

**Implantation d'un dispositif intégrant les TIC en didactique
des mathématiques : réflexion sur une première mise à
l'essai et prospectives**



Michel Beaudoin et Francine D'Ortun, *Université du Québec en Outaouais, Canada*

Résumé

Ce texte examine, sous un angle réflexif, les processus d'élaboration et d'implantation d'un dispositif qui fait appel aux technologies de l'information et de la communication (TIC) intégrées à l'enseignement de la didactique des mathématiques à l'Université du Québec en Outaouais. Le dispositif se caractérise par l'intégration de plusieurs outils de fonctions différentes dans un même cours et une utilisation intensive des outils numériques. Le texte présente les assises du développement du dispositif mis à l'essai et l'instrumentation qui le supporte. Après une discussion des commentaires d'étudiants-maîtres, nous posons un regard, dans une optique réflexive, sur le processus d'implantation et l'instrumentation logicielle du dispositif. En outre, le texte propose des pistes d'amélioration du dispositif, en termes de processus d'implantation, d'instrumentation et d'autonomisation du futur enseignant de mathématiques en tant que professionnel. À la lumière cette expérience vécue, nous dégageons des pistes prometteuses d'utilisation des TIC en formation à l'enseignement des mathématiques au secondaire.

1. Introduction

Les technologies de l'information et de la communication (TIC) font dorénavant partie de l'environnement quotidien, dans les domaines de la formation, du travail et du loisir (Toussaint, 2003). Par ailleurs, le secteur éducatif ne fait pas exception et l'utilisation des ordinateurs à des fins de formation est en essor depuis une vingtaine d'années. D'abord réservée aux étudiants qui se dirigeaient vers les sciences et à ceux de certaines techniques spécialisées, l'informatique est devenue progressivement un soutien à l'enseignement et aux apprentissages. Les TIC sont donc omniprésentes et la formation académique des jeunes inclut maintenant une composante TIC dans tous les domaines de formation au Québec (Ministère de l'Éducation du Québec, 2003).

Ce texte décrit et porte un regard réflexif sur le processus d'élaboration et d'implantation d'un dispositif TIC intégré à l'enseignement de la didactique des mathématiques à l'Université du Québec en Outaouais. Le dispositif se caractérise par l'intégration de plusieurs outils de fonctions différentes dans un même cours et une utilisation intensive des outils numériques. Homäki et Rantanen (à paraître) ont montré que la techno compétence des étudiants s'améliore dans un tel environnement.

2. Éléments contextuels

2.1 *Les TIC dans le programme de formation*

L'importance d'une intégration des TIC à la formation des jeunes est bien établie (Ministère de l'Éducation du Québec, 2003) : il s'agit d'une compétence transversale du programme ministériel de formation. Des parcs d'ordinateurs de taille variable sont disponibles dans les écoles québécoises et les établissements sont d'ordinaire reliés au réseau Internet. Or, l'appropriation des TIC par les intervenants du milieu est très variable et, dans la pratique, assez limitée (Larose, 2004).

La compétence 8 du document-cadre s'énonce ainsi : « 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 » (Martinet *et al.*, 2001, p. 107). On peut parler, pour les enseignants en formation, d'une injonction à intégrer les TIC à leur profession future.

2.2 *Le contexte local : les TIC à l'Université du Québec ne Outaouais*

L'intégration des TIC aux activités de formation est partie prenante du plan stratégique de développement de l'Université du Québec en Outaouais (UQO, 2003). L'institution a mis à la disposition des étudiants et du professeur des ordinateurs portables durant les cours de didactique des mathématiques, pour la durée de l'implantation du dispositif. De plus, une des orientations du projet éducatif du département des Sciences de l'Éducation (DSÉ, 2004) incite ses ressources professorales à intégrer les TIC dans leurs activités de formation. Fort de l'adhésion du département au recours aux TIC, notre projet a pu bénéficier du soutien technique du service de l'informatique et de l'audio-visuel ainsi que de l'accès aux ressources logicielles requises.

2.3 *La formation des maîtres du secondaire à l'UQO*

L'Université du Québec en Outaouais (UQO) compte environ vingt-cinq étudiants inscrits à son programme de baccalauréat en enseignement des mathématiques au secondaire. Ils se répartissent en quatre cohortes, soit : une pour chacune des quatre années d'études que comporte ce programme. Ces étudiants aspirent à enseigner les mathématiques au niveau secondaire dans le système scolaire québécois. Le programme de 120 crédits renferme quelque 45 crédits de formation disciplinaire et didactique. Vu la difficulté à regrouper ce petit nombre d'étudiants avec d'autres dans certains cours, plusieurs activités sont offertes en supervision individuelle ou en supervision-groupe. Il s'agit d'une formule pédagogique où le professeur doit assurer au moins la moitié des heures d'enseignement et reçoit l'aide d'un auxiliaire pour assister les étudiants. Le dispositif TIC dont il est question dans cet article fut implanté une première fois à l'intérieur d'un cours de didactique des mathématiques, d'une cohorte qui comptait 5 étudiants. Le cours était alors offert dans la modalité supervision-groupe et au deuxième trimestre du cheminement des étudiants.

