permettre à l'élève de construire une stratégie efficace. Ce dernier doit être capable de faire appel aux concepts mathématiques dont il a besoin pour la situation. Il serait acceptable de voir apparaître dans la solution quelques fautes mineures telles que des erreurs de calcul ou des imprécisions (Gouvernement du Québec, 2009). Il est ainsi nécessaire d'accepter qu'en résolution de problèmes, la procédure soit plus importante que la réponse.

1.3.2 Le rôle de l'enseignant

De Vecchi (2001) met de l'avant la possibilité pour certains enseignants de se retrouver démunis devant les difficultés ou l'échec de certains élèves dans différentes situations d'apprentissage. Bien que leurs actions soient menées par une bonne volonté, ils peuvent avoir ainsi tendance à proposer des activités plus faciles, expliquer davantage le contenu, montrer explicitement la démarche à suivre ou réaliser une tâche à la place d'un jeune. Ces actions peuvent avoir des effets néfastes lors de la résolution d'une situation-problème.

Les résultats de deux études combinées et présentées par Demonty et Fagnant (2014) permettent de comprendre que les interventions des enseignants durant la résolution de problèmes ne sont pas toujours les plus efficaces. Il semble que plusieurs enseignants aient tendance à diverses étapes du processus de résolution, soit lors de la lecture de l'énoncé en groupe ou encore durant la phase de travail individuel, à orienter les élèves vers certaines procédures ou stratégies sans pour autant leur expliquer le raisonnement sous-tendu par ce choix.

Quelques enseignants, afin de faciliter autant la correction que l'accompagnement, vont suggérer (imposer dans certains cas) une technique de résolution de problème précise. Celle-ci peut s'avérer pratique dans les premiers niveaux scolaires, mais pourrait éventuellement s'avérer une béquille pour les niveaux suivants.

Face à la place trop importante accordée à l'utilisation d'une démarche de résolution de problème en particulier, Goulet (2018) tire différents constats dont celui que l'activité de résolution de problème peut se retrouver réduite à l'enseignement d'une méthode. Elle constate aussi que la résolution, avec une méthode précise, peut devenir une double tâche sans bénéfice associé.

L'accumulation de sources conceptuelles divergentes peut amener les enseignants à ressentir une forme d'instabilité face à leurs conceptions et à la notion de situation-problème (Lessard et. al., 2020). Les mêmes auteurs soulignent que cette instabilité peut amener les enseignants à adopter des pratiques parfois rigides ou floues et ainsi à s'éloigner de l'intention première de l'activité de résolution de problèmes (démathématisation).

1.3.3 Le rôle des élèves

La manifestation d'une forme d'autonomie chez l'élève est une notion qui revient fréquemment en résolution de situations-problèmes. Il doit se lancer dans une démarche de découverte et pouvoir remettre lui-même en question les stratégies qu'il utilise. C'est donc dire que les problèmes complexes permettent de développer chez l'élève des capacités de réflexion et d'autorégulation des apprentissages (Vienneau, 2017). Dans les éléments présentés dans le programme (Gouvernement du Québec, 2007), il est question de l'importance de voir l'élève valider sa solution et rectifier les lacunes au besoin.

Les résultats de la recherche de Labelle (2008) montrent que les élèves ont une tendance à vouloir reproduire les démarches ou les procédures qu'ils ont rencontrées en classe. Cette même recherche permet de comprendre qu'il est tout de même important pour l'élève de faire l'apprentissage de procédure afin d'avoir une base solide sur laquelle s'appuyer. Cependant, l'auteure remarque que lorsque les élèves sont confrontés à des problèmes pour lesquels ils n'ont pas de procédures précises à mobiliser, ils ne disposent d'aucun repère et ont donc du mal à initier une démarche. C'est pourquoi elle mentionne que l'élève doit nécessairement finir par être exposé à des problèmes qui lui font réaliser les limites du modèle qu'il a rencontré en classe.

1.4 Certaines particularités de l'enseignement des mathématiques

Une particularité du programme de mathématique peut éventuellement nuire à la résolution de situations-problèmes. L'enseignement segmenté des connaissances mathématiques n'aide pas les élèves à se représenter des liens entre les concepts enseignés. Par enseignement segmenté, il est question de la séparation entre les différents contenus notionnels à faire apprendre. La progression des apprentissages en mathématique (Gouvernement du Québec, 2016) est elle-même conçue de sorte que les savoirs sont segmentés en grands thèmes : arithmétique, algèbre, probabilités, etc. Prenons exemple sur les cahiers d'exercices, fréquemment utilisés dans les classes du secondaire, qui offrent une division par chapitre traitant chacun individuellement de certains savoirs mathématiques. Une fois un chapitre terminé, il n'existe pas toujours de lien avec le prochain chapitre. Face à un problème jumelant diverses branches des mathématiques, si l'élève n'a pas été habitué à voir les mathématiques comme un tout, il aura de la difficulté à passer des statistiques à la géométrie, pour solutionner un seul et même problème.

1.5 Question de recherche

À ce stade, différents constats sont observés : la possibilité de voir l'enseignant faire des interventions venant éclipser l'intention éducative initiale d'une situation d'enseignement-apprentissage (Demonty et Fagnant, 2014; Lessard et al., 2020), le désir de certains enseignants d'employer des situations-problèmes prêtes à être utilisées avec un minimum d'efforts (Cooper et Arcavi, 2013) et la tendance des élèves à s'orienter vers les procédures suggérées en classe (Labelle, 2008). Il devient plus que pertinent de chercher à identifier de quelles façons les enseignants vont procéder pour amener les élèves à évoluer dans des situations-problèmes nécessitant la création de liens entre les savoirs, en considérant que ces derniers n'y sont généralement pas habitués, et ce, en raison de l'enseignement segmenté des mathématiques.

La question de recherche est donc la suivante : De quelles façons l'enseignant accompagne-t-il les élèves dans les situations-problèmes faisant appel à plusieurs savoirs mathématiques au secondaire?

2. Cadre théorique

Cette section sert de point d'ancrage pour les différentes théories et concepts rattachés à la présente recherche. Différents thèmes sont abordés en profondeur. La première section abordera la résolution de problèmes de façon générale. La section suivante présentera le processus de résolution de problèmes tel qu'il est défini dans la littérature. Finalement, la dernière section traitera de l'enseignement des mathématiques et des actions à privilégier par l'enseignant en contexte de résolution de problèmes.

2.1 La résolution de problèmes

L'importance de la résolution de problèmes dans l'enseignement des mathématiques a été mise de l'avant à la section précédente (Poirier, 2001; Reiss et al., 2013; Schoenfeld, 2013). Bien qu'il soit acquis que cette activité mathématique est essentielle, il est pertinent de s'intéresser aux critères qui permettent de conclure que l'élève s'adonne à une réelle activité de résolution de problèmes et qu'il n'est pas simplement en train de réaliser un exercice. La section qui suit fera état de la situation par rapport à ces problèmes.

2.1.1 La notion de problème mathématique

Deux familles de problèmes sont rencontrées dans les milieux scolaires : les problèmes d'application et les situations-problèmes. Dans la littérature, lorsqu'il est question de problème, il est possible d'observer depuis longtemps deux principaux pôles s'affronter : d'un côté, il s'agit d'un exercice de routine et de l'autre, il s'agit d'une tâche dont la difficulté et la complexité la rendent problématique (Goos et. al., 2000). Pour Legendre (2005), un problème est un énoncé composé d'un ensemble de données mathématiques accompagnées d'une ou plusieurs questions nouvelles qu'il est nécessaire de résoudre. Bair et. al., (2000), quant à eux, amènent l'idée que pour être nommée problème, une situation donnée doit avoir la particularité d'engendrer une synthèse des connaissances et de les exploiter dans un cadre nouveau. Cette tâche doit sembler hors de l'ordinaire, mais tout de même être accessible en plus d'être motivante et de nécessiter une réflexion. « Il est dès lors impossible de la résoudre par simple routine, c'est-à-dire en appliquant aveuglément des techniques assimilées » (Bair et al., 2000, p. 10).

On peut voir les problèmes comme des tâches qu'une personne désire accomplir, mais dans lesquelles il n'est pas possible d'arriver à une réponse adéquate immédiatement (Reiss et al., 2013). Ces définitions ont toutes pour point commun d'impliquer une part de nouveauté, un élément qui rend la situation impossible à résoudre de façon directe.

Vergnaud (1990) propose une classification en deux familles distinctes pour les différentes situations qui peuvent être rencontrées. D'un côté, nous avons les classes de situations pour lesquelles le sujet dispose préalablement des compétences nécessaires au traitement relativement immédiat de la situation. Il existe aussi d'autres classes de situations pour lesquelles le sujet ne dispose pas au départ de toutes les connaissances nécessaires, ce qui l'oblige à un temps de réflexion et d'exploration ainsi qu'à des moments d'hésitation. Ces passages obligatoires, jumelés à de potentielles tentatives avortées, conduiront éventuellement à la réussite ou à l'échec.

> Dans le second cas, il y aura l'amorçage successif de plusieurs schèmes [processus déjà maîtrisés par l'élève et qui lui permettent normalement d'arriver à une solution presque immédiatement], qui peuvent entrer en compétition et qui, pour aboutir à la solution recherchée, doivent être accommodés, décombinés et recombinés. (Vergnaud, 1990, p. 136)

Le Ministère, dans son programme (Gouvernement du Québec, 2007), aborde la résolution de situations-problèmes comme étant une activité axée sur l'exploration et la découverte. Il mise sur la nécessité de susciter un conflit cognitif ou un besoin de résolution ainsi que de permettre l'intégration de différents savoirs ou de se prêter à l'exploitation de liens qui favorisent le transfert des apprentissages.

