

Recherches collaboratives en enseignement des mathématiques :
Une nouvelle entrée sur la conception d'activités en mathématiques à l'intersection de
pratique en classe et recherche

Nadine Bednarz, Université du Québec à Montréal

Introduction

De nouvelles dynamiques de recherche se sont développées au cours des dernières années en didactique des mathématiques à travers le monde, ayant en commun la nécessité de produire des savoirs pertinents pour le champ de la pratique professionnelle, et de rapprocher les préoccupations du « monde de la recherche » et celles du « monde de la pratique ». Il en est ainsi de l'approche collaborative de recherche qui s'est développée dans les années 1990 au Québec, avec le souci d'intégrer le point de vue des enseignants dans la construction de savoirs davantage ajustés à la réalité de la pratique (Desgagné et al., 2001; Bednarz et al., 2001-a, b; Bednarz, 2004; Desgagné, 2007). Cette démarche de recherche privilégie un processus de production de connaissances qui s'effectue de concert avec les praticiens (savoirs des chercheurs et des praticiens vont ici interagir pour contribuer à la construction d'un nouveau savoir, lié à la pratique, venant en retour éclairer cette pratique). Elle donne ainsi une place importante aux actions et significations de ces acteurs (enseignants, conseillers pédagogiques,...) sur les situations investiguées, et produit des données apportant de nouveaux éclairages sur la production de situations d'enseignement en mathématiques.

Les différents projets dans lesquels nous avons été engagée depuis 1990 avec des enseignants et enseignantes de différentes écoles primaires et secondaires s'inscrivent dans une telle perspective, et sont centrés sur l'élaboration conjointe d'activités, d'interventions en mathématiques qui soient non seulement fécondes sur le plan des apprentissages des élèves mais également viables pour les enseignants en pratique.

Nous reviendrons sur cette expérience de près de trente ans, en resituant son ancrage, les raisons qui nous ont conduit, comme didacticienne des mathématiques, à nous engager dans une telle démarche de recherche, ainsi que sur les fondements de celle-ci et le modèle graduellement développé. Des exemples viendront illustrer l'apport de ces travaux sur le plan de la recherche (ce qu'ils éclairent sur le processus d'élaboration d'activités, et sur ces activités à l'intersection de la pratique de classe et de la recherche en didactique des mathématiques) ainsi que sur ses retombées pour la pratique.

1. Ancrage de nos travaux de recherche collaborative en didactique des mathématiques

La recherche collaborative s'inscrit dans un ensemble plus large de pratiques de recherche à caractère participatif (Anadon, 2007), qu'on pense ici au courant de la recherche action ou de l'enseignant chercheur, très présents dans la communauté éducative en didactique des mathématiques¹. Une proposition de renouveler le rapport établi entre les chercheurs et les praticiens, pour ce qui est de la recherche liée à la pratique enseignante, y est en effet implicite (nous reviendrons sur cet aspect ultérieurement). En insistant sur le rapprochement nécessaire entre chercheurs universitaires et enseignants, c'est sous l'angle de la recherche et d'une certaine critique qui lui était adressée, qu'a pris en effet forme le courant de la recherche collaborative en éducation (pour plus de détails sur cette origine, voir Desgagné et al., 2001). En didactique des mathématiques plus précisément, pourquoi cette entrée dans la recherche collaborative?

L'objet dominant² sur lequel nous réfléchissons depuis près de trente ans, notamment dans le cadre des différents projets qui ont été conduits avec les enseignants, est centré sur l'élaboration de situations d'enseignement visant, d'une part, un apprentissage significatif des mathématiques de la part des élèves, s'articulant sur leurs idées, raisonnements, visant une complexification de celles-ci, et d'autre part, prenant en compte le contexte réel de pratiques de l'enseignant, ses contraintes. Plusieurs travaux de recherches en didactique des mathématiques ont contribué à l'élaboration de situations, d'interventions visant une construction conceptuelle par les élèves, sur la base d'un certain nombre d'analyses préalables (analyse épistémologique par exemple du concept en cause, étude des manières dont il est habituellement abordé dans l'enseignement, connaissance des raisonnements des élèves, de leurs erreurs, conceptions...). Ces situations pourraient être considérées comme des sources possibles d'inspiration pour les enseignants (qu'on pense ici par exemple aux travaux de Brousseau sur les décimaux, à nos propres travaux sur la numération, aux travaux de Janvier sur le volume³...). La question de la reprise de ces situations en contexte scolaire pose toutefois un certain nombre de problèmes. Ces dernières donnent parfois lieu, lorsque celles-

¹ Voir par exemple à ce sujet le courant de recherche articulé sur l'innovation développé en Italie (Arzarello et al., 1998)

² Cet objet de la collaboration pourrait être autre. Il peut s'étendre à tout ce qui fait partie du champ d'action professionnel des enseignants. Les objets de recherche en didactique des mathématiques sont multiples, ils touchent aux processus d'apprentissage des élèves en lien avec des situations d'enseignement, à l'élaboration de situations d'enseignement, de dispositifs de formation portant sur un certain savoir mathématique ou le développement de processus, à la formation des enseignants (initiale et continue...). Ces différents objets sont liés au champ d'action professionnel des enseignants (L'enseignant a à porter un regard sur les productions des élèves, leur apprentissage, leur évolution, il développe en situation des connaissances à ce sujet; il est de plus en plus appelé à intervenir comme accompagnateur de stagiaires ou de jeunes enseignants, et là encore développe un savoir agir en lien avec ce rôle...). Or peu de recherches en didactique des mathématiques portant sur ces différents objets ont pris en compte de manière centrale cet intervenant qu'est l'enseignant dans l'éclairage apporté sur ces objets. Cette prise en compte nous apparaît un élément central pour la production de connaissances en didactique des mathématiques.

³ Voir Brousseau, G.(1981); Janvier, C (1994); Bednarz, N., Dufour-Janvier, B. (1985).

ci sont par exemple réinvesties dans les manuels, à des transformations majeures, dans lesquelles les chercheurs ont souvent beaucoup de difficultés à se reconnaître, modifiant parfois le projet initial jusqu'à le dénaturer (on peut par exemple penser ici à certaines situations développées en didactique de l'algèbre et à ce qu'elles sont devenues dans les manuels). La mise au point d'activités en mathématiques (nous rejoignons ici le thème du colloque) soulève les mêmes difficultés. La question de la viabilité de ces différents dispositifs, conçus par les chercheurs, en contexte scolaire se pose donc.

