



**LA RECHERCHE EN SCIENCES NATURELLES ET GÉNIE  
NOS CHERCHEURS BÂTISSENT  
UN AVENIR DURABLE**

2007 2008





# LA RECHERCHE EN SCIENCES NATURELLES ET GÉNIE NOS CHERCHEURS BÂTISSENT UN AVENIR DURABLE

## Mot du président-directeur général

*La Stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation* **Pour un Québec innovant et prospère**, lancée en décembre 2006, a reconnu très concrètement que « l'innovation et la recherche sont au cœur du développement des économies du savoir ». Dans la même foulée, elle a reconnu l'importance cruciale de la recherche dans les domaines des sciences pures, des sciences naturelles et du génie, en accordant au Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies un rôle et des moyens accrus.

Aussi, je suis fier de vous présenter, au nom des membres du conseil d'administration du Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, les réalisations de certains de nos chercheurs. La contribution de ces gens passionnés mérite d'être davantage connue puisqu'elle est liée à la prospérité de notre société tout en contribuant au mieux-être des générations futures.

Nos chercheurs sont très actifs et appuient, par leurs travaux, d'importants secteurs d'activités économiques du Québec, tels que la forêt et l'aérospatiale, l'amélioration de la santé et la protection des écosystèmes, en passant par la biorobotique et les nanotechnologies. Ces hommes et ces femmes contribuent ainsi à former des milliers d'étudiants, une main-d'œuvre hautement qualifiée qui pourra mettre à profit ses connaissances, ses compétences et ses réseaux au sein des organisations qui les engageront.

Tous ces chercheurs, à leur façon, chacun dans leur champ d'expertise, contribuent à bâtir un avenir durable pour le Québec. Nous avons choisi de l'illustrer à partir d'exemples de réalisations de chercheurs et d'étudiants supportés financièrement par le Fonds Nature et Technologies en 2007-2008, qui traduisent très concrètement à la fois la richesse et la diversité de cet apport.



