REVUE HYBRIDE DE L'ÉDUCATION

Réflexions sur le potentiel de la verbalisation pour l'apprentissage et l'enseignement de l'algèbre en adaptation scolaire

Auteures

Azniv Aghbabian, Commission scolaire de Laval, Canada,
aaghbabian@cslaval.qc.ca

Carol-Ann Arsenault, Université de Montréal, Canada,
carol-ann.arsenault@umontreal.ca

Corinne Marion, École secondaire Marguerite-de-Lajemmerais, Canada,
marion.co@csdm.qc.ca

Valériane Passaro, Université de Montréal, Canada,
valeriane.passaro@umontreal.ca

Résumé

L'enseignement de l'algèbre en contexte d'adaptation scolaire est sans aucun doute un défi. Préoccupées à dégager des pratiques efficaces adaptées aux caractéristiques des élèves, nous partageons dans cet article nos réflexions sur le potentiel de la verbalisation. Nous suggérons, d'une part, de faire usage de la verbalisation pour permettre une transition graduelle du concret à l'abstrait. D'autre part, nous montrons comment cet usage peut prendre place au sein de situations signifiantes et motivantes pour les élèves. Nous terminons en donnant des exemples de tâches pouvant susciter la verbalisation chez les élèves.

Mots-clés : élèves en difficulté ; enseignement secondaire ; mathématiques ; algèbre ; verbalisation

Mise en contexte

L'an dernier, nous, Azniv Aghbabian, Carol-Ann Arsenault et Corinne Marion, étions finissantes au baccalauréat en enseignement en adaptation scolaire à l'Université de Montréal. Pour notre projet de fin de baccalauréat, nous devions concevoir un produit (outil, matériel didactique, etc.) destiné à des enseignants, en suivant les étapes du processus d'analyse de la valeur pédagogique proposé par Myara (2018). Ce produit devait évidemment répondre à un besoin réel du milieu scolaire. De plus, l'un des objectifs de ce projet était d'amener les étudiants finissants à réaliser une synthèse de leurs apprentissages, et par conséquent, établir des liens entre les différents cours suivis tout au long de leur formation universitaire.

Nous nous sommes intéressés aux élèves handicapés et en difficulté d'adaptation et/ou d'apprentissage (EHDAA) et à l'enseignement des mathématiques. Le fait est que nous avions quelques appréhensions face à l'enseignement de l'algèbre en adaptation scolaire, considérant qu'il s'agit d'un sujet complexe et que l'enseignement de l'arithmétique peut être ardu pour de nombreux élèves issus de ce secteur.

Lors de nos discussions au début du projet, nous avons relevé le décalage entre ce qui nous était enseigné à l'université, ce que nous avions personnellement vécu en classe au secondaire et ce que nous avions observé lors des stages. En effet, dans plusieurs cours universitaires, on nous a encouragées à inventer des situations d'enseignement-apprentissage originales et stimulantes. Pourtant, sur le terrain, nous avons constaté que certains sujets mathématiques, et particulièrement l'algèbre, étaient encore enseignés de manière traditionnelle, ce qui semblait nuire à la motivation et à l'engagement des élèves. Dès le début de nos lectures, la pertinence de ces observations s'est confirmée. Selon Fiola (2005), les élèves ont des appréhensions face à l'algèbre et ont une faible estime d'eux-mêmes, ce qui a un effet négatif sur leur engagement ainsi que sur leur motivation scolaire, ce qui peut nuire à leur progression. De plus, Labelle (2008) mentionne que l'algèbre ayant généralement fait l'objet d'un enseignement magistral par le passé, les enseignants ont peu de repères sur la façon de l'introduire autrement. Nous avons toutefois constaté que peu de recherches ont été menées dans l'optique de déterminer les pratiques gagnantes pour enseigner l'algèbre aux élèves en difficulté. Nous nous sommes donc intéressées à cette dimension en cherchant notamment des réponses aux questions suivantes : comment favoriser l'apprentissage de l'algèbre chez les élèves en difficulté ? Comment enseigner l'algèbre de manière plus interactive afin de favoriser la motivation et l'engagement des élèves dans leurs apprentissages ?

Des approches qui favorisent l'apprentissage des élèves en difficulté

Dans un premier temps, nous avons approfondi nos connaissances sur les approches favorisant l'apprentissage des élèves en difficulté. Selon le référentiel sur les élèves à risques et HDAA (Fédération des syndicats de l'enseignement [FSE-CSQ],2018) ces élèves sont souvent perçus comme étant peu motivés, perturbateurs, facilement distraits, en manque d'autonomie ou passifs, soit parce qu'ils comprennent mal les tâches, soit parce qu'ils manquent de ressources. De plus, il semble que ces élèves aient généralement de la difficulté à mobiliser des stratégies efficaces en mathématiques et qu'ils aient tendance à effectuer les calculs demandés sans comprendre les concepts sous-jacents et sans pouvoir justifier leur démarche. Selon ce même référentiel, ces élèves ont besoin d'interventions spécifiques et intensives pour susciter leur motivation scolaire, en utilisant par exemple davantage la manipulation de matériel didactique et de supports visuels.

