

Une démarche d'auto-formation au service de l'actualisation des savoirs mathématiques dans le cadre de la formation à l'enseignement

La place accordée aux mathématiques

Les questions sur le rôle et la place des mathématiques dans la formation générale des étudiants, et plus particulièrement les questions portant sur la place des mathématiques dans la formation initiale des enseignants généralistes de l'ordre primaire, occupent les chercheurs depuis plusieurs années au Québec.

Au début des années 1970, lors de la création des collèges d'enseignement général et professionnel (cégeps) à la suite du rapport Parent, il a été décidé que les mathématiques ne feraient pas partie du bloc de la formation fondamentale commun à tous les programmes du collégial. Ce bloc est plutôt constitué de cours de philosophie, de littérature et d'éducation physique. Par contre, cela n'empêchait pas les mathématiques de se retrouver dans l'ensemble des programmes d'études des cégeps jusqu'à la fin des années 1970, autant dans les programmes techniques débouchant sur le marché du travail que dans les programmes généraux menant à des études universitaires, dont notamment les programmes de formation des maîtres des facultés d'éducation. C'est à partir de ce moment, fin des années 1970 et début des années 1980, qu'une diminution du contenu mathématique dans les programmes de sciences humaines s'est produite. Lorsque l'on sait que ce sont généralement ces programmes qui mènent à la formation à l'enseignement, il était légitime pour les didacticiens des mathématiques de se questionner, voire même de s'insurger.

L'Association mathématique du Québec (AMQ) a suivi de près le dossier et a pris une position sans équivoque pour une formation mathématique de base pour tous les collégiens, y compris ceux se destinant à l'enseignement. Une réflexion sur la pertinence d'un nouveau cours de mathématiques collégial destiné spécifiquement à ceux qui se dirigent vers la formation des maîtres a d'ailleurs été menée par un groupe de didacticiens des mathématiques (GDM). Les objectifs et le contenu de ce cours ont été définis et présentés lors du Colloque annuel du GDM en mai 1997, mais aucune suite n'a eu lieu. En 1998, l'AMQ recommandait que la Commission universitaire des programmes propose aux facultés d'éducation d'exiger, à l'entrée de tous leurs programmes de formation initiale des maîtres, une «formation générale collégiale équilibrée qui contienne obligatoirement une composante mathématique et scientifique» (Courteau, 1998, p.7). En 1999, l'AMQ réitérait sa proposition en précisant qu'une formation collégiale équilibrée devrait contenir au moins deux cours de mathématiques et un cours de science expérimentale (Courteau, 1999, p.9). En l'an 2000,

profitant du contexte de *l'Année mathématique mondiale* décrétée par l'UNESCO, l'AMQ proposait de saisir l'occasion pour entreprendre une réhabilitation des mathématiques comme discipline de base pour la formation de l'esprit.

Aujourd'hui en 2003, la formation en sciences humaines menant à la formation des maîtres du primaire comprend bel et bien une formation mathématique minimale qui se traduit par un ou deux cours principalement axés sur la statistique et les probabilités. Toutefois, les contenus et les objectifs de ces cours sont très différents de ceux définis par le groupe de didacticiens des mathématiques qui souhaitaient un cours préparatoire à une formation à l'enseignement.

La révision récente des programmes collégiaux de sciences humaines n'a donc pas anéanti la formation mathématique pour les futurs maîtres de l'ordre primaire, mais cette formation collégiale encore réduite est-elle suffisante et adéquate à la poursuite d'études universitaires en enseignement ? Les résultats de mathématiques à l'examen d'entrée des étudiants inscrits à notre programme d'enseignement primaire dont nous discuterons un peu plus tard nous portent à croire que non. Cette constatation n'est pas sans conséquence sur la formation universitaire. En effet, Nantais (2000) relevait d'ailleurs dans les actes du 65^e Congrès de l'ACFAS tenu à Trois-Rivières en 1997, que « les difficultés que rencontrent les étudiants en didactique des mathématiques au primaire trouvent habituellement leur origine dans une formation mathématique de base qui est faible ou même déficiente. Pour eux, les mathématiques sont souvent vides de sens et ne relèvent que de la mémorisation » (p. 83). Héraud (2000) parle de l'aversion qu'ont un bon nombre de futurs maîtres et cite une étude de Bush (1989) qui montre que les enseignants du primaire qui ne se sentent pas à l'aise avec les mathématiques ont tendance à présenter cette matière de façon rigide et traditionnelle alors que ceux qui n'ont pas cette attitude ont une façon plus motivante de la présenter. Il apparaît essentiel pour les concepteurs des programmes de formation des maîtres de tenir compte des faiblesses en mathématiques et de l'attitude face aux mathématiques que les futurs enseignants ont développée.