**Pierre Prémont, Ph. D., FCA**

Président-directeur général

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

## Table des matières

**Mot du président-directeur  
général 1**

**Le Fonds en bref 3**

**Partie 1**

Des domaines  
de recherche  
prioritaires **5**

**Partie 2**

La recherche  
en partenariat **15**

**Partie 3**

Les  
regroupements  
stratégiques **17**

**Partie 4**

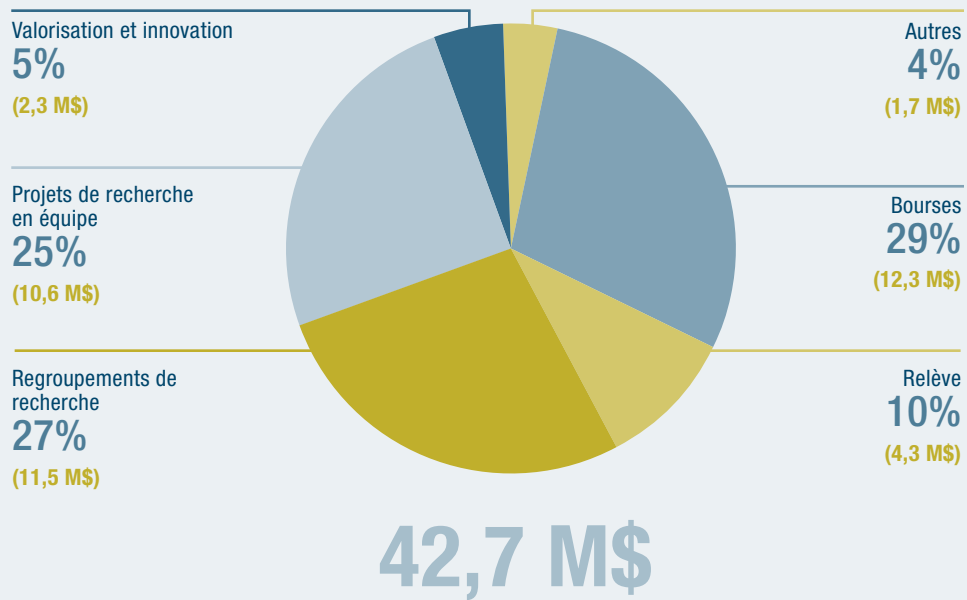
Reportage **18**

**Partie 5**

Tableau d'honneur **25**



## La répartition du budget de transfert 2007-2008



## Partie 1 Des domaines de recherche prioritaires Preuve de génie!

### La finalité de notre action : appuyer les priorités du Québec

Aujourd'hui, tous les pays du monde établissent des priorités en recherche, que ce soit pour appuyer la croissance de leurs secteurs économiques majeurs, pour apporter des solutions à des problèmes sociétaux ou environnementaux ou pour participer au développement mondial des nouveaux courants de recherche. Le Québec ne fait pas exception et le Fonds Nature et Technologies a intégré, dans ses orientations stratégiques, les grandes priorités suivantes :

- 1 La base de recherche visant l'augmentation des connaissances et la formation de compétences**
- 2 Les secteurs qui font la spécificité du Québec et contribuent au développement de ses régions**
  - Bioalimentaire
  - Énergie
  - Ressources naturelles
  - Fabrication et construction
  - Transports
  - Écosystèmes
- 3 Les domaines scientifiques et technologiques émergents à fort potentiel**
  - Génomique et protéomique
  - Nanosciences et nanotechnologies
  - Dispositifs et technologies de pointe en TIC
  - Nouvelles technologies de la santé
  - Sciences cognitives
- 4 Les secteurs hautement compétitifs où le Québec est ou peut devenir un leader international**
  - Aéronautique et aérospatiale
  - Pharmaceutique et biotechnologies
  - Technologies de l'information et des communications (TIC)

Les projets présentés dans ce document ne sont que quelques exemples des travaux de recherche réalisés par les étudiants et les chercheurs supportés par le Fonds dans le cadre de ses programmes de bourses et de subventions. Ils illustrent bien la pluralité de notre action et la contribution de ces femmes et de ces hommes à l'avancement des connaissances pour bâtir un avenir durable.



## Technologies de l'information et des communications

### MARC-ANTOINE FORTIN

Bourse de recherche en milieu de pratique  
BMP Innovation – doctorat

#### Nouvelles technologies pour le positionnement par satellites

Le système mondial de positionnement (GPS) par satellites est une initiative de l'armée américaine datant de 1960. Ce n'est qu'en 1995 que la constellation de 24 satellites est devenue pleinement opérationnelle. Aujourd'hui, le GPS est encore aux prises avec différents problèmes, dont la disponibilité des signaux, la précision du positionnement, l'intégrité du système et sa vulnérabilité aux interférences.

Avec l'avènement du système européen Galileo et la modernisation des signaux GPS, une multitude de signaux deviennent disponibles. Ainsi, un récepteur GNSS (système mondial de navigation par satellites) bénéficiant de l'ensemble des signaux serait souhaitable, notamment dans les applications de sauvegarde de la vie comme la recherche de naufragés. Les objectifs des travaux de recherche de M. Fortin permettront de capter et de suivre des signaux de faible intensité dans des environnements défavorables grâce à un algorithme de positionnement plus robuste. Les résultats de ses recherches permettront d'améliorer des applications telles que la navigation assistée (automobile, navale ou aérienne), la machinerie lourde nécessitant un positionnement fin ainsi que la téléphonie cellulaire.

**M. Marc-Antoine Fortin** est étudiant au doctorat en génie électrique à l'École de technologie supérieure de Montréal. Il effectue son stage chez Avera Technologies.



## Agroalimentaire

### MYLÈNE ST-ONGE

Bourse de recherche en milieu de pratique  
BMP Innovation – doctorat

#### Lutte biologique: des parasitoïdes contre la pyrale du maïs

Afin de contrer la pyrale du maïs, les producteurs s'appuient principalement sur la lutte chimique, en utilisant des insecticides à large spectre (organophosphorés, etc.). Les problèmes environnementaux et de santé causés par leur utilisation, ainsi que la résistance des insectes à ces produits couramment utilisés, démontrent l'importance de développer des approches alternatives pour assurer une phytoprotection saine.