Les définitions présentées tendent à mettre de côté les situations d'application, bien présentes dans le milieu, mais totalement dissociées des définitions de l'activité de résolution de problèmes mathématiques rencontrées. Les situations d'application pourraient potentiellement être caractérisées de simples exercices mathématiques et être complètement dissociées du mot problème. Une situation-problème se devrait d'être une nouvelle tâche qui ne peut pas être résolue immédiatement par l'application de processus déjà rencontrés. Dans le cas des situations-problèmes se retrouvant à la fin d'une séquence d'enseignement, l'élève n'est pas en mesure d'identifier le chemin qui relie les connaissances en jeu. Ces problèmes se rattachent aussi aux situations dans lesquelles l'élève ne dispose pas des connaissances préalables nécessaires (Vergnaud, 1990), aux problèmes permettant la construction de nouveaux savoirs (Descaves, 1992) et aux problèmes à résoudre (Bair et al., 2000).

2.1.2 La particularité des situations-problèmes

Les principales caractéristiques qu'il est possible de donner aux situations-problèmes sont d'être une forme de défis pour les élèves en plus d'être réalistes et contextualisées. L'objectif recherché est que ces situations soient attrayantes le plus possible aux yeux des élèves pour qu'ils aient envie de s'engager dans le processus de résolution (Corbeil et al., 2001; Legendre, 2005). Durant la recherche de solutions au problème présenté, l'élève se heurte à la limite de ses connaissances ou à la limite des liens qu'il peut établir entre elles, ce qui transforme inévitablement le rôle de l'enseignant, qui doit maintenant guider l'élève dans ses initiatives (DeBlois et. al., 2016). Le but principal de ces situations est l'introduction de nouvelles connaissances. Elles sont généralement placées en début de séquence d'enseignement dans cette optique afin de permettre à l'élève de faire un premier contact avec un savoir qu'il n'a jamais rencontré, mais qu'il découvrira bientôt (Corbeil et al., 2001; Pallascio, 2005). Elles peuvent aussi être utilisées dans un contexte où elles servent à faire mobiliser par l'élève, différents savoirs qui ont été étudiés séparément. Dans ce cas, elles seraient situées à la fin d'une ou plusieurs séquences d'enseignement. Au Québec, ce type de situations-problèmes survient pour les évaluations ministérielles de 6^{e} année par exemple. Les épreuves ministérielles doivent évaluer la compétence à résoudre une situation-problème en fin d'année. Elles se retrouvent ainsi à devoir le faire dans un contexte où les savoirs ont nécessairement déjà été rencontrés par les élèves.

En somme, les situations-problèmes peuvent appeler à des concepts mathématiques qui n'ont pas encore été vus, tout comme elles peuvent concerner ceux qui l'ont déjà été. C'est la façon de résoudre le problème qui fera alors, dans le deuxième cas, l'œuvre d'un obstacle à surmonter et non pas la non-connaissance du savoir mathématique visé (Lajoie et Bednarz, 2014a). L'élève se positionne comme un chercheur face à ces problèmes. Il s'agit d'une occasion idéale de développer des compétences transversales dont la capacité à exercer son jugement critique (Corbeil et al., 2001). Lessard et al. (2020) énumèrent une liste de caractéristiques des situations-problèmes :

1. Il ne peut y avoir de situation-problème sans engagement de la part de l’élève;
2. Il s’agit d’une relation (problématique) entre l’élève et l’énoncé proposé;
3. Le(s) défi(s) de nature mathématique débouche(nt) sur la construction ou la réorganisation des connaissances;
4. La situation doit être neutre (ne pas révéler les concepts devant être mobilisés pour sa résolution);
5. Elle peut être intra ou extramathématique. (Lessard et al., 2020, p. 11)

Dans le cadre de cette recherche, les situations-problèmes devront donc être des problèmes complexes qui présentent un défi pour les élèves. Idéalement, elles devront être contextualisées. La solution de ces situations ne devra pas être directement accessible pour les apprenants réalisant la tâche. Pour arriver à une solution, l’élève devra mobiliser ses ressources (stratégies de résolution, concepts et outils mathématiques, …) afin de surmonter ce qui constitue un obstacle.

2.2 Le processus de résolution de problèmes

La performance mathématique ne dépend pas uniquement de ce qu’une personne sait (en matière de savoirs mathématiques), mais de la façon dont elle utilise ses connaissances et avec quelle efficacité. De bonnes prises de décisions accompagnées de connaissances essentielles faibles peuvent aider à assurer le succès, tout comme de mauvaises décisions peuvent conduire, même si le sujet a des connaissances essentielles fortes, à l’échec (Schoenfeld, 1985). Résoudre un problème mathématique nécessite obligatoirement un passage conscient, ou non, par plusieurs étapes. Différents auteurs ont conçu différents modèles de résolution de problèmes (Bair et al., 2000; Carlson et Bloom, 2005; Descaves, 1992; Poirier, 2001; Polya, 1957).

Bien qu’il s’agisse d’étapes qui devraient en principe se succéder, la résolution de problème est un processus plus dynamique qui peut demander plusieurs retours en arrière (Bair et al., 2000; Poirier, 2001). Carlson et Bloom (2005) partagent la même idée et ajoutent que durant l’attaque d’un problème le cycle planification-exécution-vérification s’exécute à plusieurs reprises. Polya (1957) précise que bien qu’il soit nécessaire de comprendre le problème, l’élève doit aussi désirer le résoudre afin de se lancer dans le processus. Cette idée peut être jointe à celle de Bair et. al. (2000) sur l’importance de la mentalité positive préalable à la résolution d’un problème. Tous les modèles mettent l’accent, dans les premières étapes, sur ce que l’élève comprend du problème : la lecture de l’énoncé est donc primordiale.

D'un point de vue moins théorique, certains modèles de résolution de problèmes demeurent pertinents. Le Gouvernement du Québec (2006), dans son Programme du premier cycle du secondaire, présente des exemples de stratégies qui peuvent être associées à la résolution de situations-problèmes. Cet éventail de stratégies peut donc servir d'assises aux enseignants afin de bien cerner les étapes qui peuvent être rencontrées lors de la résolution d'un problème.

La figure 1 présente les grandes lignes communes aux différents processus présentés jusqu'à maintenant. Dans la colonne de gauche, les trois premières étapes font référence aux trois étapes inévitables lors de la résolution d'un problème de Bair et al. (2000) auxquelles l'étape de vérification a été ajoutée. Ces dernières ont émergé à la suite de la comparaison des différents auteurs recensés pour la conception de la figure 1. Il est donc possible d'observer que dans tous les processus de chacun des auteurs, on retrouve une étape rattachée à la compréhension du problème. Il en est de même pour l'étape de résolution du problème. L'étape concernant la conception d'un plan est aussi présente chez tous les auteurs à l'exception de Poirier (2001). La phase de vérification, pour sa part, peut être retrouvée chez quatre auteurs parmi les six analysés. Il est donc possible de conclure que tous les problèmes, afin d'être solutionnés de manière optimale, devraient mobiliser quatre étapes : la compréhension du problème, la conception d'un plan, la résolution du problème ainsi que la vérification de la solution obtenue. Cette conclusion est directement en adéquation avec le modèle de Polya (1957) et celui de Carlson et Bloom (2005).

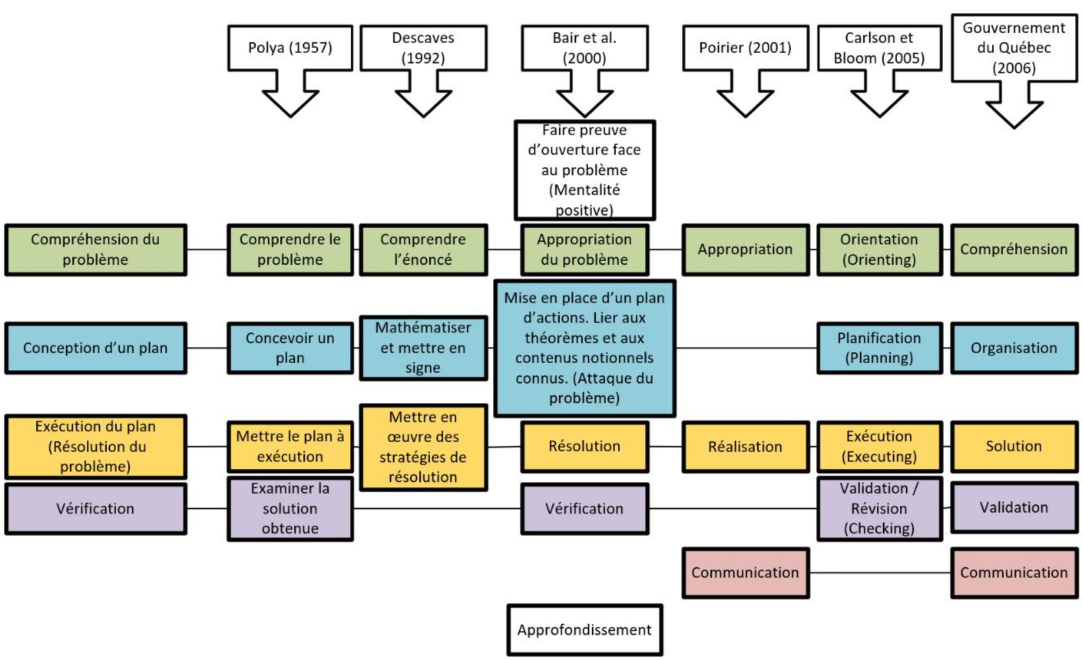

Figure 1. Liens entre les différents processus de résolution de problèmes (Boivin, 2019, p. 38)

Bien que la représentation visuelle semble linéaire, il est possible d'affirmer sans l'ombre d'un doute, à la lecture des différents modèles émanant des différents auteurs, que la résolution de problèmes est un processus qui passe par plusieurs étapes de façon cyclique et non uniquement en ligne droite (Bair et al., 2000; Carlson et Bloom, 2005; Poirier, 2001). Aussi, toutes démarches passent par trois principales étapes, soit la compréhension du problème, la réalisation d'un plan et l'exécution du plan réalisé (Bair et al., 2000; Descaves, 1992). À ces étapes de base, il est possible d'ajouter une phase de validation ou de vérification afin de faciliter le travail des élèves et de leur faire développer des méthodes de travail efficaces.