Parallèlement aux efforts réalisés au niveau collégial pour améliorer la formation en mathématiques des étudiants, les programmes de formation à l'enseignement dans les universités subissaient diverses modifications afin de mieux répondre aux exigences du ministère de l'Éducation du Québec (MEQ) et aux réformes des curricula. En 1994, le MEQ présentait dans un document officiel (MEQ, 1994) les nouvelles orientations et les compétences attendues pour la formation à l'enseignement primaire dans lequel il était proposé d'offrir une formation professionnelle axée sur cinq principes : une solide culture générale, une formation polyvalente, une formation tenant compte du développement personnel des futurs maîtres, une formation pratique et une formation intégrée. À partir de ces grands

axes, les universités québécoises procédaient à des changements majeurs dans les programmes de formation à l'enseignement. Ainsi, 30 crédits de cours ont été ajoutés aux programmes afin de mieux répondre à l'intensification de la formation pratique et aux exigences des compétences attendues, augmentant ainsi la durée de la formation initiale de trois à quatre années d'études à temps complet.

Dans le cadre de ce nouveau programme bonifié de formation à l'enseignement primaire, des cours obligatoires en didactique des mathématiques ont été ajoutés. Cependant, afin de s'assurer des compétences disciplinaires en mathématiques préalables à une formation didactique, quelques universités, dont l'Université du Québec à Rimouski ont mis en place un examen de connaissances en mathématiques. Des résultats étonnants s'en dégagent chaque année: les futurs maîtres du primaire présentaient des lacunes majeures dans la maîtrise des concepts mathématiques qu'ils devaient enseigner.

Les résultats des futurs maîtres à l'examen de connaissances en mathématiques

L'examen présenté aux étudiants inscrits dans le programme d'enseignement primaire comporte une trentaine de questions subdivisées en quatre parties soit : 1) la numération et l'arithmétique ; 2) la géométrie et la mesure ; 3) les opérations ; 4) la résolution de problèmes. Les questions font appel à des savoirs appartenant aux programmes de mathématiques du primaire (6 à 11 ans) et du premier cycle du secondaire (12 à 14 ans). La durée de l'examen est de trois heures. Les questions sont à réponses choisies pour les deux premières parties tandis que les deux autres sont des questions à réponses construites. Pour réussir l'examen, l'étudiant doit atteindre le seuil de réussite de chacune des parties, seuil correspondant à 75 %. Ce choix nous confronte toutefois à des résultats déroutants. Sur 186 étudiants, moins de dix d'entre eux réussissent l'examen malgré le niveau mathématique peu élevé des questions. Par exemple, parmi les questions sur la numération et l'arithmétique, la question suivante tirée du livre de Courbon, Courbon et Pérotin (2000) qui fait appel à la notion de multiple enseignée à l'école primaire, n'est réussie que par 25 % des étudiants.

On sait qu'un nombre est multiple de 5 et de 6. Parmi les énoncés suivants, lesquels sont vrais ?

- A. *Il est multiple de 15.*
- B. *Il peut être un multiple de 4.*
- C. *Son écriture se termine forcément par 0.*
- D. *Il est multiple de 3.*
- E. *135 est un multiple de ce nombre.*

L'exemple suivant est aussi étonnant. La question fait appel à des connaissances liées à des habiletés techniques en lien avec les opérations sur les fractions. 54 % des étudiants seulement réussissent cette question.