Le recours à la lutte biologique pour contrôler les insectes ravageurs est l'une des meilleures stratégies pour mieux protéger l'environnement et la biodiversité. L'un des éléments essentiels de la lutte biologique contre les insectes nuisibles est l'utilisation d'insectes entomophages (prédateurs et parasitoïdes). Les travaux de Mme St-Onge consisteront à mettre au point les paramètres d'élevage de *Trichogramma ostriniae*, un parasitoïde de la pyrale du maïs, et à optimiser son utilisation dans la culture du maïs ainsi qu'à évaluer son potentiel dans d'autres cultures, dont celle du poivron. Une étude visant à évaluer l'impact écologique de l'introduction massive de ce parasitoïde sera aussi menée en comparaison avec l'impact de la lutte chimique.

**Mme Mylène St-Onge** est étudiante au doctorat en biologie à l'Université du Québec à Montréal. Elle effectue son stage chez Anatis Bioprotection.



## Biorobotique et systèmes mécaniques

**NICOLAS PLAMONDON**

*Bourse de réintégration à la recherche –  
doctorat*

### Système de commande d'un biorobot aquatique

La biorobotique s'inspire des créatures vivantes pour la conception des robots. Les biorobots ont la particularité de pouvoir effectuer des déplacements qui s'avèrent impossibles pour les robots de type traditionnel. Toutefois, le développement du système de commande des biorobots doit être davantage développé. Imaginez un robot qui pourrait analyser les profondeurs sous-marines ou superviser des opérations de génie maritime sans mettre la sécurité d'êtres humains en péril !

Les travaux de M. Plamondon portent sur la dynamique du robot sous-marin AQUA, qui se distingue des autres robots sous-marins par l'utilisation de nageoires pour produire sa poussée et effectuer des manœuvres dans cinq degrés de liberté. M. Plamondon a développé différents types de pilotes automatiques permettant à AQUA de suivre une trajectoire sans l'aide de conducteur. Ces pilotes automatiques ont de fait l'objet d'expérimentation dans la mer des Antilles afin de les ajuster selon les conditions du milieu. M. Plamondon travaille actuellement sur l'optimisation de manœuvres à haute performance.

**M. Nicolas Plamondon** est étudiant au doctorat en génie mécanique à l'Université McGill.

## Nanoélectronique



**JEFFREY MATIVETSKY**

*Bourse de recherche postdoctorale*

### Le transport électronique dans des fils moléculaires

La taille des composantes de circuits électroniques diminue de plus en plus afin d'augmenter leur densité et d'améliorer leur performance. Celle-ci s'approchera bientôt de l'échelle moléculaire. L'intégration de molécules en tant qu'unité de fabrication au sein de circuits électroniques promet d'apporter l'opportunité de développer de nouvelles approches pour le domaine de l'informatique, d'utiliser les interactions chimiques pour l'assemblage de dispositifs, d'utiliser des substrats flexibles et de contourner les coûts associés aux technologies du silicium.

L'objectif du travail de M. Mativetsky est d'établir des contacts électriques entre des fils moléculaires prototypes et de corrélérer leur structure supramoléculaire aux propriétés de transports. Cela est fait à l'échelle de nanostructures uniques en utilisant une pointe de microscopie à balayage de sonde pointue recouverte de métal en tant qu'électrode déplaçable qui peut être positionnée avec une précision nanométrique et une force contrôlée à l'échelle du nano-Newton. Des mesures sont aussi produites dans une configuration de transistor, pour tester la pertinence des nanofils pour leur utilisation dans des dispositifs électroniques.

**M. Jeffrey Mativetsky** est stagiaire postdoctoral à l'Université Strasbourg 1- Louis Pasteur.



## Biotechnologies

### **DR ALEXIS VALLÉE-BÉLISLE**

*Bourse de recherche postdoctorale*

#### **Développement d'un biosenseur électronique pour la détection rapide du VIH**

Le domaine des technologies est entré dans une ère nouvelle où les molécules peuvent servir de matériel de base pour construire différentes nanostructures, nanosystèmes ou microdispositifs électroniques. Dans le domaine des biosenseurs électroniques, des molécules d'ADN, d'ARN ou des protéines sont présentement utilisées afin de détecter de manière rapide et extrêmement spécifique la présence de molécules cibles (ligands) au moyen d'un processus de reconnaissance moléculaire. Par exemple, les biocapteurs de glucose présentement en usage mesurent rapidement le taux de sucre dans le sang en utilisant comme dispositif la protéine glucose oxydase couplée à une électrode, une technologie générant plus de cinq milliards de dollars par année.

