

QUELLES MATHÉMATIQUES POUR LES FUTURS ENSEIGNANTS ? RÉFLEXIONS ET EXEMPLES DE PRATIQUE D'UNE FORMATRICE

Valériane PASSARO*

Résumé – Cette contribution propose d'abord d'expliquer la rupture entre les expériences mathématiques des étudiants en formation initiale en enseignement secondaire et celles des enseignants en pratique en prenant appui sur les notions de « conception opérationnelle » et de « conception structurelle » des objets mathématiques (Sfard 1991). Puis, des exemples de tâches visant le développement d'une conception structurelle chez les futurs enseignants sont présentés. Finalement, les observations faites lors de la réalisation de ces tâches et les réflexions amorcées alimentent la discussion sur la formation mathématique, ainsi que sur l'articulation entre la formation didactique et mathématique des futurs enseignants.

Mots-clefs : expériences mathématiques, formation initiale, conception opérationnelle, conception structurelle

Abstract – This contribution proposes first an explanation of the rupture between the mathematical experiences of pre-service and in-service secondary schoolteachers building on the notions of "operational conception" and "structural conception" of mathematical objects (Sfard 1991). Then, examples of tasks for pre-service teachers' development of a structural conception are presented. Finally, the observations made during the realization of these tasks and the begun reflections feed the discussion on mathematical formation and as well on the articulation between didactical and mathematical formation of the pre-service teachers.

Keywords: mathematical experiences, pre-service education level, operational conception, structural conception

La formation mathématique des enseignants est au cœur de nos préoccupations. Nous savons qu'il existe une rupture entre les expériences mathématiques vécues par les étudiants en formation des maîtres et les expériences mathématiques vécues par les enseignants dans leur travail quotidien (Proulx et Bednarz 2008). Mes expériences diverses en tant qu'étudiante, enseignante, formatrice, superviseuse de stage etc. m'ont permis de considérer la question sous plusieurs angles à différents moments de ma pratique. Mon cheminement m'amène aujourd'hui à prendre du recul et à faire le point. Ma contribution consiste donc à présenter une partie de mes plus récentes réflexions sur le sujet.

En partant de l'exemple de la formation initiale des enseignants de mathématiques au secondaire de l'Université du Québec à Montréal (UQÀM), je présente une brève comparaison des expériences mathématiques de l'étudiant et de l'enseignant en pratique telles que je les connais. Puis je propose une analyse des éléments de comparaison ressortis de manière à éclairer la nature de la rupture entre ces deux types d'expériences. Visant une reconnexion de ces dernières, je présente des exemples de ma pratique et la réflexion qui s'ensuit.

Dans cette contribution, je ne présente pas un compte-rendu de recherche mais mon témoignage comme enseignante intervenant dans la formation des maîtres. Les éléments théoriques sont donc abordés uniquement parce qu'ils m'ont permis à un certain moment d'organiser mes idées. Ces dernières sont d'ailleurs fortement influencées par la perspective des didacticiens de l'UQÀM (voir Bednarz, Gattuso et Mary 1995) qui ont été ma première et principale source d'inspiration. Je considère que mes réflexions viennent donc à la fois compléter et diffuser les idées des didacticiens de cette équipe qui ont, pour la plupart, passé le flambeau.

* Université de Montréal – Canada – valeriane.passaro@umontreal.ca

I. COMPARAISON ET ANALYSE DES DIFFÉRENTES EXPÉRIENCES MATHÉMATIQUES

1. *Un premier regard sur la situation : observations et impressions personnelles*

D'un côté, les expériences mathématiques vécues par l'étudiant tout au long de sa formation sont diverses. Néanmoins, la formation disciplinaire se fait explicitement dans les cours de mathématiques avancées. Dans ces cours, on s'entend généralement pour dire que les étudiants font des mathématiques de manière à acquérir une expertise dans leur matière ou encore qu'ils développent la compétence à « agir en tant que professionnelle ou professionnel héritier, critique et interprète d'objets de savoirs ou de culture dans l'exercice de ses fonctions »[†]. Ainsi, on y vise l'acquisition de concepts mathématiques dits « avancés ». L'étudiant qui aborde ce contenu nouveau et relativement complexe, travaille principalement à un niveau procédural et devient particulièrement habile à réaliser des tâches routinières.