Considérant ces caractéristiques et certains résultats de recherches récentes (Watt, Watkins et Abbitt, 2016), une variété d'approches peut s'avérer efficace auprès de ces élèves : l'approche par problèmes (l'étude de cas), l'enseignement explicite, l'enseignement par les pairs, l'exposé magistral, l'approche CRA (*Concrete-Representational-Abstract*), le travail collaboratif, etc. En ce qui concerne l'enseignement des mathématiques en général, et plus spécifiquement l'enseignement de l'algèbre, le modèle CRA, la résolution de problèmes et le travail collaboratif nous semblent à privilégier. En effet, nous avons constaté que ces approches pédagogiques étaient cohérentes avec les caractéristiques des situations didactiques présentées dans nos cours de didactique et par le fait même, avec notre volonté d'engager les élèves dans une activité mathématique riche et signifiante.

L'approche CRA aide les élèves à apprendre, retenir et s'approprier les concepts mathématiques (Strickland et Maccini, 2013 ; Witzel, Riccomini et Schneider, 2008). L'élève doit ainsi passer par trois étapes : le concret, le semi-concret (la représentation) et l'abstrait. Lors de l'étape du concret, l'enseignant introduit le concept avec du matériel manipulable (ex. : cube, blocs de base 10, figure géométrique). Les élèves manipulent le matériel qui sert à représenter le concept. À la seconde étape, l'enseignant transforme le modèle concret en un modèle semi-concret. Cela peut se faire par l'utilisation d'images, de dessins, de points, etc. L'élève est amené à représenter visuellement le concept. À la dernière étape, l'enseignant modélise le concept à l'aide des symboles mathématiques usuels en s'assurant de faire les liens avec le matériel concret et la représentation semi-concrète.

Le passage graduel au symbolisme mathématique abstrait proposé par l'approche CRA apparait comme une piste intéressante pour l'enseignement de l'algèbre. En effet, la compréhension du symbolisme algébrique est une difficulté importante chez les élèves (Bednarz et Dufour-Janvier, 1992 ; Kieran, 1992). De plus, l'idée de favoriser le passage d'une représentation à une autre est à la fois présente dans le Programme de formation de l'école québécoise (ministère de l'Éducation [MEQ], 2006) et dans la recherche en didactique des mathématiques. Selon Duval (1993, 1995), la compréhension d'un concept mathématique repose sur la capacité à coordonner différents registres de représentation pour un même concept. Dans notre cours de didactique de l'algèbre (Passaro, 2019), nous avons expérimenté plusieurs situations dans lesquelles cette coordination était mise en jeu. Ainsi, nous avons appris à utiliser la coordination de trois registres (figural, verbal et symbolique) dans notre enseignement de manière à faciliter la compréhension du symbolisme algébrique par les élèves. Par exemple, cette coordination pouvait être orientée de manière à faciliter le passage d'une situation exprimée en mots ou schématisée (registres verbal et/ou figural) à sa modélisation mathématique (registre symbolique) à l'aide de la verbalisation (registre verbal).

Lors d'ateliers dans lesquels nous devions effectuer ce type de coordination, nous avons constaté que gérer plusieurs représentations en même temps, s'assurer de leur cohérence et construire une verbalisation à la fois rigoureuse et accessible aux élèves demandent de la pratique. L'exercice nous a toutefois permis de prendre conscience du rôle crucial de la verbalisation dans la construction de sens. Nous avons vu que de formuler notre raisonnement à partir d'une situation bien construite rendait le passage au symbolisme algébrique plus facile, voire naturel. La verbalisation nous est donc apparue essentielle à la fois pour l'enseignement, mais aussi pour l'apprentissage. Cependant, les enseignants semblent avoir peu de repères quant à comment verbaliser et comment faire verbaliser les élèves, puisque l'algèbre a toujours fait l'objet d'un enseignement magistral par le passé (Labelle, 2008). Nous avons donc décidé de poursuivre notre réflexion dans ce sens.

Définir la verbalisation

À ce jour, nous n'avons pas réussi à trouver une définition claire de la verbalisation qui ferait l'unanimité auprès des chercheurs. Toutefois, nous retenons que la verbalisation chez l'élève peut prendre différentes formes, soit verbale ou écrite, bien que les auteurs abordent en très grande majorité la première. Chez l'enseignant, la verbalisation serait bien plus qu'une simple explication parce qu'elle amènerait à donner un sens contextualisé et à se représenter les notions abordées (Proulx et al., 2006). Dans notre cours de didactique de l'algèbre, la verbalisation de l'enseignant servait généralement d'outil pour coordonner différents registres de représentation à partir d'une situation concrète. Le vocabulaire utilisé était donc avant tout contextuel.

