CREAS
Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences
Université de Sherbrooke

Bulletin du CREAS

CRSNG CREAS NSERC CRYSTAL

Septembre 2007 | Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences | Numéro 1

Dans ce numéro :

Éditorial
Le CREAS-Sherbrooke 1

Nouvelles de la recherche et du développement 6

Partenaires
L'importance des recherches-actions 10
La formation continue 12

Mémoires et thèses soutenus par les membres étudiants
Les compétences non techniques en ingénierie 13
L'enseignement de l'arithmétique 14

Capsule scientifique
L'origine de l'algèbre 15

ÉDITORIAL

Le CREAS-Sherbrooke : un nouveau centre de recherche et de développement en enseignement et en apprentissage des sciences, des technologies et des mathématiques

Par Abdelkrim Hasni, directeur du CREAS

Au Québec, comme dans les autres provinces canadiennes et les pays de l'OCDE, la proportion d'étudiants en sciences, technologies et mathématiques (STM) dans les universités a accusé une baisse régulière au cours des 15 dernières années (OCDE, 2006) et un écart croissant est observé entre l'offre en expertise scientifique et technique et la demande sociale. Plusieurs recherches montrent, entre autres, que : l'intérêt des élèves à l'égard des STM baisse à mesure qu'ils avancent dans leurs études (du primaire au secondaire); au secondaire, ces matières semblent être moins bien aimées que les autres; même si, généralement, les élèves considèrent que les STM sont importantes pour leur carrière et pour la société, ils jugent qu'elles sont difficiles.

Les enjeux liés à cette situation sont majeurs. Ils concernent d'abord le développement d'une culture scientifique et technologique. En effet, un déficit de cette culture au niveau de la population rend difficile l'exercice d'une citoyenneté éclairée. Comme le souligne la Commission des programmes d'étude (1998) à ce sujet, « une société qui veut incarner un idéal démocratique doit viser à ce que la plus grande partie des citoyennes et des citoyens qui la composent participent aux choix qui conditionnent le présent et l'avenir de cette société » (p. 3). Les enjeux concernent ensuite le progrès social. Le manque de personnes formées dans le domaine priverait la société de ressources humaines indispensables au développement industriel et économique sur lesquelles il repose.

Quel est l'origine du problème? Les facteurs responsables de cette situation sont multiples et il est difficile d'en faire un tour exhaustif dans ce texte. Mentionnons tout simplement qu'on peut les regrouper en deux catégories :

1. Des facteurs externes à l'école : les stéréotypes et les idées véhiculés par la société sur les scientifiques, sur les femmes en sciences et en génie, sur les domaines des STM, etc.; l'origine sociale des élèves (niveau de scolarité des parents, revenu familial, etc.); le degré de participation aux activités culturelles (musées, loisirs scientifiques, revues, etc.); les facteurs individuels (motivation intrinsèque, goûts personnels); etc. La liste est longue.

2. Des facteurs liés à l'institution scolaire. Comme le rapporte le récent rapport de l'OCDE (2006) sur l'évolution de l'intérêt des jeunes pour les études scientifiques et technologiques, plusieurs travaux montrent que le choix des élèves de poursuivre des études en STM ou non est pour l'essentiel déterminé, en plus de l'image qu'ils ont de ces domaines, par le contenu des cursus dans ces disciplines et par la qualité de l'enseignement et de la formation à l'enseignement. C'est cette problématique qui est au cœur des travaux du Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences (CREAS-Sherbrooke). Elle porte sur les pratiques d'enseignement et sur le perfectionnement des compétences des enseignants en STM et elle vise une double mission de recherche et de développement :

- Produire des savoirs sur l'enseignement et l'apprentissage des STM;
- Développer des ressources et mettre en œuvre des interventions permettant de favoriser l'amélioration de l'éducation scientifique, technologique et mathématique des élèves et des étudiants.

Cette double mission se concrétise à travers trois axes : les approches intégratives; les ressources didactiques; la professionnalité des enseignants et l'étude des pratiques d'enseignement.

1. Une problématique de recherche et de développement organisée autour de trois axes

1.1 Les approches intégratives

Au cours des dernières années, les ministères de l'éducation de plusieurs provinces canadiennes, dont le ministère de l'Éducation du Québec (MEQ), actuellement le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport (MELS), ont apporté des changements profonds aux programmes des STM au primaire et au secondaire. Ces changements ont été justifiés, entre autres, par la place grandissante que les STM occupent dans la société, par la nécessité d'assurer une culture en STM à tous les citoyens, fondée notamment sur la relation entre sciences, technologies et société, et par le désintérêt des élèves pour les disciplines scientifiques. Au Québec, le nouveau programme de STM au primaire et au secondaire (MEQ, 2004*a*) est un programme intégré, plutôt que cloisonné en matières indépendantes. À l'instar d'autres pays de l'OCDE, il est décrit en termes de compétences disciplinaires et transversales et exige l'établissement de liens avec d'autres disciplines et avec des problématiques sociales comme la santé et l'environnement.

> « ***Au Québec, le nouveau programme de STM au primaire et au secondaire (MEQ, 2004a) est un programme intégré, plutôt que cloisonné en matières indépendantes.*** »

Une des conditions du succès de l'enseignement des matières scientifiques dans le nouveau contexte est le recours par les enseignants à des approches « fondées sur la pédagogie de la découverte et de la production, ayant davantage recours à l'expérimentation et utilisant des situations d'apprentissage contextualisées » (CST, 2004, p. 68). Les nouveaux programmes de STM au secondaire au Québec (MEQ, 2004*a*), comme ailleurs au Canada (CMEC, 1997), mettent de l'avant de telles approches. En effet, aborder la formation scientifique par le biais des compétences consiste, entre autres, à organiser l'enseignement autour de situations contextualisées (qui prennent appui sur des problèmes en lien avec le quotidien), ouvertes (qui permettent aux élèves d'aborder le problème de plusieurs façons, en recourant à des démarches de découverte) et intégratives (qui mobilisent et mettent en relation des concepts et des compétences de plusieurs disciplines) (MEQ, 2004*a*). La documentation scientifique traitant de l'enseignement des STM met clairement en évidence l'intérêt du recours à certaines approches qui s'inscrivent dans ces orientations, comme les approches par problèmes (Brunet, 1998; Chang et Brufaldi, 2004; Lampert, 2001; Lebeaume et Magneron, 2004), par projets (Chvidchenko et Chevallier, 1997; Crindal, 2001; Toolin, 2004) et interdisciplinaires (Elliott *et al.*, 2001; Fourez *et al.*, 2002). Par ailleurs, d'autres travaux montrent une diversité des conceptions et des modalités de mise en œuvre de ces approches. À titre d'exemple, l'enseignement par problèmes prend différentes formes pouvant s'inscrire dans un continuum allant d'une pédagogie fermée à une pédagogie ouverte. Tantôt, cette approche renvoie aux problèmes d'application (ex. appliquer une formule connue pour résoudre un problème donné), tantôt, à des situations de découverte très guidées (problème formulé par l'enseignant ou le manuel, qui guide ensuite l'élève par un ensemble de questions, d'observations ou de documents bien choisis selon un cheminement préétabli) et tantôt, à des situations-problèmes ouvertes et complexes dont l'exploration implique un engagement effectif de la part de l'élève. Il en est de même pour les approches par projets et interdisciplinaires. Il est par conséquent non seulement nécessaire de clarifier les différentes conceptions de ces approches au regard des exigences des fondements constructivistes, mais aussi d'explorer les modalités de leur mise en œuvre dans les classes de STM.

Le premier axe de recherche du Centre, qui découle de cette problématique, est le suivant : décrire les modalités et les contextes de mise en œuvre des approches intégratives dans les classes et soutenir les enseignants dans le développement et l'expérimentation d'exemples opérationnels de situations d'enseignement-apprentissage basées sur ces approches. Ce travail vise aussi à tenir compte du contexte réel de l'exercice de la profession et, par conséquent, à documenter les conditions, les contraintes et les obstacles (didactiques, pédagogiques, contextuels, matériels, etc.) liés au recours à ces approches.