Les étudiants qui se dirigent vers l'enseignement des mathématiques manifestent habituellement de l'intérêt et des habiletés dans l'utilisation des TIC, en particulier si les outils sont en relation avec leur future profession. Deux de ces étudiants étaient déjà titulaires d'un baccalauréat et les trois autres détenaient un diplôme collégial du secteur des sciences de la nature au Cégep. Ils étaient

déjà relativement familiers avec l'utilisation de la micro-informatique. En effet, tous savaient utiliser minimalement un tableur et avaient une connaissance de base du calcul symbolique assisté par ordinateur. De plus, ils manifestaient une certaine aisance dans l'utilisation du système d'exploitation et d'Internet. Cependant, l'utilisation des TIC dans le cours de didactique n'aillait pas de soi pour certains étudiants. A priori, certains n'utilisaient les TIC que s'ils y étaient contraints par les exigences des travaux ou encore par des défis d'ordre calculatoire.

3 Les assises du projet

3.1 Didactique et enseignement

Brousseau (1998) définit de façon large la didactique des mathématiques. Dans ce cadre, cette science étudie l'ensemble des problématiques reliées à l'enseignement et l'apprentissage des mathématiques. Deux caractéristiques nous interpellent. Elle est d'abord propre aux mathématiques en tant que discipline. Elle est aussi globale, à savoir qu'elle s'intéresse aux trois pôles de la structure didactique (Dupin, 1993). Nous considérons que cette vision large de la didactique correspond à un développement de la personne dans son ensemble, et qu'elle reflète les préoccupations des enseignants et dans leurs fonctions (Bednarz, 2001).

À cet égard, Bottino (2004) souligne l'importance de prendre en considération toute la structure didactique dans l'utilisation des TIC pour qu'elles s'insèrent réellement dans le processus d'apprentissage. Ainsi, dans notre projet, le professeur est à la fois le créateur du dispositif et l'accompagnateur des étudiants dans leur cheminement académique en didactique des mathématiques. Ces affectations rejoignent les trois rôles que Gattuso (1992) attribue au professeur, soit : instructeur, explicateur et facilitateur. On peut en effet penser que l'intégration des TIC aux activités d'apprentissage exige du professeur qu'il puisse passer facilement de l'une de ces trois postures à une autre. Le développement actuel du système d'éducation québécois privilégie une posture de facilitateur pour l'enseignant et un dispositif TIC s'y prête bien (Brousseau, 2003). Cependant, le suivi efficace des apprenants exige des consignes fermes, claires et explicitées fréquemment. Il est aussi important qu'un formateur prenne tout le temps nécessaire pour expliquer les fonctionnalités de base des plateformes auxquelles les étudiants ont accès. Ceux-ci pourront mieux poursuivre leur formation sur une base autonome.

Le cours privilégie une approche par problèmes (APP) adaptée à la didactique (Beaudoin, 2003). Les étudiants travaillent en équipes et doivent réaliser des productions bien ciblées. Chaque équipe dispose d'au moins un ordinateur portable qui donne accès à tous les logiciels requis. Le matériel nécessaire au cours est accessible par la plateforme Web-CT.

La planification du cours de didactique des mathématiques accorde peu de temps aux étudiants pour l'appropriation des logiciels et de l'environnement numérique global. L'APP comporte par ailleurs des composantes d'autoformation et de formation collaborative importantes (Université de Genève, 2003). L'autoformation requiert par ailleurs certaines compétences de la part de l'étudiant et du facilitateur (Tremblay, 2003). La formation reliée au volet technologique, quant à elle, s'est réalisée dans le même contexte, de façon concomitante à la formation sur le volet « contenu ».

Dans le soutien qu'ils s'apportent entre eux, certains étudiants assument le rôle d'expert. À cet égard, Schulz-Zander *et al.* (2002) soulignent que ceux qui prennent ce rôle dans le contexte technologique ne sont pas, d'ordinaire, ceux qui tiennent ce rôle dans le domaine académique. Il ressort de l'implantation que les TIC se prêtent bien au partage des expertises et permettent à certains étudiants d'exercer un rôle de leader qu'ils pourraient difficilement exercer dans le domaine académique.

