L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

ESSAI PRÉSENTÉ À

L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN ENSEIGNEMENT SECONDAIRE

PAR

ROBERT GHATTAS

OBSERVATION DE SES PROPRES PRATIQUES D'ENSEIGNEMENT POUR AMÉLIORER LES INTERVENTIONS UTILISANT L'ÉTYMOLOGIE DANS LE COURS DE MATHÉMATIQUE AU SECONDAIRE

DÉCEMBRE 2019

À mon amie, ma sœur, mon épouse.

Brise qui m'apaise et caresse le visage dans la canicule,

rayon de soleil qui me réchauffe dans la fraîcheur,

énergie qui m'élance lorsque le souffle s'écourte,

oasis qui m'abrite quand il est temps de m'arrêter.

Katherine, ti amo.

REMERCIEMENTS

Monsieur Samson, vous avez la force surhumaine du personnage biblique dont vous portez le nom – même sans en avoir la chevelure. J’espère que le vouvoiement avec lequel je m’adresse à vous puisse transmettre le sentiment de respect, tant académique qu’humain, que vous m’inspirez. Que vous ayez eu la patience et la gentillesse de me guider dans ce dernier, épuisant bout du chemin, cela me touche au plus profond. Merci.

Sœur Louise et sœur Mathilde : vous avez témoigné avec votre vie que l’éducation est une raison de vivre, d’oser, d’inventer, de réfléchir, de prier. Et en un seul jour, il y a dix ans, vous avez détourné mes pas vers une nouvelle terre, une nouvelle profession, une nouvelle vie. J’ai découvert tard que vous saviez que cela rendait possible l’amour impossible entre Katherine et moi. Je vous en dois la vie, mes sœurs. Merci.

Mes collègues à la Villa : vous êtes, nous sommes, une équipe formidable, chaotique, géniale, anarchiste, bienveillante, visionnaire, aimante. Vous m’avez vu porter les trois chapeaux d’enseignant, parent de tout-petits et étudiant, et lorsque mes cernes étaient plus profonds que le regard qu’ils entouraient, vous m’avez offert de l’aide, consolé, fait rire. Mais surtout, vous m’avez rappelé chaque jour que l’on peut et l’on doit vivre l’enseignement avec une passion qui dépasse les bornes d’une profession. Merci.

Mes élèves, toutes : vous enseigner les mathématiques est ma façon de vous aimer, et vous avez su trouver vous aussi mille façons de m’aimer. Merci, les filles.

Rafael, François, Joachim, Myriam : vous avez tous été dans les bras de papa pendant des soirées où je suivais mes cours avec la plateforme VIA, trois d’entre vous même comme nouveau-nés. Il n’y aura plus de VIA, mais il y aura toujours mes bras de *babbo* pour vous serrer fort. Je vous aime, les patates.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

GRMS	Groupe des responsables en mathématique au secondaire
MEES	Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur
MEQ	Ministère de l'Éducation du Québec
MELS	Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport
PFEQ	Programme de formation de l'école québécoise
SN	Sciences naturelles
TIC	Technologies de l'information et de la communication
TNI	Tableau numérique interactif

RÉSUMÉ

L'enseignement de la mathématique compte, parmi ses nombreuses spécificités, le fait d'utiliser un langage propre à elle-même qui parfois emprunte des mots de la langue d'enseignement et en modifie le sens (comme avec *corde* et *arc*), parfois introduit des mots exotiques (comme *trigonométrie*), souvent impose des définitions à connaître sans erreurs (comme *droite sécante* et *droite tangente*).

L'étude de l'origine des mots mathématiques peut être une excellente porte d'accès aux notions mathématiques et une aide valide à leur compréhension. Dans un cercle, l'arc et la corde forment… un arc et sa corde. La trigonométrie, quant à elle, étudie les mesures (*-métrie*) dans les triangles (*tri-gonos*). Parfois, ce sont des mots qui viennent de la langue d'enseignement qui peuvent venir au secours de l'élève : la droite sécante coupe, tout comme le fait le sécateur, tandis que la droite tangente touche la courbe, tout comme les danseurs de tango se touchent.

L'utilisation de l'étymologie en classe de mathématique favorisant ainsi l'acquisition et la compréhension du vocabulaire et des notions, encore faut-il savoir comment l'intégrer. En effet, le terrain est difficile à pratiquer : en plus des connaissances et compétences d'un enseignant de mathématique, il faut aussi déployer des connaissances et compétences linguistiques. À ceci, et peut-être à cause de ceci, s'ajoute le fait que la littérature scientifique et professionnelle est pauvre sur le sujet. L'enseignant n'a ainsi presque aucun soutien et doit, dans le meilleur des cas, bricoler par lui-même ses interventions.

Cet essai tente de répondre au besoin de soutien pour l'enseignant de mathématique voulant intégrer l'étymologie dans ses pratiques d'enseignement. Je suis ainsi parti de ma propre expérience de linguiste amateur, mathématicien et enseignant et, dans une démarche de pratique réflexive, j’ai observé ma propre utilisation de l’étymologie en classe. Cette pratique réflexive s’inscrivait dans une plus grande démarche de recherche développement, dont le but ultime était de formuler des idées maîtresses pouvant guider un enseignant de mathématique voulant intégrer l’étymologie en classe ainsi que des recommandations pour la formation des enseignants.

Lors de mon deuxième stage de la maîtrise qualifiante en enseignement, j’ai donc observé trois de mes interventions en classe dans le but primaire de les améliorer, mais aussi et surtout avec l’objectif de mettre en évidence des principes généraux pouvant être utiles à d’autres enseignants dans d’autres contextes.

DESCRIPTEURS :
Langage mathématique, langue naturelle, étymologie, difficultés liées au vocabulaire, apprentissage significatif

INTRODUCTION

Quand mon collègue d'histoire dit que la température en classe n'a pas de sens, il le fait pour prôner l'installation (franchement nécessaire!) d'un système de climatisation dans nos locaux. Mais quand, vingt minutes plus tard, c'est à mon tour de dire que la température en classe n'a pas de sens, c'est seulement pour indiquer que la température est une grandeur scalaire, et donc elle n'a ni un sens, ni une direction, ni une intensité, éléments qui caractérisent une grandeur vectorielle.

Nombreuses sont les confusions pouvant être générées par les mots en classe de mathématique! Et pourtant, les mots peuvent être si honnêtes. Si on plie une feuille de papier en deux dans le sens de la largeur et en trois dans le sens de la longueur, on obtient six rectangles. On vient de *multi-plier* deux et trois, et on vient d'obtenir six! Lève la main qui y avait déjà pensé… Si je suis le seul avec la main levée, c'est parce que j'ai eu le privilège et la chance d'avoir une formation et un cheminement personnel qui ont favorisé un regard profond sur les mots, qu'ils proviennent du domaine mathématique ou pas.

À l'âge de dix ans, ma famille s'est relocalisée en Italie. Jusque-là, je n'avais parlé que français. Le besoin d'apprendre rapidement la nouvelle langue m'a forcé à chercher les similarités entre le français et l'italien. Heureusement, les deux langues partagent la même langue d'origine, soit le latin. Quelques années après mon installation en Italie, j'ai fréquenté le *Liceo Scientifico*, qui incluait à l'époque pas moins de quatre heures de latin par semaine, et ce, tout au long des cinq années. C'est ainsi que j'ai pu remonter à cette source commune de mes deux langues. Loin d'être un coup de foudre, ma relation avec le latin a évolué jusqu'à ce que je reconnaisse que ces heures avaient créé en moi une nouvelle capacité de comprendre la réalité qui m'entourait. Au point où j'ai commencé à m'intéresser aussi au grec que mes amis du *Liceo Classico* étudiaient, à chercher les racines en arabe, en hébreu, ou en toute autre langue à laquelle on a emprunté des mots. Les mots qui décrivaient la réalité dévoilaient ainsi une signification nouvelle, parfois profonde, parfois drôle. Les muscles devenaient des petites souris (*musculus*), la tête un vase (*testa*), le sarcophage un mangeur de chair (*sarx*-, chair et -*phagein*, manger).

De retour au Québec après 22 ans en Italie, j'ai pu éviter certains pièges de l'orthographe française, et ce, malgré mon français rouillé : *centum* n'est quand même pas *sanguis*, comme cent n'est pas sang.

Et puis il y a la mathématique, avec ses mots étonnamment précis, parfois difficiles à épeler (parallèle, logarithme, asymptote, hypoténuse, cathète, …), parfois même difficiles à prononcer (parallélogramme, dodécaèdre, prostaphérèse, …). Ici aussi, le sens profond des mots et la recherche des origines ont toujours été pour moi soutien et émerveillement.

Dans mes plus de dix ans d'enseignement, j'ai toujours souhaité que l'étymologie soit pour mes élèves aussi ce qu'elle est pour moi, soit soutien et émerveillement. Mais mes élèves n'ont pas mon parcours, n'ont pas de cours de latin, n'ont pas des amis qui lisent des poèmes en grec. J'ai essayé ainsi d'intégrer des interventions explicites d'étymologie dans mes cours, parfois pour introduire un concept, parfois pour le relier à une autre notion mathématique, parfois pour le relier à un concept non mathématique, parfois comme capsule d'histoire de la pensée et de culture générale, parfois pour aménager un dernier cinq minutes de cours, parfois juste parce que c'est trop beau! Dans l'annexe A, je présente certains exemples que j'utilise régulièrement. Toutefois, après ces années d'interventions étymologiques en classe de mathématique, j'ai ressenti le besoin d'observer mon agir et de le remettre en question, dans le but de l'améliorer et de l'orienter pour qu'il soit encore plus utile à mes élèves. En effet, et jusqu'à aujourd'hui, j'ai un peu bricolé ce que je savais de mathématique, de didactique et d’étymologie. De plus, pas moyen de se former, le sujet de l’étymologie en classe de mathématique n’étant presque pas présent dans la littérature scientifique et professionnelle.

J’ai donc pensé de faire de moi-même et de mes pratiques d’enseignement, soit de mes préparations de cours et mes actions en classe, l’objet de mon intervention dans le cadre du second stage dans la maîtrise en enseignement. Cet essai a donc été l’occasion pour m’observer et essayer de formuler des idées maîtresses qui puissent me guider lors des prochaines interventions à dessiner et à mettre en action en classe.

Dans le premier chapitre, je présente les spécificités du langage mathématique et les difficultés éprouvées par les élèves qui y sont liées. Ensuite, j’introduis l’étymologie comme possible outil facilitant l’apprentissage du vocabulaire et des notions mathématiques. Comme ma pratique enseignante est au Québec, je montre ensuite la place consacrée à l’étymologie dans le Programme de formation de l’école québécoise (Ministère de l’Éducation, du Loisir et du Sport [MELS], 2007, 2009).

Dans le deuxième chapitre, je définis davantage certaines notions au centre de mes interventions et de mon observation. Tout d’abord, je commente la littérature et définit la pratique enseignante et les pratiques d’enseignement. Ensuite, je distingue les différents codes linguistiques utilisés en classe, en particulier la langue naturelle et le langage mathématique, pour présenter subséquemment l’étymologie comme outil pouvant créer des liens entre mots et concepts. Puis, je reprends l’idée d’apprentissage significatif comme capacité d’intégrer une nouvelle notion à des notions déjà apprises et mémorisées. Finalement, je définis certaines notions mathématiques sur les coniques qui seront utilisées lors de mes interventions en classe.

Le troisième chapitre illustre, étape par étape, la méthodologie de recherche développement que j'ai mise en action lors de l'expérimentation et le traitement des résultats.

Dans le quatrième chapitre, je décris mes interventions en classe et je présente les réflexions qui les précèdent et suivent. Ce chapitre contient aussi quatre lignes directrices qui généralisent et résument mes réflexions sur l'utilisation de l'étymologie comme amorce, comme il a été fait pour les deux premières interventions.

Dans la synthèse critique, je formule deux idées maîtresses qui devraient guider dans la préparation et l'action en classe l'enseignant voulant utiliser l'étymologie en classe de mathématique. Suivent ensuite quatre recommandations pour la formation des enseignants, afin d'introduire des actions utiles à l'intégration de l'étymologie en classe de mathématique.

CHAPITRE I

PROBLÉMATIQUE

Dans la présentation de la discipline, le Programme de formation de l'école québécoise [PFEQ] (MELS, 2007) reconnaît que « la spécificité de la mathématique comme langage […] exige de traiter dans l'abstrait des relations » (p. 1). Toutefois, la phrase suivante du document rappelle que « son enseignement au secondaire est plus efficace lorsqu'il prend appui sur des objets concrets ou sur des situations tirées de la réalité » (p. 1). En ces quelques lignes, on retrouve tout le défi de l'enseignement d'une matière qui recherche des relations à l'intérieur du dualisme abstrait-concret (Gagnon et Samson, 2015) et qui les exprime par son propre langage. Ces quatre dimensions de la discipline, soit l'abstraction, la lecture du réel, la recherche de relations et la maîtrise d'un langage, sont chacune une piste de travail pour l'enseignant et ses élèves.

L'utilisation de l'étymologie en classe de mathématique est un outil possible pour travailler d'un seul coup les quatre dimensions, car elle recherche et organise des relations au sein de la langue naturelle et du langage mathématique, et donc foncièrement au sein des objets du réel et du domaine mathématique. Ce travail linguistique et métalinguistique, loin de détourner l'attention des notions mathématiques, favorise au contraire la maîtrise du langage mathématique, qui influence positivement la compréhension des notions mathématiques.