Le travail que nous avons entrepris depuis plusieurs années avec des enseignants aborde la question de la production de situations, séquences d'enseignement, activités dans une toute autre perspective que celle présentée précédemment, une telle production ne pouvant se faire, selon nous, sans prendre en compte dans la conceptualisation même des moyens élaborés le point de vue des praticiens, leur savoir d'expérience, leur contexte particulier d'intervention, leurs routines d'interprétation et d'action, leurs contraintes. En fait pour la chercheur en didactique des mathématiques que nous sommes, la construction de situations d'enseignement, d'activités, le choix de problèmes, l'élaboration d'interventions en classe passe de façon incontournable par la compréhension de la pratique à l'intérieur de laquelle évolue l'enseignant, cette compréhension étant considérée comme agissante dans la construction de ces situations, activités... La recherche collaborative est ainsi fondée sur l'idée que les praticiens sont essentiels dans cette démarche de production de connaissances en didactique des mathématiques relatives à l'élaboration de situations, activités mathématiques en classe (Desgagné, 1997).

Pourquoi ce choix, alors que nous disposons, comme didacticienne, d'un bagage de recherches passées qui nous permet d'éclairer certains choix de situations, d'activités pouvant être fécondes sur le plan des apprentissages des élèves (relativement par exemple à la numération, aux opérations, aux fractions, à la transition arithmétique-algèbre...)? Il ne s'agit pas seulement pour nous de développer des situations d'enseignement riches sur le plan des apprentissages, contribuant à une appropriation d'un certain savoir par les élèves (ce qu'une analyse didactique peut bien sûr permettre d'éclairer), mais de produire des situations qui soient aussi viables en contexte, qui prennent réellement en compte en ce sens la complexité de la pratique enseignante (en lien avec l'enseignement des maths). Dans ces conditions, les scénarios d'enseignement, les activités élaborées vont apparaître comme une façon légitime de donner un sens à une expérience (à laquelle il aura pleinement participé) qui s'est avérée plausible et féconde, et qui va alors guider les actions futures de l'enseignant. Le sens que le praticien construit en contexte, qu'il donne à ces situations, à ces activités dans l'exercice même de sa pratique, devient en conséquence crucial. Certains fondements, on le voit dans ce qui précède, guident ainsi la position de la didacticienne que nous sommes.

2. Fondements de la recherche collaborative

Schön (1983), par son livre « le praticien réflexif », a constitué un tournant épistémologique dans les études portant sur la pratique professionnelle. Il remet à l'avant-plan la part d'indétermination qui entre dans l'analyse des situations de pratique, et la nécessité pour le praticien d'exercer son jugement en contexte spécifique. Selon ce modèle, la réalité complexe d'une pratique résiste à une totale standardisation de l'intervention à mener ou du geste professionnel à poser. Les travaux menés en didactique des mathématiques, plus spécifiquement sur l'analyse des pratiques enseignantes, vont dans le même sens. Ils confirment cette complexité des pratiques des enseignants en mathématiques (Margolinas, 1992), permettent de mettre en évidence les contraintes et marges de manœuvre de l'enseignant (Roditi, 2005), ainsi que la part importante de l'imprévu dans la gestion de la classe en temps réel, sur le plan du contenu comme sur celui du travail des élèves (Mason et al., 1999). Un certain savoir agir est ici en jeu, construit à partir de balises, de principes, d'une « théorie implicite » (Barry, 2009; Proulx, 2003). Cette ouverture sur le jugement pratique de l'enseignant, son « savoir agir sur le moment » (Mason et al., 1999) a conduit à privilégier sur le plan de la recherche une centration sur le sens que le praticien construit en contexte. En d'autres termes, ces travaux ont ouvert la voix à l'investigation et à la valorisation du savoir d'action des praticiens, à ce que nous nommerons, empruntant ici à Martinand (1992) ce concept, la didactique praticienne.

Sur le plan épistémologique, cela signifie que la construction de connaissances en didactique des mathématiques liées à une pratique professionnelle donnée, dans notre cas celles liées à l'enseignement des mathématiques, ne se fait pas sans considération du contexte réel où cette pratique est actualisée, sachant que les composantes de ce contexte, en termes des contraintes et des ressources que présentent les situations de pratique, contribuent à sa restructuration. Cela suppose qu'on reconnaisse et qu'on s'intéresse à la « compétence d'acteur en contexte » des enseignants. Selon Giddens (1987), cette « compétence » qui n'a rien à voir avec le sens habituel qu'on lui donne, renvoie à la capacité d'un acteur social, quel qu'il soit, d'exercer son jugement et d'orienter sa prise de décision en situation, en fonction des conditions qui prévalent et des enjeux en présence dans le contexte d'action spécifique qui est le sien. Cela signifie de plus que cette construction de connaissances liée à une pratique professionnelle donnée ne se fait pas sans une prise en compte de la compréhension qu'a le praticien des situations de pratique à l'intérieur desquelles il évolue, un enseignant dont on suppose qu'il

est capable de réflexivité, de connaissances, un acteur social compétent et situé (Giddens, 87, Lave et Wenger, 91, Lave, 88), porteur d'une ingéniosité professionnelle.

« Les acteurs ont beau voir les choses par le petit bout de la lorgnette, ils connaissent les enchaînements fins de l'action, les séries des décisions et des choix, les calculs et les anticipations des actions dont ils sont les agents et, pour une part, les auteurs » (Dubet, 1994, p 234)

En ce sens, le chercheur ne peut prétendre construire un savoir pour le praticien, sans considération à la base, du savoir, qu'avec ou sans lui, le praticien construit et fait évoluer tout au long de son expérience.

Se placer dans une telle perspective suppose que le chercheur ne pose pas, par son choix d'objet, un regard normatif et extérieur sur ce que font les enseignants, mais va chercher, avec eux, de l'intérieur du contexte dans lequel ils exercent, à comprendre ce qui supporte leurs décisions, ce qui les guide.. (et qui va orienter la construction conjointe des situations, les aménagements apportés, leur réalisation...etc). D'où l'idée pour le chercheur de se placer en interprète (à la fois compréhensif et explicatif) de leur agir.

Cela ne signifie pas par ailleurs que dans cette démarche, le chercheur n'est qu'à l'écoute du sens que construit le praticien. Dans cette construction conjointe, diverses ressources sont en effet mobilisées à la fois par les chercheurs et les enseignants, qui contribuent dans une réflexivité conjointe (avec le chercheur) au développement des situations, activités.