1.2 Les ressources didactiques

La nature des ressources didactiques utilisées dans la classe et les modalités de leur utilisation influencent grandement l'enseignement et, par conséquent, l'apprentissage des élèves. La place que celles-ci doivent occuper dans la mise en œuvre du curriculum est fortement reconnue et soutenue par les ministères de l'éducation qui ont développé des critères d'approbation permettant de s'assurer de la conformité du matériel didactique aux orientations curriculaires (MEQ, 2004*b*; METO, 2002). Au Québec,

parallèlement à la préparation et à l'implantation de la dernière réforme, le MEQ soulignait l'importance du manuel scolaire dans la pratique et rappelait que celui-ci « conditionne largement l'enseignement et l'apprentissage » (MEQ, 1997, p. 21).

Il annonçait aussi la prise de nouvelles dispositions afin que les manuels scolaires répondent aux orientations retenues. Ces dispositions ont conduit à « redéfinir la notion de matériel didactique de base et les critères relatifs à son évaluation, et à réviser le statut des ouvrages de référence courants, de manière à introduire une plus grande rigueur scientifique et à proposer des démarches d'apprentissage plus dynamiques » (MEQ, 1997, p. 14). En conformité avec ces orientations, le MEQ (2002*b*) a récemment renouvelé les critères d'approbation de ce matériel. Il en est de même en Ontario où le système d'approbation a été repensé et uniformisé avec les autres provinces canadiennes. Il est pris en charge par le Curriculum Services Canada (CSC). Cette place accordée officiellement au matériel didactique (particulièrement aux manuels scolaires) dans la mise en œuvre des curriculums exige qu'il soit sérieusement considéré dans les recherches portant sur les STM.

Il existe des ressources didactiques dans les écoles dont il est important d'analyser la pertinence et les modalités d'utilisation : les laboratoires, les manuels scolaires et les produits TIC (incluant les logiciels de simulation, l'expérimentation assistée par ordinateur, les calculatrices à affichage graphique, les sites Internet). Particulièrement dans le contexte de l'implantation de la réforme, ces ressources occupent une place importante et peuvent même servir de source de développement professionnel des enseignants (outils d'appropriation de la réforme et d'adaptation des pratiques d'enseignement). En plus de ces matériels, une grande quantité de ressources sont produites par les acteurs de la promotion des STM sans être nécessairement exploitées par les écoles : le matériel de vulgarisation, les moyens de la médiation documentaire, les trousses éducatives, les nouveaux lieux d'expérimentation (CST, 2004). Le Conseil de la sciences et de la technologie (CST) (*Ibid.*) souligne qu'une exploitation de ces ressources constitue un moyen de rapprochement entre l'école, les producteurs et les médiateurs des savoirs.

L'objectif du troisième axe de recherche et de développement retenu par le CREAS en lien avec cette problématique est de décrire les ressources utilisées par les enseignants et les manières de leur utilisation, d'une part, et d'amener les enseignants à développer la compétence de sélectionner et d'utiliser adéquatement diverses ressources didactiques auprès de leurs élèves, d'autre part.

1.3 La professionnalité des enseignantes et des enseignants : l'étude des pratiques d'enseignement

Dans le contexte éducatif actuel, marqué par une forte restructuration du curriculum, une formation adéquate des enseignants ne repose pas simplement sur la maîtrise des savoirs disciplinaires à enseigner. Elle requiert l'acquisition de compétences spécifiques à cet enseignement. D'ailleurs, depuis quelques années, au Québec, comme dans les pays de l'OCDE, la formation à l'enseignement est décrite en termes de compétences professionnelles. Douze compétences ont été retenues par le MEQ (2002). Quatre d'entre elles sont en lien direct avec les contenus d'enseignement des STM. Elles renvoient à : a) la maîtrise des savoirs en STM et leur adaptation aux finalités de l'école, aux programmes et aux élèves; b) la planification de situations d'apprentissage ouvertes, contextualisées et intégratives; c) le recours à des pratiques enseignantes qui suscitent l'intérêt des élèves et leur engagement dans les apprentissages; d) l'utilisation adéquate des ressources didactiques dont les TIC.

Par ailleurs, la professionnalité exige que les enseignants ne soient pas de simples exécutants (Tardif et Lessard, 1999), mais des acteurs actifs engagés dans une démarche individuelle et collective d'analyse et de développement de leurs compétences.

Par ailleurs, la professionnalité exige que les enseignants ne soient pas de simples exécutants (Tardif et Lessard, 1999), mais des acteurs actifs engagés dans une démarche individuelle et collective d'analyse et de développement de leurs compétences. Ils doivent ainsi passer « de la consommation de formations prédéterminées par des experts à un engagement actif » (CSE, 2004, p. 56). Une formation continue qui veut s'inscrire dans cette perspective exige aussi une analyse systématique des pratiques des enseignants. C'est ce que souligne le récent avis du CSE (*Ibid.*), qui rappelle que la recherche sur les pratiques enseignantes « fournit des assises à la professionnalisation de l'enseignement, en permettant la rationalisation des savoirs et des savoir-faire mobilisés dans l'acte d'enseigner » (p. 31). C'est dans cette perspective que s'inscrit le troisième axe de notre projet CREAS : Analyser les pratiques d'enseignement en STM et s'appuyer sur cette analyse pour accompagner les enseignants dans la réflexion sur le développement de leurs compétences professionnelles.

2. L'origine du CREAS-Sherbrooke et la composition de l'équipe

2.1 Résultat d'un concours pancanadien hautement compétitif

Le CREAS-Sherbrooke est issu d'un concours pancanadien lancé en 2004 par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG) pour la création de cinq centres de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences[1] orientés vers des activités de recherche et de développement qui s'inscrivent dans les deux missions suivantes : a) accroître notre compréhension des connaissances et des ressources nécessaires à l'amélioration de l'éducation scientifique; b) accroître notre connaissance des meilleures façons de préparer les jeunes Canadiens à ces sujets fondamentaux. Le concours a conduit, en mai 2005, au financement des centres suivants :

1. CREAS-Sherbrooke (http://creas.educ.usherbrooke.ca);
2. CRYSTAL[2]-Alberta (www.uofaweb.ualberta.ca/edpolicystudies/crystalalberta.cfm);
3. CRYSTAL-Atlantique (www.crystalatlantique.ca);
4. CRYSTAL-Manitoba (http://umanitoba.ca/outreach/crystal);
5. CRYSTAL-Pacific (www.educ.uvic.ca/pacificcrystal).

« L'éducation aux sciences, technologies et mathématiques constitue un enjeu majeur pour les sociétés actuelles. »

2.2 Des travaux basés sur un partenariat étroit avec les acteurs impliqués dans l'éducation scientifique

En plus de la problématique de recherche et de développement retenue, l'originalité du CREAS-Sherbrooke s'établit au moins sur deux plans. Le premier est la mise en place d'un système de collaboration productif entre des chercheurs en provenance de différentes facultés (éducation; génie; sciences; médecine et sciences de la santé; éthique, théologie et philosophie) de l'Université de Sherbrooke, mais aussi des universités de Waterloo, du Québec à Montréal, d'Ottawa et de Trois-Rivières. Le deuxième est l'établissement d'un partenariat solide avec quatre types de partenaires :

a) un organisme gouvernemental : le ministère de l'Éducation du Loisir et du sport;

b) des acteurs du milieu scolaire : neuf commissions scolaires du Québec et des écoles de l'Ontario (environ 50 enseignants de STM et 10 conseillers pédagogiques directement impliqués en 2006-2007), l'Association pour l'enseignement de la science et de la technologie (APSQ), le Groupe des responsables des mathématiques (GRMS);

c) des acteurs de la promotion des sciences : le Conseil de loisir scientifique, la Société pour la promotion de la science et de la technologie et le Musée de la nature et des sciences de Sherbrooke;

d) des centres de recherche au Québec (Centre de recherche sur l'intervention éducative, Centre de recherche interuniversitaire sur la formation et la profession enseignante) et à l'international (l'UMR-STEF de l'ENS de Cachan et de l'INRP). Le CREAS-Sherbrooke entretient aussi des collaborations avec les quatre autres CREAS canadiens, avec lesquels des journées de travail sont organisées sur une base annuelle.