Le vocabulaire mathématique

La maîtrise du vocabulaire mathématique est une composante fondamentale et incontournable du développement d'une pensée mathématique. Il est connu que le vocabulaire contribue grandement à la compréhension et à la réussite scolaire (Bromley, 2007). D'ailleurs, selon Van der Walt (2009), la connaissance et la maîtrise de ce vocabulaire auraient un effet sur la performance en mathématique des élèves du niveau primaire. Qui plus est, la mauvaise connaissance du vocabulaire mathématique est considérée par Harris et VanDevender (1990) de même que par Blessman et Myszczak (2001) comme une des quatre possibles sources de confusion dans la lecture d'un texte mathématique.

D'ailleurs, le texte mathématique est considéré comme le texte le plus difficile à lire, avec une concentration de concepts par mot, par phrase et par paragraphe plus élevée que pour tout autre texte (Schell, 1982). De plus, l'élève doit apprendre à connaître, reconnaître et distinguer les deux codes linguistiques qui interagissent dans un texte mathématique. D'une part, il y a la langue naturelle, riche en ambiguïtés et au sein de laquelle le sens des mots peut ressortir du contexte. D'autre part, il y a le langage mathématique, qui emprunte de nombreux vocables à la langue naturelle, mais qui leur attribue une nouvelle signification propre et spécifique. Contrairement à ce qui se passe avec la langue naturelle, dans le langage mathématique, le contexte est souvent abstrait ou strictement mathématique et ne peut ainsi aider à déduire le sens des mots (Ingram et Andrews, 2018). C'est pour cette raison qu'il est encore plus important d'aider les élèves à créer des liens entre les mots mathématiques et d'autres mots ou concepts qu'ils connaissent déjà, que ceux-ci proviennent du domaine de la mathématique ou d'autres domaines (Ingram et Andrews, 2018; Bravo, Cervetti, Hiebert et Pearson, 2008).

En s’habituant à effectuer des liens entre les codes linguistiques, l’élève « prend conscience des distinctions à établir entre les différentes significations des mots utilisés dans la langue courante, dans d’autres disciplines et en mathématique » (MELS, 2007, p. 38).

La complexité de la relation entre les différents codes linguistiques utilisés en mathématique génère de nombreuses difficultés liées au vocabulaire, comme illustré dans la section suivante.

Les difficultés en mathématique liées au vocabulaire

Rubenstein et Thompson (2002) analysent en général les difficultés liées au vocabulaire mathématique et en énoncent onze, ici reformulées et adaptées à la langue française :

1. Certains mots mathématiques sont partagés avec la langue naturelle, mais n’ont pas le même sens (par exemple, la direction d’un vecteur ne donne pas d’information sur la « direction » de la flèche, ou la base d’un solide ne correspond pas nécessairement à la surface qui touche au sol).
2. Certains mots mathématiques sont partagés avec la langue naturelle et ont un sens comparable, mais plus précis (par exemple, le mot « différence » comme résultat d’une soustraction et comme élément non commun dans une comparaison).
3. Certains mots sont spécifiques à la mathématique (par exemple, cathète et hypoténuse).
4. Certains mots ont plusieurs sens mathématiques (par exemple, le carré d’un nombre et le carré comme forme géométrique).

5. Certains mots appartiennent en même temps à une autre discipline et ont un sens aussi précis, mais pas identique (par exemple, l'hypothèse en mathématique est le point de départ d'une preuve mathématique, mais elle est l'élément à prouver d'une preuve scientifique.
6. Certains mots ont des homophones dans la langue naturelle (par exemple, aire/air, Héron/héron).
7. Certains mots mathématiques sont reliés, mais les élèves peuvent confondre leur signification (par exemple, centième et centaine, numérateur et dénominateur).
8. Certains mots ont des traductions différentes en une autre langue (par exemple, le mot français *règle* est traduit en anglais avec *rule*, mais aussi avec *ruler*).
9. Certains mots ont des utilisations et une orthographe imprévisibles et irrégulières (par exemple, 1/5 est un cinquième, mais 1/4 n'est pas un quatrième, ou encore l'orthographe des mots logarithme, asymptote, abscisse).
10. Certains concepts mathématiques peuvent être exprimés de plusieurs façons (par exemple, les multiples de deux et les nombres pairs).
11. Les élèves peuvent adopter des termes imprécis empruntés du langage naturel au lieu d'utiliser le terme mathématique (par exemple, le coin d'un carré plutôt que le sommet).

Bay-Williams et Livers (2009) partent de cette liste et se concentrent en particulier sur les difficultés qui peuvent surgir à cause des différents liens que le vocabulaire mathématique entretient avec la langue naturelle (1, 2, 6 et 8). En particulier, les auteures constatent qu'il est utile, voire nécessaire de passer du temps à expliciter avec les élèves ces liens, vu qu'ils peuvent faciliter l'apprentissage des notions mathématiques ou, au contraire, nuire à l'apprentissage.

Toutefois, les liens entre le vocabulaire mathématique et la langue naturelle peuvent aussi être une source potentielle d'apprentissage pour les élèves. Par exemple, aidé par l'enseignant, l'élève peut comprendre qu'une sécante coupe une courbe comme les sécateurs coupent la haie, étant donné que tous deux viennent du verbe latin *secare*, couper. Lorsque l'élève crée une connexion entre un mot mathématique et des mots de la langue naturelle, il est plus probable qu'il comprenne le concept mathématique (Kucan *et al.*, 2007 et qu'il se souvienne du mot et du concept qu'il désigne (Bromley, 2007; Rubenstein, 2000; Thompson et Rubenstein, 2000). Ces liens sont donc signifiants, c'est-à-dire qu'ils permettent à l'élève d'insérer la nouvelle information au sein d'un réseau de notions déjà acquises et enregistrées dans la mémoire à long terme (Sousa, 2016).

Comme Bay-Williams et Livers (2009) l'expriment, les mots de la langue naturelle et leurs interactions avec les mots du langage mathématique peuvent générer des difficultés en mathématique. En même temps, les mots de la langue naturelle peuvent aussi créer des liens entre les concepts et renforcent la signification des termes mathématiques (Kucan *et al.*, 2007; Leung, 2005).

L'étymologie en classe de mathématique : bref historique

Selon le MELS (2007), la recherche de l'origine de certains mots ajoute du sens aux concepts et aux processus mathématiques étudiés. L'étymologie en classe permet de mieux comprendre les concepts mathématiques (Rubenstein, 2000) et de créer des ponts entre les mots et les concepts, que ceux-ci appartiennent à la langue naturelle ou au vocabulaire mathématique (Thompson et Rubenstein, 2000). Ces ponts aident les élèves à classer et structurer l'information au sein d'un réseau de notions déjà acquises, ce qui mène à un meilleur apprentissage (Bromley, 2007).

C'est pour ces raisons que certains enseignants proposent depuis longtemps l'utilisation de l'étymologie en classe comme moyen pour favoriser la compréhension du vocabulaire et des concepts mathématiques. Déjà en 1958, Mulcrone affirmait que les références étymologiques faites par l’enseignant en classe permettent, notamment, une meilleure compréhension des concepts enseignés et de se souvenir des définitions. En voulant rendre plus simple l’utilisation de références étymologiques en classe par les enseignants, Perisho présentait en 1965 un bref recueil de mots mathématiques dans leur contexte historique et avec leur origine.

Dans les années 1990, l’approche occasionnelle et non structurée de Mulcrone et Perisho laisse la place à la volonté de chercher des démarches plus structurées pour l’apprentissage du vocabulaire par le biais de l’étymologie. En particulier, McIntosh en 1994 présente la séquence d’enseignement, qu’elle utilise comme amorce, les premières semaines de cours et qui est basée entièrement sur l’utilisation de l’étymologie pour comprendre mieux les concepts mathématiques. Au tournant des années 2000, Rubenstein et Thompson se concentrent particulièrement sur le vocabulaire et l’étymologie (Rubenstein, 2000; Rubenstein et Thompson, 2002; Thompson et Rubenstein, 2000). Du côté francophone, ce sont les Français Camenisch et Petit qui ont travaillé le plus sur le plan de la recherche et des pratiques d’enseignement (Camenisch et Petit, 2006; Petit et Camenisch, 2007).

Tant les travaux en langue anglaise que ceux en langue française visent à créer auprès des enseignants et des élèves la conscience que l’étymologie peut être d’une grande aide dans l’apprentissage de la mathématique. Sans cette conscience et un nouveau regard sur les mots qui en dérivent, les élèves ne peuvent pas accéder à de l’information sur la signification des mots qu’ils portent en eux-mêmes (Nagy et Scott, 2000). Ce regard sur le langage paraît encore plus utile si l’on considère que la signification de 60 % des mots polysyllabiques peut être déduite à travers l’analyse des parts les composant (Bromley, 2007).

Donc, l’étymologie en classe favorise l’apprentissage du vocabulaire et des notions, car elle permet de :

- découvrir la signification des mots (*ortho* veut dire droit, *gonos* veut dire angle, donc orthogonal veut dire formant un angle droit) (Samson, Trudel, Lachance, Beauséjour et Pittet, 2018);
- créer des liens entre mots et concepts par le biais des étymons (orthogonal, orthodontie et orthodoxie partagent la notion de « droiture »);
- créer des liens entre mots et concepts par le biais de leur signification (orthogonal et rectangle signifient les deux formant un angle droit).

Mais on ne peut conclure cette revue des apports de l'utilisation de l'étymologie en classe sans mentionner que plusieurs auteurs réfèrent qu'elle constitue aussi une occasion de plaisir et divertissement pour et avec les élèves (Macintosh, 1994; Petit et Comenisch, 2007; Rubenstein, 2000).

L'étymologie à l'école secondaire au Québec

Dans le PFEQ (MELS, 2006), l'étymologie apparaît comme une partie du programme du français comme langue première. Au premier cycle, l'élève apprend à « [s]e référer à la signification des préfixes et des suffixes usuels ainsi qu'aux principaux éléments grecs et latins (p. ex., hydro, astro) entrant dans la composition des mots pour leur donner du sens » (p. 137). Au deuxième cycle, il apprend à « [s]e représenter l'étymologie comme l'étude de l'origine des mots » (MELS, 2009, p. 132). Toutefois, le document ministériel est très flou en ce qui a trait aux modalités et aux outils pour aider les élèves à former cette représentation. Les seuls outils de travail nommés sont « les notes étymologiques fournies par les dictionnaires usuels ou spécialisés » (p. 132), et ce, dans le seul but de « mettre en évidence la diversité des sources auxquelles les français a fait des emprunts au cours de son évolution » (p. 132). On retrouve aussi ce flou sur les modalités et les outils lorsqu'un exemple de situation de lecture est proposé. En effet, il est dit que, au sein d'un travail sur l'origine de la langue française et sur la francophonie, l'enseignant amène les élèves « à structurer des connaissances liées à l'étymologie et aux modalités d'énonciation » (p. 42).

La tâche parait toutefois ardue : de quelles connaissances parle-t-on donc, et de quelle structuration? Hormis les cas particuliers, ni l'enseignant ni les élèves n'ont une connaissance ou même une moindre familiarité avec les langues classiques, le latin et le grec ne paraissant plus dans la formation des élèves et des enseignants depuis plusieurs décennies, du moins au Québec. La consultation systématique de dictionnaires ne paraît pas une solution satisfaisante ni à bâtir les connaissances ni à les structurer. On se remet donc de façon assez simpliste à la culture de l'enseignant, ou à une liste limitée de « préfixes et des suffixes usuels [et des] principaux éléments grecs et latins » (p. 137), ce qui laisse penser que les mots se composent exclusivement par assemblage de briques élémentaires.

L'absence de référents culturels partagés et d'outils didactiques et pédagogiques est encore plus flagrante si l'on souhaite exploiter l'étymologie en classe de mathématique. À notre connaissance, la formation des enseignants n'implique aucune formation dans ce sens (sauf quelques expérimentations pédagogiques et didactiques très ponctuelles), et les manuels scolaires se limitent dans le meilleur des cas à faire de l'anecdotique sur les mots.

Le problème à la base de mon intervention

En considérant l'importance du vocabulaire dans l'apprentissage de la mathématique (Bromley, 2007; Harris et VanDevender, 1990; Van der Walt, 2009), les difficultés en mathématique liées au vocabulaire (Bay-Williams et Livers, 2009; Rubenstein et Thompson, 2002; Schell, 1982) ainsi que les recherches et expériences d'intégration de l'étymologie dans la classe de mathématique (Bromley, 2007; Camenisch et Petit, 2006; Kucan *et al.*, 2007; Mulcrone, 1958; Petit et Camenisch, 2007; Rubenstein, 2000;

Rubenstein et Thompson, 2002; Thompson et Rubenstein, 2000), l'étymologie paraît comme un outil pouvant contribuer à l'acquisition des concepts et des notions disciplinaires, favorisant ainsi la compréhension et la réussite. Or, quoique souhaitable, cette intégration de l'étymologie en classe de mathématique est difficile pour les enseignants, puisque la plupart d'entre eux ne disposent que de très peu de ressources didactiques spécifiques déjà bâties, et ce, bien qu'il soit reconnu que les enseignants ont besoin de soutien et d'instructions pour pouvoir offrir un enseignement « signifiant » du vocabulaire mathématique (Monroe, 1998; Riccomini, Smith, Hughes et Fries, 2015).

Pour donner un exemple concret de la situation au Québec, dans la base de données des revues publiées par le Groupe des responsables en mathématique au secondaire (GRMS) entre 1971 et 2018, il n'y a aucun article traitant spécifiquement de l'étymologie. Il y a donc encore un grand besoin de conception et d'expérimentation de méthodes d'utilisation de l'étymologie en classe de mathématique.

