

Titre : Connaissances mathématiques et didactiques développées à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique : quelle intégration possible en enseignement des mathématiques ?

Thème : Changements dans la vie quotidienne : les effets de la technologie et son influence sur les compétences et les attitudes des étudiants (thème 2)

Marie-Pier **MORIN**, Université de Sherbrooke, Québec (Canada)

Les futurs enseignants rencontrent de nombreuses difficultés dans l'apprentissage de la didactique des mathématiques, lesquelles trouvent leur origine tant dans les conceptions erronées de ces étudiants que dans leur formation mathématique de base. Plusieurs auteurs ont en effet observé une maîtrise inadéquate des connaissances mathématiques chez les futurs maîtres du primaire (Arsenault et Voyer, 2003; Baturo et Nason, 1996; Cornell, 1999; Morin, 2003; Morris, 2001; Sanders et Morris, 2000; Stacey, Helme, Steinle, Baturo, Irwin et Bana, 2001).

Si les lacunes des futurs maîtres sont présentes de façon générale sur le plan du contenu mathématique, la géométrie est une partie des mathématiques dont l'apprentissage semble encore plus difficile (Morin, 2005; Portugais, 1999). Les résultats à l'étude de Arsenault et Voyer (2003) sont très évocateurs à ce sujet. En effet, pour évaluer les compétences disciplinaires préalables à une formation en didactique des mathématiques, ces auteurs ont fait passer un examen de connaissances mathématiques à tous les étudiants de leur université qui entrent à la formation à l'enseignement. L'examen, qui portait sur des notions du primaire et du 1^{er} cycle du secondaire, a été donné à 186 futurs enseignants. Les résultats à ce test montrent que la géométrie est la partie la moins bien réussie avec seulement 28 % des étudiants qui ont atteint le seuil de réussite fixé à 75 %. Quant à Baturo et Nason (1996), ils ont effectué une étude sur la compréhension des futurs enseignants concernant la notion d'aire. Les résultats, qui démontrent que les sujets interrogés ont une compréhension déficiente de la mesure d'aire et qu'ils ont de la difficulté à associer une représentation concrète à une formule d'aire, ne sont guère plus reluisants. Les difficultés des futurs enseignants en géométrie peuvent être attribuables au fait que dans leur formation académique de base, le temps consacré à la géométrie était moindre que le temps accordé à d'autres parties des mathématiques, comme les nombres naturels. Ainsi, quand les étudiants amorcent leur formation à l'enseignement, ils sont moins familiers avec la géométrie (Lafortune, 1994; Morin, 2005).

Les lacunes des futurs maîtres en mathématiques ne sont évidemment pas sans conséquence sur l'enseignement qu'ils donneront aux enfants. Nous avons en effet démontré que si l'ensemble des futurs enseignants intègrent difficilement leurs connaissances mathématiques et didactiques en classe d'enseignement, cette constatation est d'autant plus vérifique pour les étudiants qui présentent des difficultés au plan mathématique (Morin, 2003). C'est pourquoi il est primordial d'amener les étudiants de la formation des maîtres vers une meilleure compréhension des mathématiques de façon à faciliter l'intégration de leurs connaissances mathématiques et didactiques en enseignement.

Pour remédier aux lacunes des futurs maîtres dans leur apprentissage de la géométrie, les technologies de l'information et des communications (TIC) peuvent s'avérer un outil efficace. Une étude américaine portant sur l'intégration des TIC dans les cours de didactique des mathématiques est très révélatrice à ce sujet. En effet, Wiegel et Bell (1996) ont noté que l'utilisation des TIC en classe a non seulement aidé les futurs enseignants à développer une meilleure compréhension des concepts mathématiques sous-jacents, mais leur a également permis de développer des attitudes plus positives face à cette matière. Quant à Kordaki (2003) et Kordaki et Potari (2002), elles ont montré que les étudiants qui ont exploré la mesure d'aire à l'aide d'un support informatique ont pu

construire une meilleure compréhension de ce concept, en plus d'établir des liens avec d'autres concepts comme la conservation de l'aire. Pour leur part, Marrades et Gutiérrez (2000) ont noté que l'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique tel Cabri-géomètre a permis à des jeunes du secondaire d'améliorer leur habileté à produire des preuves mathématiques.

De façon à mieux évaluer la portée des TIC dans l'enseignement de la géométrie, nous avons réalisé une étude exploratoire qui avait comme objectif d'initier les futurs enseignants du préscolaire et du primaire à l'utilisation du logiciel Cabri-géomètre dans le but d'accroître leur compréhension quant à l'inclusion des quadrilatères. Étant donné que les futurs enseignants sont appelés à exploiter les TIC dans leur enseignement, l'accueil réservé à ce logiciel a été assez positif. À titre d'exemple, 59 % d'entre eux ont affirmé que l'utilisation de ce logiciel leur a apporté un éclairage nouveau sur l'étude des quadrilatères (N=29). Aussi, 52 % de ces étudiants pensent que l'utilisation de Cabri-géomètre pourrait leur permettre de mieux comprendre les concepts de base en géométrie. En ajoutant à ce pourcentage les étudiants en accord avec cette affirmation, mais qui émettent des réserves par rapport à leur propre capacité d'utiliser le logiciel, ce pourcentage s'élève à 73 %.