En conclusion

L'éducation aux sciences, technologies et mathématiques constitue un enjeu majeur pour les sociétés actuelles. Le caractère complexe et multidimensionnel de cette problématique exige un rapprochement important entre les différents acteurs concernés : l'université, les milieux de pratique (commissions scolaires, écoles, etc.), les acteurs de la promotion des STM. C'est sur ce partenariat que mise fortement le CREAS-Sherbrooke pour contribuer à l'amélioration de l'éducation scientifique, technologique et mathématique au Québec et au Canada.

Références

Brunet, P. (1998). Enseigner et apprendre par problèmes scientifiques dans les sciences de la vie. État de la question. *Aster*, 27, 145-182.

Chang, C.Y. et Barufaldi, J. (1999). The use of problem solving based instructional model in initiating change in student's achievement and alternative frameworks. *International journal of science education*, 21, 373-388.

Chvidchenko, I. et Chevallier, J. (1997). *Conduite et gestion de projet. Principes et pratiques pour petits et grands projets*. Toulouse: Céraduès-Éditions.

---

1 Dans le discours du CRSNG, les sciences incluent aussi les technologies et les mathématiques.

Crindal, A. (2001). *Enquête sur les figures de la démarche de projet en technologie*. Thèse de doctorat, École normale supérieure de Cachan, Paris.

Elliott, B., Oty, K., McArthur, J. et Clark, B. (2001). The effect of an interdisciplinary algebra/science course on students' problem solving skills, critical thinking skills and attitudes towards mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, *32*(6), 811-816.

Fourez, G., Maingain, A. et Dufour, B (2002). *Approches didactiques de l'interdisciplinarité*. Bruxelles: DeBoeck Université.

Gouvernement du Canada (1997). *Cadre commun de résultats d'apprentissage en sciences de la nature : M à 12*. Toronto : Conseil des ministres de l'Éducation.

Gouvernement du Québec (1997). *L'école, tout un programme. Énoncé de politique et plan d'action*. Québec: Ministère de l'Éducation.

Gouvernement du Québec (1998). *L'enseignement des sciences et de la technologie dans le cadre de la réforme du curriculum du primaire et du secondaire. Avis sur les sciences et la technologie*. Québec : Commission des programmes d'études. Document téléaccessible à l'adresse suivante : http://www.cpe.gouv.qc.ca/sc-tech/sc-tech.htm

Gouvernement du Québec (2002). *La formation à l'enseignement. Les orientations; les compétences professionnelles.* Québec : Ministère de l'Éducation du Québec.

Gouvernement du Québec (2004). *La culture scientifique et technique au Québec : une interface entre les sciences, la technologie et la société. Rapport de conjoncture 2004*. Québec : Conseil de la science et de la technologie.

Gouvernement du Québec (2004*a*). *Programme de formation de l'école québécoise. Enseignement secondaire, 1er cycle*. Québec : Ministère de l'Éducation du Québec .

Gouvernement du Québec (2004*b*). *Les ensembles didactiques et les critères d'évaluation. Enseignement primaire et secondaire*. Québec : Ministère de l'Éducation.

Gouvernement du Québec (2004). *Un nouveau souffle pour la profession enseignante. Avis au ministre de l'Éducation*. Québec: Conseil supérieur de l'éducation.

Lampert, M. (2001). *Teaching problems and problems of teaching*. London: Yale University Press.

Lebeaume, J. et Magneron, N. (2004). Itinéraires de découverte au collège: à la recherche des principes coordinateurs. *Revue française de pédagogie*, *148*, 109-126.

Ministry of Education of Ontario (2002). *Guidelines for Approval of Textbooks*. Ontario: Queen's Printer for Ontario.

OCDE (2006). *Évolution de l'intérêt des jeunes pour les études scientifiques et technologiques*. Rapport d'orientation. Paris : OCDE.

Tardif, M. et Lessard, C. (1999). *Le travail enseignant au quotidien. Contribution à l'étude du travail dans les métiers et les professions d'interactions humaines*. Québec: Presses de l'Université Laval.

Toolin, R.-E. (2004). Striking a Balance Between Innovation and Standards: A Study of Teachers Implementing Project-Based Approaches to Teaching Science. *Journal of Science Education and Technology*, *13*(2), 179-187.

Réactions des lecteurs

Vous souhaitez réagir à l'un ou l'autre des textes de ce *Bulletin*?

Vous voulez nous faire part de vos réactions ou nous proposer un court texte à publier?

creas@usherbrooke.ca

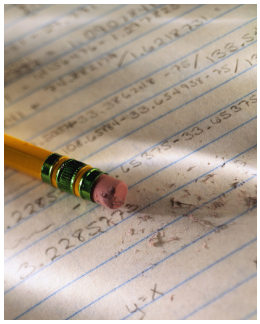
NOUVELLES DE LA RECHERCHE ET DU DÉVELOPPEMENT

Autres recherches que le projet CRSNG menées par les chercheuses et les chercheurs du CREAS sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences, technologies et mathématiques

Par Ghislain Samson, membre chercheur du CREAS

Conceptualisation et modélisation en sciences : représentations et pratiques d'enseignantes et d'enseignants du primaire et du premier cycle du secondaire au Québec - Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH) 2005-2008

Chercheur : Abdelkrim Hasni Cochercheurs : Yves Lenoir et François Larose



Objectif général : Décrire, en les confrontant, les représentations et les pratiques d'enseignants du primaire et du premier cycle du secondaire au regard de la conceptualisation et de la modélisation en sciences. Objectifs spécifiques : 1) Identifier les représentations que des enseignants du primaire et du premier cycle du secondaire ont de concepts et de modèles scientifiques inscrits au programme; 2) Décrire les représentations que des enseignants du primaire et du premier cycle du secondaire ont de la place des concepts et des modèles en enseignement des sciences; 3) Identifier les représentations que des enseignants du primaire et du premier cycle de secondaire ont des démarches de conceptualisation et de modélisation; 4) Décrire les pratiques enseignantes liées à l'enseignement de concepts et de modèles en sciences; 5) Confronter les représentations et les pratiques des enseignants au regard des démarches de conceptualisation et de modélisation.

Interdisciplinarité et enseignement des sciences et des technologies au secondaire : place, modalités de mise en œuvre, contraintes disciplinaires et institutionnelles - Fonds québécois de la recherche sur la société et la culture (FQRSC) 2004-2007

Chercheur : Abdelkrim Hasni Cochercheur : Ghislain Samson

Objectifs : 1) Explorer la place qu'occupe l'interdisciplinarité au premier cycle du secondaire; 2) Décrire les modalités de la mise en œuvre de l'interdisciplinarité au premier cycle du secondaire; 3) Analyser les contraintes et les obstacles que rencontrent les enseignants lors de la mise en œuvre d'activités à caractère interdisciplinaire; 4) Dégager la place que les sciences et les technologies au premier cycle du secondaire occupent dans les pratiques interdisciplinaires.

Étude de l'intégration en enseignement des connaissances mathématiques et didactiques développées à l'aide d'un logiciel de géométrie dynamique - Fonds québécois de la recherche sur la société et la culture (FQRSC) 2004-2007

Chercheuse : Marie-Pier Morin

Objectifs : 1) Mesurer l'état des connaissances en géométrie d'une cohorte de 200 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.

Le développement de la pensée algébrique chez des élèves en difficulté d'apprentissage intégrés à la classes ordinaire au secondaire - Fonds québécois de la recherche sur la société et la culture (FQRSC) 2006-2009

Chercheur : Hassane Squalli

Objectif général : Favoriser le développement de raisonnements algébriques chez des élèves en difficulté d'apprentissage intégrés à la classe ordinaire. Objectifs spécifiques : 1) Analyser les interactions entre les élèves ordinaires et leurs pairs en difficultés d'apprentissage d'une classe de secondaire 1 lors de la résolution de quatre situations d'enseignement portant sur la formulation, la validation et l'argumentation de généralisations algébriques; 2) Évaluer l'impact de ces interactions sur le développement de la généralisation algébrique chez les élèves en difficulté d'apprentissage intégrés à une classe ordinaire de secondaire.