En verbalisant, l'élève ou l'enseignant utilise des mots de tous les jours, du langage courant, en se détachant d'un vocabulaire spécifique, de la technique, pour expliquer un concept mathématique ou un raisonnement, ce qui demande une certaine flexibilité et une certaine capacité organisationnelle (Pirie et Schwarzenberger, 1988). Le langage courant étant plus accessible que celui propre à la mathématique ; il parlera plus à l'élève. Lors de cette mise en mots, le locuteur peut avoir recours à ses conceptions, à des métaphores, des analogies, des faits, des expériences, des théories, des stratégies, etc. (Bednarz, 2005 ; Rhéaume, 2012). En contexte de discussion, la verbalisation permet d'avoir accès à la pensée de l'autre, ce qui influence notre propre pensée (Pirie et Schwarzenberger, 1988) et ce qui permet de valider ou d'invalider des messages mathématiques produits en faisant ressortir les incohérences (Chanudet, 2019 ; Labelle, 2008).

Ainsi, nous définissons la verbalisation comme une mise en mots (écrite ou orale), porteurs de sens pour l'émetteur, d'un raisonnement, d'une conception ou d'une représentation autour d'une activité mathématique, en ayant recours à des théories, des concepts, des jeux de langages (métaphores, analogies ou autres), des faits, des expériences, des stratégies et bien plus encore, en utilisant le langage courant (Bednarz, 2005 ; Chanudet, 2019 ; Labelle, 2008 ; Pirie et Schwarenberger, 1988 ; Rhéaume, 2012).

Pourquoi faire verbaliser les élèves ?

Premièrement, la verbalisation avec soi-même permet de mieux comprendre les problèmes. En effet, penser à haute voix est une stratégie employée par les bons lecteurs pour mieux comprendre un texte difficile. Les mathématiciens professionnels vont souvent parler avec un collègue, de manière égocentrique (le collègue écoute importe peu), lorsqu'ils font face à une difficulté puisque cette explicitation leur permet de mieux comprendre leur propre raisonnement et de cerner ce qui fait obstacle. Ainsi, il peut être intéressant de présenter la réflexion à haute voix ou à soi-même (*self-talk*) aux élèves comme une stratégie de résolution de problème (Austin et Howson, 1979). En outre, verbaliser à soi-même ou aux autres lors de toutes les étapes d'une démarche aide les élèves ayant des troubles d'apprentissage à se concentrer et à se souvenir des données importantes en plus de renforcer leur sentiment d'appropriation face à leurs apprentissages (Land et Duquette, 2014).

Deuxièmement, la verbalisation en situation de communication à l'autre contribue au développement d'une compréhension riche des concepts mathématiques. Le passage d'une représentation discursive (verbale) à une représentation non discursive peut être ardu pour certains élèves (Chanudet, 2019). En effet, il ne faut pas négliger cette difficulté, car plusieurs erreurs commises par des élèves sont issues d'un mauvais transfert entre le langage naturel et le langage algébrique (Labelle, 2008). Pour faciliter le passage aux écritures symboliques, le symbole doit avoir une signification ; il doit représenter quelque chose pour l'élève. Les règles de syntaxe algébrique peuvent aussi être découvertes à mesure, tout comme les conventions. Au départ, les élèves peuvent être libres d'écrire les expressions algébriques, les formules, etc., comme ils le veulent puis graduellement, les conventions nécessaires à une communication claire et sans ambiguïté sont construites.

Les interactions langagières peuvent permettre la coordination entre différents registres de représentation si les élèves sont amenés à verbaliser leur procédure afin d'être compris par d'autres (enseignant, élèves, etc.) (Chanudet, 2019). Une manière de faire parler les équations et leurs résolutions est de donner aux élèves un travail qui leur demande d'envisager différentes visualisations du contexte entourant l'équation. Cela peut permettre, en outre, de développer une flexibilité dans le passage d'une forme d'écriture à une autre (Bednarz, 2005).

Troisièmement, la verbalisation permet de garder les élèves engagés et motivés dans les tâches. Bien que le langage algébrique soit riche et concis, pour l'élève débutant, il paraît plutôt lourd et contraignant. En laissant les élèves s'exprimer avec leur langage naturel, leur engagement dans la tâche et la mobilisation d'un raisonnement algébrique contextualisé sont favorisés. C'est seulement ensuite, de manière graduelle, les élèves peuvent être amenés à découvrir la richesse du langage formel et sa grande efficacité. Pour ce faire, des situations de plus en plus complexes dans lesquelles les stratégies arithmétiques ne seront plus suffisantes peuvent être présentées, des situations en phrases (langage de tous les jours) traduites, ou encore, le message peut être écourté de plus en plus jusqu'à utiliser des acronymes, puis des lettres, puis des symboles, pour ensuite utiliser le langage symbolique normatif de l'algèbre. Ainsi, l'introduction du symbolisme se fait de manière naturelle pour répondre à un besoin d'exprimer de manière plus rapide et concise un message.