D'un autre côté, les enseignants en pratique vivent une toute autre expérience des mathématiques. En effet, leur connaissance des mathématiques leur permet principalement de planifier leur enseignement et d'intervenir en classe. Or, comme l'indique Morin (2008), « réagir à une situation mathématique exige une bonne maîtrise des connaissances disciplinaires à enseigner ». Ainsi, l'enseignant doit connaître les concepts mathématiques qu'il enseigne d'une façon approfondie, il doit atteindre un niveau de maîtrise qui dépasse largement l'application d'une procédure. À ce titre, il doit être un expert de sa matière.

Dans les deux cas, il est clair qu'il est question d'une certaine expertise. Par contre, les caractéristiques de cette expertise sont différentes et afin de mieux expliciter cette différence, j'ai choisi d'utiliser le cadre proposé par Sfard (1991).

2. *Un cadre d'analyse : conceptions opérationnelle et structurelle de l'objet mathématique*

Sfard (1991) parle de deux conceptions complémentaires d'un concept mathématique : la conception opérationnelle, en lien avec les processus, et la conception structurelle, en lien avec l'objet. Elle précise que pour arriver à connaître un objet mathématique, il faut d'abord en développer une conception opérationnelle puis une conception structurelle. Le passage de la première à la seconde se fait en trois étapes :

1. **L'intériorisation** est un niveau de familiarisation avec un nouveau concept de manière procédurale, compartimentée. L'accent est mis sur des processus, on se concentre sur les détails.
2. **La condensation** est une étape à laquelle il y a une première activité de synthèse, de généralisation. Une organisation des processus débute et les détails sont de moins en moins importants.
3. **La réification** est l'étape ultime à laquelle tout s'organise et prend un sens. On sait alors comment et pourquoi, on a une vue d'ensemble. Les détails ne sont plus importants, on comprend que les processus ne sont que des détails, que des outils au service de l'objet. On saisit alors l'objet mathématique.

L'auteur ajoute que la réification est directement en lien avec l'intériorisation de concepts plus complexes. En fait, pour que la réification ait lieu il doit y avoir une motivation. Tant que la conception opérationnelle est suffisante et efficace, il n'y a pas d'intérêt à développer une

[†] Première des 12 compétences professionnelles attendues des enseignants et des enseignantes du secondaire, selon le Ministère de l'éducation, du loisir et du sport du Québec.

conception structurelle. L'intérêt se fait ressentir lorsque vient le temps de travailler sur de nouveaux concepts plus poussés en lien avec le concept de base.

3. *Un second regard sur la situation : approfondissement des idées et source de la rupture*

Ce second regard correspond en fait à une explicitation du premier à l'aide de la théorie précédemment présentée. Il est à noter que je suis consciente que cette théorie ne reflète pas la complexité du processus de compréhension d'un concept mathématique. J'explique d'ailleurs mes idées à ce sujet dans ma recherche doctorale (voir l'affiche présentée au présent colloque). Néanmoins, je m'en tiendrai ici aux idées de Sfard puisqu'elles me servent uniquement de tremplin pour poursuivre ma réflexion.

Tel que mentionné, dans les cours de mathématiques avancées, l'étudiant-maître aborde de nouveaux concepts mathématiques. Or, la première étape dans le processus d'apprentissage d'un nouveau concept mathématique, selon Sfard, est l'intériorisation. Il est donc normal que le travail effectué se situe d'abord à un niveau procédural. Par la suite, si les concepts sont travaillés en profondeur l'étudiant peut passer aux étapes de condensation et de réification. Cependant, le temps alloué et le type de travail effectué sur les objets mathématiques abordés ne semble pas permettre aux étudiants d'en développer une conception structurelle. Ainsi, selon mes observations, la plupart des étudiants atteignent le stade de la condensation. Leur compréhension des concepts mathématiques est de nature opérationnelle.