3. Les caractéristiques fondamentales du modèle développé

Au cœur du modèle⁴, on retrouve *une activité réflexive*, qui peut être aménagée de différentes façons (pour des exemples voir Desgagné et al., 2001; Bednarz, 2004; Bednarz, 2009) et qui constitue le *pivot de la recherche collaborative*, dans laquelle chercheurs et enseignants sont amenés à interagir et à explorer ensemble un objet d'un intérêt commun.

L'activité est aménagée de telle sorte qu'elle favorise et fait en sorte que soit entretenue une sorte de «conversation» pour emprunter à Schön (1991) entre la pratique des enseignants et le retour réflexif sur cette pratique (entre praticiens et chercheurs), entre didactique de recherche et didactique praticienne. Concrètement, l'activité prend forme à travers des rencontres régulières entre chercheurs et praticiens, rencontres qui permettent de créer une «zone interprétative» autour des situations qui sont l'objet d'exploration.

⁴ Ce modèle est issu de l'analyse a posteriori des différents projets de recherche collaborative réalisés pendant plusieurs années dans différents domaines. Il s'agit en quelque sorte d'un effort de conceptualisation permettant de caractériser davantage cette pratique de recherche, au delà du sens commun auquel elle est souvent réduite dans les écrits.

La démarche collaborative cherche ainsi à installer une rencontre, dans laquelle il sera possible de produire une nouvelle connaissance, dans l'argumentation entre les acteurs⁵. Ainsi dans cet espace d'argumentation réciproque (Davidson et al., 96 parlent de créer une zone interprétative partagée), une série d'argumentations s'élabore autour de la manière dont les uns et les autres donnent sens aux situations d'enseignement (voir à ce sujet Bednarz et al., 2001-a,b). C'est là que vient jouer la dimension de collaboration au sens de la *co-construction* d'un certain savoir, dans lequel les compétences respectives des différents partenaires vont être mises à contribution. La recherche collaborative suppose la co-construction d'un objet de connaissance entre chercheurs et praticiens

Cette activité réflexive va servir deux fonctions à la fois :

Elle constitue une *occasion de recherche*, cette zone de rencontre aménagée constituant un matériau d'analyse à utiliser en vue d'investiguer un certain objet (lié à l'enseignement des mathématiques dans notre cas). Elle constitue aussi une *occasion de développement professionnel* pour les enseignants, par le biais des retours réflexifs qui y sont effectués sur la pratique en lien avec les situations, en vue de l'éclairer, de l'explicitier, de mieux la comprendre, contribuant éventuellement en retour à une restructuration de cette pratique.

La recherche collaborative prend enfin forme autour d'une médiation entre deux cultures.

Au cours des interactions, les enseignants développent les dimensions de leur expérience/leurs connaissances et les croisent avec les connaissances/expériences des chercheurs. Par exemple le chercheur mobilise dans cette interaction un ensemble de connaissances didactiques (analyse conceptuelle, analyse de la complexité des situations, variables didactiques, connaissances des raisonnements des élèves, des difficultés, conceptions...). Les enseignants sont de leur côté en situation d'expliquer des stratégies d'intervention élaborées avec les élèves, des observations faites en classe sur les difficultés des élèves, leurs forces, les raisons de leur choix (rationalité qui guide leur action)...

Au delà du rapprochement des partenaires individuels, la recherche collaborative renvoie aussi au rapprochement des communautés de pratique, au sens de ce que définissent Lave et Wenger (91) à l'intérieur desquelles ces personnes oeuvrent. Être chercheur ou être praticien c'est aussi faire partie d'un certain groupe de pratique commune, où les membres négocient entre eux dans leur quotidien, un certain mode d'agir et de penser, à partir des contraintes et

⁵ L'établissement de cet espace d'argumentation réciproque rejoint certains travaux conduits en sociologie (Dubet, 1994) en misant sur des critères de double vraisemblance tout au long du processus (auxquels souscrit dans ce cas la recherche).

des ressources qui sont les leurs. En ce sens, la recherche collaborative cherche en fait à permettre la jonction des deux « mondes », sinon l'émergence d'une communauté nouvelle. Elle propose un rapprochement, voire une interfécondation des deux mondes pour la construction d'un savoir au service d'une pratique éclairée.

Quelques remarques à cette étape :

La recherche collaborative n'exige pas que les praticiens se prêtent à des tâches liées à la réalisation de la recherche, au sens formel du terme. Ce qu'elle exige, c'est leur engagement à explorer un aspect de leur pratique (lié ici à l'enseignement d'un certain contenu) et à apporter leur compréhension en contexte au phénomène exploré.

Cette conception diffère quelque peu de ce que l'on considère habituellement par collaboration de recherche (on voit ici la collaboration uniquement sous l'angle des étapes propres à la recherche formelle, en fonction du partage des tâches liées à ces étapes). Notre modèle n'aborde pas la collaboration sous cet angle. Elle prend d'abord le sens d'un échange entre des acteurs qui font partie de cultures différentes et n'ont pas les mêmes finalités. Elle prend également le sens d'un regard croisé entre ces acteurs sur un certain objet. Le chercheur vise une production de connaissances qui inclut et tient compte du point de vue du praticien et des contraintes de son contexte d'action. De même on pourrait dire que le praticien vise un développement de pratique qui soit éclairé par le point de vue du chercheur et par les repères conceptuels qui guident sa production de connaissances.

Quel éclairage amené par ces travaux?

4. Apports de ces travaux sur le plan de la recherche en didactique : quel éclairage sur le plan de la production de connaissances en didactique des mathématiques?

Plusieurs projets de recherche collaborative ont été élaborés depuis 1990 avec des enseignants et enseignantes de différents milieux scolaires (dans certains cas impliquant également des conseillers pédagogiques). Ils touchent à l'élaboration d'interventions en enseignement des mathématiques cherchant à construire un sens aux concepts de nombre, numération, opérations, touchant au travail sur la mesure, la géométrie, la résolution de problèmes, à la construction d'un sens au symbolisme en mathématiques, à l'exploitation du jeu en enseignement des mathématiques, à l'intervention en enseignement des mathématiques auprès de classes faibles du secondaire, à l'introduction à l'algèbre ou encore plus récemment à la transition primaire secondaire en enseignement des mathématiques. L'analyse de ces recherches met en évidence leurs retombées pour la pratique (voir entre autres à ce sujet Bednarz et al., 2008-a,b; Bednarz et al, 1992; Bednarz, Poirier, 1995, 1994; Poirier, Bednarz,

1992) mais aussi leurs apports pour la recherche en didactique. C'est sur ce dernier aspect que nous reviendrons ci-dessous.