Quatrièmement, la verbalisation permet à l'enseignant d'identifier les stratégies utilisées par les élèves et éventuellement, de dégager la source de leurs erreurs de raisonnement (Land et Duquette, 2014 ; Rhéaume, 2012). En d'autres mots, avoir accès à la verbalisation d'un élève permet de mieux comprendre son processus cognitif (Land et Duquette, 2014).

Finalement, les enseignants bénéficieraient à prendre le temps de faire verbaliser les élèves, même si cela demande une réorganisation de l'enseignement. L'enseignant qui fait verbaliser ses élèves les amène à réfléchir aux modes de raisonnement et de preuve mobilisés lors de leur recherche de solutions au problème. Cette façon de procéder permet aussi de développer chez les élèves une réflexion d'ordre métacognitive relative à la façon de chercher et de prouver en mathématiques (Chanudet, 2019). Ainsi, l'élève qui verbalise organise sa pensée. La verbalisation peut être bénéfique aux élèves qui n'utilisent pas de plans efficaces lors des apprentissages, en les aidant à travailler de manière plus systématique

(Schunk et Cox, 1986). De plus, verbaliser permet le développement d'une flexibilité langagière, et par conséquent, le développement de la compétence de communication en mathématiques (Bednarz, 2005).

Pourquoi verbaliser comme enseignant ?

La verbalisation de l'enseignant est un type d'explicitation (approche de l'enseignement explicite). L'enseignant agit comme un médiateur dans l'élaboration conceptuelle de l'élève ; son travail avec le langage, inséré dans des dialogues pédagogiquement orientés, favorise et permet de comprendre les transformations dans les manières de penser des élèves (Nacarato et al., 2019). De plus, les explications orales des enseignants montrent aux élèves comment argumenter et parler les mathématiques. En verbalisant, l'enseignant formule des raisonnements mathématiques potentiellement généralisables, mais en s'appuyant sur une situation concrète. Or, pour dégager ces raisonnements, il faut porter attention à certains aspects de la situation et en laisser d'autres de côté. C'est souvent là que les élèves se perdent, car ils ne savent pas à quels éléments porter leur attention. L'enseignant, à travers ses verbalisations, montre l'exemple. Il donne accès à des raisonnements qui révèlent ce qu'il observe dans une situation donnée et comment il interprète mathématiquement ce qu'il observe. L'enseignant explicite, non pas pour que l'élève reproduise une procédure, mais plutôt pour qu'il apprenne à raisonner mathématiquement par lui-même.

En ce sens, la verbalisation de l'enseignant, en étant principalement ancrée dans des contextes signifiants, rend les concepts plus concrets et facilite le passage d'une représentation à une autre. Pour que les élèves soient en mesure de coordonner différents registres de représentation, l'enseignant doit d'abord montrer l'exemple. Il peut ensuite accompagner les élèves dans la traduction de ces raisonnements vers d'autres registres. Encore une fois, l'enseignant agit en modèle ; il verbalise pour faire le pont entre différents registres de représentation et peut ensuite accompagner les élèves dans ce même processus.

Des situations pour verbaliser

Selon Austin et Howson (1979), dans la plupart des salles de classe, ce sont les enseignants qui parlent majoritairement. Nous avons observé que c'est encore souvent le cas aujourd'hui. Nous soutenons que l'enseignement magistral devrait être un complément aux autres modèles d'enseignement et qu'il est important de laisser une place aux voix des élèves. Toutefois, il ne faut pas confondre parole et verbalisation. Parler d'une situation mathématique peut simplement consister à décrire la situation et à nommer les étapes de résolution selon une procédure plus ou moins formatée. Verbaliser une situation mathématique représente plus que cela ; c'est exposer sa compréhension de la situation et expliquer ou justifier ses choix mathématiques permettant la résolution du problème. Il ne fait donc aucun doute que le choix de la situation d'apprentissage est crucial.

Différentes situations peuvent favoriser la verbalisation chez les élèves, comme certains jeux, problèmes ou situations de travail en équipe. Ces contextes contribuent à mettre de l'avant des manières de raisonner et de justifier mises en œuvre par les élèves. En étant confrontés à différents points de vue, les élèves peuvent sentir le besoin de verbaliser leur raisonnement, de le mettre en mots pour être compris par leurs pairs ou pour leur prouver la validité de leur solution, la véracité de leur démarche (Chanudet, 2019). Les problèmes ouverts, les situations de recherche et les narrations de recherches sont des outils faisant partie de la méthode d'apprentissage par problème qui permettent de développer le raisonnement inductif chez les élèves (Chanudet, 2019). Les travaux d'équipe peuvent aussi favoriser la verbalisation, tant qu'ils sont faits en petits groupes. Autrement, il semble difficilement applicable dans des classes où le nombre d'élèves est trop élevé et permettre le recours aux interventions individuelles sur une base régulière (Labelle, 2008).

