

CO-CONSTRUIRE DES CONNAISSANCES MATHÉMATIQUES ENTRE L'ENSEIGNANT ET LES ÉLÈVES : COMMENT PILOTER L'APPROCHE PAR UNE DÉMARCHE D'ENQUÊTE ET D'INVESTIGATION ?

MANUEL * Dominic –SAVARD Annie

Résumé – Ce texte vise à apporter des précisions théoriques quant aux moyens de piloter la démarche d'enquête et d'investigation dans les cours de mathématiques. En utilisant les quatre phases du modèle de Marshall et al. (2009), nous avons analysé 10 leçons dans des classes de 7^e et 8^e années. Les résultats révèlent que les quatre manières de piloter la DEI (structurée, guidée, semi-ouverte, et ouverte) peuvent être déployées dans trois types d'activité : une tâche mathématique, une résolution de problème, et l'investigation d'une situation réelle.

Mots-clefs : démarche d'enquête et d'investigation, tâche mathématique, résolution de problème, investigation de situations réelles

Abstract—This text aims to bring theoretical clarification on ways to implement Inquiry-based Learning (IBL) in mathematics classrooms. Using Marshall's (2009) four phases, we analyzed 10 lessons in grades 7 and 8 classrooms. Results show that the four ways of implementing IBL (structured, guided, semi-opened and opened) can be used in three types of activities: a mathematical task, problem-solving, or a real-life investigation.

Keywords: inquiry-based learning, mathematical task, problem solving, real life investigations.

I. INTRODUCTION

Depuis plusieurs décennies, un des champs d'intérêt en didactique des mathématiques est la création de situations d'enseignement et d'apprentissage innovantes dans lesquelles les élèves seraient en mesure d'apprendre tout en expérimentant l'activité du mathématicien à travers la résolution de problèmes et l'investigation (Sierpiska & Lerman, 1996). Il convient de souligner que l'enseignement par la démarche d'enquête et d'investigation (DEI) est une des actualisations de ce champ d'intérêt (Mass & Artigue, 2013). La DEI se veut ainsi une approche d'enseignement et d'apprentissage durant laquelle les élèves jouent un rôle plus actif dans l'apprentissage des contenus (Aulls & Shore, 2008). Effectivement, ce paradigme d'enseignement et d'apprentissage s'éloigne de l'approche traditionnelle dans laquelle l'enseignant explique les concepts, présente des exemples et donne des exercices. Il s'oriente plutôt vers un processus de collaboration entre les élèves et l'enseignant (Dorier & Maass, 2014).

La DEI est suggérée comme une approche d'enseignement et d'apprentissage à privilégier afin que les élèves puissent développer les compétences nécessaires pour s'adapter dans la société du 21^e siècle (Rocard et al., 2007). Ceci a pour effet d'augmenter les attentes envers les enseignants, car ces derniers doivent créer des conditions d'apprentissage spécifiques qui ne sont pas connues par la plupart de ceux-ci (Kazemi & Stipek, 2001). D'ailleurs, dans leur synthèse sur l'utilisation de la DEI à grande échelle en mathématiques et en sciences, Maass et Artigue (2013) ont confirmé que l'approche demeure toujours peu utilisée en salle de classe. Ces auteurs ont énoncé deux hypothèses qui peuvent expliquer cette constatation, soient : peu d'attention est attribuée au processus d'implantation et de dissémination de la DEI en salle de classe, et les liens entre les théories et la mise en œuvre de la DEI ne sont pas clairement établis.

* Université McGill – Canada

Les études sur l'utilisation de la DEI en classes ont principalement été menées dans les cours de sciences et des sciences sociales en second lieu (Aulls & Shore, 2008). Les études qui s'inscrivent explicitement de la DEI en classe de mathématiques sont récentes¹. À cet effet, nous avons repéré dans les écrits quelques points à soulever. Premièrement, la plupart des recherches que nous trouvons touchent à la fois les sciences et les mathématiques. Nous suggérons que cet aspect pose un défi, car bien que les deux disciplines soient assez similaires, les épistémologies des mathématiques diffèrent de celles des sciences (Cariou, 2015). Deuxièmement, nous avons remarqué qu'il ne semble pas y avoir de définition de la DEI propre à la didactique des mathématiques. Une définition existe dans l'Encyclopédie de la didactique des mathématiques (Dorier & Maass, 2014), mais celle-ci fait référence à la fois aux mathématiques et aux sciences. Tout comme les fondements, les définitions sont aussi empruntées aux sciences (Cariou, 2015). Finalement, il semblerait que les visions quant à la DEI diffèrent entre les cultures langagières. En fait, les anglophones mettent l'accent sur la résolution de problèmes, tandis que les francophones mettent l'accent sur l'investigation d'une situation-problème (Cariou, 2015). D'importantes assises théoriques semblent être absentes, ce qui peut expliquer pourquoi les enseignants de mathématiques utilisent rarement la DEI. Les différentes interprétations des définitions et visions de la DEI peuvent contribuer au fait que les enseignants sont confus et ne savent pas comment piloter cette approche en classe (Chichekian, Savard, et Shore, 2012).