L'intégration d'un logiciel de géométrie dynamique à l'enseignement de la géométrie requiert un changement important du curriculum (Assude et Gelis, 2002; Laborde, 2001; Mariotti, 2001; Straesser, 2001). En effet, si l'on veut apprécier toutes les potentialités d'un logiciel tel Cabri-géomètre, qui permet de repousser les limites imposées par le papier et le crayon, il est important de revoir les tâches proposées à l'apprenant. Assude et Gelis (2002) parlent alors de la dialectique ancien-nouveau. De ce fait, il ne s'agit donc pas de reprendre les tâches dans leur intégralité, mais plutôt de les transformer et de les adapter à la nouvelle situation d'enseignement / apprentissage.

Ainsi, pour amener les futurs enseignants vers une meilleure conceptualisation et une meilleure compréhension de la géométrie, il faudrait non seulement les amener à acquérir ou à approfondir des connaissances mathématiques et didactiques à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique, mais aussi les amener à produire et à donner un enseignement à l'aide du même support, de façon à pouvoir apprécier l'intégration en enseignement que les futurs enseignants font de leurs connaissances mathématiques et didactiques développées à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique. La présente communication, qui fait état d'une recherche subventionnée par le Fonds québécois de la recherche sur la société et la culture (n° 2005-NC-97571), portera donc sur les trois objectifs suivants :

Objectifs

1. Mesurer l'état des connaissances en géométrie de futurs enseignants à leur entrée à la formation des maîtres ;
2. Mesurer l'effet, au plan mathématique, d'un enseignement dispensé à partir d'un logiciel de géométrie dynamique ;
3. Mesurer l'intégration que les futurs enseignants font en classe de leurs connaissances mathématiques et didactiques développées à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique.

Méthodologie

La recherche comporte trois phases. La première phase en est une de recueil et d'analyse des connaissances des futurs enseignants à l'égard de la géométrie (Obj. 1) et comprend l'élaboration d'un test mathématique qui a été donné à deux groupes (contrôle et expérimental). Ce test est constitué de la partie « Géométrie et mesure » de l'examen de connaissances en mathématiques utilisé par Arsenault et Voyer (2003).

La deuxième phase de l'étude visait premièrement à enseigner trois modules du cours *Didactique de la géométrie au primaire* aux étudiants du groupe expérimental à l'aide du logiciel Cabri-géomètre. Les modules choisis sont les polygones, les transformations géométriques et la mesure. Cette phase consistait deuxièmement à administrer un post-test aux étudiants des deux groupes, de façon à mesurer l'impact de l'enseignement reçu à l'aide des TIC (Obj. 2).

Enfin, dans le cadre de la troisième phase, sept étudiants, qui ont reçu un enseignement de la géométrie à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique, ont élaboré et piloté une séquence d'enseignement de trois leçons à partir du logiciel Cabri-géomètre. De façon à aider les élèves à mieux intégrer les activités à l'ordinateur aux activités de classe, chacune des leçons à l'ordinateur était précédée ou suivie d'une leçon en classe. Auparavant, une initiation de deux leçons a été réalisée avec chacun des groupes d'enfants. En plus de permettre à ces derniers une première exploration du logiciel, cette initiation a donné l'occasion aux étudiants de créer un premier contact avec les élèves. De façon à assurer un support informatique convenable, un laboratoire mobile de huit ordinateurs portables était à la disposition des étudiants. Les enseignements, qui se sont déroulés dans des classes de 3^e cycle d'une commission scolaire située en périphérie de Sherbrooke, ont été enregistrés sur bandes vidéos et seront analysés de façon à pouvoir saisir comment les futurs maîtres ont intégré leurs connaissances mathématiques et didactiques en enseignement (Obj. 3).

Résultats préliminaires

Dans le cadre de cette communication, nous présenterons les résultats préliminaires à cette étude dont l'expérimentation vient de se terminer. À cet effet, nous pouvons d'ores et déjà affirmer que les étudiants qui entrent à la formation des maîtres présentent de grandes lacunes en géométrie. En effet, d'après les résultats obtenus, seulement 8 d'entre eux ont atteint la note de passage, fixée à 75 % (N=115).

