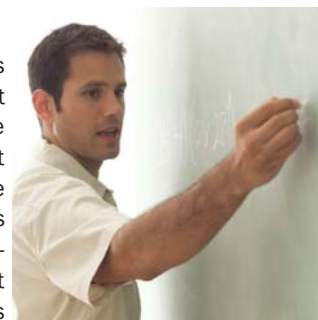


ÉDITORIAL

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.

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

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, 2004a) 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.

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, 2004a), 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, 2004a). 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, 2004b; METO, 2002). Au Québec,

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

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 (2002b) 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 troupes 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. 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.



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.

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 sciences¹ 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. CRYSTAL²-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).

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.

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

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

Gouvernement du Québec (2004b). *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