Dans le cadre de ce texte, nous tentons d'apporter des précisions théoriques sur la DEI en nous intéressant aux moyens de piloter cette approche de sorte qu'elle favorise la co-construction des connaissances entre l'enseignant et les élèves. En nous inspirant de définitions proposées par Chichekian, Savard, et Shore (2012) et Dorier et Maass (2014) ainsi que les éléments communs dans les définitions de la DEI de Cariou (2015), nous proposons une définition de travail de la DEI propre aux mathématiques. Nous la présentons dans la prochaine section. Nous avons analysé des leçons de mathématiques enseignées par des enseignants francophones et anglophones de 7^e et 8^e année dans deux provinces canadiennes afin d'étudier les différents moyens de piloter la DEI en mathématiques. Nous présentons les résultats préliminaires de cette analyse dans ce texte.

II. CADRE CONCEPTUEL

Il existe plusieurs définitions et interprétations de la DEI. Aulls et Shore (2008) ont analysé plus de 1500 définitions de la DEI et ont noté que celles-ci pouvaient être classées en trois catégories : la DEI y est décrite soit comme une approche d'enseignement, soit comme un processus, ou soit comme un objet d'apprentissage (la découverte de quelque chose). Cariou (2015) a analysé dix définitions qu'il a identifiées comme étant les plus utilisées en sciences et en mathématiques et a conclu que quatre critères étaient présents dans presque toutes les définitions. Ces critères sont : une invitation de l'investigation par une interrogation ; une part de responsabilité conceptuelle laissée aux élèves ; l'existence de débats, de partages d'idées argumentées ; et l'existence de productions et de réalisations par les élèves. Afin d'apporter davantage la précision quant aux différentes visions et interprétations de la DEI, Chichekian et al. (2012) ont proposé un lexique contenant des définitions des termes fréquemment utilisés. Nous nous sommes inspirés de leur

¹ La conférence EMF est la seule conférence que nous connaissons qui contient un groupe de travail sur la DEI en mathématiques, et ce depuis 2012 (Gandit, Morselli, & Sokona Bekaye, 2015 ; Matheron, Morselli, René de Cotret, & Schneider, 2012).

définition de la DEI ainsi que des éléments soulignés par Cariou pour proposer la définition suivante de la DEI en mathématiques :

Approche d'enseignement et d'apprentissage dans laquelle les élèves, individuellement ou en petits groupes, guidés par l'enseignant, co-construisent des idées conceptuelles et des processus (stratégies, habiletés) propres aux mathématiques. Cette approche comprend une démarche qui consiste en : l'investigation réfléchie de questions authentiques proposées par les élèves ou l'enseignant et provenant d'une tâche ouverte et complexe qui peut prendre plusieurs formes telles qu'un problème, l'observation de situations de la vie réelle ou mathématique, etc. ; la production de solutions réfléchies et créatives qui peut être faite en consultant diverses sources ; les dialogues entre l'enseignant et les élèves des productions produites des élèves ; et la mise en commun des idées, des processus mathématiques ressortis lors de l'investigation et des liens tissés entre différentes idées mathématiques, entre les idées mathématiques et le contexte à l'étude, et entre les mathématiques et d'autres contextes.

Selon cette définition, nous considérons toute d'approche d'enseignement (p. ex., approche par problème, par projet, etc.) comme une DEI. Ces approches n'incluent pas les deux extrêmes : l'approche traditionnelle durant laquelle l'enseignant transmet les connaissances aux élèves, et l'apprentissage par découverte durant laquelle l'élève effectue ses propres investigations sans l'aide de l'enseignant, car il n'y a pas de co-construction entre l'enseignant et l'élève. La figure 1 représente un continuum des différentes formes de la DEI.