Pour favoriser la verbalisation des élèves, la situation doit être **motivante et engageante**. En effet, pour que les élèves comprennent ce qu'ils font et qu'ils verbalisent leurs raisonnements, il est indispensable qu'ils soient motivés, qu'ils acceptent de se mettre en position de recherche et qu'ils s'engagent réellement dans une activité mathématique qui a un sens pour eux. Cordova et Lepper (1996) présentent trois caractéristiques complémentaires d'une situation favorisant la motivation intrinsèque. Selon ces chercheurs, la décontextualisation de l'enseignement est l'une des sources de la baisse observée de la motivation à partir de la 3e année du primaire. Pour contextualiser les apprentissages, il est possible de donner des exemples de l'utilisation du concept au quotidien, de présenter son évolution historique, etc. Aussi, personnaliser le contexte est efficace, car il permet de susciter les intérêts des élèves et ainsi d'augmenter la perception de la valeur de l'activité (Viau, Joly et Bédard, 2004). Simplement en intégrant des contextes fantaisistes, des thèmes ou des personnages qui intéressent les élèves, la motivation intrinsèque de ceux-ci se verra augmentée (Cordova et Lepper, 1996). Une autre stratégie est de donner certains choix quant aux aspects de l'activité. Cela permet de développer le sentiment de contrôle (perception de contrôlabilité) de l'élève sur ses apprentissages, et ce, même si ces choix sont pourtant illusoires (Cordova et Lepper, 1996). Ainsi, les situations problèmes contextualisées dans lesquelles les élèves peuvent faire certains choix et où ils ont une certaine liberté sur le plan des stratégies et des méthodes employées pour les résoudre, semblent particulièrement adéquates pour engager les élèves et favoriser la verbalisation.

La situation doit aussi être suffisamment **complexe et résistante** ; les situations, problèmes ou jeux présentés aux élèves doivent avoir un certain potentiel de résistance. Le niveau de complexité sera à l'origine ou non des échanges verbaux. Si les élèves n'ont pas d'idées claires sur la manière de résoudre la situation, ils devront alors discuter, argumenter et penser lors des périodes de discussion en équipes. Sinon, ces derniers pourraient simplement se contenter de brièvement parler de techniques ou de calculs avant de mettre fin à la discussion (Chanudet, 2019).

L'utilisation de **différents registres de représentation** doit être exploitée dans la situation de manière que les verbalisations permettent aux élèves de coordonner ces registres. Idéalement de plusieurs manières, le contexte doit aussi permettre une modélisation concrète ou semi-concrète de la situation. Ainsi, les élèves peuvent mobiliser leurs connaissances et leurs idées, construire leurs représentations et leurs stratégies. Ils doivent aussi pouvoir utiliser le langage naturel pour exprimer leur raisonnement.

En outre, la verbalisation doit représenter **une nécessité** dans la situation donnée et être pertinente pour l'élève. Elle doit être nécessaire pour résoudre le problème, soit parce que le but de la tâche est la communication à autrui, soit parce que la construction de la solution s'effectue en équipe et que les élèves doivent expliquer leurs raisonnements aux autres membres pour poursuivre. Ainsi, il est important que l'accent ne soit pas mis sur le résultat final, mais bien sur le processus ayant mené au résultat. Raisonner algébriquement, c'est dégager des régularités, généraliser, justifier, modéliser, conjecturer, etc. (Kieran, 1992). C'est l'objectif de la verbalisation.

Création d'un guide et d'activités

Enrichies par ces réflexions, nous avons créé un guide[1] pour les enseignants qui aborde l'enseignement de l'algèbre, la verbalisation et l'évaluation à l'oral (le « produit » de notre projet mentionné au début de l'article). Dans ce guide nous présentons, d'une part, une partie des réflexions sur le rôle de la verbalisation, sa nature et les moyens de la susciter chez les élèves. D'autre part, nous proposons quelques exemples d'activités ludiques visant la consolidation des apprentissages effectués en classe sur différents aspects de l'algèbre au 1er cycle du secondaire. Nos principaux objectifs étaient de créer des tâches facilitant la transition entre les différents registres de représentation (verbal, figural et symbolique) grâce à la verbalisation et de favoriser la compréhension de concepts de bases en algèbre tels l'égalité, l'inconnue et la variable.

Par exemple, nous nous sommes inspirées du jeu de serpents et échelles pour créer un *Math-Échelle* (figure 1). Les élèves se divisent en 2 équipes. L'arbitre pige une carte et la lit à voix haute. Les deux équipes ont

[1] Disponible en ligne : https://drive.google.com/file/d/1QDHYAjMp44i8E5fqNew4ov-H5rdLN8Yg/view?usp=sharing

un certain temps pour répondre à la question de façon claire et complète. L'arbitre analyse les réponses et questionne les élèves afin de mieux les comprendre. Si l'équipe donne la bonne réponse, elle lance le dé et avance. Si elle donne la mauvaise réponse, l'autre équipe peut tenter sa chance de donner la bonne réponse et avancer son pion. Si aucune des équipes n'a la bonne réponse, l'enseignant explique l'erreur et aucune des équipes n'avance.