Voici une écriture particulière d'un nombre :

$$\begin{array}{r} \frac{15}{7} \\ \hline \frac{3}{8} \end{array}$$

Ce nombre peut aussi s'écrire :

- A. $\frac{15}{7} \times \frac{3}{8}$ B. $\frac{15}{168}$ C. $\frac{40}{7}$ D. $\frac{45}{56}$ E. $\frac{21}{120}$

En géométrie, nous avons été confrontés à des résultats faibles également. Dans l'examen, une question portant sur les caractéristiques des solides a été réussie par seulement 23 % des étudiants. Le même taux de réussite est observé pour une question faisant appel à la notion de symétrie. Concernant la mesure du volume et les relations entre les unités de mesure, le taux de réussite est presque aussi faible avec seulement 28 %. Selon Portugais (1999), les connaissances des futurs maîtres en géométrie sont particulièrement manquantes. Nous avons fait le même constat.

Enfin, en résolution de problèmes les données sont alarmantes. Huit problèmes ont été proposés aux étudiants et aucun n'a été résolu avec plus de 50 % de succès. Le problème suivant est réussi par 46 % des étudiants:

Le propriétaire d'un verger a planté 48 rangées de 34 pommiers chacune. Un pommier produit environ 60 kg de pommes. Si le propriétaire vend ses pommes à 1,45\$/kg et que ses frais d'exploitation s'élèvent à 76 995\$, quel sera son bénéfice ?

L'analyse des démarches de résolution de ce problème nous a révélé que l'application d'un algorithme de multiplication avec un nombre à virgule cause des difficultés importantes. Globalement, l'analyse de l'ensemble des résultats des étudiants à cet examen de connaissances en mathématiques met en évidence des difficultés considérables au niveau des notions mathématiques de base. Le tableau suivant présente pour chacune des parties, le pourcentage des 186 étudiants qui ont atteint le seuil de réussite de 75 %.

	Numération-arithmétique	Géométrie-mesure	Opérations	Résolution de problèmes
Pourcentage des étudiants ayant atteint le seuil de réussite de 75 %.	53 %	28 %	48 %	10 %

Comment expliquer ces résultats ? Quel lien peut-on établir entre les compétences des futurs maîtres en mathématiques et leur formation préalable ?

Une étude de Deblois *et al.* (1996) dans laquelle un sondage a permis de connaître le curriculum mathématique de 710 étudiants inscrits au programme de formation à l'enseignement primaire a révélé que 75 % avaient une formation collégiale en sciences humaines. Ce profil qui caractérise une bonne portion des étudiants inscrits dans les programmes d'enseignement primaire ne semble pas leur fournir une compréhension adéquate des concepts mathématiques préalables aux cours de didactique des mathématiques. De plus, ces étudiants démontrent des attitudes négatives au regard de la discipline qui les privent de l'ouverture nécessaire à l'étude des phénomènes d'enseignement des mathématiques. Plusieurs auteurs dont Lafortune et Massé (2002), Siety (2001) et Hatchuel (2000) expliquent que les attitudes négatives proviennent des difficultés et de l'anxiété que les étudiants ont vécues dans leur apprentissage des mathématiques au cours de leur formation primaire et secondaire, ce qui les incite à éviter les programmes exigeant une formation mathématique particulière.

Puisque les programmes de formation à l'enseignement primaire de la plupart des universités québécoises ne présentent pas d'exigence spécifique au regard des mathématiques, les facultés d'éducation accueillent un nombre important de ces étudiants qui ont développé une mauvaise relation avec les mathématiques. Si une partie de la solution pourrait se trouver dans un rehaussement des exigences d'admission, cela demeure un vœu utopique. En effet, depuis quelques années les critères d'admission sont même à la baisse dans plusieurs universités du Québec (Héraud, 2000). Plusieurs raisons expliquent cette décision : la baisse de la clientèle étudiante, l'accroissement des contingents, les besoins de plus en plus

importants de nouveaux enseignants dans les écoles du Québec. Il est donc inutile de penser rehausser les critères d'admission des programmes de formation à l'enseignement.