2.2.1 La résolution de situations-problèmes

Tout au long des sections précédentes, la même idée revient sans cesse lorsqu'il est question de situations problèmes : la nécessité pour le problème de représenter un défi et de demander à l'élève de franchir un obstacle. L'obstacle est l'élément du problème qui amène l'élève au-delà de ses connaissances et compétences. Le franchissement d'un obstacle demande un travail équivalent à celui de la mise en place d'une nouvelle connaissance, soit des interactions répétées (Brousseau, 1998).

La résolution de problèmes demandant plus qu'une simple activité routinière peut être influencée par une variété de facteurs, comme les connaissances informelles. Ce sont les connaissances qui n'appartiennent pas aux mathématiques, mais davantage à l'habileté d'exécution de procédures ainsi qu'à la possession d'un spectre large de compétences pertinentes (Schoenfeld, 1985). Ces compétences pertinentes peuvent être une démarche de résolution de problèmes, une procédure utilisée pour décortiquer les informations pertinentes du texte, etc.

2.2.2 Le positionnement attendu de l'enseignant

Selon Biémar (2012), « l'accompagnement est une relation qui aide l'accompagné à être le maître d'œuvre de son projet » (p. 21). Concrètement, la résolution du problème par l'élève constitue ici le projet à réaliser. C'est dans le contexte du développement de la compétence des élèves à résoudre des problèmes que l'accompagnement émerge dans la classe de mathématique. La finalité de tout accompagnement devrait être de disparaître, soit de ne plus être nécessaire.

Dans le cadre de cette recherche, les « actions d'accompagnement » seront les gestes et les interventions réalisés par les enseignants dans le but d'offrir un soutien à l'élève dans la mise en œuvre de la résolution d'une situation-problème.

La zone proximale de développement (Vygotski, 1985) constitue la marge de manœuvre avec laquelle l'enseignement doit jongler pour chacun de ses élèves. En corrélation avec la capacité des élèves à résoudre des problèmes complexes, la zone proximale de développement varie d'un élève à l'autre.

Dans un autre ordre d'idées, l'enseignant doit aussi travailler à déconstruire les perceptions erronées des élèves en matière de résolution de problèmes. Ces dernières ressemblent souvent aux suivantes (Poirier, 2001) :

- Il existe toujours une et une seule réponse pour un problème donné;
- Pour répondre à un problème, il faut utiliser toutes les données de l'énoncé;
- Résoudre un problème implique une opération ou un calcul;
- Pour résoudre un problème, il faut utiliser les dernières notions vues en classe.

Jackson et al. (2012) proposent quatre éléments critiques à avoir en tête lors de l'accompagnement des élèves dans des tâches complexes. Il faut premièrement discuter avec eux des éléments liés au contexte en les laissant aborder en groupe tout élément non familier. Ensuite, il faut aller au-delà dans la discussion et aborder des éléments mathématiques clés. Les discussions limitées au contexte ne seraient parfois pas suffisantes, et discuter d'éléments mathématiques pourrait aider les élèves dans la tâche à accomplir. Un exemple pourrait être de discuter avec les élèves de la différence entre un frais fixe et taux horaire dans une situation où ces informations seraient nécessaires. Le troisième élément concerne la mise en place d'un langage commun afin de discuter des éléments clés. Des questions spécifiques au début de l'activité de résolution de problème permettront à la fois aux enseignants de cibler le niveau de support requis pour la tâche tout en permettant aux élèves d'établir les bases à une discussion mathématique où ils seront en mesure d'utiliser un vocabulaire commun. Finalement, le dernier élément concerne le maintien d'un engagement cognitif tout au long de la tâche. Il faut surtout éviter d'orienter les élèves vers une stratégie de résolution précise, ce qui aurait pour effet de diminuer la rigueur et l'engagement de ces derniers. Cette idée d'engagement est aussi reprise par Rahayuningsih et. al. (2021) qui précisent qu'il est important de maintenir l'élève engagé afin de lui permettre de mettre en place sa créativité.

2.2.3 L'implication de l'élève

Face à un problème, l'élève peut devenir anxieux. Devant ces situations, certains élèves peuvent demeurer bloqués et ne pas savoir quoi faire. D'autres peuvent chercher à éviter à tout prix les situations-problèmes (Schoenfeld, 1985). La compréhension de l'énoncé par l'élève dépend de nombreux facteurs : leurs connaissances pragmatiques, leurs connaissances du monde, leurs compétences linguistiques, leurs capacités perceptives, leurs capacités à représenter le problème et leurs compétences logiques (Descaves, 1992). Au secondaire, le Ministère

(Gouvernement du Québec, 2007) établit des attentes de fin de cycle pour ses élèves. Prenons exemple sur le deuxième cycle où les élèves doivent être en mesure de résoudre des problèmes contenant plusieurs étapes. Au besoin, ils doivent explorer différentes solutions tout en faisant appel à un ou plusieurs champs des mathématiques. Ils doivent aussi être en mesure de présenter une démarche structurée incluant un résultat qu'ils sont en mesure de justifier adéquatement avec un langage mathématique.

2.3 Les stratégies d'enseignement en résolution de problèmes

Dans le cadre de cette recherche, les stratégies d'enseignement correspondent aux actions d'accompagnement que mettent en place les enseignants afin d'aider les élèves. Peu importe les choix faits par l'enseignant lors de la résolution d'un problème, ceux-ci auront un impact sur l'activité de l'élève, que ce soit en la rendant plus facile ou plus difficile. Dans un modèle où l'enseignant est complètement effacé et où il n'aurait aucune interaction avec l'élève, ce dernier, se retrouvant à lui-même, subirait tout de même les effets du retrait de l'enseignant. L'inverse est aussi vrai, puisque « l'intervention de l'enseignant modifie les conditions de fonctionnement du savoir, conditions qui font aussi partie de ce que l'élève doit apprendre. L'objectif final de l'apprentissage est que l'élève puisse faire fonctionner ce savoir dans des situations où l'enseignant n'intervient plus » (Brousseau, 1990, p. 322). Pour Freiman et Savard (2014), les actions d'accompagnement qui favorisent le développement du raisonnement chez l'élève sont parmi les éléments importants à considérer. DeBlois et al. (2016) indiquent que la planification et l'accompagnement, lorsque la résolution de problèmes est utilisée comme outil d'enseignement et comme occasion d'apprentissages, constituent un réel défi. Ce défi se présente par le fait que l'élève ne possède pas à ce stade les outils nécessaires afin d'arriver directement à une réponse. Il doit donc mettre en œuvre des stratégies variées afin d'avancer dans le problème.

L'étape préalable à l'accompagnement de l'élève par l'enseignant est la sélection d'une situation-problème qui devra être résolue. La conception actuelle de l'enseignement exige de l'enseignant de provoquer chez l'élève les adaptations souhaitées à l'aide d'un choix judicieux de problèmes qu'il proposera (Brousseau, 1998). Lajoie et Bednarz (2014b) présentent des contraintes qui devraient être prises en compte lors de la sélection ou de la conception d'une situation-problème. Plusieurs de ces caractéristiques peuvent être directement associées au niveau de complexité du problème : les concepts à mobiliser, le degré d'autonomie exigé chez l'élève, la quantité de contraintes, les registres de représentations mobilisés et le passage d'un registre à l'autre, le nombre d'étapes nécessaires, la nature des liens intramathématiques (liens entre les concepts ou champs des mathématiques), etc. Ces caractéristiques constituent une liste d'éléments à prendre en considération avant de présenter une tâche aux élèves.

Dans les occasions de résolution de problèmes, l'enseignant doit prendre des décisions par rapport au positionnement qu'il prend face aux élèves. Les interactions entre l'enseignant et les élèves ne doivent plus être dominées par le savoir. Il faut maintenant laisser une place plus importante à la « mise en œuvre d'une activité mathématique où différentes observations sont mises en commun, où des questionnements font surface, des stratégies émergent et des explications se formulent qui impliquent l'enseignant et l'élève […] » (Maheux et Proulx, 2017). Certains dispositifs didactiques présentant un cadrage trop large peuvent avoir pour effet de créer un certain écart sur les objectifs poursuivis par la situation et sur les savoirs en jeu. De la même façon, un cadrage trop étroit accompagné de consignes visant la décomposition de tâches complexes en tâches plus petites ne permettra pas aux élèves d'aller plus loin que de dépasser ces petites difficultés ponctuelles (Demonty et Fagnant, 2014).

Le contrat didactique de Brousseau (1998) constitue en quelque sorte la règle du jeu de la situation didactique. L'évolution de la situation et le choix des savoirs que l'élève mobilisera, soit la manifestation évolutive de sa compréhension, modifient nécessairement le contrat, puisqu'en avançant dans la situation, il raffine de plus en plus la particularité de son raisonnement. Quelques conseils sont élaborés afin de bien gérer les situations-problèmes. Lorsque l'élève refuse ou évite le problème, l'enseignant doit se justifier d'avoir choisi un problème aussi difficile. Il est nécessaire que l'enseignant assume les résultats et qu'il donne à l'élève les moyens permettant l'acquisition de la connaissance. L'enseignant doit fournir à l'élève les moyens de résoudre les problèmes qu'il lui suggère en rendant accessibles, par exemple, les savoirs théoriques nécessaires.