3.2 *Les outils TIC du dispositif*

Pour le futur enseignant de mathématiques, la maîtrise de la compétence TIC implique, de par son énoncé, l'appropriation et l'intégration de plusieurs environnements numériques différents. Pour l'élaboration et la résolution de situations problèmes mathématiques, on aura recours, entre autres, aux outils suivants, soit : le logiciel de calcul symbolique, le logiciel de géométrie dynamique, la calculatrice scientifique ou à affichage graphique et le logiciel tableur.

La construction et la publication de situations d'apprentissage et d'évaluation peuvent être réalisées, en conformité avec le programme de formation du Ministère de l'Éducation (2003), à l'aide du logiciel Cyberfolio (Jobin et Lehoux, 2004). De plus, la coconstruction et le partage des connaissances peuvent avantageusement prendre appui sur le forum électronique Knowledge Forum (KF) (Nizet et Laferrière, 2005). Par ailleurs, le logiciel de carte conceptuelle peut soutenir le processus d'apprentissage par problèmes (APP) qui est retenu dans le cours (Beaudoin, 2003). Enfin, les logiciels d'édition et de publication permettent la mise en forme des travaux des étudiants. La figure 1 illustre les relations entre les outils utilisés dans le cours.

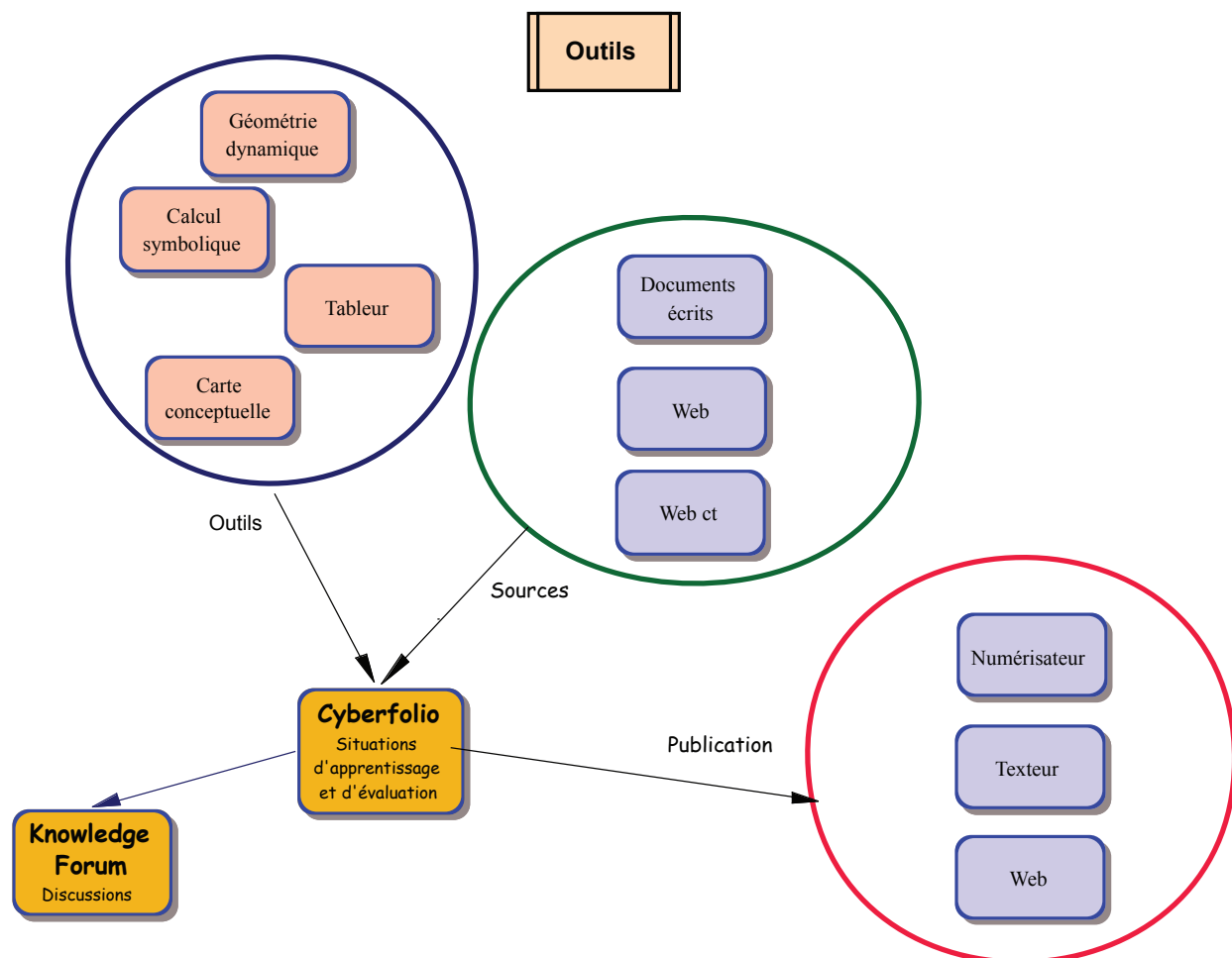


Figure 1 – Les relations entre les outils utilisés dans le cours

La construction et la résolution de problèmes (Fabre, 2004, 1999), particulièrement en mathématiques, allient plusieurs modes de représentations et plusieurs langages. Un ensemble intégré de plateformes TIC peut aider à consolider les apprentissages dans cette voie.

