

Anticipation et pilotage de la résolution de problèmes mathématiques en classe : l'éclairage d'une recherche collaborative réunissant des didacticiens des mathématiques et des conseillers pédagogiques en mathématiques au primaire

GRAFEM avec des conseillers pédagogiques (Groupe de Recherche sur la Formation à l'Enseignement des Mathématiques)²²

RÉSUMÉ

Quels rôles joue l'anticipation au moment du pilotage du problème mathématique en classe ? Cette question a été abordée dans le cadre d'une recherche collaborative menée avec huit conseillers pédagogiques (CP) en mathématiques au primaire, provenant de cinq commissions scolaires différentes. Cette recherche qui s'est étalée sur trois ans (2015-2018) visait, plus globalement, à clarifier les enjeux auxquels font face les CP au regard de la résolution de problèmes mathématiques et de l'accompagnement des enseignants. Elle s'est particulièrement attardée au pilotage du problème en classe et aux défis qu'il pose pour l'enseignant, de manière à cerner les interventions possibles en accompagnement. L'analyse des verbatim des rencontres réflexives amène ici un éclairage intéressant sur l'anticipation et sur les rôles qu'elle joue dans l'action, au moment du travail en classe. Nous revenons dans ce texte sur cette analyse et sur les enjeux qu'elle soulève du point de vue de l'accompagnement des enseignants.

1. AVANT-PROPOS

Avant d'entrer dans ce compte rendu, nous aimerions préciser que nous ne sommes pas ici dans une communication classique de recherche, et par conséquent dans un format de texte qui suit le cadrage usuel associé à une telle présentation. Nous ne revenons pas, en effet, sur le projet de recherche collaborative dont sont issues les données présentées, notamment sur ce qui a été à l'origine du projet, sur ses objectifs, ses questions de recherche, sur son ancrage théorique, sa méthodologie, etc. Ce choix est volontaire. Notre présentation se veut le reflet d'une volonté de partage quelque peu différente, correspondant à l'esprit qui a animé nos travaux et leur diffusion²³. Par ailleurs, nous avons été confrontés au défi d'une présentation et écriture à dix, la proposition de présenter nos réflexions au colloque du GDM, lorsque nous en avons parlé au sein du groupe, s'étant avérée très populaire. Ce compte rendu cherche ainsi à faire sentir une co-construction

²² Les chercheurs et conseillers pédagogiques impliqués sont par ordre alphabétique (nous avons souligné les noms de ceux qui étaient présents lors de la communication) : Lily Bacon (Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue), Nadine Bednarz (Université du Québec à Montréal), Catherine Bilodeau (Université du Québec à Montréal), Caroline Bisson (Université de Sherbrooke), Véronique Bonin (Commission scolaire des Laurentides), Richard Émond (Commission scolaire de Rivière du Nord), Vanessa Hanin (Université catholique de Louvain, Belgique), Sonia Gareau (Commission scolaire de l'Or-et-des-Bois), Claudine Lajeunesse (Commission scolaire de Montréal), Caroline Lajoie (Université du Québec à Montréal), Carole Morelli (Commission scolaire des Hauts-Cantons), Daniel Perron (Commission scolaire des Laurentides), Mireille Saboya (Université du Québec à Montréal) et Catherine Tourigny (Commission scolaire de Rivière du Nord).

²³ Pour les lecteurs qui aimeraient toutefois en savoir plus sur ce projet, il est possible de consulter d'autres textes qui rendent compte de la démarche et abordent différents angles d'analyses de celui-ci (voir à ce sujet Bednarz, Bacon, Lajoie, Maheux, Saboya, 2017 ; Bacon, Bednarz, Lajoie, Maheux, Saboya, 2017 ; Bednarz, Maheux, Bacon, Saboya, Lajoie, Thibault, 2019 ; Bednarz, Bacon, Lajoie, Maheux, Saboya, 2020 ; Bacon, Bednarz, Saboya, Hanin, Lajoie, sous presse).

collective, au cœur de la démarche de recherche collaborative, et qui se manifeste à la fois dans les rencontres et dans ce texte.

Le texte est divisé en trois temps. D’abord, nous proposons un bref rappel sur l’importance de l’anticipation en didactique des mathématiques tant dans la recherche qu’en formation initiale, et ce, avant tout pilotage. Ensuite, il sera question des rôles que joue l’anticipation, tels qu’ils se dégagent de l’analyse de nos échanges. Nous faisons appel, pour cela, à des extraits des verbatim de nos discussions pour appuyer et expliciter ces rôles. Finalement, nous abordons les enjeux d’accompagnement des enseignants en lien avec cette anticipation. Pour amorcer cette réflexion, nous présentons d’abord un dialogue entre chercheurs et CP²⁴ autour du problème des sandwiches (voir figure 1 pour l’énoncé du problème et l’extrait 1 pour le dialogue entre CP et chercheurs).

Problème des sandwiches

L'année dernière - explique Carol - j'ai organisé une sortie éducative avec mes élèves en lien avec des projets que nous travaillions. À un moment donné, nous devions nous rendre à plusieurs endroits à New York pour recueillir des informations pour notre projet. Je me suis fait aider par quelques parents, et nous avons prévu quatre excursions en une journée.

4 élèves sont allés au Musée d'Histoire Naturelle
 5 élèves sont allés au Musée d'Art contemporain
 8 élèves sont allés à Ellis Island pour visiter la Statue de la Liberté
 5 élèves sont allés au Planétarium

Le problème, c'est que la cantine avait préparé des sous-marins que chaque groupe allait se partager.

Le groupe du Musée d'Histoire Naturelle a reçu 3 sous-marins à se partager ;
 Le groupe du Musée d'Art contemporain a reçu 4 sous-marins à se partager ;
 Le groupe de la Statue de la Liberté a reçu 7 sous-marins
 Et le groupe du Planétarium a reçu 3 sous-marins à se partager.

Le lendemain, plusieurs élèves se sont plaints que ce n'était pas juste. Des groupes d'élèves auraient eu plus à manger que d'autres...

Que pensez-vous de cela ?
 Est-ce qu'ils avaient raison de dire que ce n'était pas juste ?

Destination	Nombre d'élèves	Nombre de sous-marins
Musée d'histoire naturelle	4	3
Musée d'art moderne	5	4
Statue de la Liberté (Ile Ellis)	8	7
Planétarium	5	3

Figure 1. Le problème des sandwiches (Fosnott et Dolk, 2002)

²⁴ Ce dialogue est purement fictif, il a été construit pour les fins de la présentation (par une des CP) et visait à faire entrer, de manière originale, dans la recherche en train de se faire.

CP4²⁵ : J'ai accompagné des enseignants autour de la résolution de problèmes. Parmi les problèmes que nous avons sous la main, nous avons décidé d'expérimenter le problème du sandwich (voir figure 1). Nous nous sommes donc mis à anticiper les stratégies des élèves et les obstacles qu'ils pourraient rencontrer au niveau des concepts.

C1 : Ah oui, je trouve ça super intéressant CP4 parce que ce problème du sandwich il est riche pour ça, il y a beaucoup d'entrées possibles. À cause du choix des nombres on peut anticiper qu'il va y avoir une erreur additive.... Donc je trouve ça intéressant et ça rejoint un peu ce que l'on fait dans nos cours de didactique (...) où on essaie de faire une analyse des concepts qui sont susceptibles d'être sollicités dans la tâche, où on invite les étudiants à anticiper les raisonnements possibles, les erreurs... Mais la question que je me pose c'est comment les enseignants ont réagi à cet exercice que tu as essayé de leur faire faire ?