Cet essai tente donc de contribuer à l'avancement du savoir et du savoir-faire enseignant et à la professionnalisation de l'enseignement, tout en s'efforçant d'apporter un éclairage sur la question. En particulier, cet essai tente de répondre à ce besoin et aux deux questions suivantes :

1) Comment guider mes pratiques d'enseignement ou celles de tout autre enseignant qui souhaite intégrer l'étymologie en classe de mathématique au secondaire?
2) Par où commencer lorsque l'on souhaite former un enseignant ou se former soi-même dans le but d'intégrer l'étymologie en classe de mathématique au secondaire?

À la lumière de ces deux questions, le prochain chapitre définit le cadre conceptuel à l'intérieur duquel cette recherche a été effectuée.

CHAPITRE II

CADRE DE RÉFÉRENCE

Dans ce chapitre, je définis certains concepts qui sont à la base de mon travail. En amont, je souligne la distinction entre la pratique enseignante et les pratiques d'enseignement. Ensuite, je présente trois notions qui, une fois enchaînées, produisent le noyau de ce travail. Premièrement, je définis les notions de langue naturelle et langage mathématique, soit les deux codes linguistiques principaux avec lesquels on travaille en classe de mathématique. Deuxièmement, je présente l'étymologie comme un générateur de liens entre mots du même code linguistique ou de codes linguistiques différents. Troisièmement, j'illustre les notions de sens et pertinence. En particulier, la notion de pertinence d'une notion comme sa propriété d'être reliée à d'autres notions déjà existantes dans la mémoire de l'apprenant constitue la base de ce qu'Ausubel (1968) appelle l'apprentissage significatif et qui serait le plus efficace.

Si l'on emboîte ces trois notions, on obtient que l'utilisation de l'étymologie en classe de mathématique, avec sa capacité de créer des liens entre différents mots et différentes notions appartenant à différents codes linguistiques, peut favoriser auprès des élèves un apprentissage significatif – et donc efficace. Un paragraphe est finalement consacré à définir certaines notions mathématiques sur les coniques qui seront utilisées lors de l'expérimentation en classe et dans la rédaction de cet essai.

La pratique enseignante et les pratiques d'enseignement

Comme il s'agit ici d'observer mes propres actions, il est important de clarifier la distinction que l'on peut faire entre la pratique enseignante et les pratiques d'enseignement. Selon Bru et Talbot (2001), la pratique enseignante est l'ensemble de toutes les actions quotidiennes de l'enseignant. Ceci inclut certainement les actions entreprises en classe, mais aussi, notamment, la correction des évaluations, les relations formelles et informelles avec les collègues, le personnel scolaire et les familles des élèves.

En outre, certains auteurs, dont Charlier, Daele et Deschryver (2002) et Clanet et Talbot (2012), nomment *pratiques d'enseignement* les actions entreprises par l'enseignant en classe avec ses élèves. Lenoir, Larose, Deaudelin, Kalubi et Roy (2002) ajoutent à la phase avec les élèves, qu'ils nomment *interactive*, la phase qui la précède, nommée *préactive*, et celle qui la suit, dite *postactive*. Ces deux phases, qui se trouvent en amont et en aval de la situation de face à face pédagogique, partagent avec celle-ci une finalité commune qu'est l'apprentissage des élèves (Bru et Talbot, 2001).

Les codes linguistiques : la langue naturelle et le langage mathématique

Dans son œuvre *Il Saggiatore* (1623), Galileo Galilei affirme que la mathématique est la langue dans laquelle est écrit l'univers, et que l'on se doit de comprendre cette langue si l'on souhaite le comprendre. Il va sans dire que tout enseignant de mathématique vise à ce que les élèves comprennent et apprennent cette langue, ou, plus proprement, ce langage. Or, son enseignement se fait par le biais d'une autre langue, soit la langue naturelle parlée en classe – le français, dans mon cas. Le cours de mathématique est ainsi un mélange de deux codes linguistiques différents, soit la langue naturelle et le langage mathématique, qui s'alternent, s'entraident et, parfois, se nuisent l'un et l'autre. Dans certains cas, la langue naturelle soutient solidement les apprentissages. Par exemple, la « longueur » d'un vecteur dessiné comme une flèche est tout simplement la longueur de la flèche. Mais ce n'est pas toujours le cas. Par exemple, la direction du même vecteur n'est pas la direction vers laquelle pointe la flèche, mais la droite sur laquelle elle s'appuie.

La cohabitation des deux codes linguistiques, que l'on appelle alternance codique ou *code-switching*, peut générer des difficultés auprès de l'élève qui n'apprend pas à les distinguer. En particulier, le texte mathématique mélange sans interruption l'ambiguïté de la langue naturelle et la spécificité du langage mathématique. De plus, les vocables du langage mathématique empruntés à la langue naturelle (comme longueur et direction) sont souvent réutilisés avec une « nouvelle » signification propre et spécifique que l'élève est tenu de connaître et qui ne peut pas nécessairement être déduite du contexte.

L'étymologie comme générateur de liens entre les mots

L'étymologie est la science qui tâche de rechercher l'origine des mots et de reconstruire l'ascendance de ces mots. L'étymologie est ainsi une science qui traverse le temps à rebours et crée des liens à travers différentes époques, différents mots et, possiblement, différentes langues. Les liens tracés sont des liens de filiation directe : le vocable A dérive du vocable B, qui dérive du vocable C, etc.

Lorsque l'enseignant utilise l'étymologie en classe de mathématique, il peut s'intéresser à l'origine d'un mot pour en chercher les racines qui le composent, pour en comprendre la signification d'origine ou pour le relier à d'autres mots. Dans tous ces cas, les liens entre mots et concepts créent des passages et restaurent la continuité entre les savoirs, ainsi que la continuité entre le passé et le présent (Ministère de l'Éducation du Québec [MEQ], 2001).

Les racines des mots composés

La recherche des racines composant un mot peut en donner la définition presque exacte. Crosson et McKeown (2016) puis Whissel-Turner (2018) montrent que connaître et reconnaître les racines composant un mot augmente remarquablement la compréhension d'une phrase contenant un mot non connu. Ainsi, la signification des mots *triangle*, *isométrique* et *dodécaèdre* est intrinsèquement contenue dans le mot lui-même : le triangle possède trois angles, deux figures iso-métriques ont les mêmes mesures, un dodéca-èdre a douze faces. Toutefois, cette technique est beaucoup moins efficace pour d'autres mots. Par exemple, en travaillant sur le mot *logarithme*, on découvre qu'il veut dire « rapport entre nombres », ce qui n'est pas utile pour en saisir la signification profonde.

La signification d'origine des mots simples

Certains mots simples peuvent, eux aussi, contenir ne serait-ce qu'une partie de leur signification. Thompson et Rubenstein (2000) prennent comme exemple les mots *produit* et *facteur* (en anglais *product* et *factor*). Si l'on revient à la signification d'origine du mot *produit*, il est plus facile de comprendre que c'est ce que l'on a produit, c'est-à-dire le résultat. De même, un facteur, selon la signification d'origine du mot, est un élément qui construit, un ingrédient. Donc, dans l'opération 5 x 4 = 20, le produit est évidemment 20 et les facteurs sont 5 et 4. Il n'est pas à négliger que l'exemple des auteures devient plus complexe lorsqu'il est traduit en français. En effet, le facteur est aussi l'employé des postes qui distribue le courrier, ce qui cause un frottement majeur entre la signification du vocable dans la langue naturelle et sa signification en langage mathématique.

Les mots frères

Parfois, c'est en le rapprochant à des mots semblables que l'on peut assimiler davantage la signification d'un mot. Thompson et Rubenstein (2000) prennent comme exemple le mot *asymptote* et le mettent à côté du mot *symptôme*. Un symptôme est une condition qui apparaît avec une maladie. Dans le mot asymptote, le préfix a- nie cette idée d'apparaître ensemble. Ainsi, l'asymptote d'une courbe est une droite qui n'apparaît jamais ensemble avec la courbe, c'est-à-dire qui ne la touche jamais.

L'apprentissage significatif, le sens et la pertinence

En général, pour qu'une nouvelle information soit stockée dans la mémoire à long terme, il est utile que l'apprenant en perçoive le sens, c'est-à-dire la cohérence et la logique interne à l'information, et la pertinence, c'est-à-dire sa cohérence et sa logique à l'intérieur d'un réseau de concepts déjà acquis et stockés (Ausubel et Robinson, 1969; Sousa, 2016). Toutefois, parmi ces deux attributs, la pertinence est la plus importante afin de retenir une nouvelle idée (Sousa, 2016). En effet, une information considérée comme sensée, mais peu pertinente est moins susceptible d'être retenue qu'une information considérée comme peu sensée, mais pertinente.

Par sa nature, la mathématique est une discipline intrinsèquement cohérente : toutes les étapes d'une démarche ou d'une démonstration qui se veulent correctes s'enchaînent avec logique. Maîtriser la logique interne est donc un élément constitutif de l'apprentissage et de l'activité en mathématique. Cependant, cette logique peut parfois être difficile à saisir. C'est ainsi que les efforts des enseignants et des élèves sont souvent orientés vers la compréhension du sens des notions, c'est-à-dire leur logique intrinsèque, comme si le sens en lui-même pouvait garantir l'apprentissage. En faisant ainsi, on ne satisfait pas l'une des trois conditions qu'Ausubel et Robinson (1969) présentent comme indispensables pour un apprentissage significatif[1]. En effet, selon les auteurs, il faut que :

1) la nouvelle idée soit substantielle, soit dotée d'une cohérence interne;
2) l'apprenant possède des idées pertinentes auxquelles relier la nouvelle idée;
3) l'apprenant tente de relier la nouvelle idée à ses connaissances.

[1] Il est important de ne pas confondre la notion d'apprentissage significatif selon Ausubel et Robinson et celle de situation d'apprentissage signifiante selon le PFEQ (MEES, 2016). Dans le premier cas, l'adjectif *significatif* se réfère à un stockage d'une information dans la mémoire de façon à la relier à d'autres informations précédentes. Dans le deuxième cas, l'adjectif *signifiant* se réfère à la situation d'apprentissage qui « touche l'élève dans ses préoccupations, pique sa curiosité et l'invite à la réflexion » (p. 2).

En essayant de comprendre la logique interne d'une nouvelle notion mathématique, l'élève travaille sur la première condition. En même temps, on souhaite que la progression des notions apprises pendant le cours de mathématique lui permette d'avoir des idées auxquelles relier la nouvelle notion; bref, il est souhaité que la deuxième condition soit satisfaite. On remarque toutefois que la simple compréhension de la logique interne à la notion mathématique ne permet pas en soi de satisfaire la troisième condition.

Les réseaux de mots créés par l'utilisation de l'étymologie veulent ainsi faciliter auprès de l'élève ce travail de raccord entre la nouvelle idée et ses connaissances. En particulier, il est commun que l'étymologie permette de relier la nouvelle idée mathématique à une idée non mathématique, comme dans l'exemple déjà cité d'asymptote et symptôme (Thompson et Rubenstein, 2000). Toujours selon les idées d'Ausubel (1963), le réseau de mots fonctionne ainsi comme organisateur comparatif, car il permet à l'apprenant de faire ressortir des similitudes entre différents concepts.

Les coniques

Dans le cadre de mon expérimentation, j'ai effectué et analysé trois interventions en secondaire 5 SN sur les coniques. Pour bien contextualiser la démarche sur l'origine et le sens des mots, il est de mise de rappeler ici quelques notions mathématiques, surtout qu'il existe différentes définitions pour ces courbes.

Coniques comme sections de cône

On nomme *conique* une courbe que l'on peut obtenir en effectuant l'intersection entre un cône illimité et un plan. Ces courbes peuvent être classées en quatre grandes catégories : les cercles, les ellipses, les hyperboles et les paraboles, auxquelles s'ajoutent les dégénérées, soit le point, la droite et la double droite.

Coniques comme équations à deux variables du second degré

Lorsqu'elles sont placées sur un plan cartésien, les coniques peuvent être décrites par des équations du second degré à deux variables. Il est ainsi relativement simple du point de vue algébrique de manipuler les coniques.

Coniques comme lieux géométriques (1)

Chaque conique peut aussi être décrite comme lieu géométrique de points du plan cartésien. C’est ainsi d’ailleurs qu’elles sont insérées dans la Progression des apprentissages (MEES, 2016). Plus précisément, voici les quatre définitions.

- Le cercle est l’ensemble des points du plan qui sont à égale distance d’un point fixé, dit centre.
- L’ellipse est l’ensemble des points du plan dont la somme des distances à deux points fixes, dits foyers, est constante.
- L’hyperbole est l’ensemble des points du plan dont la différence des distances à deux points fixes, dits foyers, est constante.
- La parabole est l’ensemble des points du plan qui sont à égale distance d’un point fixé, dit centre, et une droite fixée, dite directrice.

Coniques comme lieux géométriques (2)

En partant de la définition de la parabole, on peut aussi dire que le rapport entre les distances du point au foyer et du point à la directrice est constant et égal à 1.

Lorsque ce rapport est constant et égal à un nombre strictement plus petit que 1, on obtient une ellipse, tandis que lorsqu’il est constant et égal à un nombre strictement plus grand que 1, on obtient une hyperbole. Il n’est pas possible, toutefois, de définir le cercle en regardant ce rapport. C’est possiblement pour cette raison que cette autre définition des coniques n’est pas présente dans la Progression des apprentissages (MEES, 2016).

En mettant ensemble les concepts vus dans ce chapitre, on déduit que l'on peut favoriser auprès des élèves un apprentissage significatif – et donc efficace – en intégrant l'étymologie dans les pratiques d'enseignement de mathématique. En effet, l'étymologie a la capacité de créer des liens entre différents mots et différentes notions appartenant à différents codes linguistiques; elle peut ainsi favoriser l'apprentissage significatif.