Le soutien à l'élève à risque lors de la résolution en équipe d'un problème mathématique - Fonds québécois de la recherche sur la société et la culture (FQRSC) 2006-2009

Chercheur : Laurent Theis

Objectif général : Déterminer et expérimenter des mesures de soutien à l'élève à risque lors de la résolution en équipe de problèmes mathématiques complexes. Objectifs spécifiques : 1) Déterminer quelle contribution à la résolution d'un problème et à l'avancement des idées peut apporter un élève à risque lors de la résolution de problèmes mathématiques à l'intérieur d'équipes hétérogènes (stratégies de résolution); 2) Déterminer quelle compréhension un élève à risque peut dégager de ce type d'activités, des concepts mathématiques impliqués ainsi que des stratégies proposées par des élèves plus forts (stratégies de compréhension); 3) Déterminer quelles sont les adaptations et les mesures nécessaires pour permettre à l'élève à risque de contribuer au développement de sa compétence à résoudre des problèmes et à développer une meilleure compréhension à travers les activités de résolution de problèmes.

Le rapport au savoir dans l'enseignement de l'univers social et de la science et technologie au primaire : construction ou transmission d'une vision du monde - Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH) 2004-2007

Chercheuse : Johanne Lebrun Cochercheurs : Abdelkrim Hasni, Jean-Claude Kalubi, Yves Lenoir

Objectifs : 1) Dégager les représentations des futurs enseignants au regard du fondement épistémologique et des finalités associées aux nouveaux programmes d'études de l'univers social et de la science et technologie; 2) Dégager les représentations des futurs enseignants au regard de la communauté d'apprentissage et de son apport à la construction d'une vision du monde; 3) Dégager les représentations des futurs enseignants au regard des démarches d'enseignement-apprentissage à mettre en œuvre pour favoriser la construction d'une vision du monde; 4) Dégager les conceptions véhiculées par les manuels scolaires approuvés pour l'enseignement de l'univers social et de la science et technologie au regard du fondement épistémologique et des finalités associées aux nouveaux programmes d'études; 5) Dégager les conceptions véhiculées par les manuels scolaires approuvés pour l'enseignement de l'univers social et de la science et technologie au regard de la communauté d'apprentissage et de son apport à la construction d'une vision du monde; 6) Dégager les conceptions véhiculées par les manuels scolaires approuvés pour l'enseignement de l'univers social et de la science et technologie au regard des démarches d'apprentissage à mettre en œuvre pour favoriser la construction d'une vision du monde.

Évaluation de l'impact de programmes d'éducation relative à l'environnement et au développement durable sur le développement d'une citoyenneté environnementale - Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (CRSH) 2007-2010

Chercheur principal : Marc Boutet Cochercheurs : Roland Leduc (UdeS), François Larose (UdeS), Ghislain Samson (UdeS), Diane Pruneau (U. de Moncton) et Carine Villemagne (UdeS)

Objectifs : 1) Décrire un programme d'éducation relative à l'environnement et au développement durable (EREDD) du point de vue de ses intrants ; 2) Évaluer l'impact d'un programme d'EREDD sur l'apprentissage des personnes participantes.

Publications récentes

Par Ghislain Samson, membre chercheur du CREAS

1) Livres ou chapitres de livre

Lebrun, J., Bédard, J., Hasni, A. et Grenon, V. (2006). La conception, la sélection et l'utilisation du matériel didactique et pédagogique : des enjeux socioéducatifs multiples. *In* Lebrun, J., Bédard, J., Hasni, A. et Grenon, V. (dir.) *Matériel didactique et pédagogique : soutien à l'appropriation ou déterminant de l'intervention éducative* (p.1-9). Québec : Presse de l'Université Laval.

Lebrun, J., Bédard, J., Hasni, A. et Grenon, V. (2006). Le rapport au matériel didactique et pédagogique : la nécessité de dépasser l'instrumentalisation et l'intervention éducative. *In* Lebrun, J., Bédard, J., Hasni, A. et Grenon, V. (dir.) *Matériel didactique et pédagogique : soutien à l'appropriation ou déterminant de l'intervention éducative* (p.353-356). Québec : Presse de l'Université Laval.

Lebrun, J., Bédard, J., Hasni, A. et Grenon, V. (2006). *Matériel didactique et pédagogique : soutien à l'appropriation ou déterminant de l'intervention éducative.* Québec : Presse de l'Université Laval.

Hasni, A. (2006). Statut des disciplines scientifiques dans le cadre de la formation par compétences à l'enseignement des sciences au secondaire. *In* A. Hasni, Y. Lenoir et J. Lebeaume (dir.), *La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire dans le contexte des réformes par compétences* (p. 121-156). Québec : Presses de l'Université du Québec.

Hasni. A., Lenoir, Y. et Lebeaume, J. (2006). De la nécessité de finalités explicites pour assurer des pratiques adéquates – Conclusion. *In* A. Hasni, Y. Lenoir et J. Lebeaume (dir.), *La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire dans le contexte des réformes par compétences* (p. 247-260). Québec : Presses de l'Université du Québec.

Hasni, A., Lenoir, Y. et Lebeaume, J. (dir.) (2006). *La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire dans le contexte des réformes par compétences*. Québec : Presses de l'Université du Québec.

Hasni. A., Lenoir, Y. et Lebeaume, J. (2006). L'enseignement des sciences et des technologies : enjeux et regards sur la formation à la profession enseignante – Introduction. *In* A. Hasni, Y. Lenoir et J. Lebeaume (dir.), *La formation à l'enseignement des sciences et des technologies au secondaire dans le contexte des réformes par compétences* (p. 1-8). Québec : Presses de l'Université du Québec.

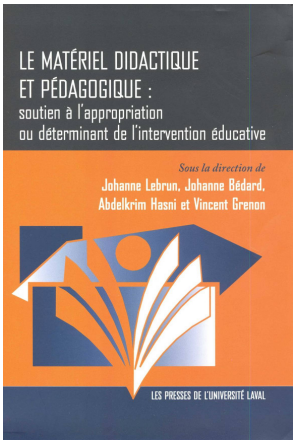
Hasni, A. et Roy, P. (2006). Comment les manuels scolaires proposent-ils d'aborder les concepts scientifiques avec les élèves? Cas des concepts de biologie. *In* J. Lebrun, J. Bedard, A. Hasni et V. Grenon (dir.), *L'usage du matériel didactique : un rapport d'appropriation ou un déterminant de l'intervention éducative?* (p. 125-162). Québec : Presses de l'Université Laval.

Morin, M.-P. (2006). Relation entre le choix du matériel scolaire utilisé en classe et les connaissances et attitudes des futurs enseignants à l'égard des mathématiques. *In* J. Lebrun, J. Bédard, A. Hasni et V. Grenon (dir.), *Le matériel didactique et pédagogique : soutien à l'appropriation ou déterminant de l'intervention éducative.* (p. 207-232). Québec : Les Presses de l'Université Laval.

2) Articles dans des revues professionnelles avec comité

Doucet, P., Langelier, È. et Samson, G. (2007). Une démarche de conception en sept étapes - 1re partie : la conception. *Spectre*, *36*(4), 18-24.

Lebrun, J., Bedard, J. Hasni, A. et Grenon V. (dir.) (2006). L'usage du matériel didactique : un rapport d'appropriation ou un déterminant de l'intervention éducative? Québec : Presses de l'Université Laval.



Samson, G. (2006). Vivre la réforme en science et technologie : Quand des stagiaires se racontent (avec la collaboration de P. Boucher, J. Bolduc, V. Rodrigue, V. St-Onge, J. Vachon et J. Verdier), *Spectre*, *35*(3), 14-18.

Samson, G. (2006). Un nouveau curriculum en plein ébullition… quelques proposition « didactico-pédagogiques » pour favoriser le transfert des apprentissages (2e partie). *Spectre*, *35*(2), 24-27.

Samson, G. et Squalli, H. (2007). Aux croisements de la didactique des mathématiques, des sciences et de la technologie. Rencontre avec monsieur Jean-Pierre Astolfi, *Spectre*, *36*(3), 19-22.