Il demeure réaliste d'envisager que lors de la résolution de problèmes, l'élève puisse commettre plusieurs erreurs. Il faut se méfier de ce que Astolfi (2014) appelle le syndrome de l'encre rouge. Dès que l'enseignant observe une erreur, il la marque d'un crayon rouge sans vraiment se questionner sur celle-ci. De telles catégorisations de productions d'élèves doivent absolument être évitées en résolution de problèmes, puisque les chemins empruntés par l'élève sont plus que pertinents, même s'ils ne sont pas les mêmes que l'enseignant.

3. Méthodologie

La question de recherche impose une méthodologie de type qualitatif, pragmatico-interprétative. L'aspect qualitatif de ce type de recherche se réfère à des sujets observés qui sont plus typiques que statistiquement représentatifs. Les recherches de type qualitatif pragmatico-interprétatif sont animées par le

> désir de comprendre le sens de la réalité des individus; [ces recherches adoptent] une perspective systémique, interactive, alors que la recherche se déroule dans le milieu naturel des personnes. Le savoir produit est donc vu comme enraciné dans une culture, un contexte, une temporalité. (Savoie-Zajc, 2011, p. 126)

Dans ce type de recherche, le chercheur est intéressé à comprendre la signification et l’implication qu’a un phénomène pour ceux qui y sont engagés (Hatch, 2002; Merriam et Tisdell, 2016).

3.1 Échantillon

Afin d’atteindre les objectifs de cette recherche, il était nécessaire de rencontrer des enseignants de mathématique ainsi que certains de leurs élèves. Les sections suivantes présentent les critères recherchés ainsi que l’échantillon ayant participé à la recherche.

3.1.1 Critères recherchés

La réalisation de cette recherche nécessitait la participation d’enseignants de mathématiques et d’élèves du deuxième cycle du secondaire (secondaire 3, 4 ou 5). Les enseignants n’avaient pas à démontrer un niveau d’expérience minimal pour participer à cette recherche.

Les élèves participant à la recherche étaient sélectionnés à l’intérieur même des groupes-classes des enseignants participants. De plus, les élèves devaient provenir des groupes rencontrés lors des périodes d’observation. Bien que les élèves aient été choisis à l’intérieur des groupes observés, la participation aux entrevues devait se faire sur une base volontaire. Les élèves participants devaient être âgés d’au moins 14 ans. Pour les entrevues, les élèves devaient être ciblés par l’enseignant du groupe et ils devaient accepter de participer. Une demande a été placée auprès des enseignants afin que parmi les élèves sélectionnés pour les entrevues, le rendement académique soit varié afin d’éviter d’avoir uniquement des élèves ayant des résultats élevés en mathématique.

3.1.2 Composition de l’échantillon

Au final, ce sont trois enseignantes qui se sont jointes à cette recherche. Les trois participantes enseignaient les mathématiques dans une école secondaire du Saguenay-Lac-Saint-Jean. Pour chacune d’elles, un groupe-classe était sélectionné pour être observé et pour réaliser les entrevues avec les élèves. À terme, il y a eu la participation d’un groupe de troisième secondaire et de deux groupes de quatrième secondaire. Les élèves ayant participé avaient donc entre 14 et 16 ans.

En ce qui concerne les élèves, lors des observations, ce sont tous ceux présents dans le groupe visité qui ont été considérés puisqu'ils étaient tous volontaires.

Pour les entrevues, les enseignantes ont ciblé, en s'assurant que les jeunes étaient volontaires, chacune cinq élèves. Ce sont donc, en tout, 15 élèves qui ont réalisé une entrevue. Parmi les cinq élèves de chaque groupe, les enseignantes ont respecté la contrainte voulant que le rendement académique de ces élèves soit varié.

3.2 Instruments employés pour la collecte de données

Afin d'obtenir un maximum d'informations pertinentes, quatre outils de collecte de données ont été utilisés : des entrevues avec les enseignantes, des périodes d'observation en classe, des entrevues avec les élèves et l'analyse des situations-problèmes utilisées.

Les entrevues avec les enseignantes ont permis d'établir un portrait de départ des actions d'accompagnement pouvant être mises en place. Les observations réalisées sont venues bonifier cette analyse en documentant les différentes interactions émanant en salle de classe. Les entrevues avec les élèves ont elles aussi permis d'identifier des actions. Finalement, l'analyse des problèmes a permis de bien comprendre les tâches utilisées et les différents choix qui sont faits par les enseignantes.

3.3 Déroulement des différentes étapes de la collecte de données

Pour la première enseignante, la première période d'observation a été effectuée lors d'une résolution de problème d'une durée totale de deux périodes (150 minutes). L'observation a visé la première période (75 minutes) de cette situation-problème. Une partie des questions de l'entrevue avec les élèves qui a suivi concernait cette situation-problème particulière. La deuxième situation observée pouvait, elle aussi, être réalisée sur deux périodes et a été observée uniquement lors de sa première partie.

Dans le contexte précis de la deuxième enseignante, les situations-problèmes réalisées en classe sont systématiquement administrées en tant qu'évaluation. Les situations effectuées en pratique (formatif) sont remises en tant que travail à réaliser à la maison. De plus, lors des situations d'évaluation, les enseignants de cette école ne répondent pas aux questions dans l'intention de ne pas avantager certains élèves par rapport à d'autres. C'est pourquoi il n'a pas été possible d'observer des séances de résolution de problèmes complètes. Cependant, il a été possible d'observer une unique séance de retour sur une situation-problème évaluée, d'une durée de 15 minutes. Les entrevues avec les élèves, quant à elles, abordaient une situation-problème qui a été réalisée à un autre moment et qui n’a pas été observée puisqu’il s’agissait d’une situation d’évaluation.

La première période d’observation réalisée auprès de la troisième enseignante a eu lieu dans un contexte de résolution de problèmes en équipe de deux. Les entrevues subséquentes portaient sur cette situation-problème. La deuxième observation concernait elle aussi une situation-problème administrée en tant qu’évaluation où l’enseignante répondait tout de même aux questions des élèves.

3.4 Démarche d’analyse des données

Dans le cadre de cette recherche, les données ont été analysées à l’aide du logiciel NVivo qui a permis de regrouper les éléments pertinents afin de faire émerger des catégories. Les éléments qui ont émergé ont pu être associés à ce que Paillé et Mucchielli (2016) nomment des catégories conceptualisantes. Ces dernières permettent de dénombrer des phénomènes qui sont perceptibles à travers la lecture des données de recherche. Dans le cas de cette recherche, ces catégories concernent principalement des interventions d’enseignants ainsi que des difficultés particulières d’élèves.

4. Analyse des résultats

Cette section présentera tous les aboutissants des différents outils de collecte de données qui ont été utilisés. La première partie concerne la présentation des problèmes qui ont été rencontrés tout au long de cette recherche. La partie suivante permettra de mieux comprendre le contexte d’utilisation des problèmes en salle de classe par les enseignantes ainsi que les attentes qu’elles placent quant au travail des élèves. Finalement, la troisième partie abordera les actions d’accompagnement des enseignantes qui ont été rencontrées et qui permettent aux élèves d’évoluer à travers la résolution de leurs situations-problèmes.

4.1 Les problèmes utilisés par les enseignantes

Tout au long de cette recherche, ce sont en tout six problèmes complexes qui ont été rencontrés, soit deux par enseignante. Les problèmes rencontrés en troisième secondaire avec l’enseignante n° 1 ont été utilisés dans un contexte d’apprentissage en prévision d’une évaluation à venir. Les élèves pouvaient ainsi s’exercer avec ce type de tâches. Les enseignantes n° 2 et n° 3, toutes deux en quatrième secondaire, ont été visitées lors de problèmes réalisés dans un contexte d’évaluation. En ce qui concerne les différents champs des mathématiques impliqués dans les problèmes complexes, l’algèbre et la géométrie sont les champs les plus utilisés pour ces tâches. Ces derniers sont tous deux présents dans cinq problèmes sur les six rencontrés. Le sixième problème se réfère uniquement à des concepts de géométrie. L’un des problèmes fait appel aux statistiques en plus de l’algèbre et la géométrie.

4.2 Contexte de la réalisation de la résolution de problèmes

Le tableau 1 présente les passages tirés des entrevues avec les enseignantes, qui permettent de comprendre l'usage qui est fait de la résolution de problèmes.

Tableau 1. Contextes dans lesquels la résolution de problème est utilisée

Enseignante nº 1	« Bien les CD1[1] , on en fait pas beaucoup. […] On fait une pratique [et] un examen [au mois de février], une pratique au mois de mai [et] un examen. »
Enseignante nº 2	« Tu sais, à la fin des chapitres, il y a toujours des problèmes écrits. Et tu sais que les examens, nous autres [ils sont comme les examens du ministère], [ce qui] fait qu'ils sont toujours en train de faire de la résolution de même. »
Enseignante nº 3	« C'est juste en évaluation. […] Parce que c'est quand même long et demandant. Puis c'est difficile pour les élèves. […] Tu as pas le temps d'en pratiquer. »

En somme, la résolution de problèmes complexes ne semble pas être une pratique fréquente. Il semble y avoir une évaluation d'au moins un de ces problèmes pour chaque étape de l'année scolaire. L'enseignante nº 1 réalise des pratiques avant chacun des problèmes, mais n'en réalise pas à la première étape. C'est donc que les élèves réalisent quatre situations-problèmes durant l'année scolaire dont deux seront évaluées. L'enseignante nº 3 précise ne pas avoir le temps de faire de pratique et évalue donc tous les problèmes complexes réalisés en classe.

4.2.1 Attentes des enseignantes par rapport au travail des élèves

Les enseignantes ne désirent pas restreindre la démarche des élèves à une série d'étapes précises, mais cherchent tout de même à imposer une certaine organisation. Les extraits suivants, présentés dans le tableau 2, proviennent des entrevues réalisées avec certains élèves parmi les groupes observés.