4.1. Un premier éclairage sur les activités/situations élaborées : des activités au croisement de didactique de recherche et de didactique praticienne

Nous reprendrons pour illustrer cette contribution, deux exemples. Le premier est tiré d'un projet de recherche collaborative mené dans des classes faibles du début du secondaire (élèves présentant des difficultés d'apprentissage et ayant vécu préalablement des échecs en mathématiques). Les objectifs du projet de recherche élaboré conjointement avec une enseignante étaient les suivants:

Cerner conjointement des situations d'enseignement visant une construction de sens aux concepts chez les élèves (incluant un retour sur les concepts de base non acquis), et visant à développer un autre rapport aux mathématiques

Documenter le développement des situations élaborées en collaboration

Documenter le processus d'apprentissage des élèves ayant pris place tout au long de l'intervention

Les situations élaborées par la chercheuse et l'enseignante au cours de ce projet (qui s'est étalé sur une année, 2000-2001) montre comment pratique de classe et recherche s'enrichissent mutuellement pour éclairer dans ce cas la problématique de l'intervention en enseignement des mathématiques dans des classes faibles et les questions didactiques qu'elle soulève. Une telle intervention prend en compte les connaissances didactiques élaborées par la recherche (auprès de classes faibles) mais aussi les contraintes de l'enseignant dans ces classes, la complexité de la pratique auprès de ces élèves (pour plus de détails à ce sujet, voir Bednarz, 2009). Des situations portant sur différents contenus (nombres décimaux, fractions, géométrie, mesure...) et des outils d'évaluation, de collecte de données (sur les élèves et leur évolution) y seront co-construits, cherchant à rejoindre à la fois les préoccupations de la recherche et de la pratique. Les outils de collecte de données (dans ce cas du suivi des élèves) dans cette perspective ne sont pas développés à l'extérieur de l'enseignant, rejoignant l'un des critères méthodologiques de la recherche collaborative, la double vraisemblance (Dubet, 1984).

Nous reprenons ci-dessous un exemple de tel outil élaboré au sein de cette recherche, à travers le portfolio.

Une idée au départ partagée par chercheure et enseignante, sous-jacente au choix et à l'organisation du portfolio : établir un rapport différent à leur apprentissage chez les élèves, valoriser leur potentiel.

<p><i>Du point de vue de la pratique, les éléments qu'on essaie de rejoindre</i></p> <p>Choisir une thématique dans laquelle les élèves ont des difficultés (la résolution de problèmes), et construire un répertoire de problèmes sur lesquels travailler</p> <p>Donner aux élèves un outil leur permettant d'être conscient de leur progression</p> <p>Donner à l'enseignant un outil plus approprié pour évaluer le processus de résolution de problèmes des élèves</p>	<p><i>Du point de vue de la recherche, les éléments qu'on cherche à rejoindre</i></p> <p>Cerner le rapport des élèves aux maths et à leur apprentissage, et leur évolution</p> <p>Documenter leurs habiletés à résoudre des problèmes et leur évolution</p> <p>Avoir un indice des activités les plus significatives pour les élèves</p>
---	--

Ce processus de co-construction donnera lieu à la constitution d'un portfolio ciblant davantage la résolution de problèmes, une certaine organisation, son contenu (dessin qui représente pour l'élève les maths; intérêts de l'élève en maths; différence qu'il fait entre les maths qu'il a fait au primaire et au secondaire; productions dont il est le plus fier; exemple qu'il veut garder et qui ont été importants pour lui; choix de problèmes, agencement...) rejoignant les besoins de la pratique (construire un répertoire de problèmes pouvant être utilisés en classe, donner aux élèves un outil à travers leur portfolio qui leur permet de prendre conscience de leur apprentissage, se donner des outils pour l'enseignante pour évaluer le processus de résolution des élèves, leur évolution) et les besoins de la recherche (indicateurs du rapport aux mathématiques des élèves, leurs habiletés en résolution de problèmes, indices des activités les plus significatives pour eux et des raisons sous-jacentes..)

L'analyse des scénarios élaborés illustre l'interfécondation qui s'opère entre la didactique de recherche et la didactique praticienne dans les différentes situations, activités, outils élaborés, au service à la fois d'une pratique avertie (visant ici les élèves faibles) et d'une recherche éclairée (prenant en compte les multiples dimensions imbriquées dans ce cas :

difficultés conceptuelles, rapport négatif aux maths, conception du problème, difficultés des interactions en classe et situations de groupe...etc)

Un deuxième exemple porte sur un projet de recherche collaborative réalisé avec des enseignantes du primaire. Ce projet s'est poursuivi sur plusieurs années (1991-1994), autour de la mise au point de situations d'enseignement en mathématiques visant un apprentissage significatif des jeunes enfants (nombre, numération, opérations, mesure, géométrie, résolution de problèmes), intégrant alors des enseignantes de différents niveaux scolaires (1ère, 2ème, 3ème années). L'enregistrement vidéo de situations en classe, les traces des productions des élèves, l'enregistrement audio des rencontres réflexives entre chercheuses et enseignantes à propos des situations et du retour sur celles-ci, ont servi de matériel de base dans l'analyse des situations d'enseignement et de leur potentiel, dans l'analyse du processus de co-construction qui prend place et des contributions respectives (Bednarz et al., 2001-a, b) ou encore ont permis de suivre la restructuration d'une situation d'enseignement au fil du temps et les principes qui guident cette restructuration (Poirier, Bourdage, Bednarz, 1999). Nous reviendrons à titre d'exemple sur ce dernier aspect.

En se basant sur des études antérieures sur la numération (Bednarz, Dufour-Janvier, 1985), les chercheurs proposent dans les rencontres réflexives, pour fins de discussion, aux enseignantes de première année (élèves âgés de 6 ans) une activité de type «chaîne de montage».

La situation proposée à des fins de discussion

L'activité « chaîne de montage » telle qu'aménagée (activité basée sur des études antérieures, Bednarz et Janvier, 1984)

-Objectif : construire un sens à la numération et aux opérations (procédures de calcul) en plaçant les enfants dans des situations qui les amèneront à opérer sur des groupements

-Mise en situation : organisation d'une chaîne de montage (usine de production de boîtes de céréales)

- Première partie :Simulation de la chaîne de montage par quatre élèves (préposé aux boîtes, aux caisses, aux paniers....)

On reprend avec une autre équipe...

Qui en a produit le plus? Le moins?..