Ceci soulève toutefois des questions. Notamment, comment guider les pratiques d'enseignement afin d'exploiter pleinement le potentiel didactique de l'étymologie, et par où commencer si l'on souhaite former un enseignant de mathématique qui voudrait intégrer l'étymologie dans ses pratiques d'enseignement?

Objectifs

Dans ce contexte, les objectifs de cet essai sont :

1) Observer mes préparations de cours et mon agir en classe afin d'améliorer mes propres interventions utilisant l'étymologie.
2) Formuler des idées maîtresses qui guident un enseignant d'école secondaire souhaitant intégrer l'étymologie en classe de mathématique, ainsi que des recommandations pour sa formation. En particulier, orienter l'enseignant vers une utilisation plus consciente des différents codes linguistiques et des représentations graphiques au tableau.

Pour atteindre ces deux objectifs, j'ai utilisé une recherche développement basée sur la pratique réflexive. Ces deux notions, ainsi que leur implémentation dans mon contexte, sont présentées dans le chapitre suivant.

CHAPITRE III

MÉTHODOLOGIE

Pendant mes années d'enseignement, j'ai souvent intégré des éléments d'étymologie dans mes cours. Toutefois, ces interventions ont presque toujours été improvisées, étant guidées seulement par l'intuition que « ça faisait du bien » au cours, et, par conséquent, aux élèves. En particulier, je devinais que ces interventions pouvaient intéresser ne serait-ce que certains élèves et constituer « une source d'enrichissement [permettant] de mieux saisir la portée de cette discipline [la mathématique] » (MELS, 2007, p. 2). En même temps, j'espérais qu'elles puissent favoriser l'apprentissage des notions mathématiques. Or, j'étais incapable d'aller plus loin dans cette intuition didactique, c'est-à-dire de définir en quoi exactement et comment les interventions d'étymologie « faisaient du bien ». Il est évident que dans ce flou de définition et de méthode, il m'était impossible de dessiner mes interventions de façon réfléchie ou de les améliorer.

La pratique réflexive : réfléchir sur l'action, pour l'action et dans l'action

Dans le cadre de ces années de maîtrise professionnalisante, j'ai appris à exercer une pratique réflexive, c'est-à-dire à poser le regard sur ma propre pratique enseignante afin de l'améliorer. La compétence professionnelle 11[2] visée par le MEQ (2001) parle « d'apprendre méthodiquement de l'expérience et de transformer sa pratique d'année en année » (p. 127) par le biais de l'analyse réflexive. Selon Guillemette (2016), pour qu'un professionnel soit efficace, il doit réfléchir sur l'action, pour l'action et dans l'action.

---

[2] Bien que le référentiel des compétences professionnelles est appelé à changer dans les prochaines années, l'idée de pratique réflexive devrait tout de même y être présente.

J’ai ainsi utilisé le simple outil du calepin numérique (un document de texte dans mon ordinateur) et de photos prises en classe pour prendre conscience et rendre explicite ce qui m’a amené à faire mes interventions en classe (Guillemette, 2016), c’est-à-dire pour réfléchir sur l’action. Je suis ensuite parti de ces réflexions pour dessiner mes interventions futures, réfléchissant ainsi pour l’action. Finalement, j’ai tenté, lors de mes interventions, de respecter les idées qui ont émergé lors de la réflexion pour l’action.

La recherche développement : rechercher lorsque l’on développe

La recherche développement comporte une double finalité : d’une part, elle cherche à développer ou améliorer un produit ou une stratégie, mais d’autre part, elle fournit aussi une analyse de l’expérience dans le but de mettre en évidence des principes qui ressortent de l’expérience de développement (Loiselle et Harvey, 2007). J’ai choisi cette approche, car ce qui manquait à ma démarche est exactement la composante de recherche reliée au développement d’interventions de nature étymologique en classe de mathématique. En particulier, le but de mon intervention et de cet essai est la formulation d’idées maîtresses pouvant valoir comme principes lors du développement et la mise en œuvre de futures interventions, pour éviter ainsi que mes pratiques d’enseignement continuent d’être « pressées et sans grande planification », et donc « destinées à un usage local et temporaire » (Van der Maren, 2003, p. 105). Ainsi, le produit final de cette recherche développement est l’ensemble des idées maîtresses et des recommandations pour la formation des enseignants[3].

[3] Il vaut la peine de préciser que les exemples de formation des enseignants visant l’intégration de l’étymologie dans les pratiques d’enseignement sont très rares et ponctuels. Dans ce cadre, il paraît alors hors de la portée de cet essai de viser un public spécifique à l’intérieur de la population d’enseignants et de futurs enseignants. C’est pour cette raison que tout au long de cet essai, la notion de formation des enseignants se limite à définir toute action pouvant outiller davantage un enseignant ou un futur enseignant dans sa pratique enseignante. Ceci implique, sans s’y limiter, les formations initiale, continue et personnelle.

Harvey et Loiselle (2009) font une revue des différents modèles de recherche développement et en proposent une synthèse s'articulant sur cinq macro-étapes, que j'ai tenté de respecter lors de mon intervention au cours de mon second stage en enseignement.

Phase 1 : Origine de la recherche

Harvey et Loiselle (2009) considèrent que l'origine de la recherche peut ne pas être un problème à résoudre, mais plutôt une idée, un intérêt. Dans mon cas, il s'agit d'une combinaison des deux composantes : d'une part, le problème de l'acquisition, la compréhension profonde et la maîtrise du vocabulaire mathématique; d'autre part, mon intérêt personnel pour les mots et ma formation personnelle qui me poussent naturellement vers l'étymologie.

Phase 2 : Référentiel

Lors du cours de méthode de recherche en éducation (automne 2017), j'ai effectué avant tout une recherche bibliographique approfondie sur l'utilisation de l'étymologie dans les cours de mathématique. Avec un certain étonnement, j'ai dû constater que les ressources ne sont pas nombreuses. En particulier, bien qu'il ne manque pas d'ouvrages de références étymologiques pour les termes mathématiques, comme les dictionnaires de Hauchecorne (2003), Lo Bello (2013) ou Schwartzman (1994), il existe très peu d'articles scientifiques et professionnels sur « comment » utiliser l'étymologie en classe.

Phase 3 : Méthodologie

C'est à cette étape que j'ai défini mon modèle d'action, qui devait s'adapter au fait que ce que je cherchais à développer n'était pas tant un produit, c'est-à-dire du matériel didactique à expérimenter et utiliser avec mes élèves, mais des idées maîtresses et des recommandations pour la formation. Ainsi, la collecte de données se réfère davantage à l'observation de mon propre travail qu'au travail des élèves. C'est pour cette raison que j'ai privilégié une démarche de pratique réflexive, selon les étapes suivantes.

Étape 1

Auto-observation pendant une intervention spontanée, et traces de ce qui a été dit et ce qui a été écrit au tableau. En particulier, j'ai pris des notes dans un calepin numérique, c'est-à-dire un fichier de texte dans mon ordinateur et des photos du tableau de ma classe.

Étape 2

Retour réflexif sur l'intervention en essayant d'analyser surtout la gestion des différents codes linguistiques, des différents registres de représentation sémiotique et l'organisation du tableau lors de l'intervention. Ici aussi, mes réflexions d'enseignant-chercheur ont été consignées dans un calepin numérique.

Étape 3

Dessin d'une autre intervention plus réfléchie en ce qui concerne la gestion des différents codes linguistiques, des différents registres de représentation sémiotique et l'organisation du tableau.

Étape 4

Réalisation de l'intervention et prise de traces de ce qui a été dit et ce qui a été écrit au tableau (calepin numérique et photos)

Étape 5

Retour réflexif sur l'intervention.

(Répétition des étapes 3, 4 et 5)

Étape 6

Élaboration de lignes directrices pour le dessin de futures interventions.

Les étapes 3, 4 et 5 peuvent être répétées afin de continuer, enrichir et améliorer le travail d'élaboration de stratégies.

Phase 4 : Opérationnalisation

Contexte

L'expérimentation a été menée à l'école secondaire Villa Sainte-Marcelline de Montréal, une école privée pour filles auprès de laquelle j'enseigne la mathématique depuis 2010. En particulier, mes interventions ont été faites avec mes deux groupes de mathématique de 5^{e} secondaire, séquence Sciences naturelles (SN), pendant la troisième étape au cours des mois d'avril et mai 2019. Il est à noter que les conditions sont particulières, et ce, pour plusieurs raisons.

- Ce sont des groupes non mixtes;
- Ce sont des groupes peu nombreux, composés de seulement 14 et 16 filles;
- J'ai donné aussi le cours de 4^{e} secondaire à ces élèves, il y a donc déjà une relation bien établie;
- L'expérimentation se déroule à la troisième étape de la 5^{e} secondaire, avec les admissions aux programmes postsecondaires déjà confirmées, ce qui fait que la motivation générale est en baisse.

Interventions

Les interventions analysées ont été au nombre de trois. La première, plus spontanée, s'est développée le 24 avril 2019 lors de l'introduction au chapitre sur les coniques avec le premier groupe. En particulier, l'intervention était sur la raison pour laquelle ces courbes (cercle, ellipse, parabole et hyperbole) sont étudiées ensemble et pourquoi elles portent un nom (les coniques) qui ne se relie pas du tout avec les caractéristiques et les propriétés de ces courbes que l’on étudie.

La deuxième intervention, plus réfléchie, a eu lieu le même jour et repose exactement sur le même sujet, mais elle est refaite avec l’autre groupe après avoir analysé la première intervention.

La troisième intervention a été faite le 17 mai 2019 et revient, à la fin du chapitre sur les coniques, sur le nom de trois des quatre coniques, soit ellipse, parabole et hyperbole. Les résultats de cette phase sont exposés dans le chapitre 4 de cet essai.

Phase 5 : Résultats

À la suite des deux premières interventions identiques, j’ai produit les premières lignes directrices pour me guider dans un dessin plus averti et réfléchi de genre d’intervention. Ces lignes directrices sont présentées dans le chapitre 4 de cet essai. À la fin de l’expérimentation, j’ai synthétisé toute la réflexion en deux idées maîtresses qui peuvent m’orienter dans toute intervention faisant recours à l’étymologie. Ces idées maîtresses sont présentées dans le chapitre 5 de cet essai. De plus, j’ai formulé quatre recommandations pour la formation des enseignants. Ces recommandations sont aussi présentées dans le chapitre 4 de cet essai.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS ET ANALYSE DES INTERVENTIONS

Dans ce chapitre, je décris la réalisation de mes trois interventions et les réflexions qui les ont précédées ou suivies. Après les deux premières interventions, je présente les quatre lignes directrices que j'ai formulées pour me guider dans l'utilisation future de l'étymologie dans le cas spécifique d'une amorce au début d'un nouveau sujet. Pour chaque intervention, je présente la réalisation, la réflexion sur l'expérience, les différentes actions posées, les améliorations apportées (dans des encadrés) et une réflexion globale.

Première intervention

Réalisation

La première intervention s'est déroulée le 24 avril 2019. Comme il m'arrive souvent de faire, j'ai voulu commencer le nouveau chapitre (à savoir, les coniques) en faisant réfléchir les élèves sur le mot désignant le nouveau sujet.

J'écris les mots *Les coniques* au tableau au crayon noir et je trace juste en dessous un cône, toujours à l'encre noire. J'ajoute, en vert, le mot *sections* entre l'article « Les » et le mot *coniques*, qui passe ainsi pour un adjectif plutôt qu'un nom.

C'est autour du mot *sections* que je sollicite les élèves. En particulier, je leur demande de trouver des mots qui, à leur avis, sont reliés au mot *section*. J'écris les mots suggérés au tableau au crayon bleu, les reliant avec une flèche au mot *sections*. En cherchant quel concept relie ce qui est écrit au tableau, nous arrivons à l'idée de couper. C'est là que j'écris au tableau la racine commune de tous les mots, soit le verbe latin *secare*, qui veut dire couper (Figure 1).

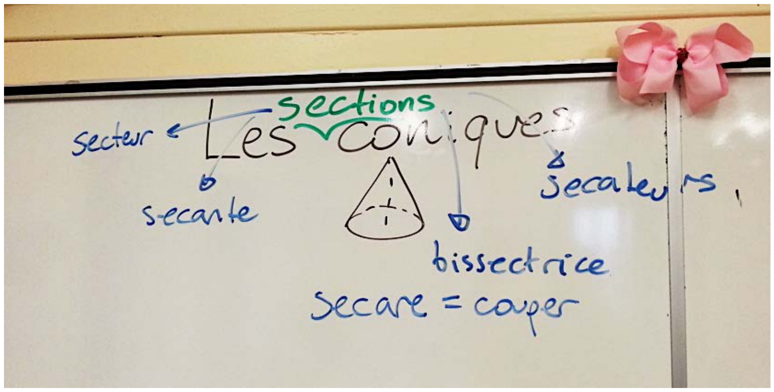

Figure 1. Le tableau de la première intervention.

Donc, les sections coniques sont des coupes que l'on effectue sur un cône, je conclus. À ce point, j'efface le tableau et je dessine un cône que je coupe ensuite afin de visualiser les différentes sections.

Réflexions sur l'expérience

Action : L'ajout du mot *sections*

Pendant que j'effectuais cette intervention, j'avais tout à fait clair en tête que je voulais que le mot *coniques*, qui constitue le titre du chapitre, passe en arrière-plan, laissant la place au mot *sections*. C'est pour cette raison que j'ai choisi d'ajouter le mot *sections* et de le marquer d'une autre couleur.