Squalli, H. (2006). Le développement de la pensée algébrique avant la notation algébrique conventionnelle : une analyse épistémologique. *LINHAS* (article publié en portugais dans la revue des sciences de l'éducation LIHAS : Université de Brasilia : Brésil).

3) Actes de colloques (avec comité)

Anderson, A., Theis, L. et Dawson, R. (2006). Learning mathematics in the early years (pre-K-3). *In Actes de la rencontre annuelle du Groupe canadien d'étude en didactique des mathématiques de 2005*. (p. 27-35).

Hasni, A., Moresoli, Ch., Lebrun, J., Marcos, B., Samson, G., Owen, M.-E. et Leslie, R. (2007). Démarches d'enseignement-apprentissage et interdisciplinarité dans les manuels de sciences et technologies du premier cycle secondaire au Québec et en Ontario. *In Actes du Meeting international « Analyse critique des manuels scolaires de science » organisé par l'International Organisation for Science and Technology Education, en collaboration avec Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship et l'Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Techniques*. Hammamet (Tunisie), 17 pages.

Lebrun, J., Moresoli, Ch., Hasni, A, Owen, M.-E. et Leslie, R. (2007). Place et rôle des manuels scolaires en sciences: à la confluence du politique, du socio-éducatif, du didactique et du pédagogique. Analyse comparative du contexte québécois et ontarien. *In Actes du Meeting international « Analyse critique des manuels scolaires de science » organisé par l'International Organisation for Science and Technology Education, en collaboration avec Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship et l'Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Techniques*. Hammamet (Tunisie), 16 pages.

Morin, M.-P. et Corriveau A. (2006). L'utilisation d'un logiciel de géométrie dynamique par les futurs enseignants du primaire peut-elle favoriser une meilleure compréhension de la géométrie? *In Actes de la 58e Rencontre de la Commission internationale pour l'étude et l'amélioration de l'enseignement des mathématiques (CIEAEM)*. République Tchèque, (p. 167-172).

Squalli H., Theis L., Ducharme-Rivard A. et Cotnoir, G. (2007). Finalités et approches d'enseignement-apprentissage de l'algèbre dans les manuels du premier cycle du secondaire au Québec. *In Actes du Meeting international « Analyse critique des manuels scolaires de science » organisé par l'International Organisation for Science and Technology Education, en collaboration avec Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship et l'Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Techniques*. Hammamet (Tunisie), 15 pages.

Theis, L. et Martin, V. (2006). Les adaptations aux besoins de l'élève en difficulté de l'enseignement des mathématiques. In Changements dans la société : Un défi pour l'enseignement des mathématiques. *In Actes de colloque de la 58e Rencontre de la Commission internationale sur l'étude de l'amélioration de l'enseignement des mathématiques*, Srni, République Tchèque, (p. 274-280).

PARTENAIRES

L'importance des recherches-actions : Expérience vécue entre la Commission scolaire des Grandes-Seigneuries et l'Université de Sherbrooke

Par Huguette Dansereau, conseillère pédagogique retraitée (C.S. des Grandes-Seigneuries)

L'année 2002-2003 marque le début d'une collaboration fructueuse impliquant Huguette Dansereau, Lise Dubois (conseillères pédagogiques), douze enseignantes et enseignants de la Commission scolaire des Grandes-Seigneuries et Abdelkrim Hasni, alors membre du Centre de recherche sur l'intervention éducative.

Issu des besoins exprimés par le personnel enseignant au regard de l'enseignement du programme de science et technologie au primaire, « le projet de recherche visait à identifier les stratégies de formation qui permettraient de soutenir les enseignantes et les enseignants dans le développement de démarches d'enseignement basées sur l'implication des élèves dans des démarches à caractère scientifique favorisant la conceptualisation[1] ».

Cette recherche-action s'est poursuivie jusqu'en 2004-2005. Forte de cette première collaboration, la Commission scolaire participe depuis 2005-2006 au projet de *Perfectionnement des compétences en enseignement des sciences, technologies et mathématiques du personnel enseignant au premier cycle du secondaire* dans le cadre du programme de recherche et de développement du Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences (CREAS), financé par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG).

Le texte qui suit tentera de mettre en lumière l'importance de telles recherches-actions pour les personnes impliquées, pour les organisations et pour la recherche elle-même.

Conditions de base

La réussite de telles recherches nécessite la mise en place d'un certain nombre de conditions dont l'importance ne saurait être sous-estimée. Parmi celles-ci, mentionnons l'intérêt réciproque pour le sujet de recherche, la reconnaissance d'un besoin du milieu, une compréhension la plus univoque possible de la problématique, des objectifs, du cadre théorique retenu et de la démarche proposée.

À cela s'ajoutent des qualités humaines partagées par toutes les personnes impliquées, chercheurs, collaborateurs, assistants de recherche, personnel enseignant. Ces qualités reposent sur la confiance et le respect mutuels, l'ouverture à l'autre, la souplesse pour s'adapter aux conditions variables; chacun étant convaincu de l'apport de l'autre à la recherche. L'établissement d'un climat de confiance dès le départ assure un engagement à long terme du personnel enseignant dans les activités qui exigent son apport direct, maintient une communication franche et augmente les retombées à tous les niveaux.

Importance pour les personnes impliquées

La recherche-action touche, au premier chef, les personnes directement engagées dans la recherche, que ce soit les chercheuses et chercheurs, les assistantes et assistants de recherche, les conseillères et conseillers pédagogiques ou le personnel enseignant. Dans le cadre de la recherche au primaire, les conseillères pédagogiques ont pu situer le projet dans un cadre théorique, bénéficier d'un lieu de réflexions et d'échanges avec le chercheur universitaire, permettant de mieux circonscrire l'objet de recherche.

Les douze enseignantes et enseignants participants ont profité de sessions de formation sur la notion de concept et sur divers concepts reliés au programme de science et technologie. Le contact chaleureux avec l'assistant de recherche lors des enregistrements de séquences en classe a facilité la tâche aux enseignants et a créé une complicité avec les élèves rendant la situation la plus naturelle possible. Cette situation constitue aussi une source d'informations et d'apprentissages inestimable pour l'assistant de recherche.

Le visionnage de séquences d'enseignement-apprentissage représente pour les enseignants un outil de formation très pratique, grâce à la rétroaction sur leurs interventions. L'organisation, par ailleurs, des sessions d'enregistrement n'est pas très aisée et exige de la souplesse de la part des enseignants et de l'assistant de recherche.

---

[1] Dansereau H. et Dubois L., L'enseignement et l'apprentissage de concepts scientifiques et technologiques : représentations et pratiques d'enseignantes et d'enseignants au primaire, *L'intervention éducative*, *2*(3), 17.

L'élément sans doute le plus important de ce type de recherche est le lieu d'échanges et de réflexions que constituent les moments de rencontre au cours desquels il y a visionnage et analyse des séquences filmées, confrontation des représentations des enseignants sur les divers concepts étudiés, confrontation qui émerge lors de la planification de situations d'apprentissage.

Les chercheurs, à la fois animateurs et formateurs, doivent, pour leur part, être vigilants quant aux objectifs poursuivis et veiller à élaborer de nouveaux outils pour le recueil de données, ajuster le modèle des rencontres de façon à maintenir l'engagement du personnel enseignant, qui identifie de nouveaux besoins en cours de route. La préoccupation première du personnel enseignant demeure toujours l'amélioration des interventions auprès des élèves pour faciliter leurs apprentissages et non pas les résultats théoriques de la recherche.

Importance pour les organisations

Les projets de recherche et de développement d'une commission scolaire, qui se font en partenariat avec des chercheurs universitaires, rejoignent les objectifs de son plan stratégique à l'égard des liens avec la communauté et jouissent aussi d'un plus grand rayonnement dans le milieu de l'éducation, le nom de la commission scolaire étant associé aux publications de l'Université.

Dans le cas de la recherche au primaire, les conseillères pédagogiques ont sollicité la collaboration de la Faculté d'éducation pour valider la pertinence de leur hypothèse de travail. Comme le sujet de la recherche rejoignait les préoccupations du chercheur, elles ont cerné la problématique et les objectifs dans l'intérêt de chaque organisation et défini la participation de chacune. L'Université a fourni l'expertise, la formation et le soutien technique pour le recueil des données. La commission scolaire a investi les fonds pour la libération des enseignantes et des enseignants, la reconnaissance du temps des conseillères pédagogiques et la diffusion des résultats dans le milieu.