L'enseignant en pratique, quant à lui, doit connaître les concepts mathématiques qu'il enseigne de façon approfondie. En fait, l'enseignant, pour pouvoir réagir vite et adéquatement, doit avoir une vue d'ensemble, il doit être flexible et confiant avec les concepts mathématiques qu'il enseigne. Le niveau de maîtrise nécessaire est celui du stade de la réification. Pour l'enseignant, posséder une conception structurelle des concepts mathématiques qu'il enseigne est indispensable.

Ainsi, d'un côté, dans les cours de mathématiques avancées, les étudiants développent une conception opérationnelle de certains concepts mathématiques dits « avancés ». De l'autre, les enseignants en pratique doivent utiliser particulièrement leur conception structurelle des concepts mathématiques de base, sujets de leur enseignement. Il existe donc une rupture évidente entre ces deux expériences. Non seulement les concepts mathématiques utilisés ne sont pas les mêmes, mais en plus ils ne sont pas travaillés de la même façon.

II. TENTATIVES DE RECONNEXION ENTRE LES DIFFÉRENTES EXPÉRIENCES MATHÉMATIQUES

1. *Objectif global*

Si on se base sur les caractéristiques de l'expérience mathématique de l'enseignant pour guider la formation initiale des maîtres, alors il faut que les étudiants soient amenés à développer leur conception structurelle des concepts mathématiques qu'ils devront enseigner. Dans la perspective didactique dans laquelle je m'inscris, mathématiques et didactique des mathématiques vont de pair et l'un des objectifs des cours de didactique est de « faire vivre aux futurs enseignants une autre approche des mathématiques » (Bednarz, Gattuso et Mary 1995, p. 20) pour les amener à approfondir leur compréhension des concepts mathématiques qu'ils ont déjà abordés en tant qu'élèves. La piste de reconnexion envisagée est donc de faire faire des mathématiques aux futurs enseignants de façon à stimuler la réification des objets

mathématiques qu'ils connaissent, mais desquels ils n'ont développé qu'une conception opérationnelle.

2. *Obstacle à la réification et moyen envisagé pour dépasser cet obstacle*

Sfard (1991) indique que la réification est une activité difficile dans la mesure où elle nécessite la mise de côté des processus qui jusqu'à présent constituaient le seul et unique sens du concept. Elle voit cette remise en question comme un obstacle à la réification.

Dans le cas des étudiants qui débutent une formation en enseignement des mathématiques, cet obstacle est particulièrement présent. En effet, leur expérience d'élève leur a permis de développer une conception opérationnelle forte et efficace mettant l'accent sur le caractère ordonné, prévisible et sécurisant des mathématiques. Aussi sont-ils confiants quant à leurs connaissances mathématiques et ils s'attendent à ce que leur formation à l'enseignement suive ce modèle opérationnel, c'est-à-dire qu'elle leur apporte des techniques (ou même la technique) d'enseignement des mathématiques (Rioux 2011). Finalement, ils ne s'attendent pas à remettre en question leur connaissance des mathématiques car ils n'envisagent pas que cela puisse contribuer à leur formation à l'enseignement.

Dans la mesure où la conception opérationnelle est une connaissance qui s'est avérée optimale dans un certain domaine défini, elle peut devenir un obstacle au sens où Brousseau (1998) l'entend. Ainsi, comme l'indique ce dernier, franchir cet obstacle passe par la déstabilisation.

3. *Quelques exemples de tâches*

Trois moyens sont envisagés et pour chacun la source de la déstabilisation est différente :