Les travaux de recherche du Dr Vallée-Bélisle consistent à adapter cette technologie à une plus grande variété de protéines pouvant par exemple reconnaître des anticorps ou des peptides propres au diagnostic rapide du VIH. Pour y arriver, le Dr Vallée-Bélisle exploitera une caractéristique propre qu'ont certaines protéines (et possiblement toutes les protéines) de se replier lorsqu'elles sont mises en présence de leur ligand spécifique.

**Le Dr Vallée-Bélisle** est stagiaire postdoctoral à l'Université de Californie, Santa Barbara.



## Changements climatiques

### **DERMOT ANTONIADES**


*Bourse de recherche postdoctorale*

#### **Les fjords et lacs d'eau douce comme indicateurs des changements climatiques**

Les fjords profonds, bordés par des montagnes aux parois abruptes le long de la côte nord-ouest de l'île d'Ellesmere, situés à l'extrémité du Nunavut dans le Haut-Arctique canadien, sont très impressionnants. Nous en connaissons toutefois très peu sur la microbiologie et l'écologie de ces écosystèmes éloignés, mais il s'avère que le Haut-Arctique canadien est une région extrêmement sensible aux changements environnementaux. Selon les prédictions, cette région sera la plus sévèrement touchée par le réchauffement climatique au cours du prochain siècle. Les écosystèmes aquatiques font partie des composantes dominantes des paysages du Haut-Arctique et une concentration de types d'écosystèmes rares a été identifiée sur la côte nord-ouest de l'île d'Ellesmere. Ces écosystèmes constituent des archives détaillées des changements de climat dans le passé.

Les travaux de M. Antoniadès permettront de mieux comprendre l'histoire des changements climatiques dans ce milieu vulnérable et l'importance historique des changements récents ainsi que de prévoir les effets des changements climatiques futurs. M. Antoniadès étudiera les microfossiles contenus dans des carottes de sédiments de lacs d'eau douce contenus par des plateformes de glace.

**M. Dermot Antoniadès** est stagiaire postdoctoral à l'Université Laval, au Centre d'études nordiques.



## Bioalimentaire

### SYLVIE F. GAUTHIER

*Projet de recherche orientée en partenariat sur les aliments fonctionnels et les produits nutraceutiques*

#### Effets des protéines de lactosérum sur le système immunitaire

Reconnues pour augmenter la masse musculaire, les protéines de lactosérum proviennent du lait de vache et sont obtenues à partir du lactosérum issu de la fabrication fromagère. Ces protéines, qu'on retrouve actuellement dans plusieurs produits offerts sur le marché, pourraient aussi améliorer les mécanismes de défense immunitaire de l'organisme!

Les travaux de Mme Gauthier et son équipe portent spécifiquement sur la réponse immunitaire d'ingrédients commerciaux à base de protéines de lactosérum et de peptides (fragments de protéines) issus de la digestion de ces protéines à l'aide des enzymes sécrétées par le pancréas. Des travaux *in vitro* réalisés à partir de cellules immunitaires extraites chez la souris ont démontré que certains ingrédients commerciaux et peptides pouvaient effectivement stimuler la prolifération de ces cellules et la sécrétion de cytokines pro- et anti-inflammatoires. De plus, ces produits permettraient de réduire les symptômes causés par une infection à *E. coli* chez la souris. Si l'activité immunostimulante est confirmée chez l'humain, cela pourrait valider la bioactivité des produits à base de protéines de lactosérum et accroître leur intérêt à titre de nutraceutiques destinés à la modulation du système immunitaire.

**Mme Sylvie F. Gauthier** est professeure au Département des sciences des aliments et de la nutrition de l'Université Laval.