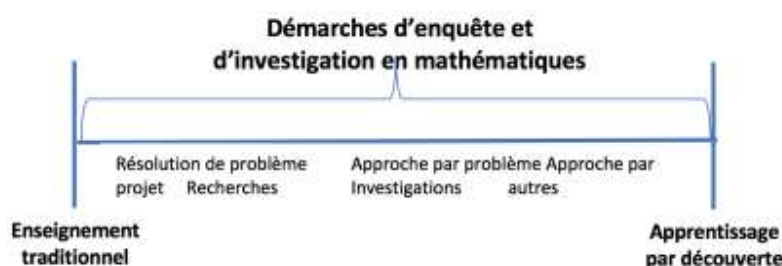


Figure 1 – La DEI en mathématiques

Kremer et Schluter (2006, cité dans Bruder & Prescott (2013)) ont décrit trois manières de piloter la DEI en mathématiques : structurée, guidée ou ouverte. Ces manières varient en fonction des rôles de l'enseignant et des élèves à poser la question ou le problème et à chercher des solutions. À la manière de la DEI structurée, l'enseignant propose la question ou le problème ainsi que la stratégie à utiliser par les élèves. À la manière de la DEI guidée, l'enseignant propose aux élèves la question ou le problème, mais les élèves doivent mobiliser des stratégies de leurs choix pour trouver et même évaluer des solutions. À la manière de la DEI ouverte, les élèves déterminent leurs propres questions et stratégies pour trouver les solutions.

Le modèle 4E x 2 de Marshall, Horton, et Smart (2009) a été conçu pour représenter un processus d'implantation de la DEI pour les mathématiques et les sciences en salle de classe. Ce modèle, qui a été validé, comprend trois principales composantes : l'évaluation formative, la réflexion métacognitive, et l'enseignement par la DEI qui comprend quatre phases. Dans la première phase nommée *engager*, l'enseignant sollicite les connaissances antérieures des élèves, les motive et les intéresse au problème et cherche à leur faire développer un questionnement scientifique. Dans la deuxième phase nommée *explorer*, les élèves font des prédictions, planifient et mettent en place des stratégies, et collectent des informations et des arguments. Dans la troisième phase nommée *expliquer*, les élèves interprètent, communiquent et justifient leurs résultats. Dans la dernière phase nommée *étendre*, l'enseignant tisse des liens et généralise les

résultats, et propose des défis additionnels afin de voir si les élèves peuvent mobiliser les nouvelles connaissances dans d'autres contextes. Ces auteurs ont spécifié que le modèle respecte la DEI, car la phase explorer vient avant la phase expliquer. Le cas inverse (expliquer avant explorer) serait une approche traditionnelle d'enseignement. Nous utilisons ce modèle (figure 2) pour identifier les leçons qui respectent l'approche par une DEI.

Marshall et al. (2009) avaient pour but de créer un modèle inspiré des recherches antérieures sur la DEI afin de : 1) outiller les enseignants afin qu'ils puissent créer des DEI riches menant à des apprentissages profonds; 2) faciliter une pratique enseignante mettant l'accent sur l'évaluation formative plutôt que la performance sommative; 3) fournir un aide diagnostic aux enseignants afin qu'ils puissent évaluer les endroits à améliorer dans leurs pratiques enseignantes; et 4) fournir une méthode pragmatique pour renforcer les faiblesses dans l'enseignement. Bien que leur modèle résultant, le 4E x 2, fut mesuré dans certaines recherches et que la taille de l'effet soit grande, il paraît que la plupart de ces dernières sont en sciences ou sur un concept mathématique, soit l'algèbre (Marshall et al., 2009). Dans notre étude, nous prévoyons utiliser ce modèle afin d'explorer son utilité pour divers concepts mathématiques. Cette exploration nous permettra de déterminer davantage si le modèle peut s'appliquer dans l'enseignement de tout concept mathématique.