4. Un regard réflexif sur une première implantation du dispositif

4.1 La pensée réflexive

La pensée réflexive est en rapport avec une prise de conscience touchant à tous les aspects d'une pratique professionnelle et est un élément très important du développement continu de cette pratique (Martin *et al.*, 2004). Le développement des compétences professionnelles des futurs enseignants s'effectue d'ailleurs souvent dans le cadre de démarches réflexives (Boucher et Bouchard, 1997).

À partir des travaux de Dewey (1933), et ultérieurement de Schön (1996, 1994), on identifie généralement trois modalités qui circonscrivent la pensée réflexive (Pallascio *et al.*, 2004a) : une pensée critique, une pensée créative et une pensée métacognitive. Ces trois modalités sont reliées et

progressent de façon concomitante (Pallascio *et al.*, 2004b), le développement d'une composante soutenant le développement des deux autres. Taggart et Wilson (1998) décrivent la pensée réflexive à l'aide d'une pyramide à trois niveaux. La réflexion de niveau technique, la plus élémentaire, s'effectue sur l'atteinte de résultats, le développement d'habiletés, une théorisation limitée. Le deuxième niveau de pensée réflexive, le niveau contextuel, s'établit en termes d'interprétation, d'analyse, de clarification des pratiques. Le praticien effectue des regards vers des pratiques alternatives. Au troisième niveau, le niveau dialectique, le sujet prend conscience des dimensions éthique, politique et morale de la planification de l'enseignement et des choix qu'il effectue. Il réfléchit sur la valeur et les conséquences des connaissances et des compétences développées.

4.2 *Les éléments à considérer dans le processus de réflexion*

Le regard réflexif que nous portons sur le dispositif et son implantation s'insère dans un processus itératif d'action-réaction visant à améliorer le dispositif et ses retombées (Beaudoin, 1998 ; 2005). Loin d'être un retour final sur le dispositif, nous procédons à la première de plusieurs appréciations récurrentes qui nous permettront d'améliorer le dispositif lors de la poursuite de nos travaux (d'Ortun et Beaudoin, 2005). Nos présentes réflexions réfèrent le plus souvent aux deux premiers niveaux décrits par Taggart et Wilson (1998).

Nous avons adapté les variables qui déterminent l'efficacité de la formation à distance telles qu'identifiées par Moore et Kearsley (1996) de façon à donner quelques lignes directrices à ce retour réflexif. Ces variables sont : le contexte (groupes, horaires, soutien institutionnel), les stratégies d'enseignement/apprentissage, l'instrumentation, l'accompagnement des étudiants(es). Chacune fera l'objet d'un retour, à la lumière de commentaires des étudiants, de la lecture de la situation institutionnelle et de l'expérience du formateur. Nous ne prétendons pas traiter chaque dimension de façon exhaustive.

Les étudiants ont communiqué leurs impressions sur l'utilisation des TIC en apprentissage de la didactique des mathématiques au secondaire en répondant à un court questionnaire qui comporte huit questions ouvertes. Il s'agit de données prélevées dans un projet de recherche concomitant (Beaudoin, 2005) qui respecte les politiques éthiques de l'UQO.

4.3 *Un contexte favorable sans être idéal*

Les étudiants ont été très réceptifs à l'intégration des TIC à l'intérieur des cours de didactique, car ils sont conscients qu'ils auront à les intégrer dans leur activité professionnelle. Cet accueil a permis aux activités de se dérouler à peu près conformément à ce qui avait été prévu, malgré des difficultés d'ordre technologique et une grève de trois semaines (des stratégies de rattrapage ont cependant été convenues avec les étudiants).

Nous avons cependant surestimé la possibilité, pour les étudiant-maîtres, de s'approprier plusieurs plateformes logicielles de fonctionnalités différentes. Le premier cours de didactique offert à l'UQO touche à tous les champs disciplinaires (arithmétique *et* algèbre, géométrie, probabilités, statistiques) et l'utilisation d'outils TIC peut se voir escamotée.