-Deuxième partie : livraison de boîtes de céréales dans les magasins. Deux enfants sont choisis (un livreur et un marchand). Le livreur quitte l'usine avec X caisses dans son magasin, il s'arrête chez le marchand, celui-ci demande...

Situations à reprendre avec différentes demandes, graduées en complexité

- Autres exploitations : Compilation des achats (par le marchand); comparaison entre ce que les différents marchands ont dans leur magasin; partage de commandes (le livreur doit

partager tout ce qu'il transporte entre deux magasins ou plus..); vente : des acheteurs viennent au magasin acheter x boîtes. Comment le marchand s'y prendra t-il pour leur vendre les caramels qu'ils désirent? Combien lui en restera t-il?

À partir de cette idée, une activité modifiée/ redéfinie, dont nous reprendrons les grandes lignes, est aménagée conjointement avec les enseignantes :

-le matériel par exemple a été changé, pour des raisons de faisabilité. Il fallait du matériel simple à concevoir pour les enseignantes (initialement on parlait de boîtes de céréales, de boîtes, de paniers; cela deviendra des caramels, sacs, boîtes...)

- le groupement retenu est régulier (initialement les boîtes de céréales étaient regroupées par 6 dans des boîtes, et les boîtes par 3 dans des paniers, comme cela se retrouve au magasin). Ce choix d'un groupement régulier est guidé pour les enseignantes par le programme (on travaille sur différentes bases, avec l'idée d'un groupement régulier)

- On retient toutefois l'idée de plusieurs groupements répétés, même si en première année les enfants, selon le programme, travaillent sur un seul groupement.

L'objectif est ici d'amener les enfants à construire un sens à la numération et aux différentes opérations, en leur présentant des situations d'emballage, de vente, d'achat et de partage qui les amèneront à faire et défaire des groupements

Mise en situation : L'enseignante propose aux enfants d'organiser une chaîne de montage (ou usine de production) de caramels. Dans cette usine on emballe des caramels pour les livrer ensuite dans les magasins (quand on a 6 caramels, on les emballe dans un sac, quand on a 6 sacs, on les met dans une boîte...)

Première partie : simulation. L'enseignante choisit 4 élèves pour venir travailler à l'usine. Un premier élève compte 6 caramels. Lorsqu'il en a 6, il les passe à un autre élève. Ce deuxième place les 6 caramels dans un sac. Lorsqu'il a 6 sacs, il les passe au troisième élève. Le troisième élève place les 6 sacs dans une boîte, il les donne au 4ème élève. Ce dernier place les 6 boîtes dans une caisse. L'enseignante laisse fonctionner la chaîne de montage quelques minutes. Puis elle annonce que la journée de travail est finie et vérifie, avec l'aide des élèves, ce que chacun a emballé. Les autres élèves peuvent être questionnés. On reprend avec 4 autres élèves, puis d'autres équipes. On peut arrêter et poser alors des questions sur les différentes productions : qui en a produit le plus? Le moins? Pourquoi?

Deuxième partie : situation de vente. Le camion va maintenant livrer les caramels dans les magasins. Le livreur (l'enseignante choisit un enfant) quitte l'usine avec x caisses dans son camion. Il s'arrête chez le marchand (l'enseignante choisit un autre enfant). Celui-ci demande

x caramels. La situation est reprise avec différentes demandes graduées en complexité (aucun groupement à défaire, un groupement à défaire, deux groupements à défaire et coordonner)

Autres exploitations : Compilation des achats (le marchand avait déjà X caramels dans son magasin. Combien en a-t-il maintenant?); comparaison entre ce que les différents marchands ont dans leur magasin; partage de commandes (le livreur doit partager tout ce qu'il transporte entre deux magasins ou plus..); vente : des acheteurs viennent au magasin acheter x caramels. Comment le marchand s'y prendra-t-il pour leur vendre les caramels qu'ils désirent? Combien lui en restera-t-il?

Le visionnement de l'enregistrement vidéo de cette situation reprise par une enseignante révèle les aménagements apportés par cette dernière à la gestion de l'activité. Ainsi ce ne sont pas quatre élèves qui font une chaîne de montage tandis que les autres observent. Elle installe deux chaînes de montage, chacune composée de 4 élèves aux rôles bien définis. Elle introduit un 5ème rôle à la chaîne de montage, soit le contremaître qui observe les travailleurs.

Quant aux 18 autres, ce sont d'éventuels clients. Leur rôle est d'observer les travailleurs et lorsque la production sera prête, ils pourront faire des achats à l'une ou l'autre chaîne de montage. Pour ce faire, l'enseignante leur remet une feuille de papier sur laquelle ils inscriront leur commande.

Une situation qui s'est enrichie, complexifiée

- Les intentions didactiques de départ sont restées (travail sur les groupements, toujours au cœur de l'activité)
- Mais ces intentions se sont enrichies :
introduction d'une notation par le biais des commandes produites par les enfants, retour possible sur les différentes notations, décodage nécessaire par le vendeur;
les différentes opérations sur les groupements sont davantage intégrées
- Une gestion qui s'est elle aussi complexifiée et enrichie :
10 élèves impliqués directement,
rôle des observateurs qui s'est précisé, il y a maintenant un enjeu, ce sont des acheteurs..il y a donc un intérêt à ce que les ouvriers ne fassent pas d'erreurs

La situation, on peut facilement le constater, a évolué et est même devenue plus complexe à gérer. Si les intentions didactiques de départ sont demeurées, les objectifs de travail sur les groupements sont toujours là, son aménagement, sa gestion se sont de beaucoup enrichies. Le rôle des observateurs s'est précisé. Les autres élèves ont toujours le rôle d'observateur prévu initialement mais il y a maintenant un enjeu : ce sont des acheteurs. En tant qu'acheteurs, il y va de leur intérêt que les ouvriers ne fassent pas d'erreurs. Les sacs doivent compter six caramels et non cinq par exemple.

L'introduction aussi, dès le départ, des acheteurs complexifie la situation. L'achat de matériel amène les élèves à défaire les groupements, ce qui n'était prévu originalement que plus tard dans la séquence (les différentes opérations sur les groupements sont ainsi intégrées davantage dans la séquence). Ces acheteurs devront trouver une façon d'écrire leur commande. Certains élèves procéderont par dessin, d'autres en mots, le vendeur devra décoder ces bons de commande...L'enseignante en profitera pour amener les élèves à discuter des différentes notations utilisées. Pour les chercheuses, ces notations deviennent un matériel d'analyse des notations des enfants et de leur évolution.