1. **Faire faire des mathématiques autrement.** L'étudiant redevient (ou presque) un élève du secondaire. On lui propose de « jouer » à l'élève en refaisant les activités destinées aux élèves du secondaire. Par contre, on lui indique bien que les activités proposées risquent d'être différentes de ce qu'il a vécu quand il était élève. Ainsi, on l'amène à revoir ses connaissances mathématiques, mais dans des contextes pour lesquels il doit pousser sa réflexion. Une conception opérationnelle est insuffisante pour répondre aux questions posées et l'étudiant doit aborder les objets mathématiques qu'il connaît sous un autre angle. La déstabilisation vient du fait qu'on impose de ne pas avoir recourt aux façons de faire familières et opérationnelles. On enlève soudain les processus qui semblaient auparavant à eux seuls définir le concept. Les étudiants ont l'impression d'avoir affaire à une situation qui n'a pas sens.
2. **Créer un choc.** On place l'étudiant en situation d'échec. En fait, on l'amène à prendre conscience que ses connaissances sont limitées et facilement ébranlables. Les limites d'une conception strictement opérationnelle sont mises en évidence. L'étudiant est d'abord confiant lorsqu'il réalise une tâche qu'il pense réussir. Il est par la suite déstabilisé lorsque sa solution ou celles de ses collègues sont présentées et qu'il prend conscience des erreurs commises.
3. **Forcer la réflexion et la métacognition.** Une première étape consiste en ce que l'étudiant réfléchisse et analyse sa réflexion. Il doit prendre conscience de ses actions, de leurs origines et de leurs conséquences lors de la réalisation d'une tâche. Une seconde étape est l'analyse de la réflexion des autres. Le recul nécessaire à la réalisation de ces tâches force l'étudiant à organiser ses connaissances, à faire des mises au point et à prendre conscience du fonctionnement de sa pensée et de celle des autres. La déstabilisation se produit dès le début car l'étudiant n'a pas l'habitude

d'analyser son propre processus de pensée. Il doit se détacher des actions pour passer à un niveau réflexif et cela lui demande un effort intellectuel avec lequel il peut ne pas être à l'aise.

Ces idées peuvent donner lieu à différentes interventions et je présente ici des exemples de tâches que j'ai eu l'occasion d'expérimenter à plusieurs reprises. Pour chacun, je précise le moyen envisagé, le titre du cours duquel provient l'exemple et le sujet abordé, puis je donne mes premières observations sur le déroulement et l'issue de la réalisation de la tâche par les étudiants.

Exemple 1	
Moyen	Faire faire des mathématiques autrement
Cours	Didactique des mathématiques 1
Sujet	La moyenne
Description de la tâche	Les étudiants doivent réaliser une activité en équipe de 4. On leur distribue une enveloppe et donne la consigne suivante : « Dans votre enveloppe, il y a quatre paquets de cure-dents : un paquet de 4 cure-dents, un paquet de 8 cure-dents, un paquet de 14 cure-dents et un paquet de 22 cure-dents. Vous devez trouver le nombre moyen de cure-dents par paquet <u>de deux manières différentes</u> en manipulant le matériel. L'usage de la calculatrice est interdit. »
Premières observations	Les étudiants ne saisissent pas au départ ce qu'ils doivent faire, ils veulent calculer, utiliser la formule qu'ils connaissent. Je les ramène à la consigne : ils doivent obtenir le résultat suite à une manipulation. Ils apprécient l'activité et finissent par procéder exactement comme le font les élèves du secondaire. Ils trouvent deux manipulations différentes associées aux raisonnements de « total-répartition » (on met tous les cure-dents ensemble puis on re-distribue équitablement) et de « mise à niveau » (on enlève des cure-dents aux paquets qui en ont le plus pour en donner à ceux qui en ont le moins de manière à obtenir le même nombre de cure-dents dans chaque paquet).

Exemple 2	
Moyen	Créer un choc
Cours	Didactique de l'algèbre
Sujet	Le calcul algébrique
Description de la tâche	Les étudiants doivent répondre rapidement à des questions et noter leurs réponses sur une feuille que je ramasse. L'objectif n'étant pas de les évaluer, les productions sont anonymes. Je compile alors les résultats et effectue une synthèse de manière à présenter aux étudiants les différentes solutions proposées. Voici un exemple de question : Résoudre dans $\mathbb{R}$: 1) $\sqrt{x} + 4 = 2\sqrt{x}$