## Écosystèmes forestiers

### JEAN-PIERRE OUELLET

*Projet de recherche orientée en partenariat en aménagement et environnement forestiers*

#### Coupes forestières et dispersion du caribou forestier

Le caribou forestier, une espèce désignée menacée par le gouvernement du Canada en 2000 et vulnérable par le gouvernement québécois en 2005, montre un recul marqué vers le nord de sa limite méridionale d'aire de répartition. L'importance de l'exploitation forestière et la configuration spatiale de la forêt qui en résulte pourraient compromettre le maintien à long terme du caribou dans le paysage boréal exploité. Dans un tel contexte, la prédation pourrait accroître la vulnérabilité du caribou forestier. Le suivi de plusieurs caribous femelles par télémétrie GPS dans un secteur de forêt aménagée (divers âges de peuplement) au nord-est du Saguenay–Lac-Saint-Jean, mené par l'équipe de M. Ouellet, permet de mieux comprendre l'impact des modifications du milieu sur le caribou forestier.

Les résultats des travaux réalisés permettent de faire une série de recommandations. Ainsi, afin de diminuer l'attrait du milieu aux proies alternatives (orignal) et aux prédateurs ainsi que pour amoindrir l'impact des coupes, des efforts devraient être investis pour conserver des massifs de forêt mature et des dénudés secs, protéger les tapis de lichens (favoriser les coupes d'hiver) et limiter la régénération favorable à l'orignal.

**M. Jean-Pierre Ouellet** est doyen des études de cycles supérieurs et de la recherche à l'Université du Québec à Rimouski.

10<sup>8</sup>  
3 000 000  
4

## Technologies de la mer

### YVAN SIMARD

*Projet de recherche orientée en partenariat sur les sciences et les technologies de la mer*

#### Un détecteur acoustique de baleines

L'équipe multidisciplinaire de M. Simard s'ingénie, depuis quelques années, à développer un système intelligent de détection acoustique capable de détecter, d'identifier et de localiser les baleines en continu sur de grands bassins océaniques à partir des sons spécifiques qu'elles émettent, puis de transmettre cette information en temps réel à un centre de contrôle par télécommunication satellitaire et radio.

Cette technologie innovatrice pour suivre les baleines dans leur environnement, jour et nuit pendant des mois, tire avantage des développements actuels en acoustique sous-marine et en génie électrique et informatique. Elle peut être mise à profit pour cartographier rigoureusement l'utilisation que les baleines font de leur environnement, localiser leurs habitats sensibles, déterminer les rythmes de fréquentation de certains territoires, ainsi que pour minimiser les risques de collision avec les navires.

**M. Yvan Simard** est professeur à l'Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER), Université du Québec à Rimouski.



## Génomique

### NATHALIE BEAUDOIN

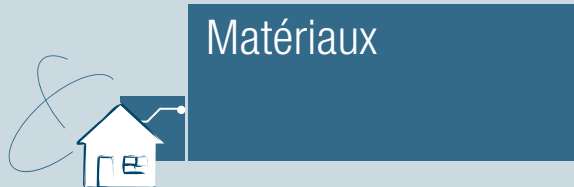
*Projet de recherche en équipe*

#### Combattre la gale commune de la pomme de terre

Qui n'a pas déjà mis la main sur une « patate » parsemée de crevasses et de taches brunes ? Même s'il n'est pas néfaste de consommer des légumes contaminés par la gale commune de la pomme de terre, cette maladie cause des pertes agricoles importantes tant au Québec qu'à l'échelle mondiale. De plus, elle s'attaque parfois à d'autres cultures racines, dont les carottes, les betteraves, les navets et les panais. L'agent causal de la gale commune est une bactérie qui produit une phytotoxine essentielle au développement de la maladie.

Les travaux de Mme Beaudoin visent à caractériser les mécanismes de résistance à cette phytotoxine, ce qui permettrait de développer de nouvelles variétés de pommes de terre peu touchées par la maladie. L'étude d'une plante modèle résistante à la toxine permettra d'identifier quels gènes sont impliqués dans la résistance. De plus, certaines solanacées, dont quelques variétés de pommes de terre, résistent à la toxine en modifiant sa structure, ce qui ouvre la porte à d'autres études sur les mécanismes de détoxification lors des interactions plantes - agent pathogène.