Amélioration

Ce n'est qu'en regardant la photo de mon tableau que j'ai remarqué l'emplacement que j'ai choisi pour le mot ajouté. En le regardant *a posteriori*, je constate que la fois suivante il serait souhaitable de le placer en dessous, et non pas au-dessus, pour que le schéma stellaire de mots ait réellement le mot *sections* au centre.

Action : Choix de couleur

Depuis que j'ai eu à enseigner à des élèves souffrant de dyslexie, je privilégie l'utilisation des couleurs pour renforcer les liens entre les notions au tableau. J'ai choisi d'utiliser la couleur verte pour faire ressortir le mot *sections*, mais je n'ai pas de raison claire pour justifier le choix du bleu pour les autres mots.

Amélioration

La fois suivante, je vais confirmer le changement de crayon pour le mot ajouté, mais je ne vais pas ajouter une troisième information liée à la couleur. Donc, je vais maintenir la couleur choisie pour écrire le mot *sections* pour écrire les autres mots.

Action : l'ajout de mots (I)

Les mots proposés par les élèves et validés par moi-même sont au nombre de quatre, dont seulement deux partagent la séquence caractéristique de lettres « ct » présente dans le mot *section*, soit *secteur* et *bissectrice*. Ceci est possiblement dû aussi à la gestion de l'espace graphique, qui ne favorise pas l'ajout de mots.

Amélioration

Si possible, ajouter davantage de mots et chercher des mots qui contiennent le groupe de lettre « ct ».

Action : l'ajout de mots (II)

Deux des quatre mots viennent directement du langage mathématique, soit *bissectrice* et *sécante*. Le mot *secteur* appartient également au vocabulaire mathématique, bien qu’il soit aussi un vocable courant. Autrement dit, il appartient à l’intersection dangereuse décrite par Rubenstein et Thompson (2002) des mots qui ont une signification différente selon qu’ils sont utilisés comme termes mathématiques ou comme termes du langage courant. Seul le mot *sécateur* possède une signification claire en langue naturelle et évoque efficacement l’idée de couper.

Amélioration
Privilégier les mots de la langue naturelle sans renoncer aux mots mathématiques, qui profitent eux aussi de cet enrichissement.

Action : Effacer le tableau

Dans un réflexe très peu conscient, j’ai effacé le tableau après cette introduction.

Amélioration
Si l’introduction étymologique a comme but de donner un sens à l’objet d’étude (dans notre cas, de souligner que les coniques sont les courbes que l’on obtient en coupant un cône avec un plan), il me paraît pertinent de maintenir cette information au tableau lorsque l’on procède au dessin des sections du cône.

Action : Choix du moment du module

J’ai choisi sciemment d’entamer le nouveau sujet avec l’étymologie afin d’utiliser les mots comme amorce, mais aussi pour créer auprès des élèves dès le début une idée du sujet que nous allions traiter.

Amélioration
J’avais choisi de commencer avec cette amorce, qui me paraît bonne. Est-ce que je vais réinvestir cette amorce tout au long du module? Idéalement, ce serait souhaitable de réactiver ce lien entre les mots et les notions mathématiques pendant les cours suivants.

Toutefois, je ne le ferai probablement pas. En effet, la Progression des apprentissages (MEES, 2016) présente les coniques principalement comme lieux géométriques de points du plan, plutôt que comme sections de cône. Ainsi, pendant le déroulement du chapitre, je n'aurai probablement pas de contextes pendant lesquels la définition comme section de cône pourra aider l'apprentissage des notions préconisées par le programme. Toutefois, même si cette amorce ne va pas droit aux objectifs d'apprentissage de l'unité, il me semble tout de même pertinent, voire nécessaire de l'utiliser, ne serait-ce que pour mettre en contexte le nouvel objet et enrichir culturellement le cours, comme souhaité par le MEQ (2001).

Réflexion globale

Dans l'ensemble, je constate que certaines de mes actions sont basées sur une intuition pédagogique et sur l'expérience, mais qu'elles profitent d'une réflexion plus pointue. Je remarque aussi que cette réflexion est très peu dispendieuse du point de vue du temps et d'énergie, et qu'elle est donc bien avantageuse.

Deuxième intervention

Réalisation

La deuxième intervention s'est déroulée l'après-midi du 24 avril 2019 avec mon deuxième groupe de 5 SN. J'ai voulu profiter de l'opportunité de traduire tout de suite en actions les réflexions que j'ai eues à l'heure du dîner sur l'intervention du matin même. En effet, je dois donner exactement le même cours, et je compte exploiter la même amorce étymologique.

Encore une fois, j'écris le titre « Les coniques » et je trace le cône en dessous. J'ajoute le mot *sections*, cette fois-ci en dessous, et encore une fois avec le crayon vert. Les mots dérivés ne sont plus écrits en bleu, mais plutôt encore en vert, en essayant de tous les relier graphiquement au mot-clé *section*.

À partir du schéma stellaire au tableau, je demande aux élèves de trouver quel est le concept qui relie ces mots, et nous aboutissons à l’idée de couper. J’écris alors au tableau la racine latine, encore en vert (Figure 2).

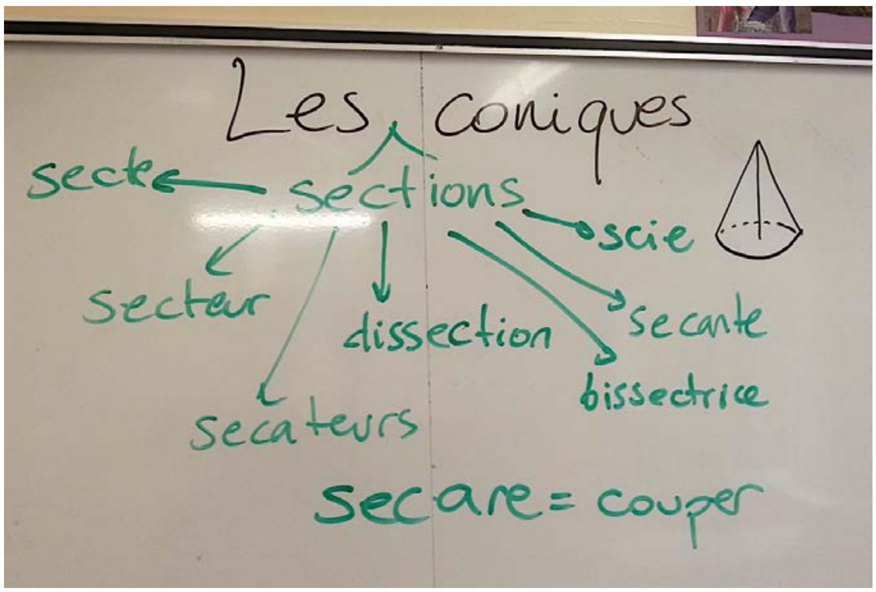

Figure 2. Le tableau de la deuxième intervention (détail du schéma stellaire).

Après avoir explicité que les coniques sont donc des sections de cône, je n’efface pas le nuage de mots et je trace à gauche le grand cône que je vais sectionner en dessins pour montrer les quatre courbes (Figure 3).

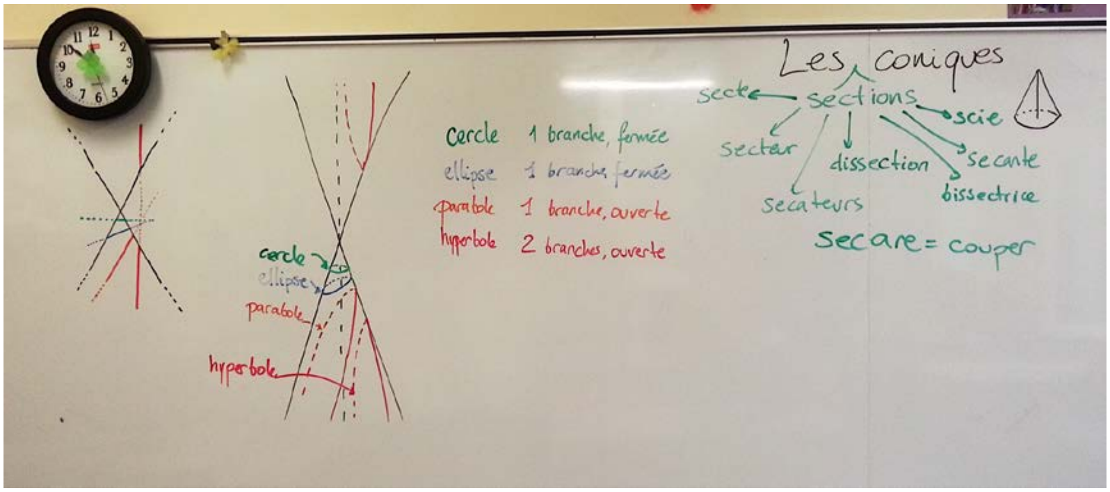

Figure 3. Le tableau de la deuxième intervention (vue globale).

Réflexions sur l'expérience

Action : le changement de l'emplacement du mot *sections*

Sans aucun doute, je constate une nette amélioration. Le mot-clé est maintenant au centre du schéma stellaire et cela m'a permis de placer avec les élèves davantage de mots reliés sans créer un chaos graphique.

Action : choix des couleurs

Cette fois, les mots sont écrits de la même couleur que *sections* pour faire ressortir qu'ils appartiennent au même réseau de mots. Or, je constate que le mot-clé ne ressort pas suffisamment, maintenant, et il me paraît important qu'il se démarque par rapport aux autres.

Amélioration Je peux jouer avec des outils graphiques autres que la couleur. Le mot-clé pourrait être souligné ou encerclé, écrit d'une taille différente ou avec une police différente. Si possible, il devrait rester cohérent avec le titre initial, soit « Les coniques ».

Action : ajout de mots (I)

On est passé de quatre à sept mots, ce qui est très bien. Cela me semble un bon nombre pour à la fois faire ressortir une idée commune et réfléchir sur les mots moins évidents.

Action : ajout de mots (II)

Les mots non mathématiques sont maintenant au nombre de quatre (*secte*, *dissection*, *sécateur* et *scie*), on retrouve deux mots mathématiques (*sécante* et *bissectrice*) et il y a un mot de l'intersection entre les deux codes (*secteur*). De plus, trois des quatre mots non mathématiques évoquent clairement l'idée de couper (*dissection*, *sécateurs* et *scie*).

Action : ajout de mots (III)

Le mot *secte* a été proposé par une élève et je l'ai ajouté, devinant une étymologie commune du verbe *secare* avec l'idée de coupure, scission. Bien qu'il soit phonétiquement semblable à *section* et *secteur*, je n'avais jamais ajouté ce mot au réseau centré sur le mot *section*. Or, une vérification successive a démenti mon idée. Un article de Boulhol (2002) illustre très clairement que l'on attribue erronément l'origine du mot *secte* au verbe *secare* depuis le IV^{e} siècle pour souligner le détournement d'une orthodoxie. Son origine est pourtant à chercher dans le verbe latin *sequi*, qui veut dire « suivre ». J'ai donc dit une bêtise en classe. Grave? Pas vraiment, je pense. L'objectif clair étant d'évoquer par le biais de mots variés l'idée de coupure, je considère que la fausse étymologie si répandue du mot *secte* a rendu service à la cause.

Amélioration

Je vois deux pistes possibles : soit de ne pas faire sortir du tout le mot *secte* et, s'il est proposé par un élève, ne pas l'intégrer dans le schéma, soit de le nommer moi-même et de raconter la petite histoire de mon erreur. L'objectif de cette petite parenthèse serait principalement de montrer ma démarche face à un doute, c'est-à-dire d'aller vérifier des références, et le fait que l'erreur n'est pas à craindre, seulement à corriger.

Action : ajout de l’origine commune *secare*

Comme la première fois, j’ai écrit l’origine commune en dessous du nuage de mots. Je n’ai pas du tout réfléchi à cet aspect lors de la première intervention, et maintenant je vois que mon objectif global de souligner que les coniques sont des coupes de cônes est un peu perdu entre un cône dessiné en noir à droite et un mot latin en vert confondu parmi huit autres mots verts.

Amélioration
Peut-être entourer tout le schéma et écrire l’origine commune à côté, en maintenant la même couleur de crayon.

Action : conclusion

Une fois que j’ai écrit l’origine commune aux mots du schéma, je n’ai rien effacé et je suis passé au tableau de gauche pour les dessins géométriques. Lors de la réflexion à chaud après l’intervention, je n’ai pas constaté ce qui me paraît aujourd’hui un point assez faible. En revoyant l’image, je pense à l’élève qui a simplement transcrit tout ce qui est au tableau, comme plusieurs élèves (malheureusement!) font. En ne s’appuyant que sur l’image, on dirait que toute l’intervention manque de conclusion claire.

Amélioration
Comme le but de toute l’intervention est de conclure en disant que nous allons faire des coupes de cônes, il faudrait souligner davantage cet aspect. Il suffirait d’écrire avec le crayon noir du titre et en dessous de tout : « Les coniques = des coupes de cônes ». Cette trace écrite permettrait à l’élève qui reprend ses notes quelques mois plus tard de comprendre où est-ce que le discours aboutissait.

Réflexion générale sur l'étymologie comme amorce et lignes directrices

Dans ces deux interventions, j'ai utilisé l'étymologie comme amorce pour un nouveau sujet. C'est un format que j'utilise depuis plusieurs années, qui me paraît très versatile et demande peu de temps et d'effort. Néanmoins, j'ai été étonné à quel point la prise de photos et de notes a pu me faire réfléchir sur ce genre d'intervention et combien d'améliorations j'ai su apporter à une simple intervention. Qui plus est, les réflexions que j'ai faites sont générales et permettent de dresser des lignes directrices lors d'une intervention de cette nature.