	2) $\frac{x}{2} + 6 - 3x = 2x + 2 - \frac{9}{2}x + 4$
Premières observations	Les étudiants se prêtent au jeu. Certains sont sûrs d'eux, d'autres moins, mais tous répondent ou essaient de répondre aux questions. La plupart d'entre eux pensent avoir bien « réussi » car ils ont donné une réponse. Lorsque je présente les solutions, je le fais sans jugement, c'est un constat, une synthèse objective. Les étudiants sont particulièrement attentifs, ils reconnaissent leurs solutions et n'en sont pas particulièrement fiers. En effet, il y a beaucoup d'erreurs. Certains semblent vexés et se cherchent des excuses (« l'énoncé n'était pas clair !! » par exemple), d'autres acceptent et même en rient. Il n'y a pas de doute, un choc se produit. Exemples de réponses : 1) $(\sqrt{x} + 4)^2 = (2\sqrt{x})^2$ $x + 8\sqrt{x} + 16 = 4x$ $(8\sqrt{x})^2 = (4x - x - 16)^2$ $64x = 9x^2 - 96x + 256$ $9x^2 - 160x + 256 = 0$ $x_1 \approx 1,78$ et $x_2 = 16$ 2) $\frac{x}{2} + 6 - 3x = 2x + 2 - \frac{9}{2}x + 4$ $\frac{x}{2} + \frac{9}{2}x + 6 - 6 - 3x - 2x = 0$ $\frac{10}{2}x - 5x = 0$ $5x - 5x = 0$ $x = 0$

Exemple 3	
Moyen	Forcer la réflexion et la métacognition
Cours	Didactique de la variable et de la fonction
Sujet	Les fonctions polynomiales du second degré
Description de la tâche	Les étudiants doivent résoudre un problème en étant attentifs à leur façon de raisonner en premier lieu. Ils doivent pouvoir expliquer ce qu'ils font et pourquoi. Ils doivent particulièrement se questionner sur ce qui leur permet d'affirmer que leur solution est correcte. Ensuite, ils doivent trouver au moins une autre façon de résoudre le problème et expliquer cette nouvelle solution. Exemples de problèmes : a) Détermine la règle de la fonction f sachant que sa courbe a pour sommet $S(2, 3)$ et qu'elle passe par le point $A(5, 30)$. b) Détermine la règle de la fonction g sachant que sa courbe passe par $A(0, 11)$, $B(1, 25)$ et $C(2, 43)$.
Premières observations	La résolution des problèmes est assez rapide. Les étudiants commencent la plupart du temps par résoudre puis ils reprennent leur solution et essaient de l'expliquer. L'explication est difficile, elle ressemble plutôt à une description des actions posées sans une réelle réflexion. Ils ne sont clairement pas capables de répondre au « pourquoi ». En fait leurs justifications sont de l'ordre de « j'agis ainsi parce que c'est ce que j'ai appris à faire ». Trouver une autre solution est aussi difficile et souvent ils

	vont remanier simplement leur solution initiale, ils n'envisageront pas un autre raisonnement. Les étudiants trouvent cette activité difficile et ils se découragent rapidement. Le retour est toujours pénible et pauvre. Exemple de solution proposée au problème a) par un étudiant avec ses justifications : C'est une fonction quadratique donc sa règle peut s'écrire sous la forme $f(x) = a(x - h)^2 + k$ (h, k) sont les coordonnées du sommet et ici c'est S(2, 3) donc $f(x) = a(x - 2)^2 + 3$ La courbe passe par A(5, 30) donc je peux remplacer x par 5 et y par 30 pour trouver la valeur de a : $a(5 - 2)^2 + 3 = 30$ $9a + 3 = 30$ $9a = 27$ $a = 3$ $f(x) = 3(x - 2)^2 + 3$
--	---

4. *Sur quoi débouchent ces tâches ?*

Comme indiqué précédemment, ces tâches agissent en tant que déclencheur d'un apprentissage. Chacune d'entre elle débouche à la fois sur un travail mathématique et un travail didactique.