**Mme Nathalie Beaudoin** est professeure au Département de biologie de l'Université de Sherbrooke.



## Matériaux

### JACQUES MARCHAND

*Projet de recherche en équipe et  
Regroupements stratégiques*

#### Les structures en béton et la sécurité

Effondrement des tours du World Trade Center aux États-Unis, écroulement du viaduc de la Concorde à Laval... Le monde fait actuellement face à un important défi relativement à la gestion et à la dégradation des infrastructures, et le Québec n'y échappe pas. Malgré que le béton soit le matériau artificiel le plus utilisé sur la planète, la durée de vie utile à long terme des ouvrages de béton fait l'objet d'un doute constant, car il est continuellement soumis aux assauts de son milieu environnant.

Les travaux de M. Marchand et son équipe visent à assurer la sécurité des ouvrages existants et à optimiser la gestion, l'inspection et l'évaluation des structures. En développant des méthodes fiables, efficaces et économiques permettant d'optimiser la gestion des ouvrages altérés, il sera possible de limiter les problèmes de dégradation prématurée des structures en béton (ponts, viaducs, ouvrages maritimes, barrages hydroélectriques, etc.) et d'en augmenter la sécurité.

**M. Jacques Marchand** est professeur au Département de génie civil de l'Université Laval. Il est aussi le directeur d'un de nos regroupements stratégiques, le Centre de recherche sur les infrastructures en béton (CRIB).

## Transport



### TEODOR GABRIEL CRAINIC

*Projet de recherche en équipe*

#### Le défi de logistique urbaine

Le transport de marchandises en ville a fait émerger le besoin d'analyser et de régulariser cette activité afin de réduire la congestion, la pollution et le bruit, d'accroître la mobilité ainsi que pour réaliser les objectifs de Kyoto dans un contexte de développement durable.

L'idée fondamentale de la logistique urbaine, située à la croisée des enjeux de développement urbain, de dynamique économique et de qualité de vie, consiste à cesser de considérer chaque chargement, entreprise et véhicule de façon isolée : il faut plutôt les voir comme les éléments d'un système logistique intégré qu'il faut optimiser dans son ensemble. La logistique urbaine ne se limite donc pas à la seule observation des flux de véhicules de livraison, mais tient compte des comportements logistiques des différents acteurs urbains, ainsi que des actions d'approvisionnement des villes en biens et services. L'équipe de M. Crainic se penche sur le développement de méthodes et d'instruments pour la planification et la gestion de tels systèmes dans un contexte nord-américain.

**M. Teodor Gabriel Crainic** est professeur au Département de management et technologie de l'Université du Québec à Montréal.



## Énergie

### KAMAL AL-HADDAD

*Projet de recherche en équipe*

#### Système de génération hybride éolienne-turbine à gaz-pile à combustible

La qualité de l'énergie électrique est devenue un enjeu majeur pour une bonne utilisation des ressources énergétiques disponibles. La demande d'énergie est de plus en plus élevée et les ressources ne sont pas sans effet nuisible sur l'environnement. Plus de 65 % de l'énergie produite transite dans les convertisseurs de puissance. Ces convertisseurs sont des blocs d'alimentation qui fournissent l'énergie au dispositif électronique d'une prise électrique et qui régulent le courant. Ils sont très répandus en tant qu'interface entre le réseau électrique et le matériel industriel. Les parasites et le brouillage électrique créés par l'utilisation intensive de ces convertisseurs d'alimentation ont des impacts négatifs sur le réseau électrique. Cette préoccupation, ainsi que la législation de plus en plus sévère en matière de pollution harmonique, justifie le développement de nouvelles solutions.

Les travaux de M. Al-Haddad portent sur le développement de nouvelles technologies électroniques de puissance à base de composants actifs-hybrides permettant de réduire la pollution harmonique et l'augmentation du rendement énergétique des convertisseurs.

**M. Kamal Al-Haddad** est professeur au Département de génie électrique de l'École de technologie supérieure de Montréal.



## Ressources naturelles

### CENTRE D'ÉTUDE DE LA FORÊT (CEF)

*Regroupements stratégiques*

La vitalité du secteur forestier québécois dépend de la présence de vastes forêts résilientes et productives, d'une vision globale des écosystèmes forestiers et de la prise en compte de leurs multiples fonctions. L'aménagement durable des forêts nécessite une meilleure compréhension du fonctionnement de ces écosystèmes.