Tableau 2. Perception des élèves des attentes des enseignantes

Élève 1.1	« Elle nous dit " mets des numéros, comme ça moi je vais pouvoir lire exactement dans l'ordre que tu l'as faite ". »
Élève 1.3	« Bien, elle nous le dit souvent : il faut qu'on marque toutes nos étapes et qu'on mette des titres. »
Élève 2.5	« […] elle veut au moins qu'on identifie ce qu'on fait, admettons. »
Élève 3.5	« Sûrement quelque chose de structuré pour qu'elle comprenne quand même. Faut pas que je lui fasse des gribouillis non plus, là. »

[1] CD1 et CD2 réfèrent aux compétences disciplinaires. Lorsque les enseignantes parlent d'une « CD1 » elles font référence à un problème qu'elles ont utilisé pour évaluer la compétence à résoudre une situation-problème.

Les élèves semblent tous, peu importe l'enseignante, percevoir une liberté quant à leur démarche dans la mesure où leur enseignante est capable de bien identifier leur raisonnement.

4.3 Actions d'accompagnement lors de la réalisation de problèmes

Tout au long du déroulement de cette recherche, plusieurs données ont été amassées quant à la façon dont les enseignantes réalisent leur accompagnement.

Ces différentes actions d'accompagnement peuvent être regroupées en quatre grandes catégories : les actions préalables, les actions liées aux savoirs mathématiques, les actions liées aux démarches des élèves et les actions didactiques à visée plus générale.

La première catégorie abordant les actions préalables concerne toutes les actions posées par les enseignantes qui ont pour but de faciliter la tâche ou de guider les élèves durant la période de résolution de problèmes à venir. Elles concernent donc le contexte dans lequel l'activité sera réalisée. Différents facteurs sont concernés tels que le choix du problème, la façon dont le cahier de réponses sera structuré, l'information qui est donnée aux élèves pour qu'ils se préparent pour la tâche et le choix du type de travail (individuel ou en équipe) que les élèves effectueront.

La seconde catégorie concerne les actions liées aux savoirs mathématiques. L'enseignante cherche, durant la réalisation du problème, à guider l'élève vers la mobilisation d'un savoir approprié ou à lui expliquer un savoir qu'il semble mal maîtriser.

Viennent ensuite les actions liées aux démarches des élèves. L'objectif est d'aider l'élève dans sa démarche de résolution de problèmes. Il peut arriver que ce soit en lui donnant des techniques de travail ou en lui mentionnant la série d'étapes à réaliser; ces pratiques ont pour but de faire évoluer l'élève dans sa procédure de résolution.

Finalement, la dernière grande catégorie concerne les actions didactiques à visée plus générale utilisées par les enseignantes durant la résolution d'un problème. Cette catégorie plus large regroupe des actions qui vont parfois permettre à l'élève d'évoluer face à un savoir mathématique, une démarche ou encore les deux à la fois. Elle regroupe aussi les choix pédagogiques que l'enseignante fait durant la résolution de problèmes, comme corriger avec les élèves durant la période ou encore utiliser un objet en trois dimensions pour aider les élèves à se faire une représentation. Le tableau 3 présente les différentes actions d'accompagnement rencontrées réparties selon la catégorie correspondante. Les trois dernières colonnes du tableau permettent de constater les enseignantes chez qui ses actions ont été observées et le contexte de réalisation (apprentissage ou évaluation). La provenance des différentes actions d'accompagnement (entrevue ou observation) ainsi qu'une courte définition peuvent être consultées en annexe.

Tableau 3. Catégorisation des actions d'accompagnent

Catégories	**Actions d'accompagnement**	**E1**	**E2**	**E3**
		(Apprentissage)	(Évaluation)	
Actions préalables	Utiliser le même problème chaque année en lui apportant des améliorations	X	X	
	Distribuer, avant la période de résolution de problèmes, une feuille regroupant les chapitres qui se retrouveront dans le problème	X	X	
	Diviser le cahier de réponses en sous-sections afin d'orienter les élèves dans la tâche ou placer les informations dans l'ordre dans lequel elles doivent être utilisées	X		X
	Placer les élèves en équipe de deux durant la période de résolution d'un problème			X
Actions liées aux savoirs mathématiques	Donner comme astuce aux élèves de sortir les formules associées aux notions qu'ils rencontrent dans le problème	X	X	
	Orienter l'élève vers la notion mathématique à utiliser	X		X
	Expliquer un concept individuellement à un élève	X		
Actions liées aux démarches des élèves	Donner des techniques de travail	X		X
	Encourager les élèves à diviser la tâche en plusieurs petites étapes	X		X
	Mentionner à l'élève la série d'étapes qu'il doit réaliser	X		
Actions didactiques à visée plus générale	Clarifier une question ou une information	X	X	X
	Identifier un raisonnement erroné chez l'élève	X	X	X
	Réaliser une partie du problème en exposant à voix haute son raisonnement	X	X	
	Encourager l'élève dans son raisonnement	X		X
	Lire ou survoler le problème avec les élèves	X		X
	Préciser ce qui est considéré lors de l'évaluation	X	X	
	Questionner l'élève afin de l'aider à déterminer un élément requis pour résoudre une partie du problème	X		X
	Donner une indication à un élève en échange d'un retrait de points lors de la correction			X
	Corriger avec les élèves avant la fin de la période pour qu'ils repartent avec les bonnes valeurs pour la suite au cours suivant	X		
	Corriger avec les élèves le problème durant la pratique	X		
	Dessiner au tableau durant la lecture du problème pour aider les élèves à se représenter ce qu'ils doivent faire			X
	Utiliser une représentation en trois dimensions pour aider les élèves à visualiser une information du problème	X		

L'observation de ce tableau permet de constater que les actions les plus fréquentes et les plus nombreuses sont liées aux actions didactiques à visée plus générale. Aussi, le contexte de réalisation de la tâche, qu'il s'agisse d'un apprentissage ou d'une évaluation, n'empêche pas les enseignantes de soutenir leurs élèves de différentes manières.

5. Discussion

La première interprétation qu'il est possible de faire concerne les facteurs venant influencer la performance d'un élève lors de la résolution d'un problème mathématique, présentés par Schoenfeld (1985). Les connaissances de bases maîtrisées par l'élève, les stratégies de résolution de problèmes qu'il possède, sa capacité à faire preuve de métacognition ainsi que son système de croyances par rapport à la résolution de problèmes pourraient tous avoir un impact sur sa performance en résolution de problèmes. Il ne s'agit pas ici de se questionner quant à la pertinence des éléments, puisqu'il est évident que ceux-ci viennent teinter la capacité de l'élève à résoudre un problème. Une question émerge tout de même : les actions mises en place par les enseignants, qui ont été documentées dans cette recherche, peuvent-elles venir appuyer l'un de ces facteurs d'influence? Dans le cas des connaissances de base, elles sont consolidées par les actions liées aux savoirs mathématiques. Ce renfort se concrétise principalement par le fait d'orienter un élève vers le savoir mathématique à utiliser ou encore en lui expliquant directement un concept.

Pour ce qui est des stratégies de résolution de problèmes dont l'élève est en mesure de faire l'usage, de nombreuses actions, situées dans toutes les catégories, viennent soutenir le travail de l'élève :

- Diviser le cahier de réponses en sous-sections afin d'orienter les élèves dans la tâche ou de placer les informations dans l'ordre dans lequel elles doivent être utilisées;
- Donner comme astuce aux élèves de sortir les formules associées aux notions qu'ils rencontrent dans le problème;
- Donner des techniques de travail;
- Encourager les élèves à diviser la tâche en plusieurs petites étapes;
- Mentionner à l'élève la série d'étapes qu'il doit réaliser;
- Dessiner au tableau durant la lecture du problème pour aider les élèves à se représenter ce qu'ils doivent faire.

Toutes ces actions d'accompagnement ont pour effet d'outiller l'élève et de lui permettre de développer de nouvelles stratégies de résolution de problèmes, et ce, que ce soit en contexte d'apprentissage ou d'évaluation.

En comparant les éléments critiques à avoir en tête lors de l'accompagnement des élèves dans une tâche complexe (Jackson et al., 2012) aux actions d'accompagnement identifiées, il est possible d'affirmer que les séances de discussions et d'échange qui permettent aux élèves de verbaliser leur pensée n'ont pas la place qu'elles devraient dans les classes du secondaire visitées. Une seule des six situations a laissé place au travail en équipe et, lors de cette dernière, il n'y avait pas d'actions permettant d'orienter les discussions des différents groupes d'élèves. Le référentiel d'intervention en mathématique (Gouvernement du Québec, 2019) place pourtant la communication comme l'une des conditions essentielles à l'activité mathématique. Aussi, certaines actions d'accompagnement mises en place ont le potentiel de diminuer l'engagement cognitif de l'élève en lui proposant des raccourcis dans son travail de résolution. Parmi ces actions, il est possible de retrouver : orienter l'élève vers une notion précise, donner des techniques de travail, diviser le cahier de réponses et réaliser une partie du problème à voix haute.

5.1 Effet des actions d'accompagnement sur la démarche de résolution

Dans le cadre théorique, l'analyse de différentes conceptions du processus mis en œuvre pour résoudre un problème a permis d'identifier quatre principales étapes : la compréhension du problème, la conception d'un plan, l'exécution du plan ou la résolution du problème et, finalement, la vérification. Étant donné le passage obligé de chacune de ces étapes pour résoudre une tâche complexe, comme celles rencontrées dans le cadre de cette recherche, il convient de s'interroger quant à savoir quel est l'impact des actions d'accompagnement sur les différentes étapes de la résolution d'un problème. À ce stade, un bémol est tout de même nécessaire. Comme démontré précédemment, le processus de résolution de problèmes n'est pas linéaire, de nombreux aller-retour peuvent être réalisés. Certaines actions pourraient donc jouer un rôle à de multiples phases ou encore avoir pour effet d'orienter la résolution vers un processus plus ou moins linéaire comme rencontré dans la recherche de Goulet (2018) au primaire.