Figure 1 : Math-Échelle

À la figure 2, voici trois exemples de cartes du jeu : la première présente une suite de motifs croissants et on demande à l'élève d'expliquer comment faire pour déterminer le nombre d'arbres sur la parcelle après 100 heures. Il ne s'agit donc pas d'effectuer le calcul, mais bien de verbaliser le raisonnement sous-jacent. L'élève doit alors observer les motifs et les comparer pour voir comment ils sont construits. Il pourra voir que l'arbre noir est toujours là et que le nombre d'arbres verts augmente. Il pourra aussi constater que chaque heure, deux arbres verts sont plantés. Après 100 heures, il aura 100 x 2 arbres verts et un (1) arbre noir. Le calcul lui-même ne met pas en œuvre un raisonnement algébrique, mais certains éléments de la démarche oui. En effet, l'observation des motifs pour dégager leur structure, la distinction entre ce qui change (variable) et ce qui ne change pas (constante) et la description verbale d'une manière de calculer sont à la base du raisonnement qui permettra à l'élève de construire la règle d'une suite.

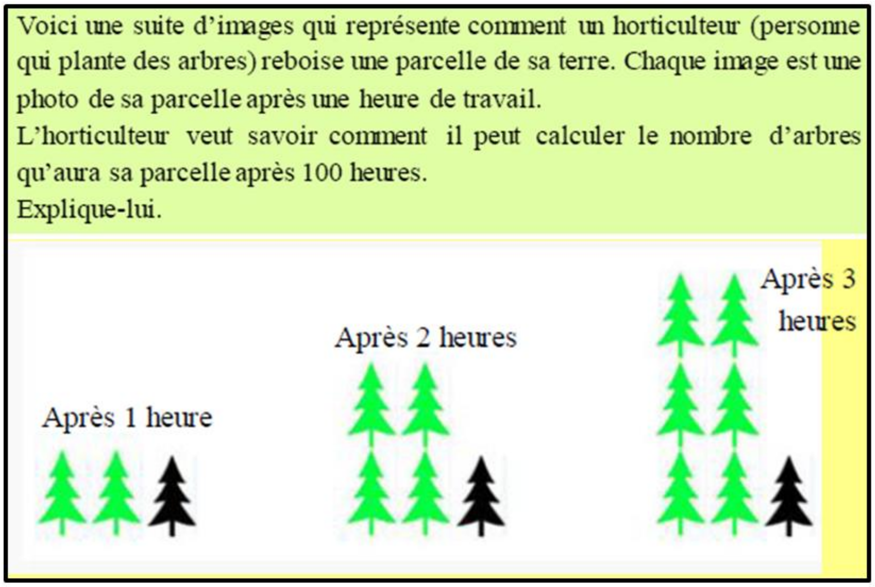

Figure 2 : Exemple de carte de jeu

La seconde carte (figure 3) propose un problème de comparaison entre les âges de Paul et de Claire, dans lequel il n'est pas demandé d'effectuer le calcul de ces âges, mais plutôt de raisonner pour évaluer un ordre de grandeur et l'âge de Claire. Pour se prononcer, l'élève doit forcément se représenter la relation entre les données et raisonner à partir du total. Il pourrait par exemple se dire que si Claire a 20 ans alors Paul en a 35 (20+15), ce qui donne au total 55 ans. Comme ce total dépasse déjà le 45 ans du problème, alors Claire n'a certainement pas plus de 20 ans. Comme l'élève doit justifier sa réponse, il doit expliquer son raisonnement et ainsi, mettre en évidence les relations entre les données du problème, habileté essentielle lors de la mise en équation d'un problème algébrique.

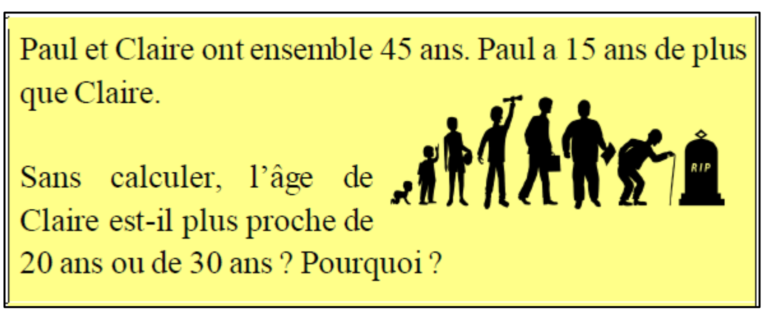

Figure 3 : Exemple de carte de jeu

Sur la troisième carte (figure 4), montre un autre type de tâche. Cette fois, des expressions algébriques sont données et l'élève doit les interpréter selon le contexte du problème. Ainsi l'élève doit déterminer dans cette situation ce que signifient la lettre « x » et les expressions 3x et 2x+6. La présence simultanée de l'énoncé en mots, de la figure géométrique et des expressions algébriques combinée à un questionnement orienté vers la verbalisation des élèves favorise la coordination des registres en jeu (verbal, figural et symbolique) et amène l'élève à donner un sens à la situation et à sa modélisation symbolique.