En particulier, voici quatre lignes directrices que je déduis de ces deux premières interventions :

1) Soigner la cohérence graphique et la lisibilité du schéma stellaire.
En particulier, le mot-clé doit se démarquer des autres et se trouver si possible au centre du schéma. Comme le schéma sert à créer des liens entre les mots, il est important que ces liens soient clairs et déchiffrables.

2) Lors de la création du schéma, s'assurer de la présence de mots non mathématiques dont la signification est claire.
Comme l'intervention sert à clarifier la signification d'un mot mathématique en s'appuyant sur la langue naturelle, il faut éviter que l'ambiguïté des mots ou leur appartenance à deux codes linguistiques désoriente les élèves. Encore une fois, un exemple parlant est le mot *direction* et sa double signification, selon s'il se réfère à une flèche ou à un vecteur dessiné sous forme de flèche[4].

[4] On peut remarquer ici que même la flèche dessinée au tableau appartient à deux codes graphiques différents. En effet, elle est à la fois pictogramme et symbole mathématique.

3) Profiter de la création du schéma pour intégrer dans le réseau de mots des termes mathématiques de façon à les relier à la nouvelle notion et à en réviser la signification.

Contrairement aux mots de la langue naturelle, les mots mathématiques ont la caractéristique d'avoir une signification précise. Ce genre d'intervention peut à la fois servir pour exploiter cette signification précise et la réviser. Dans les deux cas, l'intervention relie entre elles des notions de façon signifiante.

4) S'assurer que l'intervention étymologique ait une fin claire qui dévoile la signification du mot étudié, et que cette fin ait une place importante au tableau pour favoriser la révision plus tard.

Bien que la dimension d'enrichissement culturel ne soit pas négligeable, il est bien de toujours se rappeler que l'objectif de l'intervention est une meilleure maîtrise du vocabulaire et des notions mathématiques. Il est alors important de créer les conditions pour que l'intervention soit aussi utile à long terme et puisse être comprise, et ce, même par quelqu'un qui lit les notes.

Ces quatre lignes directrices constituent une première étape de généralisation et d'abstraction sur l'utilisation de l'étymologie en classe. Comme elles constituent la synthèse des réflexions sur un type spécifique d'intervention, soit l'amorce à un nouveau sujet par le biais de l'origine des mots impliqués, elles ne peuvent être appliquées directement qu'à ce genre précis d'intervention. Toutefois, la troisième intervention, décrite au prochain paragraphe, ne sera pas de la même nature. Ce changement de format demande de réinvestir et élaborer davantage les quatre lignes directrices afin d'arriver à des idées maîtresses qui, elles, peuvent être appliquées à toute intervention utilisant l'étymologie.

Dans la prochaine section, la préparation et la réalisation de la troisième intervention est accompagnée des réflexions et considérations générées par les deux premières interventions et les lignes directrices.

Troisième intervention

La troisième intervention a lieu le 17 mai 2019. Le chapitre sur les coniques est complété, ce qui termine le cours de mathématique de l'année entière et de tout le secondaire. Je choisis de boucler l'année avec une dernière intervention étymologique qui sert à dévoiler la polysémie des noms de trois des courbes étudiées, soit l'ellipse, la parabole et l'hyperbole. Cette polysémie relie mystérieusement trois termes mathématiques et trois figures de style. Étrangement, c'est seulement pendant le cours sur la parabole que la parabole comme récit allégorique dans la Bible a été nommée, à la blague, de surcroît. J'ai promis alors d'expliquer le lien entre les deux objets, la courbe et le récit, à la fin de l'année.

Réflexions avant l'expérience à partir des lignes directrices

Pour cette troisième intervention, j'ai essayé de tenir compte des réflexions stimulées par les deux premières interventions. Comme le format de cette troisième intervention est complètement différent, les lignes directrices énoncées au paragraphe précédent ne s'appliquent pas, mais elles constituent une bonne base pour généraliser certaines idées maîtresses.

1) Soigner la cohérence graphique et la lisibilité du schéma stellaire.

Cette première ligne directrice vise à exploiter l'organisation spatiale du tableau pour renforcer de façon visuelle les liens que l'on souhaite créer entre les mots. Dans l'intervention que je prévois faire, les liens seront plus complexes. En effet, ces derniers seront insérés entre des mots, des figures, des symboles et des définitions, et ce, à trois reprises : une fois pour la parabole, une fois pour l'ellipse et une fois pour l'hyperbole.

Il ne fait aucun doute que la meilleure façon de mettre en évidence ces multiples liens est de reproduire sur trois colonnes la même séquence de liens : le nom de la conique, la figure avec propriétés géométriques, la définition algébrique de la conique, une reverbalisation de la définition algébrique servant de transition vers la définition de la figure de style, et enfin, la définition de la figure de style. L'utilisation des crayons colorés peut permettre de souligner encore plus le fait que ce patron est répliqué trois fois, soit une fois par conique/figure de style. Chose certaine, la quantité et la variété d'information à représenter au tableau m'imposent d'avoir déjà en tête l'organisation globale de l'espace blanc dont je dispose.

2) Lors de la création du schéma, s'assurer de la présence de mots non mathématiques dont la signification est claire.

3) Profiter de la création du schéma pour intégrer dans le réseau de mots des termes mathématiques de façon à les relier à la nouvelle notion et à en réviser la signification.

Dans les deux premières interventions, des réflexions se sont imposées en raison de la coexistence de deux codes linguistiques différents, soit le langage mathématique et la langue naturelle. Ainsi, les spécificités propres à ces deux codes doivent être prises en considération, tout comme les zones de confusion entre les deux codes. Or, dans l'intervention que je prévois faire, je vise à créer un lien spécifique entre les significations différentes que le même mot assume selon le code à l'intérieur duquel il est situé. En particulier, l'intervention justifie le fait à l'apparence non justifiable que les mots utilisés pour indiquer trois coniques le sont aussi pour indiquer trois figures de style. Comme les deux significations assumées par le même mot sont profondément différentes, je ne considère pas qu'il y ait un risque de confusion entre les deux différents codes. Par contre, il faudra ici tenir compte de la présence de différents registres de représentation sémiotique (MELS, 2007, p. 124). En effet, en plus du registre verbal (que l'on utilise la langue naturelle ou le langage mathématique), j'utiliserai le registre figural pour la représentation des courbes et le registre symbolique pour la description algébrique des caractéristiques de la courbe[5]. Il n'est pas nécessaire de clarifier tous ces codes et ces registres avec les élèves, mais il me paraît important de ne pas sous-estimer les difficultés que cette complexe cohabitation peut générer. En particulier, le passage à emprunter avec le plus de soin est celui qui fait le saut entre la notation mathématique utilisée pour la définition algébrique de la conique et le langage naturel utilisé pour définir la figure de style. Comme le but de toute l'intervention est la création d'un lien entre la conique et la figure de style, ce passage est non seulement le plus délicat, mais aussi le plus important. C'est pour cela que j'ai pensé créer un passage intermédiaire, c'est-à-dire une reverbalisation de la définition algébrique de la conique qui fonctionne comme transition vers la définition de la figure de style.

4) S'assurer que l'intervention étymologique ait une fin claire qui dévoile la signification du mot étudié, et que cette fin ait une place importante au tableau pour favoriser la révision ultérieurement.

Les deux premières interventions m'ont convaincu que je dois avant tout clarifier à moi-même le type de structure d'idées que je veux mettre en évidence afin de bâtir au tableau une représentation graphique efficace et cohérente dans laquelle insérer la conclusion. Dans le cas de l'amorce, la structure est la suivante :

i) abandonner pendant un instant le mot-clé (dans l'exemple, le mot *sections*);

ii) trouver le plus de mots reliés étymologiquement;

iii) chercher l'élément commun à tous les mots trouvés;

iv) retourner au mot-clé pour en comprendre la signification.

Le mot-clé est donc le centre du discours, bien qu'il ne soit pas en jeu pendant les étapes centrales de l'intervention.

[5] Comme si cela ne suffisait pas, on ajoute même une couche de métalinguistique pour nommer les figures de style.

Dans cette nouvelle intervention, le raisonnement sous-jacent possède une structure différente. En effet, je relie trois concepts mathématiques à trois figures de style en suivant, dans les trois cas, un même raisonnement, et surtout, en effectuant trois fois les mêmes passages d'un registre de représentation sémiotique à l'autre et d'un code linguistique à l'autre. La structure de l'intervention est déjà en soi un organisateur comparatif, et ce que je fais en classe se doit d'expliciter et d'exploiter au maximum cette structure, tant dans la séquence des actions que dans la présentation graphique. Comme j'écris l'information sous forme d'un tableau, je sais que les élèves vont probablement la transcrire déjà organisée sous cette forme. De plus, contrairement à ce qui se passe avec les amorces, où les mots-clés « disparaissent » et doivent « réapparaître » à la fin, ici la conclusion est plus explicite. Néanmoins, il demeure pertinent de laisser une trace écrite de la synthèse entre la définition de la conique et la définition de la figure de style.

Réalisation

Je dessine la parabole sous son titre au centre du tableau, et je révise avec un dessin géométrique et de la notation mathématique la définition de la courbe, soit le lieu géométrique de tous les points du plan situés à égale distance d'une droite fixe appelée directrice et d'un point fixe appelé foyer. Habituellement, on consigne de cette façon : $d(F,P) = d(d,P)$, mais cette fois, en vue de la création de similarités avec les autres courbes, je préfère l'écriture $d(F,P) = k \cdot d(d,P)$ en précisant en dessous que $k = 1$. Je passe alors à la gauche du tableau, où je montre pour la première fois une définition d'ellipse que les élèves n'ont pas vue, mais qui est très semblable à celle de la parabole. Ici aussi, on a $d(F,P) = k \cdot d(d,P)$, mais cette fois avec $k < 1$. À droite du tableau, je procède de la même façon avec l'hyperbole, où on a $k > 1$. Le tableau est organisé de façon à ce qu'il fonctionne comme un organisateur comparatif. Les élèves peuvent voir les analogies entre les trois définitions et remarquer que la différence principale est dans la valeur du *k*, qui est plus petit que 1 dans l'ellipse, égale à 1 dans la parabole, ou plus grand que 1 dans l'hyperbole.

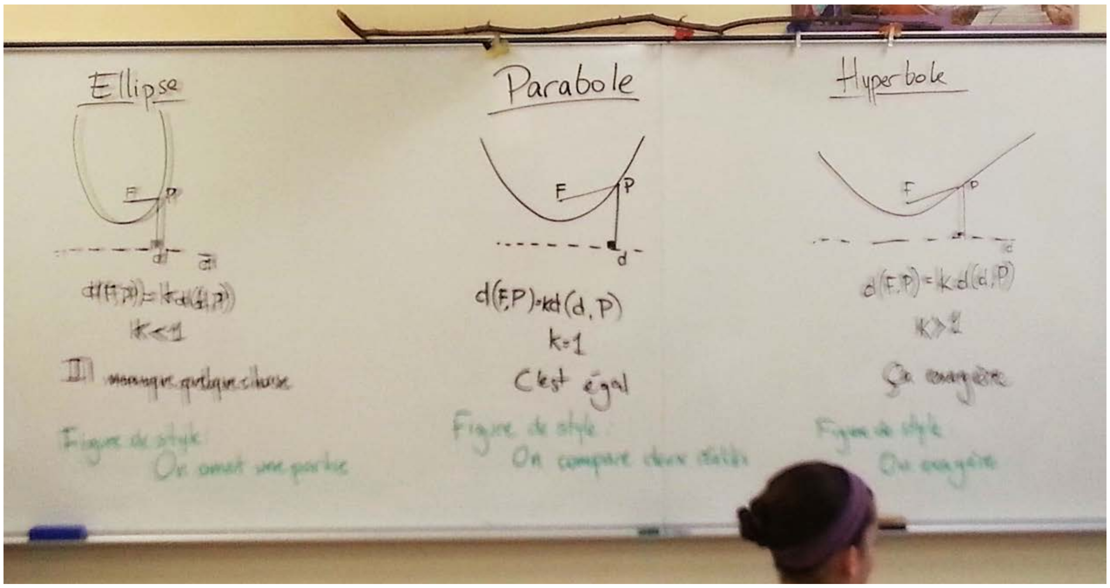

Figure 4. Le tableau de la troisième intervention.

J'ajoute alors une ligne en langue naturelle qui traduit ces trois situations et qui guide le passage crucial, soit le lien entre ces définitions et les figures de style. Je mets en évidence que dans les trois cas, on compare k à 1. Je commence avec $k = 1$ et j'écris juste en dessous « C'est égal ». Pour $k < 1$, je souligne qu'on a quelque chose de plus petit que 1, qu'on n'arrive pas à 1. J'écris alors « Il manque quelque chose ». En dessous de $k > 1$, j'écris « Ça exagère », en précisant qu'encore une fois, on se réfère à 1.

C'est ici que j'explicite le lien avec les figures de style en changeant de crayon. En révisant une à une les trois figures de style avec les élèves, j'écris en dessous de chaque conique une synthèse qui est cohérente avec la ligne précédente. Pour l'ellipse, j'écris « On omet une partie », qui enchaîne logiquement le « Il manque quelque chose » de la ligne précédente; pour la parabole, « On compare deux réalités », qui, ici aussi, fait bien la suite à la ligne précédente « C'est égal ». Pour l'hyperbole, je transcris presque identiquement la formule de la ligne précédente, et j'écris « On exagère » en dessous de « Ça exagère ».