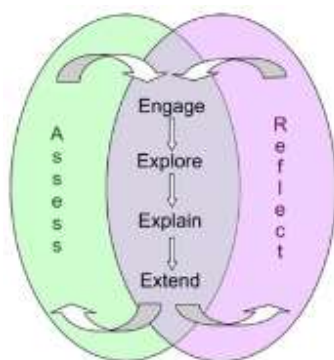


Figure 2 – Modèle 4E x 2 (Marshall, et al., 2009)

III. METHODOLOGIE

Cette étude est issue d'une recherche doctorale du premier auteur qui jette un regard croisé sur le processus de co-construction des connaissances mathématiques entre l'enseignant et les élèves. Elle fait partie aussi d'un projet pancanadien (Reid et al., 2015) qui a pour but d'étudier les différentes pédagogies utilisées dans les provinces canadiennes et de lier ces différences à la réussite des élèves en mathématiques. Dans ce projet, chaque enseignant participant (7^e ou 8^e année) a filmé trois leçons de mathématiques : une leçon qu'il considérerait comme typique dans sa classe, une qu'il considérerait comme exemplaire dans sa classe, et une leçon d'introduction sur un concept relié aux fractions. Nous n'avons rien demandé quant aux approches à utiliser dans les leçons. Nous avons utilisé les leçons des trois groupes d'enseignants, ceux dont nous étions responsables dans le cadre du projet pancanadien : quatre enseignants francophones et trois enseignants anglophones du Québec, et quatre enseignants francophones du Nouveau-Brunswick.

Nous avons obtenu le consentement de huit enseignants pour utiliser leurs leçons aux fins de la présente étude.

Nous avons effectué un premier visionnement des leçons. Durant ce visionnement, nous avons noté le nombre d'activités dans chaque leçon. Selon nous, une activité représente un processus d'enseignement et d'apprentissage qui respecte les phases proposées dans le modèle de Marshall et al. (2009). Nous avons donc observé si les quatre phases du modèle étaient présentes. Nous avons éliminé les activités durant lesquelles la phase expliquer était réalisée avant la phase explorer, ce qui va à l'encontre de la définition d'une DEI selon Marshall et al. (2009). 12 activités dans 10 leçons respectaient ces critères. Pour chaque activité sélectionnée durant le premier visionnement, nous avons pris en note si l'enseignant ou l'élève proposait le problème ou la question à explorer. Nous notions aussi si l'enseignant proposait les étapes ou les stratégies à utiliser, ou si les élèves étaient libres à utiliser leurs propres démarches. Cette étape nous a permis de voir s'il était possible de classer les activités selon les manières de piloter la DEI selon Bruder et Prescott (2013).

Nous avons effectué un deuxième visionnement des activités sélectionnées. Cette fois, nous avons tenté de catégoriser les activités en fonction du type d'activité proposé par l'enseignant, et ce pour chaque manière de piloter la DEI. De plus, nous avons observé le déroulement des activités selon les phases du modèle de Marshall et al. (2009). Nous avons observé des éléments particuliers pour définir chacune des phases. Pour la phase Engager, nous avons observé comment la tâche était lancée. En d'autres mots, cette phase débutait par les instants où l'enseignant préparait les élèves vers une tâche quelconque et se terminait généralement lorsqu'une interrogation (question ou un problème) était posée. La phase Explorer consistait principalement aux sessions durant lesquelles les élèves tentaient de répondre à l'interrogation posée. Nous observions les actions des élèves et de l'enseignant durant cette phase. La phase Expliquer commençait lorsque l'enseignant engageait les élèves vers des dialogues par rapport à la tâche proposée et se terminait lorsqu'une conclusion était réalisée par rapport au problème. La phase étendre débutait lorsque l'enseignant synthétisait les contenus mathématiques imbriqués dans la tâche ou engageait les élèves à mettre en pratique les concepts mathématiques dans d'autres contextes.

Nous avons représenté schématiquement le déroulement de l'activité en fonction des quatre phases du modèle de Marshall et al. (2009). Pour ce faire, nous avons noté le temps total de chaque activité ainsi que le temps consacré pour chaque phase. Étant donné que les activités étaient de différentes durées, nous avons converti les temps en pourcentage afin d'avoir une meilleure comparaison des temps consacrés pour chaque phase. Notre schéma final de l'activité représente horizontalement le temps consacré pour chaque phase en noir (exemple, figure 3). Ceci nous a permis d'examiner les similitudes et les différences de chaque figure pour les mêmes types d'activités et pour les moyens de piloter la DEI.