Seront aussi proposés des exemples d'activités élaborées par les étudiants à partir desquels il nous sera possible de donner un aperçu du niveau d'intégration que les futurs enseignants font en classe de leurs connaissances mathématiques et didactiques développées à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique. À ce propos, nous avons été en mesure de constater que, parmi les étudiants, il semble y avoir deux façons distinctes d'intégrer les technologies dans l'enseignement de la géométrie aux élèves du primaire. Si certains utilisent l'ordinateur comme *outil d'apprentissage*, donc pour amener les élèves vers une meilleure compréhension, d'autres voient davantage l'ordinateur comme *objet d'apprentissage*. Ainsi, parmi les étudiants du premier groupe, se trouvent des futurs enseignants qui utilisent l'ordinateur pour faire découvrir ou re-découvrir une notion mathématique et pour faire réfléchir les élèves par rapport à cette notion. Dans le deuxième groupe, se retrouvent plutôt des étudiants qui offrent des activités très dirigées aux élèves, de telle sorte que ces derniers n'ont pas à se questionner par rapport à la notion travaillée. Le but poursuivi par ces étudiants n'est pas tant l'apprentissage d'une notion mathématique que la réalisation d'un dessin à l'ordinateur. Nous avons pu observer que cette façon d'intervenir est surtout utilisée par des futurs enseignants qui possèdent une faible alphabétisation informatique et / ou qui présentent des difficultés en mathématiques. L'enseignement dirigé leur évite ainsi d'avoir à faire face à des questions informatiques ou mathématiques auxquelles ils seraient incapables de répondre.

Dans le cadre de cette communication seront donc présentées et analysées, à l'aide de la vidéo, des situations concrètes qui illustreront ces différentes façons d'intégrer Cabri-géomètre à son enseignement de la géométrie aux élèves du primaire. Ces situations permettront ainsi d'examiner des exemples concluants d'intégration des technologies dans l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques.

Références

- Arsenault, C. et Voyer, D. (2003). Une démarche d'auto-évaluation au service de l'actualisation des savoirs mathématiques dans le cadre de la formation à l'enseignement. In Association francophone internationale de recherche scientifique en éducation (AFIRSE) et Ministère de l'Éducation Nationale (dir), *Former les enseignants et les éducateurs- une priorité pour l'enseignement supérieur*. Actes du Colloque de l'AFIRSE organisé par la Commission nationale française pour l'UNESCO. Mai 2003
- Assude, T. et Gelis, J.-M. (2002). La dialectique ancien-nouveau dans l'intégration de Cabri-géomètre à l'école primaire. *Educational studies in mathematics*, 50, 259-287.
- Baturo, A. et Nason, R. (1996). Student teachers subject matter knowledge within the domain of area measurement. *Educational studies in mathematics*, 31, 235-268.
- Cornell, C. (1999). I hate math ! I couldn't learn it, and I can't teach it ! *Childhood education*, 75(4), 225-230.
- Kordaki, M. (2003). The effect of tools of a computer microworld on students' strategies regarding the concept of conservation of area. *Educational studies in mathematics*, 52, 177-209.
- Kordaki, M. et Potari, D. (2002). The effect of area measurement tools on student strategies : The role of a computer microworld. *International journal of computers for mathematical learning*, 7, 65-100.
- Laborde, C. (2001) Integration of technology in the design of geometry tasks with Cabri-geometry. *International journal of computers for mathematical learning*, 6, 283-317.
- Lafortune, L. (1994). Les maths au-delà des mythes. Montréal : CECM.
- Marrades, R. et Gutiérrez, A. (2000). Proofs produced by secondary school students learning geometry in a dynamic computer environment. *Educational studies in mathematics*, 44, 87-125.
- Mariotti, M.A. (2001). Justifying and proving in the Cabri environment. *International journal of computers for mathematical learning*, 6, 257-281.
- Morin, M.-P. (2005). *Utilisation du logiciel Cabri-géomètre pour accroître la compréhension des futurs maîtres en géométrie*. Rapport de recherche présenté au Fonds d'appui à l'innovation pédagogique. Université de Sherbrooke.
- Morin, M.-P. (2003). *Enseigner les mathématiques au primaire : le quoi ou le comment* ? Québec : Éditions Bande didactique.
- Morris, H. (2001). Issues raised by testing primary teachers' mathematical knowledge. *Mathematics teacher education and development*, 3, 37-47.
- 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. Mai 1999, 107-121.
- Sanders, S.E. et Morris, H. (2000). Exposing student teachers' content knowledge : empowerment or debilitation ? *Educational studies*, 26(4), 397-408.
- Stacey, K., Helme, S., Steinle, V., Baturo, A., Irwin, K. et Bana, J. (2001). Preservice teachers' knowledge of difficulties in decimal numeration. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 4, 205-225.
- Straesser, R. (2001). Cabri-géomètre : Does dynamic geometry software (DGS) change geometry and its teaching and learning ? *International journal of computers for mathematical learning*, 6, 319-333.
- Wiegel, H.G. et Bell, K. (1996). *Pre-service elementary teachers' affective responses to computer activities in mathematics content courses*. ED 409180.