Réflexion sur l'expérience

Dès la fin du cours, mon sentiment était très positif. En effet, l'intervention me paraissait nette et claire, les élèves avaient bien participé et trouvé intéressant le lien inattendu et pourtant très solide entre les notions de français et celles de mathématique. En revoyant à distance mes notes et la photo du tableau, ma perception est encore positive. Comme le type d'intervention est très différent par rapport aux deux premières, je ne peux oser dire que c'est la plus réussie, mais je constate que la réflexion sur les deux premières a été très bien capitalisée. En effet, la réflexion sur l'identification des différents codes et registres de représentation m'a permis d'éviter certaines ambiguïtés dont les risques sont connus et pourtant rarement considérés de façon explicite.

Néanmoins, ici aussi, il est possible d'identifier des améliorations. En particulier, bien que la quatrième ligne directrice souligne l'importance d'une conclusion explicite et écrite, la surprise et la satisfaction manifestées par les élèves au moment du dévoilement du lien entre les coniques et les figures de style m'ont probablement induit à considérer mon objectif atteint. Toutefois, il me suffit de revoir l'image du tableau pour remarquer qu'il y aurait place à une synthèse écrite. En particulier, j'ai l'impression que la ligne qui constitue la transition entre les deux définitions pourrait être elle-même la conclusion, c'est-à-dire la synthèse du point commun entre les deux définitions. Ainsi, je ferais intentionnellement un saut brusque de la définition algébrique de la conique à celle de la figure de style et je laisserais les élèves réfléchir sur le lien qu'il y a entre les deux. Ce lien, écrit en fin de la colonne, constituerait la conclusion.

Cette troisième intervention et la réflexion qui l'ont précédée et suivie m'ont permis de procéder à une dernière étape de généralisation et abstraction menant à deux grandes idées maîtresses, beaucoup plus générales et présentées dans la section suivante.

SYNTHÈSE CRITIQUE, DISCUSSION ET CONCLUSION

Lors de mon enseignement, j'ai souvent utilisé l'étymologie pour créer des liens entre les mots et les notions mathématiques, les mots de la langue naturelle et des concepts de la culture première des élèves. À la base, j'ai le luxe de pouvoir m'appuyer sur cinq années d'étude du latin, effectuées lors de mes études secondaires en Italie, et sur la maîtrise de trois langues (français, italien et anglais). En outre, mes études de deuxième cycle en mathématique avec concentration didactique me permettent de voir facilement des liens entre les notions mathématiques, même ceux qui paraissent moins évidents.

Le travail sur cet essai voulait évaluer si l'assemblage un peu naïf de mes connaissances mathématiques, linguistiques et didactiques était suffisant pour offrir aux élèves des interventions en classe qui faciliteraient l'apprentissage des notions mathématiques enseignées. Or, l'observation de ma préparation et de mes interventions en classe m'a permis de comprendre que malgré mes bases disciplinaires et didactiques, j'avais avantage à mener un approfondissement spécifique sur la façon d'utiliser de manière efficiente l'étymologie en classe.

Cet approfondissement m'a mené à la formulation de deux idées maîtresses pouvant guider une intervention intégrant l'étymologie en classe de mathématique et, comme retombée, à l'élaboration de recommandations pour la formation des enseignants.

Premier produit de la recherche développement : deux idées maîtresses pour une intervention intégrant l'étymologie en classe de mathématique

Bien que le nombre d'interventions effectuées soit relativement limité, les différences de contexte, de modalité et d'objectif des trois interventions me paraissent suffisantes pour en tirer deux idées maîtresses qui puissent me guider dans différents formats d'intervention impliquant l'étymologie en classe de mathématique.

1) Clarifier avant l'intervention le genre de lien entre les mots que l'on veut exploiter et quelle représentation graphique correspond le mieux à ce genre de lien

L'étymologie met en évidence des liens entre différents mots. Or, ceux-ci peuvent être exploités de manières très différentes. Il est ainsi important de savoir en quoi ces liens peuvent être mis au service du cours de mathématique.

Par exemple, l'enseignant peut vouloir déduire la signification d'un nouveau mot par le biais de mots appartenant à la même famille étymologique. Dans ce cas, il faut trouver une idée commune à tous les mots pour retourner au tout premier mot. Ainsi, il n'est intéressé à aucune hiérarchie particulière entre les mots, bien qu'une étude plus en détail pourrait les classer en soulignant un ordre d'apparition dans l'histoire et un lien de descendance. Du point de vue didactique, l'intervention ne doit souligner aucun lien particulier, mais plutôt travailler sur un ensemble à l'apparence hétéroclite de mots. Pour ce genre d'intervention, il m'a semblé opportun d'organiser les mots en un schéma stellaire.

Dans d'autres cas, l'enseignant choisit d'utiliser l'étymologie pour comprendre directement la signification d'un nouveau mot. C'est le cas des mots composés avec des racines faciles à détecter, comme *pentagone* et *équilatéral*. Ici, l'enseignant peut utiliser l'étymologie pour comprendre le sens du mot, et non pas pour simplement le deviner ou le déduire (Samson *et al.*, 2018). Les liens sont donc entre le mot et les racines qui le composent : *penta-* = cinq, *-gone* = angle. Dans ce cas, il décompose le mot en morceaux (*penta* et *gone*), il remplace chaque morceau avec son sens (*penta* devient *cinq*, *gone* devient *angle*), et il assemble les nouveaux morceaux pour trouver la signification du mot étudié (*cinq angles*). Cette démarche est quasiment une traduction du mot en termes plus accessibles à l'élève, donc le lien entre les morceaux de mots et les racines est très fort, au point où on remplace l'un avec l'autre. Au tableau, il peut donc tenter de visualiser ce lien très fort entre les mots avec des symboles tout aussi fort, comme l'égal, ou une double flèche et une organisation de l'espace qui met en évidence le parallélisme entre une expression (pentagone) et l'autre (cinq angles).

2) Reconnaître quel code linguistique est utilisé pour chaque expression afin de porter une attention particulière aux termes qui appartiennent à plusieurs codes et aux transitions d'un code à l'autre

La coexistence de deux codes linguistiques, soit la langue naturelle et le langage mathématique, est une source de difficulté. Pour l'enseignant, ceci ne pose habituellement aucun problème, mais pour l'élève, la gestion de cette alternance codique constitue un enjeu important. Or, les interventions d'étymologie ajoutent une couche supplémentaire de nature métalinguistique, qui peut brouiller encore plus les choses. Par exemple, on peut se retrouver à dire des phrases comme « *asymptote* veut dire "qui ne tombe pas avec" », ce qui n'est pas la définition du terme lorsqu'il est utilisé en langage mathématique. Comme on utilise l'étymologie en classe pour tisser des liens pertinents entre les différents codes linguistiques et favoriser ainsi l'apprentissage des notions mathématiques, il faut bien être conscient du type de code utilisé en tout moment. En particulier, certains mots peuvent poser problème, car leur signification varie selon le code utilisé (comme direction d'une flèche et direction d'un vecteur). De plus, certaines transitions d'un code à l'autre méritent d'être soulignées explicitement (avec des mots) ou implicitement (avec une représentation graphique appropriée).

Deuxième produit de la recherche développement : des recommandations pour la formation des enseignants

Mon intérêt personnel pour les mots et l'étymologie m'a poussé à exploiter la rédaction de cet essai pour effectuer de l'autoformation sur le sujet. À la lumière de mon expérimentation et des retombées positives de l'utilisation de l'étymologie en classe de mathématique (Bromley, 2007; Camenisch et Petit, 2006; Macintosh, 1994; Mulcrone, 1958; Perisho, 1965; Petit et Camenisch, 2007; Rubenstein, 2000; Rubenstein et Thompson, 2002; Thompson et Rubenstein, 2000), je propose des recommandations pour la formation des enseignants. Celles-ci visent avant tout à bâtir une familiarité avec des notions génériques liées au vocabulaire et à la représentation graphique des liens. Une fois ces notions connues et maîtrisées, l'enseignant peut approfondir spécifiquement l'utilisation de l'étymologie en formation.

1) Effectuer des exercices dont le but est de mettre en évidence les enjeux reliés à la présence des différents codes linguistiques et aux difficultés que cela peut générer.

Cela impliquerait notamment des exercices de pratique pour reconnaître à quels registres de représentation sémiotique appartiennent des items (mots, images, écritures) et quels codes linguistiques (langue naturelle, langage mathématique) sont utilisés. Ensuite, il faudrait approfondir et rechercher les ambiguïtés qui pourraient se cacher derrière chaque item (il peut être polysémique, appartenir à différents codes, avoir des significations différentes selon le contexte, etc.).

2) Pratiquer les arborescences de mots comme proposé par McIntosh (1994, p. 515)

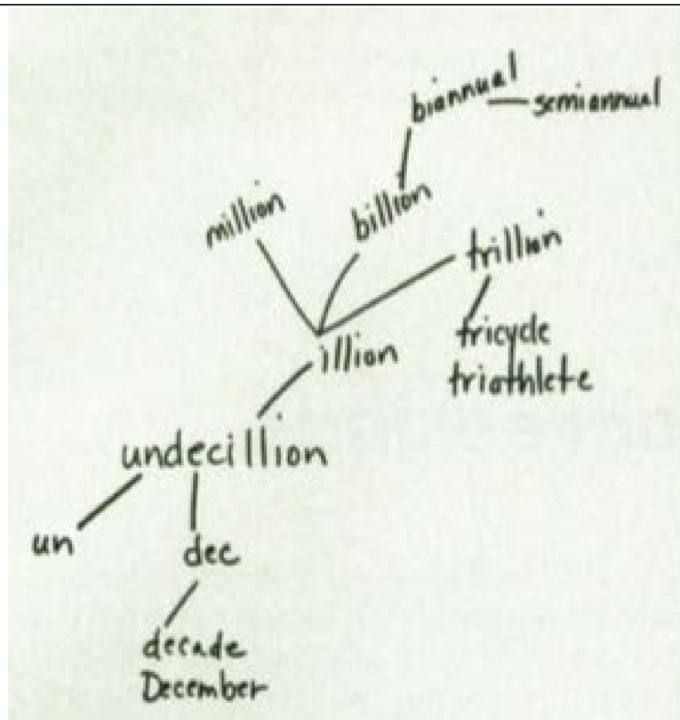

Figure 5. Un exemple d’arborescence de mots.

Cette simple représentation graphique de mots constitue un exercice très utile en soi sur les mots, tant pour l’enseignant que pour les élèves. De plus, elle constitue une base pour le travail plus sophistiqué d’élaboration de représentations pour différents types de liens entre les mots et les concepts, comme vu dans les chapitres précédents.

3) S’offrir un dictionnaire étymologique des termes mathématiques et le feuilleter pour enrichissement personnel.

Si l’on veut consulter de l’information sur l’origine des mots mathématiques, les meilleures ressources actuellement disponibles sont et demeurent les dictionnaires étymologiques. Au moment de la rédaction de cet essai, aucun autre support physique ou numérique ne semble fournir de l’information comparable en qualité et en quantité sur l’origine des mots mathématiques. Bien que l’organisation de l’information dans le dictionnaire soit principalement alphabétique, et donc pas nécessairement orientée vers la création de liens entre mots et concepts, il est certain que la simple action de feuilleter un tel ouvrage permet que des mots frappent par leur origine ou leur lien avec d'autres mots ou notions. Même si ces découvertes n'iront pas directement en classe, elles ajoutent une couche supplémentaire à la connaissance de l'enseignant et enrichissent ainsi sa culture. Cette culture liée aux mots trouvera sa place, tôt ou tard, dans ses pratiques d'enseignement.

4) Analyser les mots-clés du cours enseigné et chercher les liens avec les mots de la langue naturelle qui peuvent être pertinents ou, au contraire, une source de difficulté ou d'ambiguïté.

En faisant ainsi, l'enseignant est capable non seulement de prévoir et prévenir des obstacles à la compréhension, mais aussi de stimuler et faciliter la création auprès des élèves de liens entre mots et entre notions. Par exemple, le cadran d'une horloge est constitué de quatre quadrants. Ou encore, dans un cercle, la corde et l'arc forment… une corde et un arc!

Avec cela, il serait aussi souhaitable que les enseignants puissent disposer d'une ressource sur l'origine des mots qui soit plus légère qu'un dictionnaire. Par exemple, il ne serait pas complexe d'intégrer dans les manuels scolaires des encadrés avec les étymologies des mots-clés utilisés.

Conclusion

Dans cet essai, j'ai analysé ma préparation de cours et mes interventions avec les élèves afin d'intégrer efficacement l'étymologie en classe de mathématique. Ceci m'a permis notamment de généraliser mes observations et de trouver des idées maîtresses pouvant me guider lors de l'utilisation de l'étymologie en classe. Celles-ci permettent d'organiser de façon plus réfléchie mes intuitions pédagogiques/didactiques et mes notions de mathématique et de linguistique. Tout en étant conçues sur l'observation de mes propres pratiques d'enseignement et dans les conditions d'enseignement particulières présentées au chapitre 3, ces idées maîtresses s'adaptent aussi à tout autre enseignant du secondaire voulant utiliser l'étymologie en classe de mathématique et répondent ainsi à la question initiale, soit comment guider un enseignant dans l'intégration de l'étymologie dans son cours de mathématique.

Une seconde question initiale concernait la formation des enseignants. À partir de mon expérience et des idées maîtresses, j'ai formulé ci-haut quatre recommandations d'actions pour la formation des enseignants. Ces recommandations visent à former des enseignants qui :

- reconnaissent la coexistence de différents codes linguistiques et en connaissent certaines subtilités;
- sont capables d'organiser graphiquement les liens entre les mots;
- alimentent leurs connaissances en étymologie et savent les intégrer dans leurs cours.