Figure 3 – Déroulement d'une DEI guidée avec une tâche purement mathématique

IV. QUELQUES RESULTATS PRELIMINAIRES

Parmi les 12 activités, trois étaient pilotées de manière structurée, sept de manière guidée et deux de manière ouverte. Pour chaque manière, nous avons pu observer jusqu'à trois types d'activités différentes. Un premier type était une tâche ou une question purement mathématique. Dans ce type de tâche, l'enseignant pouvait proposer une question, par exemple de comparer deux fractions ou de déterminer différentes stratégies pour effectuer un calcul mental. Le deuxième type de tâche était une résolution de problème. Dans ce type de tâche, l'enseignant proposait un problème aux élèves. Les mathématiques étaient imbriquées dans un contexte et le problème pouvait être résolu en quelques étapes (principalement une ou deux). Le troisième type d'activité était une investigation d'une situation de vie réelle. Dans ce type d'activité, l'enseignant proposait un jeu ou une situation à étudier faisant partie de la vie des jeunes, par exemple la répartition des couleurs de bonbons dans un sachet. Nous présentons le déroulement des activités en fonctions des phases pour chaque manière de piloter la DEI dans les prochaines sous-sections.

1. La DEI structurée

Parmi les trois activités pilotées de façon structurée, deux d'entre elles étaient pilotées à l'aide de tâches purement mathématiques. Les concepts à l'étude étaient la comparaison de fractions et la somme des mesures des angles de polygones à n côtés. La troisième activité était une situation de vie réelle : la détermination de la répartition des couleurs de bonbons dans un sachet. Le concept à l'étude dans cette activité était le diagramme circulaire. Ces trois activités ont été classées comme une DEI structurée, car les enseignants proposaient la question et la stratégie.

Nous avons observé des régularités différentes dans les deux activités ayant un contexte purement mathématique. Dans celle touchant la somme des mesures des angles intérieurs de polygones, le déroulement de l'activité était plutôt linéaire, c'est-à-dire que les phases étaient suivies dans l'ordre proposé par Marshall et al. (2009). Toutefois, nous avons remarqué quelques va-et-vient entre les phases expliquer et étendre. L'enseignant tirait des conclusions mathématiques lors des discours avec les élèves et par la suite sollicitait des explications d'autres idées mathématiques. Cependant dans l'autre activité, nous avons observé des va-et-vient entre chaque phase de la DEI. En fait, l'enseignant engageait les élèves à différents cas où l'on peut comparer des fractions (p. ex., lorsque les fractions ont le même numérateur, le même dénominateur, etc.) et proposait généralement une stratégie. La figure 4 représente le déroulement de l'activité en fonction des phases. Un élément intéressant observé est que l'enseignant, au lieu de donner le temps aux élèves de résoudre le problème, lançait une discussion sur un moyen possible de résoudre le problème. Dans ce cas, les phases explorer et expliquer étaient réalisées en même temps. Vers le milieu de l'activité et à la fin, l'enseignant a proposé des problèmes aux élèves. Puisque l'enseignant ne proposait pas de stratégie, nous pourrions considérer ces deux cas (parties encadrées de la figure 4) comme une DEI guidée. Bien que la phase expliquer occupait une importante partie de l'activité pour ces deux activités, la phase étendre n'était pas toujours présente.



Figure 4 — Déroulement d’une DEI structurée avec une tâche purement mathématique

Pour l'activité avec la situation de vie réelle, le déroulement était de façon linéaire. Cependant, nous avons remarqué des va-et-vient entre les phases expliquer et étendre. Quoique les phases étaient réparties assez équitablement en termes de temps, la phase expliquer était plus longue.

2. La DEI guidée

Parmi les sept activités pilotées par une DEI guidée, trois étaient réalisées à l'aide de contextes purement mathématiques, deux étaient pilotées à l'aide d'une résolution de problèmes et deux avec une situation de vie réelle.

La plupart des DEI guidées par des tâches mathématiques étaient des exercices de calcul mental sur diverses notions en arithmétique dans lequel les enseignants laissaient les élèves utiliser leurs propres stratégies pour calculer mentalement et par la suite discutaient avec les élèves des stratégies utilisées ainsi que l'efficacité des stratégies. Nous avons observé que le déroulement de ce genre d'activité se faisait par des va-et-vient entre les phases engager et explorer et entre les phases expliquer et étendre. Ces va-et-vient dans les deux premières phases étaient du fait que les enseignants proposaient plusieurs problèmes aux élèves. Nous avons aussi observé des va-et-vient entre les deux dernières phases aussi. Il est donc intéressant de voir que les enseignants ne concluent pas une activité à la toute fin seulement, mais tirent des conclusions mathématiques à la fin de certains problèmes de l'activité. La figure 3 présente le déroulement d'une activité.