D'autres retombées découlent de cette collaboration : élaboration d'outils d'observation et d'analyse utiles aux deux organisations, animation conjointe d'ateliers au congrès annuel de l'APSQ et à la journée pédagogique montérégienne, invitation des conseillères à un séminaire d'étudiants au doctorat, participation à des journées d'étude organisées par l'Université.

Dans le cas du projet au secondaire, la sollicitation est venue de l'Université. Satisfaite de la collaboration établie lors des trois ans du projet du primaire, la C.S. des Grandes-Seigneuries trouvait naturel de poursuivre avec le secondaire, les liens étant déjà créés. Dans ce cas, le milieu doit accepter le cadre de recherche proposé par l'Université qui, elle, s'ajuste aux contraintes du milieu dans l'opérationnalisation du projet. La participation de la commission scolaire au projet démontre son engagement envers le perfectionnement des enseignantes et des enseignants en s'engageant à assumer leur libération et constitue une reconnaissance de la pertinence de la recherche.

Importance pour la recherche

Le cadre de la recherche du secondaire a été élaboré sur la base de l'expérimentation au primaire qui a eu des retombées positives dans le milieu et semblait donc prometteur pour le secondaire. Voilà un premier élément positif pour la recherche issue du partenariat.

Les partenariats de plus en plus nombreux entre l'Université et les commissions scolaires s'attaquent ainsi à la résolution de deux problèmes fréquemment évoqués. D'abord, pour l'Université, à qui le milieu reproche souvent ses recherches, sans doute intéressantes mais dont les résultats n'atteignent pas les classes et qui ne changent rien aux pratiques pédagogiques, malgré les sommes importantes englouties dans de telles recherches, la participation à ce projet démontre un souci réel de travailler avec les personnes directement concernées par les recherches. Puis, pour le milieu scolaire, à qui l'on reproche de n'être pas assez innovateur, de ne pas favoriser concrètement des changements de pratique ou du moins de ne pas le faire de façon rigoureuse, cela manifeste concrètement une ouverture à la recherche, contribuant à réduire la méfiance légendaire du milieu à l'égard des universitaires.

Les partenariats favorisent aussi l'exploration de nouveaux sujets de recherche qui tiennent compte des besoins du milieu d'une part et ancrent, d'autre part, les courants de recherche universitaires, tout en facilitant l'obtention de subventions de la part de plusieurs organismes.

« La préoccupation première du personnel enseignant demeure toujours l'amélioration des interventions auprès des élèves pour faciliter leurs apprentissages et non pas les résultats théoriques de la recherche. »

Conclusion

De nombreuses raisons militent en faveur de la poursuite des recherches-actions en partenariat avec les milieux comme nous l'avons signalé précédemment. Par ailleurs, compte tenu des contraintes de temps de part et d'autre, l'analyse des données recueillies n'aboutit pas toujours rapidement ou arrive trop tard pour que les milieux puissent tirer profit des conclusions et conduire à des changements sur une plus grande échelle. Les recherches se passent toujours dans un contexte particulier et avec un nombre limité de participantes et de participants. Il demeure difficile d'extrapoler les modèles de formation mis en place. Les enseignants engagés dans ces recherches deviennent alors les témoins privilégiés et les promoteurs des changements bénéfiques apportés par la recherche-action.

Il est à souhaiter que les bienfaits vécus par le personnel en fonction, donc en formation continue, trouvent écho dans les modèles de formation initiale des maîtres.

La formation continue pour une enseignante au secondaire : nécessité ou fardeau?

Par Sylvie Lavallée, enseignante à l'école secondaire Le Triolet (C.S. de la Région-de-Sherbrooke)

Lorsque l'on quitte les bancs d'école pour se retrouver devant ceux-ci, on est loin de s'attendre à la complexité du système scolaire québécois. Ce n'est pas tant la fonction enseignante qui est mal définie mais bien les conditions dans lesquelles elle doit s'effectuer.

Nos bienveillants formateurs universitaires ne nous laissent pas entrer sur le marché du travail sans nous mitrailler de bons conseils. Considérant que le recrutement de nouveaux enseignants qualifiés est de plus en plus difficile, rien ne doit être laissé au hasard. Par contre, une de ces recommandations à propos de la formation continue avait alors suscité en moi un grand questionnement qui persistait encore jusqu'à tout dernièrement. Ma participation au CREAS a vraiment été un élément déclencheur pour ma compréhension.

> « ***Heureusement, grâce au CREAS, j'ai goûté à une organisation qui m'a fait comprendre l'essence même de la formation continue.*** »

Y a-t-il une préoccupation qui peut-être moins prioritaire que la formation continue au début d'une carrière en enseignement? Il n'y a même pas assez de 24 heures dans une journée pour accomplir toutes les tâches que l'on s'impose pour être satisfait de son travail auprès des jeunes. Que dis-je! Chaque journée de travail des 3 ou 4 premières années d'enseignement en est une de formation. Apprendre à gérer 32 « semi-ados » à différents stades de développement psychosocial, à préparer des leçons enrichissantes et stimulantes et qui correspondent aux multiples exigences du ministère, à évaluer tout ça pour en tirer le plus d'informations valables possibles, à communiquer avec les parents, à s'improviser psychologue et, bien sûr, à garder le sourire pour accueillir chaque cohorte : c'est ça la première formation continue. Chaque enseignant doit traverser cette épreuve pour survivre. Les formateurs sont alors nos collègues de confiance, nos directeurs de niveau et les différents intervenants sociaux de notre école. Il ne reste donc pas de temps pour sortir et pour chercher des avis d'experts ou des théories quelconques.

Après avoir amassé un certain bagage d'expérience, on est prêt à tourner la page et à repartir en force. Mais, il ne faut pas se le cacher, plusieurs enseignants tombent alors dans une routine qui mène bien souvent à une paresse intellectuelle. Pour les autres, c'est un grand moment de remise en question qui fait émerger le concept de formation continue. Peut-être pourrait-elle être aidante pour parfaire son enseignement? Mais, que connaissons-nous de la formation continue? Est-ce un cours dans notre discipline, des séances d'information offertes par les commissions scolaires et commandées par le ministère, des conférences très intéressantes mais sans suite? Selon moi, toutes ces avenues sont bonnes mais encore faut-il qu'elles répondent à nos besoins! Et Dieu sait que l'on en a accumulé des besoins au fil des premières expériences. Heureusement, grâce au CREAS, j'ai goûté à une organisation qui m'a fait comprendre l'essence même de la formation continue.

Le CREAS m'a vraiment fait réaliser que pour qu'une formation de perfectionnement soit efficace, elle doit provenir d'un besoin personnel. Ce qui joue directement sur notre degré de motivation intrinsèque, comme avec les élèves. L'autre ingrédient magique est cependant trop souvent inaccessible : le temps. Assez de temps sans ordre du jour surchargé et prédéfini pour partager des opinions, des expériences et des inquiétudes et pour rencontrer des spécialistes qui sauraient s'adapter rapidement à nos préoccupations et expérimenter des pistes de solutions. C'est ce que m'a offert le CREAS. À mon avis, ce modèle de formation gagne à être connu et m'aura donné tout un coup de main! Merci!

MÉMOIRES ET THÈSES SOUTENUS PAR LES MEMBRES ÉTUDIANTS

Mémoire de maîtrise : *La perception des étudiantes et des étudiants finissants en génie de l'Université de Sherbrooke au regard des compétences non techniques en ingénierie*

Par Fatima Bousadra, membre étudiante du CREAS (3e cycle)

Au cours des dernières années, le contexte socioéconomique a profondément changé. L'Ordre des ingénieurs du Québec (1996) indique que les changements technologiques et organisationnels bouleversent profondément le marché de l'emploi et ses conditions. À cet égard, la demande de travailleurs possédant les compétences hautement spécialisées a considérablement augmenté au cours des dernières années.