CP4 : Ils trouvaient que c'était long, qu'ils n'avaient pas toujours le temps de faire une bonne analyse comme ça. Ils n'avaient pas toujours le temps d'anticiper comme ils faisaient si bien dans leurs cours de didactique. Ils font l'exercice d'anticiper en choisissant le problème, mais souvent ils le font seuls et un peu plus intuitivement. Le fait de partager avec d'autres comme ça dans un groupe ils ont trouvé ça intéressant, ça a permis d'enrichir leur analyse. Ce qui est surtout difficile d'anticiper c'est vraiment l'idée de relances dans le pilotage. Ça c'est vraiment le nœud qu'ils rencontrent. Le type de relance qu'on peut faire quand l'élève est bloqué et après qu'un élève a tout terminé après seulement 4 minutes, quand un groupe d'élèves n'est pas engagé dans la tâche, dans le cas où la cloche sonne, quand il y a un message à l'intercom, que l'orthopédagogue vient chercher 5 élèves du groupe, que...

C2 : Ouais ! C'est certain que ce n'est pas le type d'obstacles qu'on analyse dans nos cours.

CP8 : Je sais bien, mais comme CP, c'est vraiment ce qui ressort lors des retours sur les expérimentations. On veut bien les aider à anticiper, mais c'est comme si la tâche est si complexe, qu'on se dit que l'enjeu réel est peut-être le pendant. Tu sais, dans l'action, de gérer les éléments qui ont été anticipés en fonction des élèves, c'est difficile pendant, et ce, malgré la meilleure analyse que tu as faite avant.

C2 : Ben nous, c'est sûr que dans les cours de didactique, on travaille sur le pendant (en essayant de penser par exemple à ce que l'on pourrait faire face à l'erreur). Puis après, quand on les accompagne dans les stages, on regarde comment cette anticipation du pendant se met en place dans la pratique. Là, quand je vous écoute, ça me fait réfléchir, parce que je me demande ce qui reste de cet exercice de formation auquel nous tenons tellement comme didacticien qu'est l'anticipation. Qu'est-ce qu'il en reste après, une fois que les étudiants sont dans le milieu ?

CP8 : En fait, je ne mets vraiment pas en question l'importance de l'anticipation, mais on pourrait peut-être se demander quels sont réellement les différents rôles que joue l'anticipation au moment du pilotage du problème en classe ?

C1 : Et on pourrait peut-être même se demander quels sont les enjeux que ça soulève dans vos accompagnements et... peut-être même dans nos cours de didactique ?

Extrait 1. Dialogue entre chercheurs et CP autour de l'anticipation

Ce sont ces questions que nous abordons dans ce texte : Quels rôles joue l'anticipation avant et au moment du pilotage du problème en classe ? Quels sont les enjeux d'accompagnement liés à ce travail sur l'anticipation ?

2. BREF RAPPEL SUR L'IMPORTANCE DE L'ANTICIPATION EN DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES

L'anticipation est l'action de se projeter, comme enseignant, dans ce qui pourrait se passer en classe dans une situation/tâche donnée aux élèves. Anticiper signifie en quelque sorte prévoir, supposer ce qui va arriver (pourrait arriver) et adapter sa conduite en conséquence : le terme anticiper vient

²⁵ Les propos de conseillers pédagogiques sont identifiés par CP suivi du numéro qui a été associé au conseiller pédagogique. Nous procédons de la même façon avec les chercheurs (C suivi du numéro qui a été associé au chercheur).

du latin « anticipare », c'est-à-dire « prendre les devants pour ». Pour Tourmen (sous presse) et Pastré, Mayen et Vergnaud (2006), l'anticipation est une composante clé de l'intelligence au travail. Ainsi, savoir anticiper les résultats de ses actions et les évolutions des situations professionnelles est considéré comme un élément caractéristique de l'intelligence au travail, l'échec de certaines anticipations permettant un véritable gain de connaissances. En didactique des mathématiques, l'anticipation occupe une place importante dans le travail des chercheurs et des formateurs. En recherche, elle est au cœur de la conception de situations didactiques visant la construction de connaissances mathématiques par les élèves : analyses préalables des concepts mathématiques impliqués (analyse épistémologique, raisonnements clés, obstacles, analyse de l'enseignement usuel) conduisant à l'élaboration de situations spécifiques ; analyses *a priori* anticipant les conduites possibles des élèves dans une situation au regard des aménagements et des variables didactiques introduites (voir notamment Brousseau, 1981 ; Artigue, 1989 ; Douady et Perrin-Glorian, 1984, 1985). Les didacticiens vont aussi lui accorder une place importante en formation des enseignants (voir notamment Bednarz, Gattuso, Mary, 1995 ; René de Cotret, 2000 ; Caron, 2010). On travaille ainsi, dans l'analyse d'une situation spécifique, à faire anticiper par les futurs enseignants les raisonnements des élèves, les erreurs, les stratégies possibles, les obstacles, l'influence des variables didactiques. On réfléchit sur les interventions possibles face à l'erreur, etc. Mais quels rôles cette anticipation joue-t-elle réellement en contexte d'enseignement ? Les analyses des verbatim de nos rencontres nous permettent de mettre en évidence différents rôles associés à cette anticipation au moment du travail préalable sur le problème, avant toute intervention en classe, et au moment du pilotage en classe.

3. ROLES DE L'ANTICIPATION AVANT TOUT PILOTAGE DU PROBLEME EN CLASSE

3.1 Anticiper pour aider à préciser l'intention dans l'exploitation du problème

Un des rôles qui est apparu de façon assez explicite au fil des analyses, et qui concerne le travail préalable à l'animation du problème en classe, est celui associé à la *précision de l'intention*. Fortement reliée au choix du problème, l'identification par l'intervenant de son intention est nourrie et clarifiée par un travail d'exploration du problème et de réflexion anticipative. C'est l'occasion d'étudier quelle est l'intention derrière le choix particulier de ce problème, et la façon dont il sera exploité. L'extrait de verbatim ci-dessous (voir extrait 2) présente un échange au cours duquel un CP (CP8) identifie clairement le rôle que joue l'anticipation pour éclairer ses visées. Au cours de cette même discussion, les CP et les chercheurs s'interrogent sur l'aspect séquentiel des questionnements anticipatifs et de leur rôle, et en viennent à mettre en évidence la non-linéarité de la filiation entre le travail d'anticipation et la définition de l'intention. On repère un possible - voire probable - va-et-vient entre le travail sur le problème, le travail d'anticipation et l'identification de l'intention qui est derrière le choix du problème.

CP8 : [...] moi, j'hésite [l'intention] à la placer avant ou après l'anticipation. *J'ai l'impression qu'il faut que je me prête au jeu du problème pour clarifier l'intention que j'aurais avec les élèves.* Donc, on choisit un problème, on se projette, et c'est avec tout ça qu'on arrive à clarifier l'intention.

CP5 : Oh, parce que là, toi tu vois ça en séquence ?

CP8 : ... Non. Parce que je ne plaçais pas intention et choix du problème (dans un certain ordre). On a choisi de les séparer... Donc, je me disais, quand est-ce que mon intention arrive ? Elle n'arrive pas au choix. *Elle arrive avec ou après l'anticipation ou en même temps. Je ne suis pas séquencée.* Mais elle n'est pas là [au moment du choix]

C1 : CP8, moi, je te dirais que ça dépend. *Je peux me définir une intention.*

CP8 : Une intention et après ça, chercher un problème pour.