5.1.1 Compréhension du problème

Cette étape est primordiale afin de permettre aux élèves de se lancer dans la résolution de la tâche. Parmi les actions préalables identifiées, le fait d'utiliser le même problème d'année en année, en lui apportant des améliorations, peut permettre de venir faciliter la compréhension de la tâche pour les élèves. Cette pratique est bénéfique pour les enseignants selon deux différents aspects. En premier lieu, dans un contexte où les situations-problèmes sont peu nombreuses, il est difficile de trouver de nouveaux problèmes. En deuxième lieu, l'amélioration d'un même problème au fil des ans vient aider la réussite des élèves puisque les enseignants savent ce pour quoi ils préparent leurs élèves et ce qui peut être problématique pour eux.

Durant la résolution d’un problème, le fait de venir clarifier une question ou une information exerce une influence directe sur la compréhension de l’élève sur le problème en question. Dans le même sens, le fait de dessiner au tableau durant la lecture afin d’aider les élèves à se faire une représentation, ou encore d’utiliser une représentation en trois dimensions vient aussi agir sur la compréhension des élèves.

5.1.2 Conception d’un plan

Le fait de diviser la tâche ou le cahier de réponses en sous-sections pourrait avoir pour effet néfaste de venir annuler la nécessité de cette étape, puisque l’élève, après avoir compris le problème, peut se lancer dans la phase de résolution en complétant les calculs associés à chacune des sections. Dans le même sens, le fait d’encourager l’élève à diviser la tâche en sous-étapes ou de lui mentionner la série d’étapes qu’il doit réaliser est deux actions qui ont elles aussi un impact sur la phase de conception d’un plan.

5.1.3 Exécution du plan (résolution du problème)

Cette étape occupe une place très importante dans les tâches pilotées par les enseignantes participantes à cette recherche en raison de la particularité des problèmes utilisés et de l’énergie déployée pour aider l’élève à se rendre jusqu’à cette phase. Les problèmes mobilisant tous plusieurs concepts mathématiques, les actions d’accompagnement mises de l’avant par les enseignants semblent vouloir faciliter la partie « compréhension » et la partie « conception d’un plan » afin de permettre à l’élève de travailler activement à la résolution du problème. C’est pourquoi il n’est pas surprenant de voir un grand nombre d’actions d’accompagnement pouvant être rattachées directement à cette étape ou encore aux étapes précédentes dans un but d’y arriver plus facilement. Les actions : mentionner à l’élève la série d’étapes à réaliser, orienter vers la notion à utiliser, donner des techniques de travail, diviser le cahier de réponses, encourager à diviser la tâche, réaliser une partie du problème avec eux ainsi que donner une indication en échange d’un retrait de point ont toutes pour impact de faciliter les phases de compréhension et de conception d’un plan afin de permettre à l’élève d’être en action à la phase d’exécution.

5.1.4 Vérification

Parmi toutes les actions d’accompagnement qui ont été observées, aucune ne semble orienter l’élève vers une validation de sa démarche. Certaines actions pourraient même avoir l’effet contraire et venir inhiber le besoin de l’élève de valider sa démarche. C'est le cas, par exemple, de l'action : identifier un raisonnement erroné chez l'élève. En identifiant une erreur, l'enseignant vient modifier le contrat didactique (Brousseau, 1998) en prenant la responsabilité de la vérification de la démarche à la place de l'élève. Cette action peut envoyer comme signal à l'élève qu'il n'est pas nécessaire de vérifier sa démarche puisqu'en allant voir l'enseignant, il aura une rétroaction directe sur celle-ci. Il faut tout de même spécifier que dans le cadre d'évaluations des apprentissages de la discipline des mathématiques (Gouvernement du Québec, 2011), il est question de validation des étapes de la démarche. Cependant, cette mention est accompagnée d'un commentaire précisant aux enseignants que la validation de la démarche par l'élève doit faire l'objet d'une rétroaction à ce dernier, mais ne doit pas être considérée dans les résultats communiqués au bulletin. Cette absence d'obligation de réaliser une évaluation pourrait venir expliquer la place quasi inexistante de la validation dans les activités de résolution de problèmes analysés.

Conclusion

Tout au long de cet article, il a été question de la résolution de problèmes et de la place qu'elle occupe dans le programme de formation depuis la réforme du Ministère au début du 21e siècle (Gouvernement du Québec, 2001, 2006, 2007). Une nouvelle vision s'est installée, celle de l'évaluation par compétence. Au niveau de la discipline des mathématiques, l'un des plus grands changements marqués par cette réforme a été l'apparition de la compétence à résoudre des situations-problèmes. Cette nouvelle compétence est venue modifier la réalité dans la salle de classe des enseignants puisqu'ils devaient désormais montrer aux élèves à résoudre des problèmes, mais ils avaient aussi à évaluer leur capacité à mener à terme des tâches mathématiques d'envergure.

À partir de ce qui est accessible dans la littérature sur la résolution de problèmes, il a été possible d'avancer que résoudre un problème nécessite quatre grandes étapes : la compréhension de l'énoncé, la conception d'un plan, la résolution du problème et la vérification de la démarche et de la solution. Les différentes actions d'accompagnement peuvent venir atténuer le rôle prépondérant et le niveau de difficulté de certaines de ces étapes.

La division de la tâche peut venir remplacer l'étape de conception d'un plan qui devrait être réalisée par l'élève. Du moins, il n'aura plus à réfléchir sur la séquence des actions. Il lui reste à déterminer les concepts à mobiliser pour réaliser chacune des étapes.

La phase de vérification peut malheureusement se faire éclipser par les actions d'accompagnement mises en place par les enseignantes. Lors de l'identification d'un raisonnement erroné, l'enseignante effectue une forme de vérification de la démarche de l’élève, ce qui l’amène à se réajuster et lui évite d’avoir à se valider par lui-même.

Les enseignants semblent avoir tendance, par l’intermédiaire des actions d’accompagnement, à vouloir conserver les élèves en action dans la phase d’exécution d’un plan en leur apportant du soutien lorsqu’ils sont dans les phases de compréhension ou de conception d’un plan. Plusieurs actions viennent orienter les élèves lors de ces phases. On peut s’interroger sur ce constat, surtout lorsqu’il est mis en relation avec les caractéristiques associées aux situations-problèmes. Le fait de simplifier le travail de l’élève au niveau des premières phases pourrait orienter la situation vers un simple exercice ou encore diminuer considérablement la complexité de la tâche.

Dans un autre ordre d’idées, cette recherche ayant permis de révéler plusieurs actions d’accompagnement pouvant être mises en place afin d’aider l’élève à résoudre une situation-problème, il serait aussi intéressant dans une recherche ultérieure d’identifier celles qui semblent démontrer une plus grande efficacité sur l’activité de résolution de problèmes des élèves.

Références

Astolfi, J.-P. (2014). *L'erreur, un outil pour enseigner* (11e édition.). ESF Éditeur.

Bair, J., Haesbroeck, G. et Haesbroeck, J.-J. (2000). *Formation mathématique par la résolution de problèmes*. De Boeck.

Biémar, S. (2012). Accompagner un groupe d'enseignant dans une école : une grille de compétences. Dans E. Charlier et S. Biémar (dir.), *Accompagner un agir professionnel* (p. 19-34). De Boeck.

Boivin, M. (2019). *Les actions d’accompagnement mises en place par les enseignants en contexte de résolution de situations-problèmes au deuxième cycle du secondaire* [mémoire de maitrise, Université du Québec à Chicoutimi]. Constellation. https://constellation.uqac.ca/id/eprint/5229/

Brousseau, G. (1990). Le contrat didactique : le milieu. *Recherches en didactique des mathématiques, 9*(3), 309-336.

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Éditions la Pensée sauvage.

Carlson, M. et Bloom, I. (2005). The cyclic nature of problem solving: An emergent multidimensional problem-solving framework. *Educational studies in Mathematics*, *58*(1), 45-75. https://doi.org/10.1007/s10649-005-0808-x

Cooper, J. et Arcavi, A. (2013). Mathematicians and elementary school mathematics teachers – meetings and bridges. Dans Y. Li et J. N. Moschkovich (dir.), *Proficiency and beliefs in learning and teaching mathematics: Learning from Alan Schoenfeld and Günter Törner* (p. 179-200). Sense Publishers.

Corbeil, N., Pelletier, M. et Pallascio, R. (2001). Les situations problèmes : au coeur de la réforme en mathématiques. *Instantanés mathématique*s, *37*(3), 14-27.

De Vecchi, G. (2001). *Aider les élèves à apprendre*. Hachette.

DeBlois, L., Barma, S. et Simon, L. (2016). L'enseignement ayant comme visée la compétence à résoudre des problèmes mathématiques : quels enjeux? *Éducation et francophonie, 44*(2), 40-67. https://doi.org/10.7202/1039021ar

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

Descaves, A. (1992). *Comprendre des énoncés, résoudre des problèmes*. Hachette Éducation.

Freiman, V. et Savard, A. (2014). Résolution de problèmes en mathématiques. *Éducation et francophoni*e, *42*(2), 1-6. https://doi.org/10.7202/1027902ar

Goos, M., Galbraith, P. et Renshaw, P. (2000). A money problem: A source of insight into problem solving action. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning, 13*, 1-21.