Du côté organisationnel, les instances de l'UQO ont fourni un soutien adéquat (horaires, disponibilité de portables et de logiciels, soutien technique). Cependant, la formule de l'ordinateur portable prêté aux étudiants pour un cours seulement présente des limites, sur les plans technologique, pédagogique et éthique (d'Ortun et Beaudoin, 2005). Ces limites pourraient, d'après nous, être moins importantes si tous les étudiants bénéficiaient d'un ordinateur portable, comme le prévoit une phase ultérieure de la recherche. (d'Ortun et Beaudoin, à paraître).

4.4 Les stratégies d'enseignement/apprentissage

Les activités d'apprentissage du cours étaient prévues dans un format fixe, articulées autour de productions bien ciblées, qui prennent appui sur une approche d'apprentissage par problèmes en didactique mise de l'avant par le professeur quelques trimestres auparavant (Beaudoin, 2003). L'échéancier des activités était plutôt rigide.

Une implantation systématique des TIC, couplée à l'utilisation d'ordinateurs portables, a modifié la dynamique proposée au départ. L'appropriation de certaines plateformes demande beaucoup de temps, un investissement qui permet d'en sauver ensuite. Le logiciel Cyberfolio, utilisé pour la création et la modification de situations d'apprentissage en est un exemple. Les TIC peuvent aussi amener des explorations et des productions imprévues qui consomment temps et énergie, qui peuvent de plus engendrer des modifications à des scénarios prévus a priori. Un calendrier didactique trop rigide risquerait de pénaliser les étudiants en terme de qualité des apprentissages. Les étudiants ont cependant souligné des gains de temps potentiel (p. ex. : procédures de calcul), le potentiel pour les communications et la diffusion de documents. Une organisation du cours plus flexible tant en ce qui concerne les objets d'apprentissage que les approches pédagogiques nous semble une voie à nécessaire à emprunter.

Notons que dans notre projet, le recours aux TIC ne semble pas modifier la perception du rôle de l'enseignant de mathématiques qu'ont les étudiants-maîtres. Ceux qui considèrent une vision transmissive (postures d'explicateur et d'instructeur) la maintiennent avec l'utilisation des TIC. Il en va de même pour ceux qui épousent une posture de facilitateur. Les étudiants semblent avoir une conception unidimensionnelle du rôle de l'enseignant de mathématique, même en utilisant les TIC.

Cette position des étudiants nous a surpris et nous croyons que le rôle de l'enseignant en rapport avec l'intégration des TIC devrait faire l'objet d'une attention plus grande de la part du professeur et d'interventions explicites dans le cours.

4.5 L'instrumentation

Les futurs enseignants de mathématiques au secondaire relient, sans équivoque, les TIC à la discipline qu'ils enseigneront. Les logiciels numériques (calcul symbolique, géométrie dynamique, tableur) et la calculatrice à affichage graphique permettent, d'après eux, de donner rapidement accès aux élèves à plusieurs représentations des notions mathématiques. Les étudiants ont utilisé de façon adéquate le tableur et Cabri-Géomètre pour structurer des situations d'enseignement/apprentissage et y ont vu un intérêt manifeste pour leur profession future.

Cet « engouement » pour les outils numériques s'est manifesté au détriment des outils de communication et d'édition, qui furent moins utilisés. L'utilisation du forum n'a pas, entre autres, donné les résultats escomptés. Le logiciel Knowledge Forum présente des fonctionnalités importantes pour la construction des connaissances, mais son appropriation concomitante à d'autres plateformes logicielles semble difficile. Une utilisation plus systématique pourrait être réservée à un cours de didactique ultérieur.

Les calculatrices à affichage graphique seront le vecteur le plus important des technologies appliquées à l'enseignement des mathématiques dans les années qui viennent (Drijvers, 2004). Ces instruments peuvent maintenant inclure des modules de géométrie dynamique et des modules de calcul symbolique. L'intégration du travail sur ordinateur au travail sur calculatrice sera incontournable dans une pratique professionnelle évolutive.

Les logiciels TI-Interactive ! et TI-Connect permettent d'harmoniser le travail numérique et le travail symbolique réalisés sur ordinateur et sur calculatrice. Comme ils sont adaptés pour l'enseignement à l'ordre secondaire, ils rendront plus pertinente l'appropriation de l'espace de discussion et favoriseront la publication de documents sur le Web. Ces logiciels seront vraisemblablement inclus à une version ultérieure du dispositif, en remplacement du logiciel Mathcad.