C1 : Par exemple, je veux construire un sens à la fraction partie d'un tout. Et là, je vais aller choisir un problème qui est en fonction de mon intention.

CP8 : Oui.

C1 : Mais là, *je peux travailler ensuite le problème, anticiper ce qui va se produire et là, revenir sur l'intention.* Ça se peut que ce problème-là n'aille pas tout à fait chercher ce que je pensais au départ.

CP3 et CP8 : Oui.

C1 : Donc, je vais revoir mon intention.

C4 : *Ce n'est pas linéaire.* Oui.

CP8 : Comme il pourrait être juste après.

Extrait 2. En lien avec l'intention du problème

3.2 Anticiper pour préciser le potentiel du problème

Le deuxième rôle de l'anticipation que font ressortir les échanges entre les chercheurs et les CP est celui d'une anticipation pour préciser le potentiel du problème. Dans l'extrait suivant, les discussions portent sur le problème des sandwiches (voir figure 1). Ce problème requiert une comparaison de quatre fractions. Une stratégie de comparaison fréquemment utilisée consiste à mettre les fractions sur le même dénominateur, ici des quarantièmes. Une autre consiste à diviser pour chacune des fractions son numérateur par son dénominateur. Ces deux stratégies sont toutefois dénuées de sens ; elles fonctionnent à vide, c'est-à-dire qu'on n'a pas besoin de donner du sens aux fractions en contexte pour les appliquer. Ces stratégies sont bien sûr à considérer, mais elles sont peu prometteuses si on vise à développer une compréhension conceptuelle des fractions. Ainsi, si on se penche sur le potentiel du problème en regard des stratégies de comparaison, on pourrait anticiper d'autres stratégies que les deux précédentes. Par exemple, on pourrait comparer en s'appuyant sur des représentations visuelles des fractions à l'étude, en raisonnant par rapport à ce qui manque pour obtenir le tout, ou encore en raisonnant par rapport à la demie. L'extrait 3 fait ressortir la richesse de l'anticipation du point de vue de ces autres stratégies.

CP3 : Je ne sais plus trop comment l'expliquer c'est quoi le quarante.

CP4 : Ce serait des quarantièmes. Tu divises ton sandwich en quarante. Ça ne marche pas. Tu essaies de le faire... Ça, ça serait un bon conseil puis un bon argument.

CP3 : Oui. Donc, pour l'idée d'anticiper les conduites, ça, ça serait un enjeu pour le prof, mais aussi un enjeu pour nous, comme accompagnateurs de profs.

CP3 : Ça serait, pour ça, *l'anticipation, c'est dans le fond de voir...*

CP4 : *La richesse finalement d'avoir différentes stratégies autres que dénominateur commun et la division.*

Extrait 3. À propos des différentes stratégies possibles

Ainsi, l'anticipation permet de percevoir le potentiel en termes d'une multitude de stratégies. Tel que précisé pour le premier rôle de l'anticipation, c'est dans un mouvement de va-et-vient que le potentiel du problème se dessine entre le savoir mathématique en jeu et les stratégies possibles (voir extrait 4). Et comme dira un des chercheurs (C3) « le potentiel du problème s'enrichit au fur et à mesure qu'on y pense ».

C3 :... En fait, est-ce qu'on peut dire... « Quel est le potentiel ? », ça a été notre question de départ et en termes de processus [celui qui a été le nôtre], est-ce qu'on pourrait dire que ça a été un *aller-retour entre le savoir mathématique et l'anticipation de la résolution par les élèves qui nous a amenés à déterminer le potentiel.*

C1 : C'est le retour sur ce qu'on voyait possible chez les élèves qui nous amenait à revoir le savoir mathématique qu'on y voyait.

C3 : Oui, et donc, on en dégagait un certain potentiel. *Le potentiel s'enrichissait.*

Extrait 4. À propos du potentiel et de l'anticipation

La figure 3 (plus loin) schématise ces deux premiers rôles de l'anticipation et montre l'interrelation qui existe entre eux. En effet, on peut par exemple commencer par définir une intention, qui va nous amener à choisir un problème. Une anticipation du potentiel du problème s'ensuivra, laquelle pourra amener à re-préciser l'intention de départ et peut-être à revoir le choix du problème. Ce processus est cyclique et peut débiter à n'importe laquelle des quatre étapes présentées.

3.2 Anticiper comme grille de lecture

Anticiper, c'est aussi analyser le problème afin de créer une « grille de lecture » de ce qui pourrait se passer dans la classe. Comme le dit C3 dans l'extrait 5, l'anticipation permet d'être plus alerte à certains indices, ou à certaines manifestations, et de savoir davantage sur quoi l'enseignant peut porter son attention. Elle permet à l'enseignant d'être attentif à quelque chose de précis qui peut se passer dans la classe. Cette grille de lecture peut également permettre à l'enseignant de se décentrer des difficultés à animer le problème, ou de la gestion de la classe, et l'aider à se concentrer sur ce qui va se passer dans la classe, sur les élèves. L'idée de pouvoir saisir l'occasion ressort aussi des échanges entre C3 et les CP, cette anticipation permettant à l'enseignant de mieux capter les raisonnements, les questionnements, les ruptures de compréhension, les stratégies utilisées par les élèves pendant la tâche et ainsi d'être plus apte à saisir l'occasion de relancer les élèves (nous reviendrons là-dessus par la suite). Comme chaque tâche est différente, cette analyse doit être faite en fonction de chacun des problèmes choisis par l'enseignant.

C3 : À partir du moment où je peux détailler différentes progressions... ça me permet d'être alerte à certains indices ou à certaines manifestations ou je sais davantage à quoi je vais porter attention particulièrement, ou quand je vois l'élève faire ça, ça me dit telle chose [...]

C3 : Ensuite on lit ce qui se passe en classe à la lumière de ça [...] on a comme une espèce de grille de lecture de ce qui se passe en classe en fonction de l'analyse qu'on en a faite.

CP2 : Puis ça te permet de diversifier tes interventions.

C1 : Ce que tu es en train de dire c'est que ça donne une grille de lecture pour observer.

CP8 : Qu'est-ce que je vais voir apparaître.

(...)

C3 : Ce que tu dis, c'est que tout le travail d'anticipation, il faut le faire, mais on ne le fait pas dans le but de mieux...

CP3 : Prévenir

C3 : ...préparer ou prévenir, mais bien pour être capable de lire ce qui se passe lorsque ça surgit chez les élèves et de saisir l'occasion.

CP3 : C'est cela ! Exactement.

Extrait 5. À propos de l'anticipation comme grille de lecture

3.3 Anticiper pour préparer un questionnement, une relance ou pour aller plus loin

En continuité avec l'anticipation comme grille de lecture, l'anticipation peut aussi servir à préparer un questionnement, une relance ou un prolongement. En effet, il est possible qu'au cours des réflexions sur le problème, l'enseignant repère différents déroulements possibles et différentes

interventions utiles selon le cas. Il sera alors pertinent d'être prêt pour ces interventions. Cela pourrait entre autres se concrétiser par du matériel supplémentaire, des verbalisations-clés, une ressource à offrir aux élèves, un contre-exemple bien choisi, une question bien ciblée. Dans le premier extrait (voir extrait 6 et la figure 2 qui présente l'énoncé du jeu dont traitent les participants), un CP (CP3) raconte un épisode vécu lors de la planification de l'animation d'un problème avec un collègue. Il mentionne s'être interrogé à savoir s'il allait fournir une certaine ressource aux élèves dès le départ ou non, et avoir finalement choisi de préparer un court enseignement qu'il mettrait en œuvre en cours de pilotage, lorsque (et si) nécessaire et pertinent. Ces propos, de même que ceux tenus dans l'extrait 7, traduisent bien que le travail d'anticipation peut permettre d'envisager différents besoins qui pourraient se manifester et de faire des choix en lien avec ces besoins, à la fois du point de vue organisationnel et en ce qui concerne les questions et les interventions. L'anticipation devient alors une préparation.