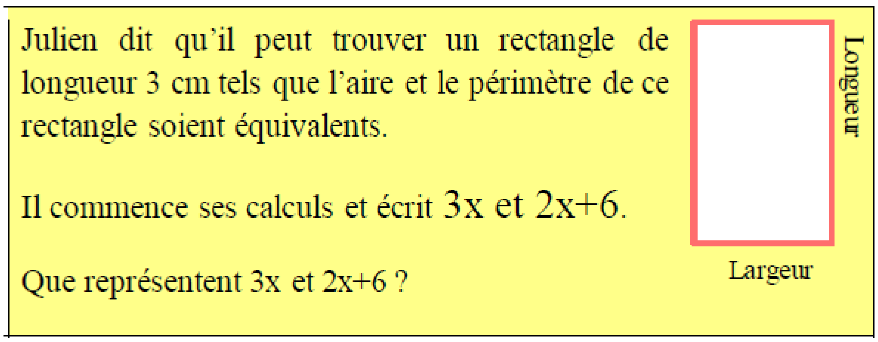

Figure 4 : Exemple de carte de jeu

Ainsi, dans cette activité qui prend la forme d'un jeu, la verbalisation est favorisée à l'aide de tâches non conventionnelles, dont le but est d'expliquer un calcul, de dégager des relations entre des données, de donner un sens au symbolisme algébrique, etc. Nous pensons donc susciter à la fois la motivation et l'engagement chez les apprenants et l'approfondissement de leur compréhension des concepts et des processus algébriques.

Les avis des enseignants sur notre guide et sur la verbalisation

Nous avons partagé notre guide à 22 enseignants et spécialistes de milieux variés qui ont accepté de nous fournir de la rétroaction en répondant à un questionnaire. La majorité d'entre eux enseigne au 1er cycle du secondaire en adaptation scolaire à Montréal. Les répondants ont affirmé se sentir plus à l'aise dans leur enseignement de l'algèbre après avoir utilisé notre outil. Selon presque tous les répondants, l'outil leur a fourni des situations d'apprentissages permettant de travailler les concepts d'égalité, d'inconnu et de variable, ainsi que des occasions de manipuler du matériel concret dans des contextes variés, ce qui les aidera à innover dans leur pratique. De plus, selon 95 % des répondants, notre guide et les différentes activités proposées contribuent à faire passer les élèves du mode concret au mode abstrait. 80 % ont également répondu que les activités les aideraient à mieux répondre aux besoins des élèves. En ce qui a trait au volet verbalisation de notre guide, environ 77 % des enseignants et spécialistes comprennent mieux comment favoriser la verbalisation chez les élèves et environ 68 % comprennent maintenant mieux pourquoi il est important d'amener les élèves à verbaliser leur raisonnement.

Perspectives et questionnement

À ce jour, peu de recherches associant la verbalisation en mathématiques et l'enseignement-apprentissage de l'algèbre en adaptation scolaire existent. Nous considérons pourtant que favoriser la verbalisation est une avenue prometteuse qui apporte un éclairage intéressant sur les pratiques à privilégier pour enseigner l'algèbre aux élèves en difficulté. Il serait important de poursuivre la recherche en ce sens.

Par ailleurs, d'après nos observations, la verbalisation est peu connue ou peu utilisée par les enseignants. Parmi ceux qui en reconnaissent les bénéfices, peu semblent vraiment vouloir s'engager dans un développement professionnel spécifique à cette dimension. Nous nous questionnons donc sur les sources de ces réticences et sur les moyens à privilégier pour offrir un accompagnement adéquat pour la formation continue des enseignants en adaptation scolaire. Ces derniers affirment avoir besoin de matériel simple, rapide et facile à utiliser ou encore, des exemples concrets pour amener les élèves à mieux comprendre la matière et à la verbaliser. Nous espérons que notre guide et cet article puissent constituer un outil pour ces enseignants.

Références

Austin, J. L., et Howson, A. G. (1979). Language and mathematical education. *Educational studies in mathematics*, *10*(2), 161-197.

Bednarz, N. (2005). Parler les mathématiques. *Vie pédagogique*, (136), 20-23. https://www.researchgate.net/publication/292818049_Parler_les_mathematiques

Bednarz, N. et Dufour-Janvier, B. (1992). *L'enseignement de l'algèbre au secondaire : Une caractérisation du scénario actuel et des problèmes qu'il pose aux élèves, 20*, 21-40.

Chanudet, M. (2019). La place de la verbalisation dans l'activité de résolution de problèmes en mathématiques : le cas du problème des portes de prison. *Raisons éducatives*, *23*(1), 125-151. doi:10.3917/raised.023.0125

Cordova, D. I. et Lepper, M. R. (1996). Intrinsic Motivation and the Process of Learning: Beneficial Effects of Contextualization, Personalization, and Choice. *Journal of Educational Psychological, 88*(4), 715-730. http://www.coulthard.com/library/Files/cordovalepper_1996_intrinsicmotivation.pdf

Duval, R. (1993). Registres de représentation sémiotique et fonctionnement cognitif de la pensée. *Annales de didactique et de sciences cognitives*, *5*(1), 37-65.