La tâche présentée au premier exemple fait ressortir deux raisonnements permettant le calcul de la moyenne arithmétique. Par la suite, les étudiants sont amenés à pousser leur compréhension de ces raisonnements en les travaillant dans divers contextes et dans différents registres de représentation. En parallèle, ils commencent à envisager la planification de l'enseignement de ce concept en prenant appui sur ces raisonnements. Ces derniers peuvent en effet jouer le rôle de fils directeurs autour desquels les autres éléments de l'analyse conceptuelle viennent se greffer (conceptions, difficultés, erreurs etc.).

La tâche proposée dans le deuxième exemple débouche, quant à elle, sur le travail de l'erreur d'un côté et sur des raisonnements permettant de donner du sens aux manipulations algébriques d'un autre côté. En effet, l'analyse des solutions des étudiants permet d'amener le questionnement sur l'origine de ce type d'erreurs et de faire ressortir les limites d'un travail strictement opérationnel. Les raisonnements apparaissent alors comme un moyen de donner du sens aux manipulations.

La tâche du troisième exemple mène au travail sur tous les raisonnements sur lesquels reposent les techniques comme celle utilisée dans l'exemple de solution. Ce travail est particulièrement long puisqu'on se rend vite compte que chaque technique repose sur une autre technique qu'il faut aussi expliciter. Le travail mathématique prend alors beaucoup de place. Évidemment, les raisonnements servent une fois de plus d'assise à la planification de l'enseignement.

Il est à noter que dans ces cours de didactique, on propose aux étudiants des tâches mathématiques comme celles présentées, mais aussi des tâches didactiques (analyse d'une solution d'élève, analyse d'une tâche proposée dans un manuel scolaire etc.). Ces dernières mènent de la même façon à un travail didactique et mathématique. Toutefois, elles ne

permettent pas, selon moi, une déstabilisation et c'est pourquoi leur impact sur l'apprentissage des mathématiques me semble moins important.

III. ANALYSE DES RESULTATS

Bien que cette contribution ne porte pas sur une recherche à proprement dite, je pense qu'il est intéressant d'aborder quelques éléments d'analyse des tâches proposées. Je fais donc part de mes observations et réflexions sur la façon dont les étudiants vivent la déstabilisation et sur l'impact de celle-ci sur leur apprentissage.

Plusieurs facteurs influencent la façon de vivre la déstabilisation (assurance, attentes, temps etc.) et ils sont tous liés à la solidité et la stabilité de la conception opérationnelle développée. On peut néanmoins facilement se douter que personne n'apprécie d'être déstabilisé, mais les réactions sont plus ou moins fortes d'un étudiant à l'autre. Ainsi, certains sont plus réceptifs que d'autres et l'impact sur l'apprentissage dépend de cette réceptivité.

En outre, l'impact dépend aussi des tâches proposées puisque pour chacune la source de la déstabilisation n'est pas la même.

Pour le premier exemple, la déstabilisation vient de la perte de sens. On enlève ce qui donnait du sens, on établit les nouvelles règles du jeu et on entre ainsi dans une nouvelle culture mathématique. Le fait de proposer une piste pour entrer dans ce nouveau jeu et le fait qu'on fasse travailler des raisonnements simples et accessibles permettent aux étudiants de retrouver rapidement leur stabilité. C'est pour cette raison qu'ils finissent par apprécier la tâche. Ce nouveau jeu leur apparaît amusant car il ne constitue pas un obstacle trop grand. Toutefois, ils ne comprennent pas vraiment ce qu'ils font.

Dans le second exemple, la déstabilisation dépend de la situation. L'étudiant qui a commis une erreur par exemple sera plus déstabilisé que celui qui observe les erreurs des autres. En général, au moins le tiers du groupe commet des erreurs et la plupart des étudiants se sent concernée. L'analyse de l'erreur fait ressortir le problème d'un travail machinal sans raisonnement. La prise de conscience des limites de cette manière de faire ouvre une porte. Cependant, l'ouverture n'est pas grande et si la nouvelle façon de faire n'est pas rapidement satisfaisante, elle se referme. Les étudiants ont tendance à revenir rapidement à ce qu'ils connaissent.