CP3 : Pour nous, c'est sûr que quand on s'est préparé CP4 et moi, on a joué CP4 et moi avant. Donc on était capable d'anticiper ; OK, c'est quoi les meilleures stratégies ; c'est quoi les pièges dans lesquels les élèves vont tomber. Mais ça demande un certain contrôle de soi pour ne pas tout dévoiler ça. Et de les laisser parcourir le chemin que nous, nous avons parcouru aussi. En planification, *nous nous sommes questionnés sur la possibilité de donner au tableau la liste des 12 nombres avec tous leurs diviseurs respectifs. Nous avons préféré attendre que le besoin se manifeste avec les élèves avant de construire ce tableau des diviseurs pendant un temps d'arrêt dans le jeu (style capsule d'enseignement).*

Extrait 6. À propos du problème de l'inspecteur et du travail préalable (voir figure 2).

Jeu de l'inspecteur

Il y a 12 chèques : 1 \$, 2 \$, 3 \$, 4 \$, 5 \$, 6 \$, 7 \$, 8 \$, 9 \$, 10 \$, 11 \$\$ et 12 \$..

Tu prends d'abord un chèque pour toi.

L'inspecteur prendra tous les chèques restants qui sont des facteurs du chèque que tu viens de prendre.

Tu recommences.

Le jeu s'arrête quand l'inspecteur ne peut plus prendre de chèques. Il ramasse alors tous les chèques qui restent sur la table.

Quelle sera ta stratégie pour amasser le plus d'argent possible ?

Figure 2. Le jeu de l'inspecteur (Traduction libre et adaptation du problème « Taxman ».

Source : www.peteriljedahl.com/teachers/good-problem).

CP8 : [...] moi, je voyais l'anticipation comme synonyme de planification. Dans le fond, *je planifie ce problème-là, donc je vais planifier mon questionnement aussi ou je vais planifier des relances*, parce que j'en vois une gang qui sont encore ben, il y a un de différence. C'est équitable, c'est équitable. Ben comment tu... J'aurais quelque chose à... J'aurais envie de leur dire : « Ben, peux-tu les dessiner les parts de chacun ? »

CP2 : Comment tu pourrais me le prouver ?

CP8 : Là, je l'amène à dépasser peut-être ou il va peut-être rester dessus là. Mais je suis en préparation dans le fond, je suis en planification de... Donc, ce que tu appelles anticiper, c'est le travail de planif au bacc.

C3 : En fait, oui, mais *j'anticipe en termes organisationnels, mais j'anticipe aussi en termes de scénario de ce qui va se passer*. Je pense, ça ne veut pas dire que c'est ça qui va se passer. Mais j'anticipe que ça pourrait apparaître et à ce moment-là, moi, j'irais comme ça.

Extrait 7. À propos du problème des sandwiches (cf. figure 1) et de l'anticipation

On peut enrichir notre représentation schématique des rôles de l'anticipation avant le pilotage en y ajoutant les deux derniers rôles mentionnés (voir figure 3) : l'anticipation comme grille de lecture

et l'anticipation pour préparer une relance, un questionnement ou un prolongement. On remarque alors deux pôles pour l'anticipation avant le pilotage. Le premier est centré sur les réflexions concernant le choix du problème, alors que le deuxième est davantage axé sur la préparation à l'animation. D'ailleurs, ce deuxième pôle est fortement connexe aux rôles de l'anticipation pendant le pilotage, en ce sens que ces derniers peuvent s'actualiser dans l'action. En outre, ces deux pôles de l'anticipation avant le pilotage sont reliés. À partir du moment, par exemple, où le potentiel du problème a été précisé, il peut nous amener à concevoir certains types de relances. Pensons à l'erreur. Avoir anticipé l'erreur additive dans le problème des sandwiches (voir figure 1) lors de l'analyse de son potentiel, en entrevoyant que le choix des nombres est favorable à l'apparition d'un certain raisonnement [« c'est pareil parce qu'il y toujours un sandwich de moins que de personnes »] peut aider à penser à des interventions permettant de faire prendre conscience à l'élève de son erreur et d'aller plus loin.

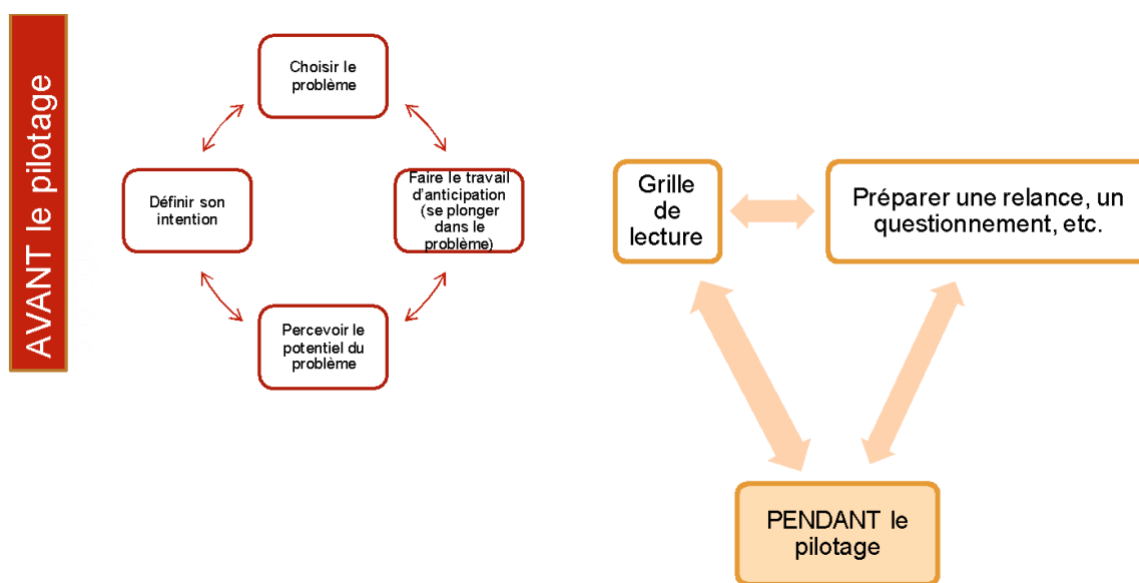


Figure 3. Rôles de l'anticipation avant tout pilotage

Cette anticipation est-elle prise en compte au moment du pilotage de problème en classe ? Nous verrons dans ce qui suit quels rôles celle-ci est appelée à jouer en classe pour l'enseignant.