L'utilisation de Cyberfolio (Jobin et Lehoux, 2004) comme plateforme de publication et de partage de situations d'apprentissage sur le Web n'est pas, jusqu'à présent, concluante. Nous travaillons présentement, avec des intervenants du milieu, à permettre, à l'aide de Cyberfolio, le partage et la coconstruction des connaissances entre les maîtres en formation et ceux en exercice. Il s'agit d'une opération difficile, car, en plus des problèmes d'ordre technologique, sa réussite se construit sur une modification de pratiques fortement ancrées dans le milieu scolaire et dans le milieu universitaire.

4.6 L'accompagnement des étudiants

Une première implantation du dispositif confirme une impression qu'on pourrait avoir à la lecture de la figure 1. L'accompagnement adéquat des étudiants dans toutes les plateformes présentées, en plus des contenus du cours, s'est avéré très difficile, voire impossible. Le processus d'autoformation, sur lequel nous comptions, n'a pas été pleinement utilisé dans tous les domaines pressentis. Par exemple, les étudiants auraient eu besoin de plus d'appui dans leur appropriation de la plateforme Knowledge Forum et du logiciel Cabri-géomètre.

Les étudiants se sont néanmoins autoformés, ayant pris eux-mêmes des rôles de leadership dans divers aspects de l'utilisation des technologies, tel que souligné par Schulz-Zander *et al.* (2002). Le professeur a pu, en ce cas servir de guide et encadrer le processus. Ce fut le cas pour les outils TIC disciplinaires et l'édition des documents et les étudiants ont manifesté leur intérêt à s'approprier ces outils.

L'accompagnement des étudiants dans la coconstruction et le partage des savoirs à l'aide du logiciel Knowledge Forum demande un encadrement suivi et particulier (Laferrière et Benoit, 2004 ; Nizet et Laferrière, 2005), que nous n'avons pas pu offrir de façon adéquate. Les étudiants de mathématiques n'appréciaient pas, a priori, la communication par forum et il fut difficile d'attein-

dre les résultats anticipés. Un accompagnement adéquat aurait exigé un niveau de ressources financières que ne permettait pas le projet (d'Ortun et Beaudoin, 2005).

Dans le dispositif, les TIC sont intimement reliés aux éléments de contenu du cours (Beaudoin, 2005b). Il y a donc une symbiose entre les apprentissages TIC et les éléments de contenus auxquels ils peuvent être associés. Cette première année d'essai du dispositif nous a amenés à réaliser que certains éléments (contenus et/ou TIC) peuvent plus facilement s'appréhender par autoformation que d'autres et il serait important, pour les futures années d'implantation, de veiller à ce que les mécanismes d'accompagnement en tiennent compte et d'inclure dans notre calendrier de recherche l'examen des apports et des limites de l'autoformation logicielle.

5. Prospectives

5.1 Les TIC et l'autonomisation des futurs enseignants

Dans la foulée de ce qui précède, quelques mots pour dire que notre projet s'intéresse concurremment à l'autonomisation des futurs enseignants, soit au processus par lequel des employés d'une organisation acquièrent la maîtrise des moyens de mieux utiliser leurs ressources professionnelles et de renforcer leur autonomie d'action (Le Petit Larousse). Tout au long de leur carrière d'enseignants, nos étudiants devront réfléchir sur leur pratique professionnelle, développer la compétence à accepter la confrontation de ses référents et de ses pratiques avec d'autres enseignants et recourir à des modèles de développement professionnel émergents qui les entraîneront dans l'apprentissage continu, les pratiques collaboratives et le recours aux communautés de pratique (Butler, 2005). Les compétences dont ils se dotent avec les TIC pourraient être, du moins nous y travaillons avec eux, transférées dans leur milieu de pratique respectif.

5.2 Des pistes pour l'enseignement au secondaire

Bien que le dispositif implanté concerne de façon explicite les futurs enseignants du secondaire, il nous est possible de déduire de notre expérience des pistes d'utilisation des technologies de l'information au secondaire.

L'utilisation d'outils reliés directement aux mathématiques a suscité un grand intérêt chez les enseignants en formation et nous croyons que ces mêmes outils peuvent contribuer à susciter l'intérêt des élèves du secondaire. Ils permettent l'exploration et l'appropriation de nouveaux concepts tout en réduisant les inconvénients de calculs souvent fastidieux. Ils permettent de résoudre des problèmes réels, pour lesquels les nombres ne sont pas fixés d'avance pour leur convenance. L'intérêt a été relié entre autres à une meilleure qualité des apprentissages, particulièrement en enseignement des mathématiques (Krapp, 1999 ; Beaudoin, 1998) dans ce contexte où les TIC reliés directement aux mathématiques peuvent avoir une incidence positive sur leur progression dans cette discipline.

Nous retenons principalement de cette implantation d'un dispositif intégrant les TIC en didactique des mathématiques que l'intégration des TIC demande à la fois une flexibilité des formules pédagogiques et des planifications didactiques. L'intégration de ces outils avec les contenus peut modifier la dynamique habituelle du groupe et bouleverser des activités planifiées de façon trop rigide.