En ce qui concerne le troisième exemple, la déstabilisation est plus ou moins présente. En fait elle provient surtout de l'explicitation d'un nouveau contrat didactique dont les étudiants ont de la difficulté à cerner les règles et les enjeux. Ils doivent raisonner, mais ils ne savent pas comment faire et pour eux ça n'a pas vraiment de sens. En fait, ils ont développé un sens qui leur convient et ne comprennent pas pourquoi ils doivent en trouver un autre. De plus, cet autre sens semble plus lourd et plus complexe, ils résistent donc fortement au changement.

Finalement, chacune des tâches permet d'ébranler à sa façon la conception opérationnelle des étudiants. Néanmoins, cela ne suffit pas et il faut régulièrement recommencer.

IV. SYNTHÈSE ET RÉFLEXION

À travers mon analyse de la situation de rupture entre les expériences mathématiques de l'étudiant et de l'enseignant, je revendique le fait qu'il y a plusieurs façons de faire des mathématiques. Chacune de ces façons a une raison d'être et est appropriée dans un contexte donné. La question est d'identifier ce qui est approprié pour un futur enseignant. Ce que j'ai tenté de montrer, c'est que le futur enseignant doit particulièrement développer une

conception structurelle des concepts mathématiques qu'il devra enseigner. Afin d'alimenter la réflexion sur les moyens de favoriser ce type d'apprentissage, j'ai présenté quelques exemples de ma pratique située dans la perspectives d'une équipe de didacticiens de l'UQAM et j'ai fait part de mes observations sur les actions et les réactions des étudiants lors de la réalisation de ces tâches.

Il apparaît indispensable de faire travailler les étudiants sur les concepts mathématiques de base pour lesquels ils n'ont développé qu'une conception opérationnelle. Cependant, le passage vers une conception structurelle constitue une rupture qu'il n'est pas facile de provoquer. Les exemples de tâches que j'ai présentés ont pour objectif de forcer cette rupture. Chacune d'entre-elles propose de déstabiliser l'étudiant d'une manière différente, mais elles débouchent toutes sur un travail mathématique et didactique. Le travail mathématique est axé principalement sur le raisonnement et permet d'envisager les concepts autrement. En ce sens les étudiants sont amenés à développer une certaine conception structurelle de ces concepts. Le travail didactique quant à lui s'articule sur le travail mathématique, l'un ne va pas sans l'autre.

Finalement, j'ai choisi d'aborder la formation mathématique qui prend place dans les cours de didactique. Ainsi, le travail sur les concepts mathématiques de base se fait-il par l'intermédiaire d'une réflexion et d'une remise en question des connaissances de ces concepts. Néanmoins, le travail sur les concepts mathématiques avancés a sa place et il faut poursuivre la réflexion de manière à clarifier le rôle de ce travail dans la construction de la conception structurelle des concepts mathématiques de base.

REFERENCES

- Bednard N., Gattuso L., Mary C. (1995) Formation à l'intervention d'un futur enseignant en mathématiques au secondaire. *Bulletin de l'Association Mathématique du Québec*. Mars, n°1, 17-30.
- Brousseau G. (1998) *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La Pensée Sauvage Editions.
- Morin M.-P. (2008) Les connaissances mathématiques et didactiques chez les futurs maîtres du primaire : quatre études de cas. *Canadian Journal of Education* 31(3), 537-566.
- Proulx J., Bednarz N. (2008) The mathematical preparation of secondary mathematics schoolteachers: Critiques, difficulties and future directions. Texte présenté à *11th International Congress on Mathematics Education (TSG 29)*. Monterey, Mexique. <http://tsg.icme11.org/tsg/show/29>.
- Rioux M. (2011) Que veulent apprendre les futurs enseignants dans leurs cours de didactique et qu'attendent-ils vraiment de vous ? Atelier présenté au *congrès annuel de l'Association Mathématique du Québec*.
- Sfard A. (1991) On the Dual Nature of Mathematical Conceptions: Reflections on Processes and Objects as Different Sides of the Same Coin. *Educational Studies in Mathematics* 22(1), 1-36.