Ces aménagements sont guidés, et les rencontres réflexives entre chercheuses et enseignantes permettront de les expliciter, par certains principes. Celle-ci a 28 élèves dans sa classe, il est impensable pour elle que seulement 4 élèves soient impliqués dans l'activité tandis que les 24 autres observent. Il faut qu'un maximum d'élèves soient actifs dans ce processus. D'où la mise en place simultanée de deux chaînes de montage, la création d'un autre rôle, et le rôle d'acheteurs donnés aux autres élèves. La dimension organisation par les enfants, et observation, apparaissent aussi importantes pour cette enseignante. Cette observation est motivée par la compétition conçue ici comme un aspect positif (à la source de défis)

Analyse du retour réflexif sur la situation expérimentée (interactions chercheuses-enseignantes)

Les principes qui guident cette restructuration sont explicités (une imbrication de dimensions didactiques et pédagogiques)

Un premier principe : Un maximum d'élèves actifs

L. On a fait mettons l'usine. Moi je trouvais à un moment donné qu'il y en avait 4 qui fonctionnaient puis il y en avait 20 autres qui attendaient. Les enfants qui travaillent sont en action mais les autres qui sont là regardent. ..Là j'ai dit on va faire 2 usines. Là j'ai inventé que j'étais le boss pi que j'avais 2 équipes de travail et je voulais récompenser l'équipe de travail qui travaillait le mieux.

(plus loin) des activités plus intéressantes pour les enfants parce qu'ils sont plus en action..Tu as plus d'enfants en action en même temps, C'est intéressant pour les enfants!

Un deuxième principe : forcer une organisation de la part des enfants

Là j'ai dit on va faire 2 usines...La première fois ça été le bordel (excusé). Tout traînait. On essayait de voir ce qui se présentait. On a une usine qui avait fonctionné plus vite. Mais les autres ont commencé à dire on va regarder..comment ça se fait qu'ils vont plus vite eux autres? Là les enfants s'attardaient à voir pourquoi cette usine là fonctionnait mieux. Ils s'étaient organisés..

En organisant la chaîne de montage, ils ont appris à s'organiser dans d'autres choses aussi parce qu'ils ont fait la chaîne de montage à plusieurs mais après ça ils étaient en équipes de 4

et j'avais 6 chaînes de montage puis je voulais qu'ils me remplissent la commande. Le premier qui avait rempli la commande, j'achetais deux autres... Là ça y allait hein...! Pourquoi ça n'a pas fonctionné on allait voir les raisons. L'organisation que tu manquais. Donc tout ce que tu dois faire, tu dois avoir une organisation adéquate..

Un troisième principe : la compétition, élément positif (lié à être à l'écoute de différentes façons de faire, écouter les différents points de vue, observer)
 ..les autres voient aussi les façons de faire de l'autre. Pi aller voir les techniques des autres..comment l'autre a fait. Il y a aussi la compétition, ils sont plus portés à écouter.
 La compétition fait que les plus forts sont toujours intéressés parce qu'ils vont expliquer les trucs aux autres..

Quelle leçon tirer de cela?

Nous avons voulu montrer, par ces deux exemples comment pratique de classe et recherche s'enrichissent mutuellement. Pour les enseignantes par exemple, un tel outil (ex du portfolio) et une telle activité (chaîne de montage) apportent un regard différent sur l'apprentissage des élèves (le processus de résolution de problèmes d'élèves faibles, leur entrée dans les activités, la numération et son apprentissage, en lien avec les opérations, mettant l'accent sur des caractéristiques importantes à la base de notre système de numération; rapport aux mathématiques, différentes stratégies, notations...), ouvrent sur d'autres manières d'aborder l'apprentissage de la résolution de problèmes ou de la numération. Pour les chercheuses, les aménagements apportés (autant dans le portfolio que dans la chaîne de montage) soulèvent de nouvelles pistes, de nouveaux questionnements autour de la restructuration de ceux-ci en contexte et des ressources mobilisées par les enseignants dans cette construction.

Au-delà de ces exemples, certaines idées clés se dégagent de l'analyse de ces situations, activités : une confrontation au contexte qui apparaît centrale; le caractère plausible des activités élaborées qui doivent nécessairement faire « leurs preuves », qui sont construites, négociées, restructurées, enrichies en contexte; un questionnement continu forçant une adaptation, mise en perspective de la part des chercheurs mais aussi des praticiens.

4.2. Sur les ressources mises à contribution de part et d'autre dans cette co-construction des activités, situations élaborées

L'analyse du processus de co-construction met en évidence, comme nous pouvons l'entrevoir à travers les exemples précédents, les ressources mises à contribution par enseignants et chercheurs dans cette élaboration. Des ressources de divers ordres sont à l'œuvre dans ce que Lave (1988) nomme le monde expérientiel du quotidien de l'acteur en action (« experienced-lived-in world»). Ces ressources sont en ce sens structurantes du savoir agir qui se construit au croisement de la didactique de recherche et de la didactique praticienne (Lave et Wenger, 1991). Nous avons mis en évidence, dans une recherche collaborative passée, la nature de ces

ressources structurantes à l'œuvre dans la construction conjointe de situations d'enseignement en mathématiques (Bednarz et al., 2001-b).

Ces ressources sont de divers ordres, elles puisent, pour l'enseignant, aux connaissances imbriquées didactico-mathématico-pédagogiques, connaissances développées en contexte (par exemple connaissances de ses groupes d'élèves, de leurs difficultés, de son contexte local d'intervention, du milieu de l'école, programme,...), à son savoir d'expérience...Des travaux de recherche collaborative récents, menés autour de l'élaboration conjointe de scénarios d'enseignement visant le développement de la modélisation, poussent plus loin cette analyse, et montrent la richesse des ressources interprétatives et d'action mobilisées par l'enseignant et le chercheur dans cette co-construction (Barry, 2009). Dans un tout autre domaine, celui d'une élaboration conjointe d'une intervention didactique en algèbre au secondaire visant le développement du contrôle sur l'activité mathématique chez les élèves, l'analyse met également en évidence le potentiel de ressources mobilisées par l'enseignante et de ce que nous pourrions appeler une « didactique praticienne en action visant le développement du contrôle » (indicateurs de contrôle chez les élèves; reformulation de problèmes, d'exercices de manière à contribuer au développement du contrôle; stratégies d'interventions susceptibles de favoriser le développement du contrôle en class) (Saboya, sous presse)

Ces diverses analyses contribuent à montrer l'apport des recherches collaboratives en didactique des mathématiques : clarification, explicitation de la didactique praticienne et de la didactique de recherche en interaction, à travers ces diverses ressources interprétatives et d'action explicitées dans cette co-construction.