Duval, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine, Registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*. Peter Lang.

Fédération des syndicats de l'enseignement (FSE-CSQ). (2018, mars). *Référentiel : Les élèves à risques et HDAA.* http://lafse.org/fileadmin/Grands_dossiers/EHDAA/Referentiel_EHDAA_avril_2018.pdf

Fiola, A. (2005). *Étude de l'impact d'une approche didactique invitant des élèves en difficulté d'apprentissage à jouer le rôle d'enseignant lors d'activités de mise en équation algébrique e* [mémoire de maîtrise, Université de Montréal]. https://core.ac.uk/download/pdf/80344105.pdf

Kieran, C. K. (1992). The learning and teaching of school algebra. Dans D. A. Grouws (dir.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning: A project of the National Council of Teachers of Mathematics* (p. 390-419). Macmillan Publishing Co, Inc.

Labelle, H. (2008). Les pratiques pédagogiques favorisant le développement de la pensée algébrique. [mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi]. Constellation. https://constellation.uqac.ca/210/

Land, M. et Duquette, C. (2014). *La verbalisation en résolution de problèmes mathématiques*. TA@l'école. https://www.taalecole.ca/la-verbalisation-en-resolution-de-problemes-mathematiques/?fbclid=IwAR0UK9K-xPgxv0F8BXoX5i5X1ohxZIJpLBbZ4NwJofmH16K-_9KXRwoQHdM

Ministère de l'Éducation (MEQ). (2006). *Programme de formation de l'école Québécoise. Enseignement secondaire, premier cycle.* Gouvernement du Québec. http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/PFEQ/prfrmsec1ercyclev2.pdf

Myara, N. (2018). Analyser, évaluer et améliorer la qualité des plans d'intervention (PI) ou de transition (PT) en milieu scolaire. *Revue francophone de la déficience intellectuelle*, *28*, 11-26. https://doi.org/10.7202/1051095ar

Nacarato, A., Dias dos Anjos, D., Silva Santos, C. et Moreira, K. (2019). Le rôle de l'interaction verbale pour l'acquisition de la pensée algébrique dans l'enseignement primaire. *Nouveaux cahiers de la recherche en éducation*, *20*(3), 56-78. https://doi.org/10.7202/1055728ar

Passaro, V. (2019). *DID3120 - Didactique des mathématiques en adaptation scolaire : algèbre.* Université de Montréal. https://admission.umontreal.ca/cours-et-horaires/cours/did-3120/

Pirie, S. et Schwarzenberger, R. (1988). Mathematical discussion and mathematical understanding. *Educational Studies in mathematics*, *19*(4), 459-470.

Proulx, J., Descamps-Bednarz, N. et Sauvé, C. K. (2006). Caractéristiques des explications orales en classe de mathématiques : construction d'un cadre d'analyse pour rendre compte de la pratique des futurs enseignants et futures enseignantes de mathématiques du secondaire. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education,* *6*, 267-292. https://doi.org/10.1080/14926150609556702

Rhéaume, S. (2012). Parle-moi des mathématiques que tu fais… Élaboration d'un cadre de référence pour analyser le discours des élèves. Dans Actes du colloque du Groupe de didactique des mathématiques du Québec (GDM*), La recherche sur la résolution de* *problèmes : au-delà d'une compétence, au-delà des constats* (117-126). Université Laval.

Schunk, D. et Cox, P. (1986). Strategy Training and Attributional Feedback with Learning Disabilities Students. *Journal of Educational Psychology, 78*(3)*,* 201-209. https://doi.org/10.1037/0022-0663.78.3.201

Strickland, T. K. et Maccini, P. (2013). The effects of the concrete-representational-abstract integration strategy on the ability of students with learning disabilities to multiply linear expressions within area problems. *Remedial and Special Education*, *34*, 142-153. doi:10.1177/0741932512441712

Viau, R., Joly, J. et Bédard, D. (2004). La motivation des étudiants en formation des maîtres à l'égard d'activités pédagogiques innovatrices. *Revue des sciences de l'éducation*, *30*(1), 163-176. https://doi.org/10.7202/011775ar

Watt, S. J., Watkins, J. R. et Abbitt, J. (2016). Teaching algebra to students with learning disabilities: Where have we come and where should we go?. *Journal of learning disabilities*, *49*(4), 437-447. https://doi.org/10.1177/0022219414564220

Witzel, B. S., Riccomini, P. J. et Schneider, E. (2008). Implementing CRA with secondary students with learning disabilities in mathematics. *Intervention in School and Clinic*, *43*, 270-276. https://doi.org/10.1177/1053451208314734