Dans le dernier cas des tâches purement mathématique, l'enseignant a proposé un jeu durant lequel les élèves devaient comparer 25 paires de fractions et indiquer la plus grande. Pour ce cas, le déroulement était linéaire, c'est-à-dire que les phases étaient réalisées en ordre. Toutefois, les phases expliquer et étendre avaient pris la plus grande part de l'activité.

Pour les activités autour de résolutions de problème sur la comparaison de fractions, le pilotage s'est généralement fait de façon linéaire. Toutefois, nous avons observé un va-et-vient entre les phases explorer et expliquer. Dans ce cas, plusieurs élèves ne comprenaient pas la tâche. L'enseignant a donc commencé une discussion, donc une phase expliquer, pour guider les élèves. Après un bout de temps, l'enseignant a laissé les élèves continuer la résolution du problème.

Pour les activités avec une tâche ayant un contexte de vie réelle, celle sur les probabilités suivait un déroulement linéaire, mais il n'y avait pas de phase étendre, car l'enseignant allait poursuivre la discussion au prochain cours. La phase explorer était très longue pour cette activité, car les élèves devaient explorer quatre différentes expériences. Pour la seconde sur les nombres entiers, le déroulement se faisait par des va-et-vient entre les phases engager, explorer et expliquer. Ceci était dû au fait que l'enseignant engageait les élèves vers d'autres questions durant l'activité. Une courte conclusion a été réalisée par l'enseignant durant le discours. Cependant, l'enseignant n'a pas eu le temps de terminer l'activité. La figure 5 présente le déroulement de cette dernière activité.

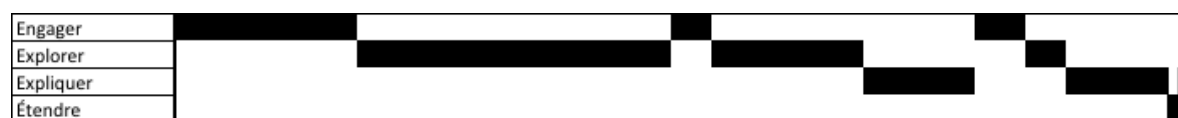


Figure 5 – Déroulement d'une DEI guidée avec une tâche de vie réelle (gris = leçon non terminée)

3. La DEI ouverte

Nous avons classé deux activités comme une DEI ouverte, car les élèves proposaient ou créaient leur propre problème. Dans la première, la tâche de l'activité sur la conversation de fractions impropres et nombres fractionnaires était mathématique, tandis que la seconde était l'investigation d'un contexte de vie réelle sur le concept de l'aire de figures complexes. Cependant, les élèves n'étaient pas libres d'utiliser leurs propres stratégies pour résoudre le problème, ce qui va à l'encontre de la définition d'une DEI ouverte, car l'enseignant proposait une stratégie ou les étapes. Pour l'activité sur les fractions, le déroulement se faisait de façon linéaire, mais puisque l'enseignant et les élèves discutaient de la question proposée par un élève, les phases explorer et expliquer se déroulaient en même temps.

Dans l'activité sur l'aire des figures complexes, le déroulement s'est fait de façon linéaire. Cependant, puisque l'enseignant proposait les étapes durant l'activité, les phases engager et explorer se réalisaient en même temps. Une autre exception est l'absence de la phase expliquer. Puisque chaque élève avait créé son propre problème en fonction des étapes de l'enseignant, ce dernier a suggéré d'échanger le travail afin que chaque élève valide la solution d'un autre. La figure 6 présente le déroulement de cette activité.