Les milieux de l'ingénierie font partie des milieux les plus affectés par ces changements. En effet, concernés au premier chef par la mutation accélérée de l'industrie, les ingénieurs se retrouvent dans une situation différente de celle d'il y a vingt ans. La formation technique, mais aussi managériale, se révèle capitale pour accompagner la mutation des organisations. Dans ce contexte, la formation universitaire tente de répondre à ces exigences. Ainsi, on assiste de plus en plus à la coexistence de la formation et des expériences de travail. L'Université de Sherbrooke est l'une des universités qui s'inscrit dans cette tendance. En effet, les étudiantes et les étudiants en génie de cette université ont l'occasion de poursuivre leur formation sous le régime coopératif.

Dans cette recherche, nous avons exploré la perception de l'importance du savoir-être dans l'exercice de la fonction d'ingénieur chez des finissantes et des finissants en génie à l'automne 2005, ayant à leur actif quatre stages de quatre mois chacun. Cette étude a été menée auprès de 62 étudiantes et étudiants en génie provenant de cinq programmes en génie offerts à l'Université de Sherbrooke, soit le génie mécanique, le génie électrique, le génie informatique, le génie civil et le génie chimique. Pour recueillir les données, les répondants ont, dans un premier temps, passé un bilan des compétences non techniques (Amherdt, 2005). Dans un deuxième temps, 12 des 62 sujets ont passé des entrevues semi-dirigées.

L'analyse des données montre que les étudiantes et les étudiants finissants en génie maintiennent leur identité professionnelle comme ingénieurs avec les conceptions qui sont associées à cette profession.

En effet, selon les répondants, le quotidien de l'ingénieur implique avant tout l'application pratique de principes scientifiques et la recherche de solutions créatives et pratiques à des problèmes complexes. Par ailleurs, cette profession requiert également l'utilisation d'autres compétences associées au registre du savoir-être (CCI, 2002). Selon les répondants, les compétences les plus appréciées par les employeurs seraient la capacité à travailler en d'équipe, à communiquer efficacement, à avoir un sens critique développé, à être autonome dans la recherche d'information, à s'adapter facilement, à faire preuve de leadership et à avoir une bonne tolérance au stress. Les répondants en provenance du génie électrique, informatique et mécanique associent par ailleurs le développement de leurs aptitudes à travailler en équipe et faire preuve de leadership à leur formation universitaire. Toutefois, la majorité des sujets semble très peu motivée à l'égard d'études complémentaires, qui portent sur le développement des compétences non techniques dans la formation initiale des ingénieurs. Ils justifient cette attitude par le fait que ces compétences peuvent s'acquérir avec l'expérience sur le marché du travail et que le rôle de l'université serait d'abord de les préparer sur le plan technique.

« En effet, selon les répondants, le quotidien de l'ingénieur implique avant tout l'application pratique de principes scientifiques et la recherche de solutions créatives et pratiques à des problèmes complexes. »

Références

Amherdt, C.-H. (2005). *La santé émotionnelle au travail*. Paris : Éditions Démos

Conseil canadien des ingénieurs. (2002). *Sondage national 2002 sur la profession d'ingénieur. Ottawa : Conseil canadien des ingénieurs*. Document téléaccessible à l'adresse : http://engineerscanada.ca/f/files/surveysummary2002fr.pdf

Ordre des ingénieurs du Québec et la société québécoise de développement de la main-d'œuvre (1996). *Analyse générale de la profession d'ingénieurs au Québec*. Montréal : Ordre des ingénieurs du Québec.

Mémoire de maîtrise : Un clin d'œil sur l'enseignement de l'arithmétique au siècle dernier

Par Alexandre Ducharme Rivard, membre étudiant du CREAS (3e cycle)

Les finalités de l'enseignement des mathématiques ont varié au fil du temps. Elles prennent forme dans les contenus spécifiques qui marquent l'enseignement des mathématiques. Notre recherche vise à cerner l'évolution de l'enseignement de l'arithmétique au secondaire du Québec au début et à la fin du XXe siècle.

« Nos résultats montrent que l'arithmétique occupait une place prédominante dans l'enseignement des premières années du secondaire au début du siècle, alors qu'elle diminue considérablement à la fin du siècle. »

Une analyse historique non exhaustive nous a permis de donner une définition de l'arithmétique (Ducharme Rivard, 2007) et nous a conduit à élaborer une grille d'analyse que nous avons appliquée à des manuels scolaires représentatifs du début et de la fin du siècle précédent. Nous présenterons ici le résultat de l'analyse de trois manuels (FEC, 1916; Breton, 1994, 1993).

Nos résultats montrent que l'arithmétique occupait une place prédominante dans l'enseignement des premières années du secondaire au début du siècle, alors qu'elle a diminué considérablement à la fin du siècle. Au plan des contenus, quelque soit le manuel analysé, le but visé par l'arithmétique est pratique (opérations, applications). Beaucoup d'importance est accordée aux règles pour présenter ces contenus. Cependant, la présence de règles de vérification de calculs apparaît dans le manuel *Arithmétique, cours supérieur* (FEC, 1916), mais pas dans les manuels plus récents. Même si la finalité des deux époques est pratique, une analyse plus fine des manuels nous montre qu'il ne s'agit peut-être pas de la même pratique, rejoignant en cela les analyses réalisées par Bednarz (2002) sur les programmes d'études. Ainsi, dans le manuel de 1916, les problèmes font référence à des situations de commerce ou de la vie quotidienne. Dans le cas des manuels modernes, l'accent semble davantage mis sur un travail sur les opérations de nombres abstraits.

Nous retrouvons dans *Arithmétique, cours supérieur* une finalité de développer le raisonnement mathématique. Les auteurs utilisent des exemples génériques pour expliquer une règle. Un exemple générique permet d'expliquer pourquoi une assertion est valide à travers la réalisation « d'opérations ou de transformations sur un objet présent non pour lui-même, mais en tant que représentant caractéristique d'une classe d'[objets] » (Balacheff, 1987). Par cet exemple, les auteurs (FEC, 1916) donnent du sens à la règle, celle-ci n'est pas simplement donnée à l'élève. Nous ne retrouvons pas la préoccupation de donner du sens aux règles dans les manuels de Breton (1994, 1993), où, après n'avoir présenté que quelques cas, on donne la règle générale, et où on vise avant tout l'acquisition d'automatismes de calcul rapide. Un souci de développer le raisonnement mathématique apparaît donc à travers l'enseignement de l'arithmétique en début de siècle, préoccupation qui disparaît des manuels de fin de siècle.

Références

Balacheff, N. (1987). Processus de preuves et situations de validation. *Educational Studies in Mathematics*, *18*(2), 147-176.

Bednarz, N. (2002). Pourquoi et pour qui enseigner les mathématiques? Une mise en perpective historique de l'évolution des programmes au Québec au XXe siècle. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, *34*(4), 146-157.

Breton, G. (1993). *Carrousel mathématique 1, première secondaire*. 2 tomes. Anjou : Les Éditions CEC.

Breton, G. (1994). *Carrousel mathématique 2, deuxième secondaire*. 2 tomes. Anjou : Les Éditions CEC.

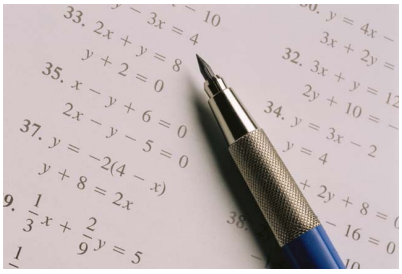
Ducharme Rivard, A. (2007). *Qu'est-ce que l'arithmétique? Que recouvre son enseignement? Regard historique et analyse de manuels québécois du début et de la fin du XXe siècle au secondaire*. Mémoire de maîtrise en mathématiques, option enseignement, Université du Québec à Montréal, Québec.

Frères des Écoles chrétiennes (Les) [FEC] (1916). *Arithmétique, cours supérieur, ancienne arithmétique commerciale modifiée. Livre de l'élève*. Montréal : Les Frères des Écoles chrétiennes.