4. AU MOMENT DU PILOTAGE DU PROBLEME : QUELS ROLES JOUE CETTE ANTICIPATION ?

4.1 Contrôler/prévenir à partir de ce qui a été anticipé

La première chose qui apparaît dans nos échanges, appuyée par des observations des uns et des autres provenant du terrain, est l'idée de se servir de cette anticipation pour prévenir les difficultés des élèves, contrôler ce qui va se passer, un rôle que chercheurs et CP trouvent peu productif en termes d'apprentissages, mais qui va se retrouver mis en marche par certains enseignants. Ces derniers essaient en quelque sorte d'être en contrôle de l'activité qui va se dérouler en classe. Ils vont ainsi essayer de prévenir les pièges qu'ils ont identifiés dans leur anticipation, en avertissant les élèves des difficultés possibles, ou encore essayer d'introduire des savoirs qui leur apparaissent comme des prérequis. Par exemple, dans le problème de l'inspecteur (voir figure 2), l'enseignant aura tendance à introduire, avant toute entrée dans le problème par les élèves, la notion de facteur, et à faire expliciter les facteurs des nombres considérés dans le problème. De telles interventions

apparaissent peu propices à un apprentissage mathématique comme l'illustrent les propos de CP3 dans l'extrait 8. On est alors centré sur la réussite du problème et pas nécessairement sur un apprentissage. Ce qui va apparaître en contrepartie (voir extrait 9), c'est l'idée de mettre à profit l'anticipation pour être capable de lire ce qui se passe chez les élèves, de pouvoir saisir l'occasion au moment où elle se présente. Et on le voit bien dans les propos de CP3 qui a expérimenté ce problème en classe (voir extrait 8). Ce dernier mettra en évidence, d'ailleurs, ce qu'exige ce « retrait » pour l'enseignant.

CP3 : C'est vrai qu'il y avait beaucoup de questions au début, les élèves n'étaient pas si sûrs de ce qu'ils devaient faire avec les règles. On a circulé au travers des équipes, il y avait des élèves qui disaient « ouais mais je ne comprends pas ça, Madame ! ». C'est sûr qu'il y en a qui n'ont pas commencé le jeu de la bonne manière, mais on dirait que *c'était quasiment plus profitable de le faire comme ça que de s'assurer au départ que toutes les règles étaient comprises. Tu sais à vouloir sur-anticiper [tout contrôler].*

CP8 : Parce qu'il y en a qui l'ont saisi dès le départ [le jeu], pis c'est quand ils n'y arrivaient pas qu'ils t'ont posé une question. Fais que *c'était là que c'était pertinent d'avoir une réponse [...]*

CP3 (extrait déjà vu): Pour nous, c'est sûr que quand on s'est préparé, CP4 et moi, *on a joué CP4 et moi avant. Donc on était capable d'anticiper ok c'est quoi les meilleures stratégies, c'est quoi les pièges dans lesquels les élèves vont tomber. Mais ça demande un certain contrôle de soi pour ne pas tout dévoiler ça. Et de les laisser parcourir le chemin que nous avons parcouru aussi.*

Extrait 8. Contrôler versus amorcer sans avoir tout contrôlé

4.2 Anticiper pour saisir les clés au bon moment et relancer

On voit apparaître, dans les extraits ci-dessous (voir extraits 9 et 10), des moments où l'on perçoit le repérage que fait l'enseignant, à la lumière de son anticipation, ce dernier saisissant cette occasion pour relancer dans une certaine direction. Ainsi dans le premier cas (extrait 9 à propos du problème du géant²⁶), la relance de C1, qui agit comme enseignant dans ce cas, vise à faire préciser, expliciter une relation entre deux grandeurs mises en œuvre par CP1 dans la résolution du problème, une relation qu'elle perçoit comme intéressante (les deux grandeurs ne sont, en effet, pas toutes explicites). Ici on voit que le chercheur, pendant les échanges avec les CP, réalise qu'il y a une occasion d'explicitation d'un élément lié aux deux ordres de grandeur qui sont en jeu.

CP1 : Elle voulait que je mette des mots... *quand j'ai dit « c'est ça, sept fois et demie », elle a dit « qu'est-ce qui te fait dire ça ? », tu m'amenais à ce que je précise.*

C1 : Oui c'est vrai, mais *je ciblais des éléments qui étaient importants parce que j'avais une anticipation de ce qui pouvait se produire ; ce n'était pas juste faire semblant que je ne comprends pas.*

CP1 : *Elle avait en tête les relations possibles.*

C1 : Oui, mais j'en avais d'autres, il n'est pas sorti tout le potentiel.

CP1 : *Elles ne sont pas toutes sorties, mais elle savait qu'on irait jouer dans celles-là*

Extrait 9. Saisir l'occasion pour faire expliciter

Dans le deuxième cas (extrait 10), toujours sur le problème du géant, CP8 perçoit l'intérêt d'exploiter une idée d'approximation qui surgit de la résolution, puisqu'il ne sera pas nécessairement possible d'arriver à un résultat exact. Il y a donc une possibilité de relance et de

²⁶ Dans ce problème tiré de Rauscher et Adjage (2012), on voit une image prise dans un parc d'attraction avec deux hommes qui discutent, et à côté d'eux, une partie de la jambe d'un géant. La question posée est « quelle est la taille de ce géant ? »

discussion autour de cette idée d'approximation. Il s'agit donc de saisir le bon moment pour amener la relance envisagée lors de l'anticipation.

CP8 : « *d'après moi, on n'arrivera pas exactement à la même réponse cette équipe là et nous autres, parce que tsé il peut y avoir des...* ».

Là j'ai fait une petite pause, tout le monde qu'est-ce que vous en pensez ? Est-ce que vous allez arriver à une réponse très juste de la grandeur du géant ?

« Ben non, parce que là, on mesure Madame J. et ça ne veut pas dire qu'elle mesure exactement... » *Fait que là on a fait une petite capsule sur l'approximation à l'intérieur de ça.*

Extrait 10. Saisir l'occasion pour aller plus loin

Il s'agit donc de voir les opportunités de progression ou encore d'aller plus loin, de rendre aussi plus explicites certains éléments. On perçoit bien, par ailleurs, toute la complexité de cette intervention (voir à titre d'exemple la réflexion de CP4, extrait 11) : « qu'est-ce que j'utilise ? Qu'est-ce que je laisse compte tenu de ce qui se passe ? Lorsque je vois surgir quelque chose dans la classe, est-ce que je prends tout de suite la balle au bond ? Est-ce que j'attends un peu ? » L'anticipation ne nous donne pas nécessairement de réponse quant au moment d'intervenir ni sur la façon de le faire. Jusqu'où aller dans la relance ? De plus, en classe, la simultanéité des actions à prendre en charge rend d'autant plus complexe cette intervention. Il se passe souvent beaucoup de choses en même temps dans une classe, ce qui amène à devoir s'ajuster en cours de route, au fur et à mesure de ce qui se passe, pour être capable de faire les relances le plus efficacement possible au regard des anticipations faites au départ.

CP4 : [...] les élèves ne respectaient pas les règles, ils jouaient et n'étaient pas très efficaces.

CP2 : C'était chaotique, ce n'était pas efficace.

CP4 : *Ça m'a un peu déstabilisé. Est-ce que j'interviens, est-ce que je n'interviens pas ? J'ai résisté à la tentation pendant un bon moment.*

CP2 : C'est là que tu te dis, est-ce que je leur donne une stratégie ? Est-ce que je les laisse découvrir jusqu'à temps qu'il y en ait un qui...

(...) L'aide, tu vas l'apporter différemment, parce que tu te rends compte de ok là, je viens de voir lui qui a essayé ça [...] Je pense que pendant le problème, on est constamment en train de s'ajuster... de s'ajuster en fonction de ce qu'on observe.