Goulet, M.-P. (2018). *Méthodes de résolution de problèmes écrits de mathématiques présentées au primaire : pratiques associées et effets de ces méthodes sur l'activité mathématiques des élèves* [thèse de doctorat, Université du Québec à Rimouski]. Semaphore. https://semaphore.uqar.ca/id/eprint/1541/

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

Gouvernement du Québec. (2006). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, premier cycle*. Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport.

Gouvernement du Québec. (2007). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, deuxième cycle*. Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport.

Gouvernement du Québec. (2009). *Échelles de niveaux de compétence : enseignement secondaire, 2e cycle*. Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport.

Gouvernement du Québec. (2011). *Cadre d'évaluation des apprentissages : Mathématique*. Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport.

Gouvernement du Québec. (2016). *Progression des apprentissages au secondaire : Mathématique.* Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur.

Gouvernement du Québec. (2019). *Référentiel d'intervention en mathématique.* Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur.

Hatch, J. A. (2002). *Doing qualitative research in education settings*. State University of New York Press.

Jackson, K., Shahan, E.C., Gibbons, L.K. et Cobb, P.A. (2012). Launching Complex Tasks. *Mathematics Teaching in the Middle School, 18*(1), 24 – 29. https://doi.org/10.5951/mathteacmiddscho.18.1.0024

Labelle, H. (2008). *Les pratiques pédagogiques favorisant le développement de la pensée algébrique* [mémoire de maitrise, Université du Québec à Chicoutimi].

Lajoie, C. et Bednarz, N. (2014a). La notion de situation-problème en mathématiques au début du 21e siècle au Québec: Rupture ou continuité? *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*. https://doi.org/10.1080/14926156.2014.993443

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

Legendre, R. (2005). *Dictionnaire actuel de l'éducation*. Guérin.

Lessard, G., Deschênes, G., Anwandter Cuellar, N., Bergeron, J. et Leroux, M. (2020). La situation-problème mathématique à l'école primaire : ce que les conceptions d'enseignantes nous révèlent. *Revue des sciences de l'éducation, 46*(3), 7-37. https://doi.org/10.7202/1075986ar

Maheux, J.-F. et Proulx, J. (2017). Éthique et activité mathématique. *Éducation et francophonie*, *45*(1), 174-194. https://doi.org/10.7202/1040726ar

Merriam, S. B., et Tisdell, E. J. (2016). *Qualitative research: A guide to design and implementation.* John Wiley & Sons.

Paillé, P. et Mucchielli, A. (2016). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales* (4e édition.). Armand Colin.

Pallascio, R. (2005). Les situations-problèmes : un concept central du nouveau programme de mathématique. *Vie pédagogique*, *136*, 32-35.

Poirier, L. (2001). *Enseigner les maths au primaire : notes didactiques.* ERPI.

Polya, G. (1957). *Comment poser et résoudre un problème.* Dunod.

Rahayuningsih, S., Sirajuddin, S. et Ikram, M. (2021). Using open-ended problem-solving tests to identify students' mathematical creative thinking ability. *Participatory Educational Research*, 8(3), 285-299. http://dx.doi.org/10.17275/per.21.66.8.3

Reiss, K., M. Lindmeier, A., Barchfeld, P. et Beate, S. (2013). Developing problem solving skills in elementary school. Dans Y. Li et J. N. Moschkovich (dir.), *Proficiency and beliefs in learning and teaching mathematics: Learning from Alan Schoenfeld and Günter Törner* (p. 33-49). Sense Publishers.

Savoie-Zajc, L. (2011). La recherche qualitative/interprétative en éducation. Dans L. Savoie-Zajc, et T. Karsenti (dir.), *La recherche en éducation : étapes et approches* (p. 123-148). ERPI.

Schoenfeld, A. H. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Academic Press.

Schoenfeld, A. H. (2013). Encore. Dans Y. Li, et J. N. Moschkovich (dir.), *Proficiency and beliefs in learning and teaching mathematics: Learning from Alan Schoenfeld and Günter Törner* (p. 287-301). Sense Publishers.

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en didactique des mathématiques, 10* (2.3), 133-170.

Vienneau, R. (2017). *Apprentissage et enseignement : théories et pratiques* (*3e édition*). Gaëtan Morin éditeur.

Vygotski, L. S. (1985). *Pensée et langage*. Éditions sociales.

Annexe 1 : Provenance des actions d'accompagnement

Actions d'accompagnement des enseignantes, résultantes des entrevues

Actions		Description	Citations
1	Utiliser le même problème chaque année en lui apportant des améliorations.	Que ce soit en pratique ou en situation d'évaluation, l'enseignante utilise le même problème que celui de l'année précédente en lui apportant des modifications. Ces modifications concernent généralement des éléments (énoncé, questions, informations, etc.) qui ont été moins bien compris ou réussis par les élèves.	Enseignante no 1 : « Oui, et souvent tu as à l'améliorer. […] Souvent tu vas dans une banque, tu ne l'inventes pas. Mais tu as à l'améliorer à mesure que tu le fais à chaque année. » Enseignante no 2 : « Souvent on l'avait, mais il a fallu qu'on le modifie aussi ce problème-là. »
2	Distribuer, avant la période de résolution de problèmes, une feuille regroupant les chapitres qui se retrouveront dans le problème.	L'enseignante distribue, avant la situation-problème évaluée, une feuille détaillant les chapitres vus au cours des derniers mois qui se retrouveront dans cette dernière. Ainsi, les élèves peuvent préparer une feuille de notes rappelant les savoirs qui seront visés.	Enseignante no 1 : « On donne une feuille d'étude. […] L'autre bord, c'est CD1. Ici c'est CD2. » Enseignante no 2 : « Oui, je leur donne cette feuille-là, ce qui fait qu'ils savent c'est quoi qu'ils ont comme concept à la CD1. »
3	Diviser le cahier de réponses en sous-sections afin d'orienter les élèves dans la tâche ou placer les informations dans l'ordre dans lequel elles doivent être utilisées.	La situation-problème est accompagnée d'un cahier de réponses pour l'élève qui est divisé en section selon la tâche à accomplir. Si ce n'est pas le cahier de réponses qui est divisé, il peut s'agir de l'énoncé du problème qui est conçu et divisé de sorte que les informations sont placées dans l'ordre dans lequel elles devront être utilisées. Ainsi, l'élève est préalablement orienté dans les étapes qu'il devra accomplir. Cette pratique est retrouvée dans cinq problèmes sur les six utilisés.	Enseignante no 1 : « […] c'est de décortiquer la tâche en partie, c'est ça la stratégie qui est la mieux. […] nous autre on le fait dans les cahiers réponses pour aider l'élève. »

4	Donner une indication à un élève en échange d'un retrait de points lors de la correction	Lorsqu'un élève est bloqué dans la résolution de son problème, l'enseignante lui donnera une indication lui permettant de continuer le problème. Cependant, l'élève sera pénalisé sur les points rattachés au raisonnement qu'il n'aura pas su mobiliser lui-même.	Enseignante no 3 : « C : vous allez lui donner, mais vous lui enlevez des points. » E : « C'est ça. […] Il va partir avec une façon de faire. Puis, bon, peut-être que ses chiffres seront pas correct, mais je lui dis : "Bon, c'est les systèmes d'équations". »
5	Placer les élèves en équipe afin de résoudre le problème.	L'enseignante place les élèves en équipe de deux durant la période de résolution d'un problème.	Enseignante no 3 : « c'était plus facilitant. J'aurais eu plus de questions s'ils étaient seuls. L'entraide. Mais on ne peut pas toutes les faire comme ça. »
6	Encourager les élèves à diviser la tâche en plusieurs petites étapes.	L'enseignante donne comme indication aux élèves de diviser le problème en plusieurs petites parties afin de pouvoir simplifier la tâche à réaliser.	Enseignante no 1 : « c'est de décortiquer la tâche en parties, c'est ça la stratégie qui est la mieux. »
7	Donner comme astuce aux élèves de sortir les formules associées aux notions qu'ils rencontrent dans le problème.	L'enseignante conseille aux élèves d'écrire toutes les formules correspondantes, dès qu'ils reconnaissent un concept dans une information du texte. Ainsi il devrait être plus facile pour eux de pouvoir sélectionner les étapes à réaliser.	Enseignante no 2 : « je leur dis, vas-y bouchée par bouchée. Tu as ça, qu'est-ce que tu as appris? Qu'est-ce que tu as vu? Regarde ta feuille aide-mémoire. Qu'est-ce que tu as vu et qu'est-ce que tu es capable de faire là-dedans? […] Tu as un triangle, bon. Qu'est-ce qu'on a fait avec les triangles? Qu'est-ce qu'on a vu? On a vu ça. Es-tu capable de le faire? Oui! Bien fais-le! Tu ne sais pas pourquoi, mais fais-le. »
8	Corriger avec les élèves avant la fin de la période pour qu'ils repartent avec les bonnes valeurs pour la suite du problème au cours suivant.	L'enseignante prévoit corriger certaines étapes du problème à la fin de la première séance de pratique (d'une série de deux) afin que les élèves repartent tous au même point avec les bonnes informations au cours suivant.	Enseignante no 1 : « À la fin de la première période. Habituellement […], je commence à corriger avec eux autres. Pour faire des modèles de démarches. »