4.3. Un éclairage sur le dispositif de formation que constitue la recherche collaborative et sur son apport pour le développement professionnel des enseignants.

Au coeur des différents projets, qui ont en commun un effort de médiation entre recherche en didactique des mathématiques et pratique en enseignement des mathématiques, s'élabore un savoir de l'action (des situations, des activités, des stratégies d'interventions en enseignement des mathématiques, un repérage sur des productions des élèves,...) construit autour du point de vue de différents acteurs sociaux (chercheurs en didactique des mathématiques, enseignants..) en intercompréhension autour d'un projet commun (par exemple élaboration d'une intervention auprès de classes faibles en mathématiques au secondaire, élaboration de scénarios d'intervention visant le développement de la modélisation, de situations visant un développement du contrôle chez les élèves en algèbre, d'interventions visant une meilleure transition entre le primaire et le secondaire en mathématiques....).

Un dispositif médiateur supporte la rencontre entre les différents acteurs, il est le lieu d'une démarche réflexive (d'un questionnement sur la pratique) et est producteur de sens sur l'action (contribuant à un nouvel éclairage sur des questions liées à l'enseignement des mathématiques). En ce sens l'activité aménagée avec les enseignants est nous l'avons dit une occasion de développement professionnel. Mais que s'y passe-t-il exactement ? Quel rôle joue cet espace réflexif ? Que peut-on dire du mode d'interaction qui s'établit entre les partenaires ? Que peut-on en déduire sur le mode de réflexivité qui y est encouragé (en regard de la pratique) ? Nous avons cherché à caractériser davantage cet espace par l'analyse du contrat réflexif négocié dans l'informel de l'interaction entre enseignants et chercheurs (voir à ce sujet Bednarz, Maheux, Barry, 2007). Cette analyse permet de mieux comprendre de l'intérieur le potentiel de la démarche de recherche collaborative pour le développement professionnel des enseignants impliqués. Dans la perspective contextualisée qui est la nôtre, ce développement professionnel des praticiens impliqués dans ces recherches :

- ✓ *Prend en effet place à l'intérieur d'une certaine approche* encourageant implicitement une certaine manière de réfléchir sur la pratique (ce que met en évidence l'analyse du contrat)
- ✓ *comporte une dimension de résultante : ce qui est produit par les acteurs dans cette recherche au bénéfice de leur pratique.* Les praticiens disposent à la fin du projet d'un répertoire d'activités, de situations co-construites en lien des contenus, des processus.
- ✓ *Enfin ce développement professionnel issu de l'approche*, et dont témoigne l'analyse des données réalisées dans quelques projets (Bednarz, Barry, sous presse; Savoie-Zajc, Bednarz, 2007), *renvoie aussi à un rapport revisité à leur pratique* : en lien par exemple avec les mathématiques qu'ils enseignent, les élèves et leur apprentissage, l'enseignement des mathématiques, la résolution de problèmes...; en lien avec l'accompagnement d'enseignants pour les conseillers pédagogiques.

Conclusion

La recherche collaborative constitue une avancée importante pour la conception en didactique des mathématiques de situations d'enseignement, d'activités au croisement de didactique de recherche et de didactique praticienne, des situations, activités en quelque sorte mises à l'épreuve de la pratique, négociées, restructurées, fécondes sur le plan des apprentissages mais aussi viables en contexte. Cette manière différente d'approcher la conception d'activités en mathématiques vient éclairer en retour la didactique de recherche

sous l'angle notamment d'une meilleure compréhension de la didactique praticienne à l'œuvre dans cette construction (ressources structurantes mobilisées en pratique par l'enseignant et qu'il met à contribution, explicite dans cette construction, restructuration des situations d'enseignement et principes qui la guident, caractéristiques des situations élaborées...). Les analyses illustrent aussi le potentiel de ces recherches collaboratives pour le développement professionnel des praticiens qui y sont engagés, un développement professionnel qui s'exprime à travers une explicitation et compréhension de leur pratique en enseignement des mathématiques, autour de contenus et processus, des recadrages de ce savoir enseigner, une complexification de ce savoir agir en enseignement des mathématiques ouvrant sur plusieurs possibles, le développement de la capacité pour l'enseignant de poser un jugement nuancé, complexe, en contexte (Bednarz et al., 2007). Ce travail oblige, du point de vue du chercheur, à reconnaître qu'il n'a pas le monopole du sens, à reconnaître une légitimité aux modèles, interprétations mis de l'avant par l'enseignant.

Références

- Anadon, M. (2007). *La recherche participative. Multiples regards*. Québec : Presses de l'Université du Québec.
- Arzarello, F., Bartolini Bussi, M.G. (1998). Italian trends in research in mathematical education : a national case study from an international perspective. Dans A. Sierpiska & J. Kilpatrick (Eds.), *Mathematics as a research domain : A search for identity* (pp. 243-262). Dordrecht (Pays Bas) : Kluwer Academic Publishers.
- Bednarz, N. (2009). Analysis of a collaborative research project. A researcher and a teacher confronted to teaching mathematics to students presenting difficulties. *Mediterranean Journal for Research in Mathematics Education*, Vol. 8, No. 1, 1-24.
- Barry, S. (2009). *Analyse des ressources mises à contribution par enseignant et chercheur dans l'élaboration de scénarios d'enseignement en dénombrement visant le développement de la modélisation en secondaire I*. Thèse de doctorat en Éducation : Université du Québec à Montréal.
- Bednarz, N., Barry, S. (à paraître) Recherches collaboratives en enseignement des mathématiques comme support au développement professionnel des enseignants. Dans C. Couture, L. Dionne (Eds.) *Formation initiale et continue dans le domaine des sciences, des mathématiques et de la technologie: vers quel développement professionnel des enseignants*. Ottawa: Presses de l'Université d'Ottawa.
- Bednarz, N., Auclair, M., Lafontaine, J., Leroux, C., Morelli, A. (2008). Pour une plus grande harmonisation dans la transition du primaire au secondaire en mathématiques. Dans J.C. Girard, M.J. Haguel, G. Payette (Dir.) *Actes du 49^{ème} congrès de l'Association Mathématique du Québec*. (pp. 31-37). 31-1^{er} juin 2006, Sherbrooke : Université de Sherbrooke
- Bednarz, N. avec la collaboration de Auclair, M., Barrette, M.A., Lafontaine, J., Péloquin, M.É., Rodrigue, I., Leroux, C., Morelli, C. (2008). Une expérience de collaboration enrichissante en enseignement des mathématiques. *Vie pédagogique*, numéro 147, mai, 43-51 (Dossier : concertation des acteurs)