Extrait 11. Saisir l'occasion et relancer. Complexité de l'intervention

Un des enjeux pour l'enseignant, compte tenu de ce qui précède, est de pouvoir jouer à la fois sur une anticipation, mais aussi sur une certaine improvisation, comme le montre l'extrait 12. Tout ce que l'enseignant a anticipé ne va pas nécessairement se produire en classe. Un aspect non prévu peut apparaître intéressant à exploiter du point de vue des apprentissages des élèves. Par ailleurs, même si l'enseignant a anticipé une solution, une erreur, une difficulté qui pourrait se produire, il ne va pas nécessairement s'y attacher complètement. Il aura, par exemple comme le montre le questionnement de CP4 et CP2 dans l'extrait 11, à prendre des décisions dans l'action sur le moment approprié pour intervenir, quant aux manières de récupérer cette anticipation, ou encore aux possibilités ou non d'aller plus loin. Cette tension entre anticipation et improvisation sur le coup apparaît, pour les CP et les chercheurs, centrale à considérer dans le pilotage du problème en classe par l'enseignant (voir extrait 12). Elle renvoie à la capacité de « mettre de côté provisoirement » ce qu'on avait anticipé pour s'ouvrir à l'imprévu et pouvoir en tirer parti. Cet enjeu a été identifié par les CP, dans la discussion avec les chercheurs, sous divers termes :

« gestion du non prévisible », de « l'imprévu », du « flou » (voir extrait 12). Ainsi l'anticipation s'accompagne de l'idée de prendre des risques, et d'une aisance à pouvoir réagir sur le coup.

C1 : Il y a un travail d'anticipation, mais qui n'est jamais complet parce *qu'il se produit toujours des affaires que tu n'avais pas prévues de toute façon*

CP2 : Oui, heureusement.

CP1 : [référant au problème du géant et aux réactions d'une enseignante] C'est ça qui est dur (pour l'enseignante) *parce que piloter du prévisible, elle aurait été super à l'aise, mais piloter du non prévisible.*

CP5 : oui mais bon, non prévisible entre guillemets, parce qu'il y a un travail d'anticipation, on l'a vu tout à l'heure.

CP1 : mais pour elle...

C1 : *c'est réagir sur le coup.*

Extrait 12. Anticipation et improvisation sur le coup

4.3 Vouloir ré-injecter, reproduire une anticipation

Un autre aspect discuté dans les rencontres entre chercheurs et CP concerne le fait de vouloir ré-injecter à tout prix une anticipation qui s'est actualisée dans un groupe d'apprenants (élèves ou enseignants), et qui s'est avérée porteuse en termes d'apprentissage. Le CP ou l'enseignant aimerait ainsi voir se reproduire la même chose dans un autre groupe d'apprenants (voir extrait 13). Ceci peut se produire en contexte d'accompagnement par un CP, lorsque celui-ci reprend la même situation auprès de différents groupes d'enseignants. On risque également de retrouver le même phénomène chez les enseignants du secondaire (un peu moins au primaire), dont la tâche implique plusieurs groupes d'élèves. Au primaire, l'enseignant cherchera éventuellement à ré-injecter dans les groupes d'élèves des années subséquentes, ce qui a été observé dans des pilotages précédents. On peut se demander si cette ré-injection d'une anticipation dans un groupe où elle ne s'est nullement produite est pertinente, les conditions propices à son exploitation n'étant pas nécessairement mises en place. Cette analyse met en évidence la souplesse et la flexibilité nécessaires devant accompagner l'anticipation et son utilisation lors du pilotage du problème.

CP4 : [...] Comme CP, on va avoir certainement à intervenir auprès de plusieurs groupes de profs, donc des fois, on se retrouve à vivre quelque chose à la deuxième ou troisième fois où là on dirait qu'on est mûr, qu'on est bon.

CP1 : on injecte

CP4 : et là ça sort. *Et quand on se retrouve la 4ème fois, on voudrait retrouver ça et là on pousse un peu. Au lieu de laisser murir le groupe et être à l'écoute du groupe, peut-être qu'il va aller moins loin que l'autre d'avant, peut-être qu'il n'ira pas au même endroit : ce n'est pas grave. [...]*

C1 : CP4 ce qu'elle disait, c'est que dans le cas d'une situation qu'ils ont vécue plusieurs fois avec des groupes, ils ont observé des choses qui ont été assez loin et ils voudraient réinvestir quelque chose qui s'est passé dans la situation. Et elle voudrait bien que ça ressorte, elle voudrait bien l'injecter et ça ne sort pas dans le groupe

CP5 : Il y a quelqu'un, il y a un élément dans un groupe qui amène et tout d'un coup : Ah mon dieu c'est bon... et tu te dis, c'était tellement bon cette affaire-là, et tu t'attends à ça que dans les prochains groupes, ça soit ça. Mais là, ça n'arrive pas, ton élément n'arrive pas ou n'arrive pas au moment où tu aurais bien aimé...

Extrait 13. Ré-injecter à tout prix une anticipation

La parole d'un CP (CP5) illustre bien ce qu'il est possible de retenir : piloter c'est « accepter que je ne puisse pas tout anticiper, il va y avoir des imprévus que je n'ai pas planifiés, mais c'est aussi accepter que ce que j'ai anticipé ne sera peut-être pas là ». Cela nous amène à compléter notre premier schéma (voir figure 4) : avec notre grille de lecture et nos préparations des relances, nous voyons apparaître, pendant le pilotage, toute l'idée de prévenir et de contrôler ce qui se passe, de saisir les occasions au bon moment et de relancer, ou encore de réinjecter ou reproduire certains éléments, nous amenant ainsi à voir toute la complexité de l'intervention ainsi que la place que l'imprévu peut prendre dans le pilotage de la résolution du problème.