Actions d’accompagnement des enseignantes, résultantes des observations

Actions		Description	Citations ou notes associées
1	Clarifier une question ou une information	Lorsqu’un élève ne comprend pas bien une information du texte ou encore une question à laquelle il doit répondre, l’enseignante la reformule ou lui explique afin qu’elle soit plus claire.	Enseignante no 1 (apprentissage) : « Bien, c'est ça qu'il faut que tu trouves. Il faut que tu trouves combien de terrains ça va prendre [pour] installer les jeux. C'est une des grosses tâches. » Enseignante no 2 (évaluation) : « C'est le coût par mètre. Donc, ça dépend, ça veut dire que si on achète entre zéro et 40 mètres. C'est 30 cennes du mètre. Si j'achète entre 40 et 160, donc c'est 20 cennes. Donc, si j’achète plus que 160, c'est 10 cennes du mètre. […] vous deviez faire : le prix. » Enseignante no 3 (évaluation) : Lit avec les élèves les coordonnées des points et précise avec eux l’échelle suivante : une unité dans le plan équivaut à 10 km.
2	Identifier un raisonnement erroné chez l’élève	Lorsqu’un (ou plusieurs) élève(s) posent une question à l’enseignante, elle identifie dans la démarche qu’il a fait jusqu’à maintenant une erreur. Cette action est réalisée afin de remettre les élèves sur la bonne voie.	Enseignante no 1 (apprentissage) : « Tu en as pas besoin de l'aire latérale... C'est l'aire de la base, dans le fond l'aire du jeu qui t'intéresse. » Enseignante no 2 (évaluation) : « Il y en a qui sont arrivés à 20 cennes. Ils ont oublié de multiplier par 80. » Enseignante no 3 (évaluation) : L’enseignante explique aux élèves l’erreur qu’ils ont faite.
3	Donner des techniques de travail	Les enseignantes donnent aux élèves des techniques susceptibles de les aider à travailler plus efficacement lors de la résolution de leur problème.	Enseignante no 1 (apprentissage) : « Prenez le temps de le lire comme il faut. Surligner... C'est une pratique, ça ne compte pas. […] Si jamais vous bloquez dans un examen de compétence 1, relisez vos contraintes, c'est sûr qu'à un moment donné, elle va bien se faire la compétence 1. » Enseignante no 3 (évaluation) : Donne comme conseil : « Si ça peut vous aider, vous pouvez redessiner votre triangle dans votre document parce que c’est dans le document que je vais corriger. »

4	Encourager l'élève dans son raisonnement	L'enseignante encourage l'élève à poursuivre dans le raisonnement qu'il a commencé.	Enseignante no 1 (apprentissage) : « Oui. Très bonne déduction. » « Ça, c'est bon. Jusque-là toute ta première étape est bonne. » Enseignante no 3 (évaluation) : Mentionne aux élèves : « Oui, c'est du vrai travail d'équipe. »
5	Lire ou survoler le problème avec les élèves	L'enseignante effectue la lecture complète du problème avec les élèves ou elle survole avec eux des passages qu'elle juge plus importants.	Enseignante no 1 (apprentissage) : « Sur le terrain de jeu que le propriétaire du terrain de camping veut installer. Vous avez lu, vous avez sûrement remarqué que le cercle qui est ici, le disque, c'est la fusée. » Enseignante no 3 (évaluation) : Précise qu'elle présentera la tâche avant de les laisser aller travailler en équipe. […] L'enseignante lit avec les élèves le problème.
6	Réaliser une partie du problème en exposant à voix haute son raisonnement	L'enseignante effectue une partie du problème au tableau en explicitant le raisonnement qu'elle a pendant qu'elle réalise sa démarche. De cette façon l'enseignante modélise aux élèves le raisonnement qu'ils doivent mobiliser dans ces situations.	Enseignante no 1 (apprentissage) : « Ok. Fait que si je vais dans mon cahier et que je me pars avec ce qu'ils me donnent. Donc, avec l'aire latérale, donc je vais me partir avec l'aire latérale. Fait que si dans le fond ce que je veux c'est trouver le rayon, moi. […] Vous allez vous en rendre compte en écrivant des formules. » Enseignante no 2 (évaluation) : « Même pente. Donc la piste cyclable. Est où ma piste cyclable. Elle est ici. Donc ça veut dire que. Ça, c'est ma piste cyclable, je veux placer les trésors de manière à ce qu'ils soient parallèles à la piste cyclable. Je ne sais pas moi, ici ou là. Mais il faut que j'en place 4 donc comme ça ici. »
7	Orienter l'élève vers la notion mathématique à utiliser.	L'enseignante donne une indication à l'élève lui permettant de reconnaître le concept qu'il doit utiliser pour résoudre une certaine partie du problème.	Enseignante no 1 (apprentissage) : « Comme ça, oui. Mais en fait, une rotation, on s'entend que c'est une circonférence. » Enseignante no 3 (évaluation) : « 4 m^3 est un indice : volume! »
8	Préciser ce qui est considéré lors de l'évaluation	L'enseignante précise aux élèves les éléments qui sont importants à	Enseignante no 1 (apprentissage) : « La deuxième étape, c'est tout ce que vous avez fait qu'il fallait faire. La

		considérer en prévision de l’évaluation qu’elle réalisera concernant leur travail de résolution.	troisième étape, c'est si vous arrivez aux réponses. Ok. Fait qu'il va y avoir plein d'affaires que je dois cocher. Ça compte pour l'étape 3 la CD1. La compétence 1 de jeudi matin elle compte pour l'étape 3. » Enseignante no 2 (évaluation) : « plus ça va aller, plus je vais être sévère. Donc là, il fallait que vous m'indiquiez que vous preniez cette règle-là. Pourquoi je prends cette règle-là, parce que 45 est plus grand que 20. Faut dire pourquoi vous utilisez cette règle-là. Fait que, là il y en a plein que j'aurais dû mettre zéro dans leur démarche. »
9	Questionner l’élève afin de l’aider à déterminer un élément requis pour résoudre une partie du problème	L’enseignante pose des questions à l’élève afin de l’orienter et de l’aider à déterminer lui-même ce qu’il devra faire pour réussir une partie du problème.	Enseignante no 1 (apprentissage) : « Fait que, dans le fond, les dimensions ça va être comme une rotation par trois rotations. Fait que pour trouver la circonférence, faut que tu trouves quoi? Qu'est-ce que ça prend pour faire une circonférence? » Enseignante no 3 (évaluation) : Demande ensuite : « Fait que c’est quoi que tu as trouvé? »
10	Encourager les élèves à diviser la tâche en plusieurs petites étapes.	L’enseignante donne comme indication aux élèves de diviser le problème en plusieurs petites parties afin de pouvoir simplifier la tâche à réaliser.	Enseignante no 3 (évaluation) : « Allez-y tranquillement, commencer par trouver les relais. Allez-y un par un.» Donne un exemple avec un tas de linge. Ils sont à la même étape que s’ils devaient plier un tas de linge. Le tas est par terre et ils ne peuvent pas tout plier en même temps. Ils doivent prendre les morceaux un par un et les plier. »
11	Donner une indication à un élève en échange d’un retrait de points lors de la correction	Lorsqu’un élève est bloqué dans la résolution de son problème, l’enseignante lui donnera une indication lui permettant de continuer le problème. Cependant, l’élève sera pénalisé sur les points rattachés au raisonnement qu’il n’aura pas su mobiliser lui-même.	Enseignante no 3 (évaluation) : Encercle au crayon rouge le point de rencontre et indique « comparaison ». Elle dit que c’est un système d’équations à résoudre par comparaison. Le fait de placer du crayon rouge lui sert de rappel au moment de la correction.
12	Corriger avec les élèves le	Lors de la réalisation d’une situation-problème en contexte de pratique,	Enseignante no 1 (apprentissage) : « Quand je vais voir que tout le monde a essayé la fusée, moi, je vais corriger déjà

	problème durant la pratique	l'enseignante corrige avec les élèves certaines étapes durant la période.	la fusée au tableau pour pas que ça en fasse trop pour demain. Ok. Pour essayer de vous partir comme il faut. »
13	Expliquer un concept individuellement à un élève	L'enseignant fournit à l'élève une explication sur une notion qui lui pose problème.	Enseignante no 1 (apprentissage) : « Quand vous faites une rotation. Ça, c'est une circonférence, hein? Circonférence du cercle. Du disque. Du cercle qui est ici. »
14	Dessiner au tableau durant la lecture du problème pour aider les élèves à se représenter ce qu'ils doivent faire	L'enseignante effectue un dessin au tableau en effectuant la lecture du problème dans le but d'accentuer certaines informations contenues dans l'énoncé.	Enseignante no 3 (évaluation) : Dessine au tableau la représentation des sentiers qui sont tous reliés, puis indique l'endroit où seront situés les relais.
15	Mentionner à l'élève la série d'étapes qu'il doit réaliser.	L'enseignante oriente l'élève en lui dictant une séquence d'étapes à réaliser pour parvenir à solutionner le problème ou une partie de ce dernier.	Enseignante no 1 (apprentissage) : « Après ça, tu vas prendre ta formule. Tu vas isoler. En faisant K à la 3 tu vas avoir ton volume […]. Tu vas avoir ton rayon tu vas pouvoir placer la circonférence. »
16	Donner comme astuce aux élèves de sortir les formules associées aux notions qu'ils rencontrent dans le problème.	L'enseignante conseille aux élèves d'écrire toutes les formules correspondantes, dès qu'ils reconnaissent un concept dans une information du texte. Ainsi, il devrait être plus facile pour eux de pouvoir sélectionner les étapes à réaliser.	Enseignante no 1 (apprentissage) : « À chaque fois qu'il y a une table de valeurs, il faut trouver une règle. »
17	Placer les élèves en équipe afin de résoudre le problème.	L'enseignante place les élèves en équipe de deux durant la période de résolution d'un problème.	Enseignante no 3 (évaluation) : Fait une parenthèse sur le choix de travail d'équipe qu'ils veulent faire (tout faire ensemble ou encore séparer en partie). En équipe de deux ou ils peuvent le faire seul.
18	Utiliser une représentation en trois dimensions pour aider les élèves à visualiser une information du problème	L'enseignante utilise un objet afin d'aider les élèves à percevoir une information du problème qui semblait leur échapper.	Enseignante no 1 (apprentissage) : L'enseignante utilise un bricolage pour aider les élèves à se représenter le jeu. (Une pyramide est placée sur une feuille.)