Une autre solution serait de dispenser une formation disciplinaire à l'intérieur même des programmes. Cependant, la commande du MEQ est lourde et amène déjà les universités à faire des choix difficiles quant à la formation à dispenser à l'intérieur des quatre années du baccalauréat. Le MEQ, dans un ouvrage intitulé « *La formation à l'enseignement. Les orientations. Les compétences professionnelles.* » (Martinet et al., 2001), donne une commande aux facultés d'éducation des universités qui tient dans une douzaine de compétences à faire développer aux futurs enseignants pendant leur programme de formation. Ces compétences prennent également la forme d'un profil de sortie pour les étudiants : « Pour l'obtention du baccalauréat en éducation préscolaire et en enseignement primaire, les universités sont appelées à donner un programme de formation qui permet aux futurs maîtres d'acquérir les compétences professionnelles propres à la profession enseignante :

1. Agir en tant que professionnelle ou professionnel héritier, critique et interprète d'objets de savoirs ou de culture dans l'exercice de ses fonctions.
2. Communiquer clairement et correctement dans la langue d'enseignement, à l'oral et à l'écrit, dans les divers contextes liés à la profession enseignante.
3. Concevoir des situations d'enseignement-apprentissage pour les contenus à faire apprendre, et ce, en fonction des élèves concernés et du développement des compétences visées dans le programme de formation.
4. Piloter des situations d'enseignement-apprentissage pour les contenus à faire apprendre, et ce, en fonction des élèves concernés et du développement des compétences visées dans le programme de formation.
5. Évaluer la progression des apprentissages et le degré d'acquisition des compétences des élèves pour les contenus à faire apprendre.
6. Planifier, organiser et superviser le mode de fonctionnement du groupe-classe en vue de favoriser l'apprentissage et la socialisation des élèves.
7. Adapter ses interventions aux besoins et aux caractéristiques des élèves présentant des difficultés d'apprentissage, d'adaptation ou un handicap.
8. Intégrer les technologies de l'information et des communications aux fins de préparation et de pilotage d'activités d'enseignement-apprentissage, de gestion de l'enseignement et de développement professionnel.

9. Coopérer avec l'équipe-école, les parents, les différents partenaires sociaux et les élèves en vue de l'atteinte des objectifs éducatifs de l'école.
10. Travailler de concert avec les membres de l'équipe pédagogique à la réalisation des tâches permettant le développement et l'évaluation des compétences visées dans le programme de formation, et ce, en fonction des élèves concernés.
11. S'engager dans une démarche individuelle et collective de développement professionnel.
12. Agir de façon éthique et responsable dans l'exercice de ses fonctions » (p.171).

Pouvons-nous raisonnablement ajouter à cette commande un enseignement des contenus mathématiques ? Les concepteurs du programme de formation des maîtres du primaire de notre université ont jugé que non, surtout que cette formation de mise à niveau serait principalement constituée de notions étudiées aux niveaux primaire et secondaire, tout en se voyant attribuer des crédits universitaires. Qui plus est, les étudiants ont déjà reçu ce type de formation, ils ont tous réussi leur formation primaire et secondaire en mathématiques, sans pour autant faire preuve à leur entrée à l'université, d'une maîtrise suffisante des concepts fondamentaux de mathématiques nécessaires à une formation didactique. Est-ce qu'un autre cours similaire à ceux qu'ils ont déjà reçus permettrait de pallier à leurs lacunes en mathématiques ? Nous pouvons maintenant affirmer qu'un cours de mathématiques reprenant les notions du primaire et du secondaire n'est pas garant de succès. Nous avons expérimenté cette alternative pendant quelques années avant de conclure que malgré un taux de réussite élevé à un cours d'actualisation des connaissances, les faiblesses importantes des étudiants demeurent et se font sentir dans les cours de didactique.

L'appel est donc lancé pour des actions nouvelles et originales afin d'améliorer la formation en mathématiques des étudiants qui se destinent à l'enseignement, sans toutefois que cette formation vienne prendre la place de celle nécessaire à l'atteinte des objectifs de formation liés aux douze compétences prescrites par le MEQ. C'est dans ce contexte que nous proposons une démarche d'auto-formation.