S'appuyant sur les explications de Loiselle (2001), je crois qu'une démarche méthodologique et de développement comme celle empruntée pour réaliser mon essai peut se limiter à l'étude de la démarche de création du « produit », et laisser à des recherches ultérieures le soin de faire la preuve scientifique de l'efficacité de mes idées maîtresses et de mes recommandations pour une intervention efficace de l'étymologie en classe de mathématique au secondaire.

Pour conclure, il est à reconnaître que l'absence d'un tableau numérique interactif (TNI) dans mes classes ne m'a pas poussé à explorer les avantages que les technologies de l'information et de la communication (TIC) peuvent apporter à l'enseignant et aux élèves. Un développement naturel de ce travail serait ainsi l'intégration de TIC dans cette démarche d'utilisation de l'étymologie en classe de mathématique. Tout comme Samson et ses collaborateurs (2018) l'ont expérimenté dans des classes du primaire, un Wiki pourrait permettre de jouer avec les racines latines et grecques. Sinon, il pourrait être envisageable de recourir au TNI, lequel offre un grand potentiel pour faciliter l'enseignement de notions mathématiques et contribuer au passage de notions abstraites à des notions concrètes (Gagnon et Samson, 2015). Finalement, il serait grandement utile de pouvoir regrouper dans une seule application une banque d'informations comme celles présentées sous forme de tableau en annexe.

RÉFÉRENCES

Ausubel, D. P. (1963). *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*. New York, NY: Grune and Stratton.

Ausubel, D. P. (1968). *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.

Ausubel, D. P. et Robinson, F. G. (1969). *School learning; an introduction to educational psychology*. New York, NY: Holt, Rinehart and Winston.

Bay-Williams, J. M. et Livers, S. (2009). Supporting Math Vocabulary Acquisition. *Teaching Children Mathematics*, *16*(4), 238-245.

Blessman, J. et Myszczak, B. (2001). *Mathematics Vocabulary and Its Effect on Student Comprehension*. Thèse de maîtrise, Saint Xavier University, Chicago, Illinois. Repéré à http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED455112.pdf

Boulhol, P. (2002). Secta : de la ligne de conduite au groupe hétérodoxe. *Revue de l'histoire des religions*, *219*(1), 5-33.

Bravo, M. A., Cervetti, G. N., Hiebert, E. H. et Pearson, D. P. (2008). From passive to active control of science vocabulary. Dans D. Rowe *et al*. (dir.), *The 56th yearbook of the National Reading Conference* (p. 122-135). Chicago, IL: National Reading Conference.

Bromley, K. (2007). Nine things every teacher should know about words and vocabulary instruction. *Journal of adolescent & adult literacy*, *50*(7), 528-537.

Bru, M. et Talbot, L. (2001). Les pratiques enseignantes : une visée, des regards. *Les dossiers des sciences de l'éducation*, *5*, 9-33.

Camenisch, A. et Petit, S. (2006). Connaître la formation des mots utilisés en mathématiques pour donner du sens. *Bulletin Vert*, *465*, 569-571.

Charlier, B., Daele, A et Deschryver, N. (2002). Vers une approche intégrée des technologies de l'information et de la communication dans les pratiques d'enseignement. *Revue des sciences de l'éducation*, *28*(2), 354-365.

Clanet, J. et Talbot, L. (2012). Analyse des pratiques d'enseignement. Éléments de cadrages théoriques et méthodologiques. *Phronesis*, *1*(3), 4-18.

Crosson, A. C. et McKeown, M. G. (2016). Middle School Learners' Use of Latin Roots to Infer the Meaning of Unfamiliar Words. *Cognition and Instruction*, *34*(2), 148-171.

Gagnon, J. et Samson, G. (2015). Le TNI pour favoriser le passage de l'abstrait au concret en mathématique, science et technologie ou comment donner un sens aux apprentissages. Dans S. Lefebvre et G. Samson (dir.), *Le tableau numérique interactif : quand chercheurs et praticiens s'unissent pour dégager des pistes d'action* (p. 59-72). Québec, QC : Presses de l'Université du Québec.

Guillemette, F. (2016). Introduction : la pratique réflexive, tout le monde en parle, mais.... *Approches inductives*, *3*(1), 1-6. https://doi.org/10.7202/1035192ar

Harris, M. J. et VanDevender, E. M. (1990). Overcoming the Confusion of Reading Mathematics. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, *12*(1), 19-27.

Harvey, S. et Loiselle, J. (2009). Proposition d'un modèle de recherche développement. *Recherches qualitatives*, *28*(2), 95-117.

Hauchecorne, B. (2003). *Les mots et les maths : dictionnaire historique et étymologique du vocabulaire mathématique*. Paris, France : Ellipses.

Ingram, J. et Andrews, N. (2018). Use and meaning: What students are doing with specialised vocabulary. Dans N. Planas et M. Schütte (dir.), *Proceedings of the Fourth ERME Topic Conference 'Classroom-Based Research on Mathematics and Language'* (p. 81-88). Dresden, Allemagne: Technical University of Dresden/ERME.

Kucan, L., Trathen, W. R., Straits, W. J., Hash, D., Link, D., Miller, L. et Pasley, L. (2007). A professional development initiative for developing approaches to vocabulary instruction with secondary mathematics, art, science, and English teachers. *Literacy Research and Instruction*, *46*(2), 175-195.

Lenoir, Y., Larose, F., Deaudelin, C., Kalubi, J.-C. et Roy, G. R. (2002). L'intervention éducative : clarifications conceptuelles et enjeux sociaux. Pour une reconceptualisation des pratiques d'intervention en enseignement et en formation à l'enseignement. *Esprit critique*, *4*(4), 2-32.

Leung, C. (2005). Mathematical vocabulary: Fixers of knowledge or points of exploration? *Language and Education*, *19*(2), 126-134.

Lo Bello, A. (2013). *The origins of mathematical words: A comprehensive dictionary of Latin, Greek, and Arabic roots*. Baltimore, MD: The John Hopkins University Press.

Loiselle, J. (2001). La recherche développement en éducation : sa nature et ses caractéristiques. Dans M. Anadón et M. L'Hostie (dir.), *Nouvelles dynamiques de recherche en éducation* (p. 77-97). Québec, QC : Les Presses de l'Université Laval.

Loiselle, J. et Harvey, S. (2007). La recherche-développement en éducation : fondements, apports et limites. *Recherches qualitatives*, *27*(1), 40-59.

MacIntosh, M. E. (1994). Word roots in geometry. *The Mathematics Teacher*, *87*(1), 510-515.

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

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. (2006). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, premier cycle.* Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/dpse/formation_jeunes/prfrmsec1ercyclev3.pdf

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. (2007). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, deuxième cycle. Mathématique.* Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/jeunes/pfeq/PFEQ_mathematique-secondaire-deuxieme-cycle.pdf

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. (2009). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, deuxième cycle. Français, langue d'enseignement.* Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/jeunes/pfeq/PFEQ_francais-langue-enseignement-deuxieme-cycle-secondaire.pdf

Ministère de l'Éducation et de l'Enseignement supérieur. (2016). *Progression des apprentissages au secondaire. Mathématique.* Repéré à http://www.education.gouv.qc.ca/fileadmin/site_web/documents/education/jeunes/pfeq/PDA_PFEQ_mathematique-secondaire_2016.pdf

Monroe, E. E. (1998). Using graphic organizers to teach vocabulary: does available research inform mathematics instruction? *Education*, *118*(4), 538-542.

Mulcrone, T. F. (1958). Teaching the etymology of mathematical terms. *The Mathematics Teacher, 51*(3), 184-190.

Nagy, W. E. et Scott, J. A. (2000). Vocabulary Processes. Dans M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, P. D. Pearson et R. Barr (dir.), *Handbook of Reading Research. Volume III* (p. 458-475). New York, NY: Routledge.

Perisho, M. W. (1965). The etymology of mathematical terms. *Pi Mu Epsilon Journal, 4*(2), 62-66.

Petit, S. et Camenisch, A. (2007). La formation savante de mots en mathématiques. *Bulletin de l'APMEP*, (470), 311-332.

Riccomini, P. J., Smith, G. W., Hughes, E. M. et Fries, K. M. (2015). The language of mathematics: The importance of teaching and learning mathematical vocabulary. *Reading & Writing Quarterly, 31*(3), 235-252.

Rubenstein, R. N. (2000). Word origins: Building communication connections. *Mathematics Teaching in the Middle School, 5*(8), 493.

Rubenstein, R. N. et Thompson, D. R. (2002). Understanding and support children's mathematical vocabulary development. *Teaching Children Mathematics, 9*(2), 107.

Samson, G, Trudel, M., Lachance, P., Beauséjour, D. et Pittet, D. (2018). Un wiki pour construire sa compréhension en sciences et technologie : (re)découvrons les racines latines et grecques au primaire. Dans F. Fournier, M. Riopel, P. Charland et P. Potvin (dir.), *Utiliser les TIC dans le contexte de l'enseignement de la science et de la technologie* (p. 55-72). Montréal, QC : EREST.

Schell, V. J. (1982). Learning partners: Reading and mathematics. *The Reading Teacher, 35*(5), 544-548.

Schwartzman, S. (1994). *The words of mathematics: An etymological dictionary of mathematical terms used in English*. Washington, DC: Mathematical Association of America.

Sousa, D. A. (2016). *How the Brain Learns*. Thousand Oaks, CA: Corwin.

Thompson, D. R. et Rubenstein, R. N. (2000). Learning mathematics vocabulary: Potential pitfalls and instructional strategies. *The Mathematics Teacher, 93*(7), 568-574.

Van der Maren, J.-M. (2003). *La recherche appliquée en pédagogie, des modèles pour l'enseignement* (2e éd.). Bruxelles, Belgique : De Boeck.

Van der Walt, M. (2009). Studieoriëntasie en basiese woordeskat in wiskunde in die laerskool: navorsings-en oorsigartikel. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Natuurwetenskap en Tegnologie*, *28*(1), 378-392.

Whissel-Turner, K. (2018). *Contribution de la connaissance des racines latines et grecques à la compréhension en lecture des élèves de 6e année du primaire* (mémoire de maîtrise inédit, Université du Québec à Montréal, Canada). Repéré à https://archipel.uqam.ca/11490/

ANNEXE A

Dans cette annexe, je réadapte le format de tableau suggéré par Rubenstein (2000) en le remplissant avec quelques mots du cours de 5e secondaire SN. La richesse de ce tableau est que dans sa simplicité, il résume à la fois des informations étymologiques, des liens à créer avec d'autre mots et notions et des suggestions concrètes pour l'enseignant. Dans cette version, j'ai ajouté aussi des mots qui peuvent créer des liens non pertinents et qui doivent être traités avec attention. Il est à remarquer que les définitions des mots reliés sont données afin d'expliciter le lien avec le mot mathématique et non pas pour définir le mot lui-même.

Tableau 1

Exemples d'organisation de l'information étymologique

Mot, origine, lien avec le sens	**Mots reliés (et non reliés)**	**Notes pour l'enseignant**
Asymptote *Asumptôtos* : qui ne tombe pas avec une autre chose, qui ne s'affaisse pas L'asymptote ne s'affaisse pas sur la courbe.	*Symptômes* : des phénomènes qui se manifestent avec une maladie, qui tombent avec la maladie *Symbiose* : qui vit avec *Sympathie* : ressentir une émotion avec	Le *a*- au début du mot est un alpha privatif qui nie. Donc, les symptômes tombent ensemble avec la maladie, mais l'asymptote ne tombe jamais avec, ou sur, la courbe.
Coordonnées polaires *Polos* : pivot On tourne autour d'un pivot (l'origine du	*Pôle Nord et Sud* : là où passe le pivot de la rotation terrestre	Montrer que les méridiens terrestres sont en fait des orientations obtenues en utilisant le

Mot, origine, lien avec le sens	**Mots reliés (et non reliés)**	**Notes pour l'enseignant**
vecteur) pour détermi-ner l'orientation d'un vecteur.	*Bipolaire* : dont l'humeur tourne autour de deux pivots opposés (*Monopole* : le droit exclusif de vendre un produit)	Pôle Nord comme origine.
Cosinus *co-sinus :* le sinus de l'angle complémentaire	*Cotangente* : la tangente de l'angle complémentaire	Favoriser l'utilisation du mot *cosinus* plutôt que son abréviation *cos*. Montrer que cette définition de cosinus implique que $\cos\alpha = \sin\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right)$
Optimisation *Optimum* : le meilleur, de *optatissimum*, le plus choisi On recherche la meilleure solution.	*Optimal* : le plus favorable *Optimiser* : donner à quelque chose les conditions pour en tirer le meilleur profit *Option* : un des partis parmi lesquels choisir	L'origine *optatissimum* suggère que l'on doit choisir selon un critère, ce qui introduit la nécessité d'avoir la fonction « objectif ».
Scalaire *Scala* : échelle On peut indiquer une grandeur scalaire sur une échelle.	*Escalier*, *escalader*, *escaladeur* (*Scalène :* dit d'un triangle dont les trois côtés ont des mesures différentes)	Les grandeurs scalaires peuvent être mesurées sur une échelle, comme la température (échelle centigrade) ou l'intensité d'un séisme (échelle de Richter).
Valeur absolue *Absolvere* : délier, libérer	*Absolution* : libération des péchés	La fonction « valeur absolue » nous libère de tout ce qui est

Mot, origine, lien avec le sens	Mots reliés (et non reliés)	Notes pour l'enseignant
La valeur absolue d'un nombre est déliée, libérée du signe du nombre.	*Solution* : l'élément qui dénoue un problème, un mélange de deux substances qui sont libres de se lier	négatif; elle tend vers l'absolu, c'est-à-dire vers les choses plus hautes.