Figure 6 – Déroulement d'une DEI ouverte avec une tâche de vie réelle

V. CONCLUSION

Les résultats préliminaires ont démontré que les trois moyens de piloter la DEI pouvaient être appliqués dans le cas des mathématiques en classe. Toutefois, nous avons remarqué que la DEI ouverte pouvait être structurée, car même si l'élève proposait le problème, l'enseignant guidait l'activité avec la proposition d'une démarche ou d'une stratégie. Nous proposons d'ajouter la *DEI semi-ouverte* à la liste afin de décrire ce genre d'activité. Les résultats ont aussi démontré que ces manières de piloter la DEI pouvaient être faites avec des tâches purement mathématiques, la résolution de problème et l'investigation d'une situation de vie réelle. La plupart des activités semblent suivre un déroulement linéaire quant aux phases de la DEI. Toutefois, nous avons observé des va-et-vient entre les différentes phases et même, à certains moments, la réalisation de deux phases en même temps. Ces différences dans le déroulement démontrent que l'enseignement des mathématiques est un processus dynamique, mais laisse aussi certaines pistes de réflexion. Premièrement, le fait que les phases explorer et expliquer se font en même temps dans une DEI peut mettre en valeur la co-construction des connaissances mathématiques. Cependant, ce processus permet-il aux élèves de réfléchir profondément à la question ou au problème posé ? Deuxièmement, nous nous questionnons sur le classement de nos types d'activités. Certaines des activités purement mathématiques étaient aussi des tâches routinières dans la classe, donc nous nous questionnons sur le déroulement d'activité routinières différent de celles des tâches mathématiques. Nous n'observons pas de différences présentement. Dans la prochaine étape de la recherche, nous examinerons comment le processus de co-construction des

connaissances se réalise dans ces différentes manières de piloter la DEI. Ceci précisera possiblement ce classement.

REMERCIEMENT

Cette étude fut possible grâce à l'appui de l'équipe de recherche Observing Teachers : Teaching Mathematics Pedagogies in Regions of Canada (<http://www.acadiau.ca/~dreid/OT/>).

REFERENCES

- Aulls M. W. & Shore B. M. (2008) *Inquiry in education (Vol. I): The conceptual foundations for research as a curricular imperative*. New-York, NY: Erlbaum.
- Bruder R., & Prescott A. (2013) Research evidence on the benefits of IBL. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education* 45(6), 811-822.
- Cariou J.-Y. (2015) Quels critères pour quelles démarches d'investigation? Articuler esprit créatif et esprit de contrôle. *Recherches en éducation* 21, 12-33.
- Chichekian T., Savard A., & Shore B. M. (2012) Les troncs communs et les trajectoires divergentes dans les langues françaises et anglaises de l'approche par démarche d'investigation. *Grand N* 90, 33-48.
- Dorier J.-L. & K. Maass (2014) Inquiry based mathematics education. In S. Lerman (Ed), *Encyclopedia of mathematics education* (pp. 300-304). Springer Netherlands.
- Gandit M., Morselli F. & Sokona Bekaye S. (2015) Rôles et responsabilités des professeurs et des élèves dans les démarches d'investigation et dans la résolution de problèmes - compte-rendu du groupe de travail no 10. In L. Theis (Ed.), *Pluralités culturelles et universalité des mathématiques: enjeux et perspectives pour les enseignement et leur apprentissage - Acte de du colloque EMF 2015* (pp. 829-836). Alger : Université d'Alger.
- Kazemi E. & Stipek D. (2001) Promoting conceptual thinking in four upper-elementary mathematics classrooms. *The elementary School Journal* 102(1), 59-80.
- Maass K. & Artigue M. (2013) Implementation of inquiry-based learning in day-to-day teaching: A synthesis. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education* 45(6), 779-795.
- Marshall J. C., Horton R., Igo B. L. & Switzer D. M. (2009) K-12 science and mathematics teachers' beliefs about and use of inquiry in the classroom. *International Journal of Science and Mathematics Education* 7(3), 575-596.
- Matheron Y., Morselli F., René de Cotret S. & Schneider M. (2012) La démarche d'investigation dans la classe de mathématiques, fondements et méthodes - Compte-rendu du Groupe de travail 10. In J.-L. Dorier & S. Coutat (Eds.), *Enseignement des mathématiques et contrat social: enjeux et défis pour le 21e siècle - Actes du colloque EMF 2012* (pp. 1259-1281). Université de Genève.
- Reid D. A., Simmt E., Savard A., Suurtamm C., Manuel D., Lin T. W. J., . . . Knipping C. (2015) Observing Teachers: Using video to prompt and record reflections on teachers' pedagogies in regions of Canada. *Research in Comparative and International Education* 10(3), 367-382.
- Rocard M., Csermely P., Jorde D., Lenzen D., Walberg-Henriksson H., & Hemmo V. (2007) *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Belgium: European Communities.
- Sierpinska A. & Lerman S. (1996) Epistemologies of mathematics and of mathematics education. In A. J. Bishop, K. Clements, C. Keitel, J. Kilpatrick, & C. Laborde (Eds.), *International*

handbook of mathematics education (Vol. 4, pp. 827-876). Dordrecht, The Netherlands: Springer Netherlands.