3. Une nouvelle démarche pour la formation en mathématiques

Une démarche d'auto-formation, telle que nous la concevons, ne peut être considérée sans au préalable avoir considéré une démarche diagnostique des difficultés. Ainsi, pour diriger les étudiants inscrits au programme de formation à l'enseignement primaire dans une démarche d'auto-formation mathématique, il est essentiel de cibler avec précision leurs lacunes. Pour ce faire, un outil diagnostique plus précis qu'un simple examen vérifiant la performance en mathématiques doit être élaboré.

3.1 L'outil diagnostique

La première étape de la conception d'un outil d'évaluation, qu'il s'agisse d'un examen vérifiant la performance ou d'un outil à saveur plus diagnostique, consiste à en définir le domaine. Auger et Fréchette (1988) présentent la définition de domaine comme « l'identification, la description et le classement des éléments d'un programme d'études en vue d'évaluer les apprentissages des élèves par rapport à ce programme » (p.10).

Autant pour synthétiser les orientations du programme dont nous voulions cerner le domaine que pour décrire ses éléments, nous avons en réalité non pas un programme à considérer mais bien trois : le programme du primaire, du secondaire et celui de la formation à l'enseignement. Pour décrire le domaine de l'outil diagnostique, nous avons suivi les quatre étapes proposées par Auger et Fréchette (1988) :

- Synthétiser les orientations des programmes d'études et énumérer les principes à respecter en évaluation.
- Identifier et décrire les éléments des programmes.
- Regrouper les éléments des programmes en dimensions (à l'aide d'un tableau ou d'un schéma) et pondérer l'importance relative de chaque dimension.
- Préciser les dimensions (étape en cours).

La réalisation de chacune de ces étapes a mené à l'élaboration d'un tableau de dimensions qui nous permettra de construire un outil diagnostique portant sur l'ensemble des compétences à évaluer.

Description de domaine – Outil diagnostique des connaissances en mathématiques

Contenu Compétences	Première Partie				Deuxième partie			Σ ↓
	Arithmétique et algèbre				Géométrie	Mesure	Statistique et probabilité	
↓	Sens et écriture des nombres	Sens des opérations	Opérations sur des nombres	Algèbre				
Maîtriser la « culture mathématique » 1. Savoirs essentiel 1.1 Concepts 1.2 Processus 2. Repères culturels 3. Vocabulaire et symboles								40%
Compétence 2 Raisonner à l'aide de concepts et de processus mathématiques								30%
Compétence 1 Résoudre une situation-problème mathématique								30%
Sous-total	15%	15%	10%	10%	30%	10%	10%	100%
Σ →	50%							

Dans ce tableau, les contenus sont représentés à l'horizontale, selon le découpage retrouvé dans les programmes du primaire et du secondaire. À la verticale, nous avons identifié les compétences attendues des futurs maîtres. Ce tableau de définition de domaine constitue le fondement de l'outil diagnostique que nous voulons créer dans le cadre d'une démarche d'auto-formation. Ainsi, l'outil sera constitué de deux examens d'environ trois heures, le premier portant sur l'arithmétique et l'algèbre et le second sur la géométrie, la mesure, la statistique et la probabilité. L'analyse des réponses des étudiants à ces deux parties de l'outil diagnostique permettra d'obtenir un portrait suffisamment fin des difficultés des étudiants pour les encadrer dans un processus où ils devront prendre en charge leur mise à niveau en mathématiques. Par mise à niveau, il faut comprendre l'atteinte du niveau nécessaire à la poursuite de leur formation didactique et éventuellement à la pratique de la profession enseignante.