- Bednarz, N. (2004). Collaborative Research and Professional Development of Teachers in Mathematics. In M. Niss, E. Emberg (Eds.) *Proceedings of the International Conference on Mathematics Education*, 4-11 July 2004, Copenhagen, Denmark, Cédérom.
- Bednarz, N., Bourdage, N., Charpentier, M., Lartigau, M., Poirier, L., Sauvé, T., Taillon, C., Tourigny, C. (2002) Banque de jeux pour l'apprentissage des mathématiques au primaire. Montréal: Editions Modulo
- Bednarz, N., Desgagné, S., Diallo, P., Poirier, L. (2001-a). Approche collaborative de recherche: une illustration en didactique des mathématiques. Dans P. Jonnaert, S. Laurin (Dir.) *Les didactiques des disciplines, un débat contemporain*. (p 177-207). Presses de l'Université du Québec.
- Bednarz, N., Poirier, L., Desgagné, S., Couture, C. (2001-b). Conception de séquences d'enseignement en mathématiques: une nécessaire prise en compte des praticiens. Dans A. Mercier, G. Lemoyne, A. Rouchier (Eds.) *Sur le génie didactique: usages et mésusages des théories de l'enseignement*. (pp. 43-69). Bruxelles: Collection Perspectives en Éducation et Formation. Éditions de Boeck.
- Bednarz, N., Maheux, J.F., Barry, S. (2007). Context-based professional development in mathematics education : A collaborative research project. In T. Lamberg (dir.) *Proceedings of the 29th Annual Conference of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Exploring mathematics education in context*, Research Report (p 788-795), October 25-28, Lake Tahoe, Reno, Nevada (USA)
- Bednarz, N., Poirier, L. (1995). *Construire un sens au symbolisme*. Enregistrement vidéo-production: Bureau des moyens d'enseignement, CECM.
- Bednarz, N., & Poirier, L. (1994). *Construire un sens à la mesure*: 1) *Estimation*, durée: 32 minutes; 2) *Mesurer ça veut dire quoi?*, durée: 44 minutes. Enregistrement vidéo, production: Bureau des moyens d'enseignement, CECM, format VHS.
- Bednarz, N., Dufour-Janvier, B. (1985). La numération: une stratégie didactique cherchant à favoriser une meilleure compréhension. *Grand N*, no 34, 5-17.
- Brousseau, G. (1981). Problèmes de didactique des décimaux. *Recherches en didactique des mathématiques*, vol 2 (1), 37-127.
- Davidson Wasser, J. et Bresler, L. (1996). Working in the interpretive zone: conceptualizing collaboration in qualitative research teams. *Educational Researcher*, 25 (5), 5-15.
- Desgagné, S. (2007). *Le défi de production de savoir en recherche collaborative : autour d'une démarche de reconstruction et d'analyse de récits de pratique enseignante*. Dans M. Anadon (Dir.). *La recherche participative. Mutiples regards* (pp. 89-121). Québec : Presses de L'Université du Québec.
- Desgagné, S., Bednarz, N., Couture, C., Poirier, L., Lebuis, P. (2001) L'approche collaborative de recherche en éducation: un rapport nouveau à établir entre recherche et formation. *Revue des sciences de l'éducation*, 27 (1), 33-64.
- Desgagné, S. (1997). Le concept de recherche collaborative: l'idée d'un rapprochement entre chercheurs universitaires et praticiens enseignants. *Revue des sciences de l'éducation*, 23 (2), 371-393.
- Dubet, F. (1994). *Sociologie de l'expérience*. Paris : Seuil.
- Giddens, A. (1987). *La constitution de la société*. Paris: Presses universitaires de France.
- Janvier, C. (1994). *Le volume, mais où sont les formules?* Vidéo et document d'accompagnement, Montréal: Modulo Éditeur.
- Lave, J. (1988). *Cognition in practice: Mind, mathematics and culture in everyday life*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lave, J., Wenger, E. (1991). *Situated Learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Margolinas, C (1992) Eléments pour l'analyse du rôle du maître : les phases de conclusion. *Recherches en didactique des mathématiques*, 12/1, 113-158.
- Martinand, J. L. (1992). Approches de la didactique: table ronde. In J. Colomb (dir.), *Recherches en didactiques: contribution à la formation des maîtres* (pp. 25-26). Actes du colloque 13-14-15 février 1992. Paris: Institut national de recherche pédagogique.
- Mason, J. & Spence, M. (1999). Beyond mere knowledge of mathematics : the importance of knowing to act in the moment. *Educational studies in mathematics*, 38 (1-3), 135-161.
- Poirier, L., Bourdage & Bednarz, N. (1999). Un lien possible entre la recherche en didactique des mathématiques et la pratique de classe: la recherche collaborative. Dans F. Jaquet (dir.) *Les liens entre la pratique de la classe et la recherche en didactique des mathématiques. Actes de la CIEAEM 50* (pp. 193-197). Neuchâtel: Commission internationale pour l'étude et l'amélioration de l'enseignement des mathématiques (CIEAEM).
- Poirier, L., & Bednarz, N. (1992). *Approches en résolution de problèmes auprès de jeunes enfants*. Enregistrement vidéo, production: Bureau des moyens d'enseignement, CECM, format VHS, 28 min.
- Proulx, J.. (2003). Explications orales des futurs enseignants en mathématiques au secondaire. Maîtrise en mathématiques, option didactique. Université du Québec à Montréal.
- Roditi, E. (2005). *Les pratiques enseignantes en mathématiques. Entre contraintes et liberté pédagogique*. Paris : L'Harmattan.
- Saboya, M. (sous presse). Analyse d'une intervention visant le développement du contrôle en mathématiques au secondaire.. Doctorat en éducation, UQAM.
- Savoie-Zajc, L., Bednarz, N. (2007). Collaborative Research and Action Research : their specific contributions to professional development. *Education Action Research*, Vol 15 (4), December, 577-596.
- Schön, D. A. (1983). *The Reflective practitioner*. New York: Basic Books.
- Schön, D. A. (1991). The theory of inquiry: Dewey's legacy to education. *Curriculum Inquiry*, 22 (2), 119-139.