La technologie entraîne quantité d'imprévus avec lesquels il faut apprendre à composer. Sinon, on risque le statu quo dans l'appropriation de la compétence TIC.

Enfin, l'intégration des TIC en didactique des mathématiques s'accommoderait mal d'une posture unique relativement au rôle de l'enseignant. Les perceptions que nous avons et les données dont nous disposons nous amènent plutôt à privilégier, chez les enseignants en formation, l'appropriation de plusieurs postures sous ce rapport.

Références

- Beaudoin, M. (2005a). *L'appropriation d'une démarche réflexive par les étudiants-maîtres en didactique des mathématiques*. Congrès de l'Acfas 2005 : Chicoutimi.
- Beaudoin, M. (2005b). *L'utilisation d'ordinateurs portables en formation des enseignants*. Colloque du RÉCIT : Gatineau.
- Beaudoin, M. (2003). *Apprentissage par problèmes en didactique* : <http://w3.uqo.ca/app>.
- Beaudoin, M. (1998). *La promotion de l'intérêt situationnel en mathématiques au collégial : Développement d'un modèle par itérations dans le cadre de l'enseignement de la dérivé*. Thèse de doctorat. Montréal : Université du Québec à Montréal.
- Bednarz, N. (2001). Une didactique des mathématiques tenant compte de la pratique des enseignants. In P. Joanaert, S. Laurin et P. Provencher (dir.), *Les didactiques des disciplines. Un débat contemporain*. Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec, p. 57-59.
- Boucher, L.-P., et C. Bouchard (1997). Le développement des compétences professionnelles par une démarche réflexive. In M. Tardif et H. Ziarko (dir.), *Continuités et ruptures dans la formation des maîtres au Québec*, Québec : Presses de l'Université Laval, p. 18-40.
- Bottino, R.M. (2004). The evolution of ICT-based learning environments : Which perspectives for the school of the future? *British Journal of Educational Technology*, vol. 35, no 5, p. 553-567.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*, Grenoble : La Pensée Sauvage.
- Brousseau, N. et J. Vazquez-Abad (2003). Analyse de la nature constructiviste d'une activité d'apprentissage collaboratif médié par les tic, *La revue canadienne de l'apprentissage et de la technologie*, vol 29, no 3 : http://www.cjlt.ca/content/vol29.3/cjlt29-3_art3.html.
- Butler, D.L. (2005). L'autorégulation de l'apprentissage et la collaboration dans le développement professionnel des enseignants, *Revue des sciences de l'éducation*, vol XXXI, no 1, p. 55-78.
- Département des sciences de l'éducation de l'UQO (2004). *Projet éducatif*, <http://www.uqo.ca/secteurs/education/projet-educatif.asp>.
- Dewey, J. (1933). *How we think*, Boston : Heath.
- d'Ortun, F. et M. Beaudoin (2005). *L'autonomisation professionnelle des enseignants par le recours aux TIC*. Devis, Gatineau : Université du Québec en Outaouais, 17 p.
- d'Ortun, F. et M. Beaudoin (à paraître). *Heuristique de l'implantation d'une culture TIC : Appuis et obstacles*.
- d'Ortun, F. et M. Beaudoin (2004). *Prototype d'environnement technologique de formation. Devis d'une recherche*, Gatineau : Université du Québec en Outaouais.