3.2 Le cheminement des étudiants dans le processus d'auto-formation

La recherche en cours actuellement ne nous permet pas encore de discuter des répercussions de cette démarche d'auto-formation. L'expérimentation se vit présentement et les moyens d'encadrement sont encore à bonifier, à préciser et à valider. À ce jour, chaque étudiant a reçu un profil de ses difficultés, obtenu à partir d'une analyse de l'examen d'entrée, qui par ailleurs, nous le savons, a ses limites en terme de diagnostic. Par la suite, chaque étudiant a été rencontré par un tuteur nommé par la direction du programme afin d'établir un plan d'auto-formation. L'étudiant et son tuteur devaient préciser les moyens privilégiés pour pallier aux lacunes identifiées ; ils devaient aussi situer dans le temps les étapes de cette démarche. Les moyens proposés aux étudiants sont de plusieurs ordres : activités cliniques, ateliers thématiques, aide par les pairs, activités autodidactes. Nous avons pensé qu'une approche plus individualisée permettrait aux étudiants de développer un meilleur sentiment au regard des mathématiques, favorisant ainsi les conditions d'apprentissage.

Actuellement, l'étudiant doit rencontrer son tuteur à chaque trimestre afin de lui faire part de ses progrès, de ses difficultés et des modifications qu'il veut apporter à son plan d'auto-formation. Au cours de cette démarche qui s'échelonne sur les trois premières années du programme d'études, il aura la possibilité de se présenter à nouveau à un examen de connaissances en mathématiques dont la réussite est essentielle à sa diplomation.

Considérant les expériences antérieures que nous avons vécues dans le cadre des activités d'actualisation des connaissances en mathématiques et des résultats obtenus, nous croyons que cette démarche axée sur la responsabilisation et l'autonomie, en plus d'assurer une solide formation de base aux futurs maîtres, favorisera également le développement d'une culture de la formation continue.

Références :

- Auger, R.; Fréchette, M. (1988). La définition de domaine, une étape essentielle dans l'élaboration d'un instrument de mesure. *Mesure et évaluation en éducation*, 10 (4), 5-22.
- Courbon, B.; Courbon, D.; Pérotin, C. (2000). QCM d'admission en IUFM français, mathématiques, connaissances générales. Paris: Librairie Vuibert.
- Courteau, B. (1998). Rapport du président pour l'année 1997-1998, *Bulletin AMQ*, 38 (4), 5-9.
- Courteau, B. (1999). Dossier de la formation des maîtres du primaire au secondaire, *Bulletin de l'AMQ*, 39 (1), 8-11.
- Deblois, L.; Lafortune, L.; Paradis, J.; Laurence, L.; Nantais, N. (1996). Un cours de mathématiques au collégial pour les futurs enseignants et les futures enseignantes au primaire, 39e colloque de l'Association mathématique du Québec, Rivière-du-Loup, 4-6 octobre 1996, texte inédit.
- Hatchuel, F. (2000). Apprendre à aimer les mathématiques. Paris : Presses universitaires de France.
- Héraud, B. (2000). Quelles approches doit-on privilégier dans la formation initiale des enseignants au primaire pour l'enseignement des mathématiques? Dans P. Blouin et L. Gattuso (Dir), *Didactique des mathématiques et formation des enseignants* (p. 41-52). Mont-Royal : Modulo éditeurs,.
- Lafortune, L.; Massé B. (2002). Chères mathématiques – susciter l'expression des émotions en mathématiques. Presses de l'Université du Québec, Ste-Foy.
- Martinet, M. A.; Raymond, D. et Gauthier, C. (2001). La formation à l'enseignement. Les orientations. Les compétences professionnelles. Québec:Gouvernement du Québec, Ministère de l'Éducation.
- Ministère de l'Éducation (1994). La formation à l'éducation et à l'enseignement primaire. Orientations et compétences attendues. Québec, Gouvernement du Québec.
- Nantais, N. (2000). Vers une formation des enseignants mieux intégrées en didactique des mathématiques. Dans P. Blouin et L. Gattuso (Dir), *Didactique des mathématiques et formation des enseignants*,(p.82-86). Mont-Royal : Modulo éditeurs.
- Portugais, J. (1999). De la didactique de la géométrie à la géométrie, Actes du colloque du Groupe de didactique des mathématiques du Québec, Université du Québec à Montréal, 17 et 18 mai 1999, 107-121.
- Siety, A. (2001). Mathématiques, ma chère terreur. Paris : Calmann-Lévy.