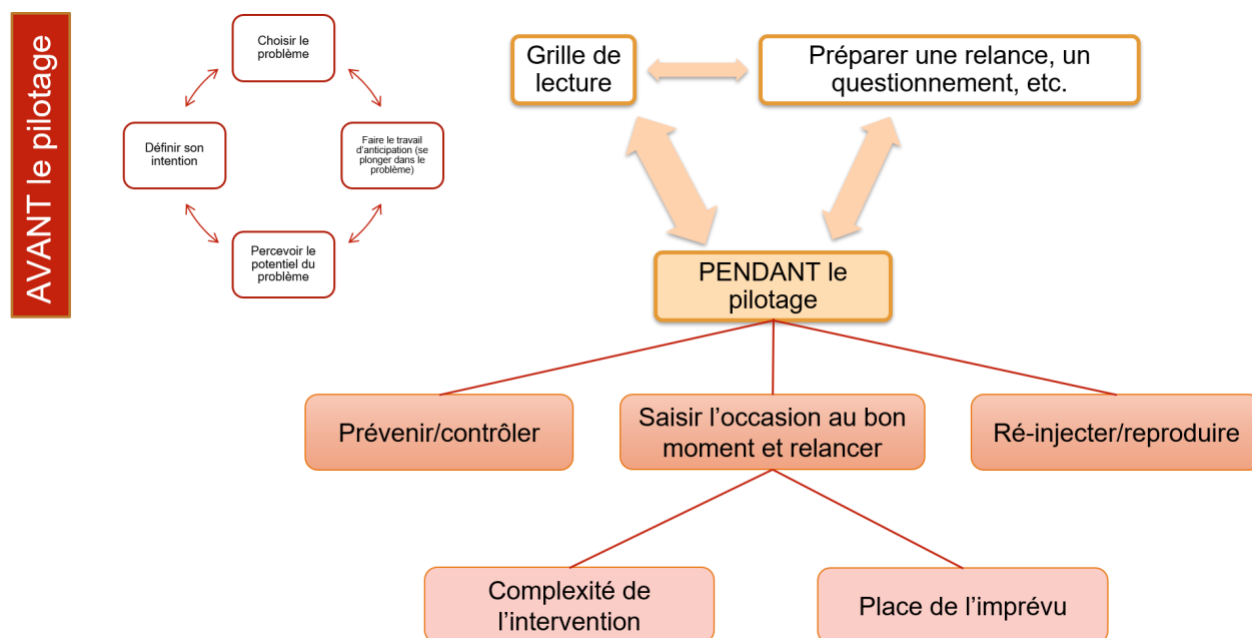


Figure 4. Rôles de l'anticipation

5. LES ENJEUX D'ACCOMPAGNEMENT EN LIEN AVEC CETTE ANTICIPATION

5.1 Élargir les intentions de l'anticipation

Un premier enjeu pour les CP consiste à induire, chez les enseignants, un changement de leurs conceptions de l'anticipation via un questionnement, tant des raisons qui les amènent à anticiper, que de ce qu'ils anticipent. Effectivement, comme l'évoque CP5, les enseignants sont essentiellement sur une anticipation d'éléments organisationnels dans un but préventif :

Tu sais l'anticipation, pour moi, c'est intéressant parce que je l'aborde avec les enseignants. Je leur dis à quoi vous pensez avant. Et là, souvent, c'est des choses au niveau organisationnel qui ressortent, puis ils ont de la difficulté à se projeter dans quelles stratégies ils pourraient anticiper.

Dans cette optique, comme mentionné plus haut, l'anticipation est utilisée pour identifier les difficultés, obstacles et pièges potentiels de l'activité afin de pouvoir les déjouer pour l'apprenant, bref pour exercer un contrôle maximal sur la situation d'enseignement-apprentissage. Ce constat est appuyé par les conseils d'une enseignante pour introduire le problème de l'inspecteur en classe,

entendus par CP5 lors de l'un de ses accompagnements : « Je pense qu'on devrait dire aux élèves que c'est mieux de ne pas commencer par... ». L'enjeu est alors pour les CP de faire prendre conscience aux enseignants de la contre-productivité en termes d'apprentissage d'une telle mise en garde et de les amener à concevoir l'anticipation, plus largement, comme une clé pour l'intervention, une direction pour le pilotage du problème en classe. Les recommandations formulées par une autre enseignante, lors d'un accompagnement par CP5, s'inscrivent davantage dans cette conception plus ouverte de l'anticipation : « Je pense qu'il faut laisser les élèves jouer avant de commencer à leur donner des stratégies ». Il s'agit, dans cette perspective, entre autres choses, d'anticiper plusieurs stratégies de résolution possibles pour mieux gérer les interactions, les blocages, les relances à donner aux élèves ; bref pour mieux rebondir sur le déroulement de l'activité en classe. Notons qu'une telle anticipation nécessite que l'enseignant soit à même de porter un regard analytique sur les problèmes, d'en faire une analyse *a priori*, de jouer avec les variables didactiques, etc.

5.2 Valoriser une culture de recherche

Valoriser une culture de recherche est un enjeu important pour les CP. En accompagnement, il s'agit d'amener les enseignants à appréhender cette culture, en réfléchissant aux intentions de la résolution de problème, en ayant en tête que le but n'est pas de s'engager dans la recherche de bonnes réponses en faisant des raccourcis. En général, comme le précise CP8, les enseignants trouvent difficile de ne pas répondre aux questions des élèves ou de se retenir d'offrir des stratégies et des indices pour accélérer la démarche de résolution de problème :

Les profs trouvent ça difficile de répondre aux questions quand les questions arrivent, de les laisser faire et de ne pas pister les élèves. Je leur dis tout le temps de ne pas répondre et d'attendre que les questions viennent. Des fois, il n'y a rien qui se passe pendant 5 minutes. Les enseignants me répondent souvent : mais là, on perd du temps. Non... on gagne du temps. C'est difficile pour eux mais tellement gagnant pour l'apprentissage des élèves.

On comprend que l'enseignant est inconfortable de voir les élèves tâtonner, faire des essais infructueux, de les voir naviguer à l'aveuglette tout en restant silencieux un certain temps. En tant que CP, l'enjeu est donc de tenter de mettre en œuvre un travail sur l'anticipation cohérent avec cette culture de recherche. Anticiper n'est pas un exercice pour tout prévoir et planifier les bonnes interventions, mais c'est plutôt l'idée de se placer en posture de doser les interactions, de s'ouvrir aux possibles, d'être sensible à ce qui pourrait émerger pour placer les élèves dans un rôle de chercheur.

5.3 Favoriser l'ouverture à l'imprévu

Un autre enjeu d'accompagnement consiste à favoriser l'ouverture à l'imprévu au moment du pilotage. On peut officialiser qu'il y aura, à tout coup, des événements qui vont se produire qui n'auront pas été anticipés. Cet échange entre un CP (CP4) et des chercheurs reprend cette idée que le travail d'anticipation n'est jamais complet :

Il y a un travail d'anticipation qui n'est jamais complet parce qu'il se produit toujours des choses que l'on n'avait pas prévu de toutes façons [...] L'anticipation donne une espèce de potentiel de ce qui peut arriver [...] C'est difficile pour les enseignants, c'est comme apprendre à piloter du non prévisible et à développer son habileté à réagir sur le coup.

L'anticipation permet d'entrevoir l'univers des « possibles » en donnant un avant-goût de ce qui pourrait se produire réellement. Il faut garder en tête que ça représente une sorte de potentiel de ce qui pourrait arriver, mais dans l'optique où on reste ouvert à s'adapter ou à s'ajuster à la situation, puis à réagir sur le coup. À l'image d'une vague, il faut apprendre à surfer sans tout prévoir, en s'ajustant au mouvement et en s'entraînant à beaucoup de souplesse dans les interventions. Il faut s'assurer de faire en sorte que le travail d'anticipation effectué par les enseignants ne soit pas rigide. L'idée, c'est aussi de démontrer que toutes les directions ou interruptions peuvent être utiles et contribuent au processus d'apprentissage des élèves. Ce sont là des habiletés qui ne sont pas nécessairement faciles à développer pour les enseignants. L'idée est de concevoir les éléments anticipés comme des cartes à jouer au moment opportun afin de relancer l'activité mathématique. Il importe pour les CP de faire valoir aux enseignants la pertinence de « s'entraîner » à anticiper théoriquement les conduites des élèves et ainsi devenir plus habiles, en contexte, à utiliser ou non les éléments, pour mieux relancer. Tout ceci repose sur une grande capacité d'adaptation chez l'enseignant et aussi une aisance mathématique. Le travail d'anticipation peut demeurer théorique, mais c'est quand on réussit à l'actualiser dans une vraie classe avec de vrais élèves que la magie opère. C'est tout le défi de la « compétence en acte ».

5.4 Considérer l'élève et la tâche comme intrinsèquement liés

Dans le cadre de l'accompagnement des enseignants, les CP font face à la difficulté de faire voir aux enseignants que la conduite de l'élève et la tâche sont liées. Comme le met en évidence CP8, l'anticipation permet de mieux analyser les conduites des élèves dans une situation précise. Cette analyse n'est pas détachée de la situation. Or, les CP remarquent que pour les enseignants, la conduite, c'est l'élève :

Je trouve que l'anticipation fait en sorte que je peux analyser les conduites par rapport à cette situation. Ça, c'est une partie qui est dure pour les enseignants. C'est comme si la conduite, c'est l'élève. Mais c'est sa conduite dans cette tâche-là. Si je lui ai donné du papier quadrillé, il est possible qu'il ait des tout avec différentes grandeurs. L'enjeu au niveau de l'anticipation des conduites, c'est d'établir le lien entre les conduites et la situation.