- Drijvers, P. (2004). The integration of technology in secondary mathematics education: Future trend or utopia? In D. De Bock, M. Isoda, J. A. G. Cruz, A. Gagatsis et E. Simmt (dir.), *Proceedings of ICME-10 – topic study group 2 New Developments and Trends in Secondary Mathematics Education*. Copenhagen: ICME 10 2004 10th International Congress on Mathematical Education, p. 11-18.
- Dupin, J.-J. et S. Johsua (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris: Presses universitaires de France.
- Fabre, M. (2004). Savoir, problème et compétence: Savoir, c'est s'y connaître. In R. M. J. Toussaint et C. Xypas (dir.), *La notion de compétence en éducation et en formation. Fonctions et enjeux*. Paris: L'Harmattan, p. 299-319.
- Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris: Presses universitaires de France.
- Frenay, M., B. Noël, P. Parmentier et M. Romainville (1998). *L'étudiant-apprenant. Grille de lecture pour l'enseignant universitaire*. Bruxelles: De Boeck Université.
- Gattuso, L. (1992). *Les conceptions personnelles au sujet de l'enseignement des mathématiques et leur reflet dans la pratique, un essai d'auto-analyse*, Thèse de doctorat. Montréal: Université de Montréal.
- Ilomäki, L. et P. Rantanen (à paraître). Intensive use of ICT in school: Developing differences in students' ICT expertise. *Computers and education*, vol. 18.
- Krapp, A. (1999). Interest, motivation and learning. *European Journal of Psychology of Education* 14, no 1, p. 21-40.
- Jobin, G. et N. Lehoux (2004). *Le Cyberfolio, version 1.28*. Gatineau: Commission Scolaire Au Coeur des Vallées.
- Laferrière, T. et J. Benoît (2004). Apprendre à enseigner: Quand la pédagogie de projets et l'utilisation des tic modifient le rôle et les responsabilités de l'enseignant et des élèves. In J.-F. Desbiens, J.-F. Cardin et D. Martin (dir.), *Intégrer les tic dans l'activité enseignante: Quelle formation? Quels savoirs? Quelle pédagogie?* Sainte-Foy: Les Presses de l'Université Laval, p. 161-186.
- Larose, F., V. Grenon et S. Palm (2004). *Enquête sur l'état des pratiques d'appropriation et de mise en œuvre des ressources informatiques par les enseignants et enseignantes du Québec*. <http://www3.educ.usherbrooke.ca/cric/enligne/diffusion.htm>.
- Martinet, M.A., D. Raymond et C. Gauthier (2001). *La formation à l'enseignement. Les orientations. Les compétences professionnelles*. Québec: Gouvernement du Québec, Ministère de l'Éducation.
- Mellouki, M. et C. Gauthier (2005). *Débutants en enseignements: quelles compétences? Comparaison entre Américaines et Québécois*. Ste-Foy: Presses de l'Université Laval.
- Ministère de l'Éducation du Québec (2003). *Programme de formation de l'école québécoise secondaire premier cycle*. Québec: Gouvernement du Québec.
- Moore, D. et G. Kearsley (1996). *Distance education: a System view*. Belmont: Wadsworth.
- Nizet, I. et T. Laferrière (2005). Description des modes spontanés de co-construction de connaissances. *Recherche et formation*, vol. 48, p. 151-166.

- Pallascio, R., M.-F. Daniel et L. Lafortune (2004a). Une pensée réflexive pour l'éducation. In R. Pallascio, M.-F. Daniel et L. Lafortune (dir.), *Pensée et réflexivité : théories et pratiques*. Ste-Foy : Presses de l'Université du Québec, p. 2-12.
- Pallascio, R., L. Lafortune et M.-F. Daniel (2004b). Quelques articulations entre les composantes d'une pensée réflexive. In R. Pallascio, M.-F. Daniel et L. Lafortune (dir.), *Pensée et réflexivité : théories et pratiques*. Ste-Foy : Presses de l'Université du Québec, p. 203-213.
- Schulz-Zander, R., A. Bütcher et R. Dalmer (2002). The role of ICT as a promoter of students' cooperation. *Journal of computer assisted learning*, vol. 8, no 4, p. 438-448.
- Schön, D.A. (1994). *Le praticien réflexif*. Montréal : Éditions Logiques.
- Schön, D.A. (dir.) (1996). *Le tournant réflexif. Pratiques éducatives et études de cas*. Montréal : Les éditions logiques.
- Taggart, G.L., et A.P. Wilson (1998). Becoming a reflective teacher. In G. L. Taggart et A. P. Wilson (dir.), *Promoting reflective thinking in teachers : 44 action strategies*. California : Corwin Press, p. 1-9.
- Toussaint, R.M.J. (2003). *Représentations d'élèves envers la science et la technologie, volume 1*. Trois-Rivières : Université du Québec à Trois-Rivières.
- Tremblay, N.A. (2003). *L'autoformation : pour apprendre autrement*. Montréal : Presses de l'Université de Montréal.
- Université de Genève (2003). *Apprentissage par problèmes, APP*. <http://edumed.unige.ch/etudes/formats/app/index.php>
- Université du Québec en Outaouais (2003). *Plan stratégique de la recherche, Résolution 261-CA-3777*. Gatineau : Université du Québec en Outaouais. <http://www.uqo.ca>.

Pour joindre les auteurs

Michel Beaudoin

Professeur, didactique des mathématiques

Université du Québec en Outaouais

Département des sciences de l'éducation

283 Alexandre Taché CP 1250 Succ. Hull, Gatineau, Québec, Canada, J8X3X7

Courriel : michel.beaudoin@uqo.ca

Francine d'Ortun

Professeure, responsable du DESS en andragogie

Université du Québec en Outaouais

Département des sciences de l'éducation

283 Alexandre Taché CP 1250 Succ. Hull, Gatineau, Québec, Canada, J8X3X7

Courriel : francine.dortun@uqo.ca