CAPSULE SCIENTIFIQUE

Al-Khawarizmi et l'origine de l'algèbre

Par Hassane Squalli, membre chercheur du CREAS



Il est bien connu que le mot algèbre provient du mot arabe *al-jabr* paru dans le titre du célèbre ouvrage d'Al-Khawarizmi : *Le livre concis d'al-jabr et d'al-muqàbala*. Dans les pages de ce manuel édité à Bagdad, entre 813 et 833, on voit surgir l'algèbre pour la première fois comme discipline mathématique distincte, indépendante et en possession de son nom.

Origine du mot « algèbre », le mot arabe *al-jabr* signifie remise en place des os, réparation, remplissage, rabotage : c'est ainsi de façon imagée qu'est désignée l'opération qui, sur une équation, consiste à ajouter un même terme à ses deux membres. La métaphore serait la suivante : une équation met en équilibre deux expressions, les deux termes à droite et à gauche du signe égal. Si l'on ajoute un terme à un des membres, on casse cet équilibre. Il faut alors effectuer l'opération d'al-jabr pour rétablir l'état initial de l'équation en ajoutant le même terme à l'autre membre de l'égalité.

Al-muqàbala signifie confrontation, mise en opposition et consiste à simplifier l'équation en éliminant les termes semblables qui se « confrontent » de part et d'autre du signe égal (Baruk, 1992, p. 68). Ce n'est qu'un hasard de l'histoire si l'algèbre se nomme *al-jabr* (algèbre) et non *al-muqabala*.

Al-Khawarizmi est né à Khawarizm (Kheva), au sud de la mer d'Aral, dans l'actuel Ouzbékistan. Ses parents ont migré au sud de Bagdad quand il était enfant. Les dates exactes de sa naissance et de sa mort ne sont pas connues. Il a travaillé dans l'académie des sciences *Dar al-Hikma* (Maison de la sagesse) de Bagdad.

Al-Khawarizmi a rédigé des traités dans plusieurs disciplines, notamment en arithmétique, en algèbre, en astronomie, en géographie et sur le calendrier. Bien qu'il soit connu surtout par son livre d'algèbre, ses écrits en arithmétique ont eu également une grande influence sur le développement de l'arithmétique et notamment sur la structuration du corpus arithmétique autour de la présentation des bases du système décimal de numération et des algorithmes des opérations arithmétiques d'addition, de soustraction, de multiplication et de l'extraction de la racine carrée.

Avant al-Khawarizmi, plusieurs arithmétiques étaient en circulation (arithmétique indienne, arithmétique digital, etc.); dans son traité d'arithmétique, Al-Khawarizmi a fait un choix, celui du système de numération décimale en utilisant les chiffres indiens, et en y ajoutant le chiffre 0 (se dit *çifr* en arabe, origine du mot chiffre) pour indiquer l'absence d'une position (ce que le système indien ne faisait pas). Ensuite, il montre comment écrire ces nombres, les verbaliser et opérer sur eux avec les opérations d'addition, de soustraction, de multiplication et d'extraction de la racine carrée. Pour chacune de ces opérations, il présente un algorithme de calcul. Le mot algorithme est une déformation latine du nom d'al-Khawarizmi.

Références

Squalli, H. (2003). *Tout, tout, tout. Vous saurez tout sur l'algèbre.* Montréal : Éditions Bande Didactique.

Origine du mot « algèbre », le mot arabe al-jabr signifie remise en place des os, réparation, remplissage, rabotage : c'est ainsi de façon imagée qu'est désignée l'opération qui, sur une équation, consiste à ajouter un même terme à ses deux membres.

Groupe des responsables en mathématique au secondaire (GRMS)

Du 20 au 23 mai 2008, aura lieu le 35e Congrès du GRMS au Collège de Lévis-Lauzon. Les détails seront disponibles très bientôt sur le site Internet www.grms.qc.ca.

Vous voulez nous faire part de vos réactions ou nous proposer un court texte à publier?

CREAS
Faculté d'éducation
Université de Sherbrooke
2500, boul. de l'Université
Sherbrooke QC J1K 2R1

Téléphone : 819 821-8000, poste 65067
Télécopie : 819 821-7009
Courriel : creas@usherbrooke.ca

Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences
Université de Sherbrooke

CRSNG CREAS NSERC CRYSTAL

Visitez-nous sur le Web!
creas.educ.usherbrooke.ca

Bulletin du CREAS

Le *Bulletin du CREAS* est une publication du Centre de recherche sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences (CREAS-Sherbrooke).

Responsable du Bulletin : Abdelkrim Hasni

Membres du comité : Fatima Bousadra, Noël Boutin, Nancy Dumais, Caroline Fortin, Abdelkrim Hasni, Bernard Marcos, Ghislain Samson, César Satiro dos Santos, Hassane Squalli, Laurent Theis

Révision et mise en pages : Caroline Fortin

Conférences scientifiques à venir

13 septembre, 14 h à 16 h
***La création en science : que doit-on en penser?*, par Rolland Viau, professeur à l'Université de Sherbrooke**

10 octobre, 14 h à 16 h
***Analyse des pratiques enseignantes et de leur développement : exemples et ébauche d'un cadre théorique en didactique*, par Éric Roditi, maître de conférences à l'université Paris Descartes**

11 octobre, 14 h à 16 h
***Formation continue d'enseignants de mathématiques du secondaire sous l'angles des mathématiques scolaires : retombées et possibilités pour les enseignants*, par Jérôme Proulx, professeur à l'Université d'Ottawa**

15 novembre, 14 h à 16 h
***La lecture et l'écriture en sciences au secondaire québécoise : quelles pratiques pour quelles finalités?*, par Suzanne-G. Chartrand, professeure à l'Université Laval**

6 décembre, 14 h à 16 h
***Pour une intégration cohérente de l'éducation relative aux sciences, à la technologie et à l'environnement*, par Patrick Charland, Ph. D. de l'UQAM**

Membres chercheurs : Colette Ansseau (UdeS, Sciences), Yves Bouchard (UdeS, Théologie, éthique et philosophie), Marc Boutet (UdeS, Éducation), Noël Boutin (UdeS, Génie), Jean-Marc Drouet (UdeS, Génie), Nancy Dumais (UdeS, Sciences), Abdelkrim Hasni (UdeS, Éducation), Jean-Claude Kalubi (UdeS, Éducation), Corneille Kazadi (UQTR, Éducation), Jean Lapointe (UdeS, Génie), François Larose (UdeS, Éducation), Johanne Lebrun (UdeS, Éducation), Dominique Lefebvre (UdeS, Génie), Yves Lenoir (UdeS, Éducation), Patricia Marchand (UdeS, Éducation), Bernard Marcos (UdeS, Génie), Claudine Mary (UdeS, Éducation), André Mayers (UdeS, Sciences), Christine Moresoli (U. Waterloo, Chemical Engineering), Marie-Pier Morin (UdeS, Éducation), Donatille Mujawamariya (U. Ottawa, Éducation), Patrice Potvin (UQAM, Éducation), Martin Riopel (UQAM, Éducation), Claudine Rancourt (UdeS, Médecine et sciences de la santé), Ghislain Samson (UdeS, Éducation), Lucie Sauvé (UQAM, Sciences de l'éducation), Annie Savard (McGill, Éducation), Hassane Squalli (UdeS, Éducation), Louis Taillefer (UdeS, Sciences), Laurent Theis (UdeS, Éducation).

Partenaires : 1. Organismes gouvernementaux : Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport du Québec. 2. Instances du milieu solaire : commissions scolaires au Québec et leurs écoles, deux écoles de Waterloo en Ontario, Association pour l'enseignement de la science et de la technologie au Québec (APSQ), Groupe des responsables en mathématiques au secondaire (GRMS). 3. Centres et unités de recherche : Centre de recherche sur l'intervention éducative de l'Université de Sherbrooke (CRIE), Centre de recherche interuniversitaire sur la formation et la profession enseignante (CRIFPE), quatre chaires de recherche du Canada, Unité mixte de recherche Sciences-techniques-éducation-formation (Paris-France).
4. Représentants du secteur de promotion de la culture scientifique et technologique : Société pour la promotion de la science et de la technologie, Conseil du loisir scientifique de l'Estrie, Musée de la nature et des sciences de Sherbrooke.