Ici, CP8 fait valoir que s'il donne du papier quadrillé à un élève, ce matériel peut à lui seul faire naître des conduites qu'il n'a pas prévues dans l'analyse de la tâche au préalable. L'enjeu d'accompagnement en ce qui concerne l'anticipation des conduites d'élèves est ainsi d'amener les enseignants à établir ce lien entre les conduites et la situation. C'est aussi un enjeu d'amener les enseignants à investir du temps pour analyser chacune des tâches (choix du problème, matériel proposé, interventions et questionnements à prévoir) puisque les conduites des élèves vont varier en fonction des tâches proposées.

5.5 Tenir compte des contraintes de l'enseignant

Un autre enjeu très important pour les CP, comme le laisse percevoir cette parole d'enseignant à propos du problème de l'inspecteur (voir figure 2), est celui d'être sensible aux contraintes de l'enseignant : « Je n'ai pas vraiment le temps de les laisser manipuler. Je pourrais leur enseigner... leur faire remarquer ce qu'est un facteur, leur dire que les nombres qui ont seulement 2 diviseurs sont des nombres premiers ».

Dans l'accompagnement, il faut entendre les contraintes, qu'elles soient de l'ordre de l'évaluation (bulletin, notes), de la gestion du temps, des types de problèmes (par exemple, choix de situations semblables à celles prescrites par la sanction des études). On ne doit pas éviter d'en parler, mais

avoir en tête que la résolution de problème ne doit pas être éteinte par ces contraintes. Le réflexe en résolution de problème est souvent d'enseigner pour viser l'efficacité, la réussite et de sauver du temps. Sans nier les contraintes, on doit respecter les enseignants dans leur souci de bien faire et négocier des pratiques qui ne mettent pas au premier plan de la démarche, ces contraintes.

6. EN GUISE DE CONCLUSION

En conclusion, un consensus s'est dégagé de nos discussions du fait que l'anticipation revêt une importance incontestable aux yeux des didacticiens des mathématiques et des CP. Cependant, certaines questions demeurent lorsque nous pensons aux différentes pistes d'action que nous pourrions mettre en œuvre dans la formation des enseignants et des futurs enseignants autour de l'anticipation. Nous aimerions conclure sur deux d'entre elles, qui pourraient faire l'objet de réflexions futures dans nos rôles respectifs de formateurs, autant à la formation initiale qu'à la formation continue : Comment pourrions-nous encourager l'anticipation et valoriser les gains et la *plus-value* de celle-ci pour les enseignants et futurs enseignants ? Comment pourrions-nous moduler l'idée d'anticipation pour répondre aux attentes et aux contraintes de l'enseignant ?

BIBLIOGRAPHIE

- ARTIGUE, M. (1989). Ingénierie didactique. *Recherches en didactique des mathématiques*, 9(3), 281-308.
- BACON, L., BEDNARZ, N., LAJOIE, C., MAHEUX, J.F. et SABOYA, M. (2017). Two perspectives on diversity based on the pedagogical consultant's work on problem-solving in a teaching context. Dans J. Novotná et H. Moraová (dir.), *Equity and diversity in elementary mathematics education. Proceedings of SEMT17 – International Symposium on Elementary Mathematics Teaching* (p. 53-62). Prague : Charles University.
- BACON, L., BEDNARZ, N., SABOYA, M., HANIN, V. et LAJOIE, C. (sous presse). L'intelligence professionnelle des conseillers pédagogiques au sujet de la relance lors du pilotage de la résolution de problèmes mathématiques en classe. Actes du 5^{ème} colloque international de didactique professionnelle. *Former et développer l'intelligence professionnelle*. Association Recherches et Pratiques en Didactique professionnelle et Université de Sherbrooke.
- BEDNARZ, N., MAHEUX, J.F., BACON, L., SABOYA, M., LAJOIE, C. et THIBAUT, M. (2019). Regards de chercheurs-conseillers pédagogiques sur les interactions en contexte de résolution de problèmes mathématiques en classe. *Éducation et Francophonie*, numéro spécial sur les interactions sociales au service de l'apprentissage des mathématiques (éditrices invitées : Annick Fagnant et Catherine Van Niewenhoven), XLVII(3), 140-162.
- BEDNARZ, N., BACON, L., LAJOIE, C., MAHEUX, J.F. et SABOYA, M. (2017). Mathématisation en contexte d'enseignement : quelques enjeux autour de la résolution d'un problème « réaliste ». *Quaderni di Ricerca in Didattica (Mathematics)*, 27 (supplemento 2), 73-80.
- BEDNARZ, N., BACON, L., LAJOIE, C., MAHEUX, J.F. et SABOYA, M. (2020). L'activité réflexive en recherche collaborative : analyse polyphonique d'un projet mené avec des conseillers pédagogiques en mathématiques au primaire. *Revue Hybride de l'Éducation*, numéro spécial sur les recherches participatives en éducation, 4(1), 24-45.
- BEDNARZ, N., GATTUSO, L. et MARY, C. (1995). Formation à l'intervention d'un futur enseignant en mathématiques au secondaire. *Bulletin de l'Association Mathématique du Québec*, 35(1), 17-30.
- BROUSSEAU, G. (1981). Problèmes de didactique des décimaux. *Recherches en didactique des mathématiques*, 2(1), 37-127.
- CARON, F. (2010). La formation à l'enseignement des mathématiques : une quête itérative. Dans J. Proulx et L. Gattuso (Dirs.). *Formation des enseignants en mathématiques : tendances et perspectives* (pp.169-183). Éditions du CRP, Université de Sherbrooke.
- CARON, F. (2010). La formation à l'enseignement des mathématiques : une quête itérative. Dans J. Proulx, L. Gattuso (Dirs.). *Formation des enseignants en mathématiques : tendances et perspectives* (pp.169-183). Éditions du CRP, Université de Sherbrooke.

- DOUADY, R. et PERRIN-GLORIAN, M.-J. (1984). Aires de surfaces planes 1ère partie, *Petit x*, 6, 5–33.
- DOUADY, R. et PERRIN-GLORIAN, M.-J. (1985). Aires de surfaces planes 2ème partie, *Petit x*, 8, 5–30.
- FOSNOTT, C. et DOLK, M (2002). *Young mathematician at work*. Heinemann. National council of teachers of mathematics, États-Unis.
- PASTRÉ, P., MAYEN, P. et VERGNAUD, G. (2006). La didactique professionnelle, note de synthèse. *Revue française de pédagogie*, 154, janvier-février-mars, 145-198.
- RENÉ DE COTRET, S. (2000). La didactique des mathématiques et la formation des enseignants : de la réflexion à l'action. Dans P. Blouin et L. Gattuso (Dir.). *Didactique des mathématiques et formation des enseignants* (pp.21-28). Éditions Modulo.
- TOURMEN, C. (sous presse). Anticiper : au coeur de l'intelligence professionnelle. Actes du 5ème colloque international de didactique professionnelle, *Former et développer l'intelligence professionnelle*. Association Recherches et Pratiques en Didactique professionnelle et Université de Sherbrooke.