Le CEF a pour mission la formation avancée et la recherche sur l'ensemble des biosystèmes de la forêt québécoise. Il vise à comprendre le fonctionnement et la dynamique de l'écosystème forestier ainsi qu'à faire de ces connaissances l'assise de recherches pour de nouvelles stratégies d'aménagement de la forêt et de pratiques sylvicoles. Il entend également contribuer de façon énergique au transfert de connaissances auprès de ses partenaires et du public. Les activités du CEF s'articulent autour de quatre grands axes :

- Génétique, biologie moléculaire et physiologie ;
- Dynamique des populations, biodiversité et biologie de la conservation ;
- Fonctions de la forêt et développement de nouvelles approches sylvicoles ;
- Historique des perturbations naturelles et stratégies d'aménagement durable des forêts.

**M. Christian Messier**, professeur au Département des sciences biologiques de l'Université du Québec à Montréal, est le directeur de ce regroupement stratégique.



## Recherche fondamentale

**VIRGINIE CHARETTE**

*Établissement de nouveaux chercheurs*

### Expérimentation et visualisation géométriques

Le domaine de la géométrie est en pleine effervescence. Les scientifiques y trouvent des modèles et des structures pour décrire leur vision de l'Univers. Par exemple, les variétés lorentziennes, localement modelées sur l'espace-temps, jouent un rôle important en relativité. De plus, à cause de la percée de l'infographie et de l'imagerie, nous assistons à un intérêt croissant pour le problème de la discrétisation de la géométrie.

Mme Charette veut poursuivre l'exploration numérique d'une classe importante de variétés lorentziennes. Certains aspects de ses recherches portent sur la géométrie différentielle discrète, un domaine émergent ayant des applications potentielles en infographie.

**Mme Virginie Charette** est professeure au Département de mathématiques de l'Université de Sherbrooke.

## Environnement



**KARINE LEMARCHAND**

*Établissement de nouveaux chercheurs*

### Des bactéries contre un gaz à effet de serre

La dénitrification benthique est un processus microbien aboutissant à la transformation des nitrates en azote gazeux ( $N_2$ ), ce qui permet de contrôler le niveau d'eutrophisation et de maintenir la limitation en azote dans les eaux côtières. Toutefois, lorsqu'il est incomplet, ce processus contribue à la production d'oxyde nitreux ( $N_2O$ ), un important gaz à effet de serre. Les hauts niveaux de nitrates et les faibles concentrations d'oxygène observées dans les sédiments côtiers peuvent favoriser une dénitrification incomplète et donc une production de ce gaz.

Mme Lemarchand s'intéresse aux communautés bactériennes du cycle de l'azote dans les milieux côtiers sub-arctiques, influencés par un enrichissement croissant en azote d'origine anthropique. Parmi celles-ci, les bactéries dénitrifiantes jouent un rôle primordial dans le processus d'émission d'oxyde nitreux. La compréhension de la variabilité saisonnière de ces bactéries en relation avec la production *in situ* d'oxyde nitreux permettent de mieux appréhender l'effet des apports anthropiques sur la production de ce gaz à effet de serre dans les milieux côtiers.

**Mme Karine Lemarchand** est professeure en écologie microbienne marine à l'Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER), Université du Québec à Rimouski.

## Aérospatiale



**RICHARD CHROMIK**

*Établissement de nouveaux chercheurs*

### Revêtements minimisant l'usure des microsystèmes électromécaniques pour les applications aérospatiales

Les microsystèmes électromécaniques (MEMS) font partie des nombreuses innovations technologiques issues des techniques de nanofabrication. Toutefois, beaucoup d'idées reliées aux MEMS, comme les micromoteurs, ne peuvent pas être mises en œuvre en raison des surfaces à frottement. Le matériel traditionnel des MEMS est le silicium qui s'use très rapidement dans ces conditions.

La microtribologie est une discipline scientifique et technologique qui cherche à comprendre et à contrôler la friction et l'usure des matériaux à des échelles de longueurs réduites. M. Chromik étudie les revêtements de lubrifiant solides qui pourraient offrir une résistance à l'usure pour les générations futures de MEMS. Grâce à une compréhension approfondie de la tribologie et à l'élaboration de nouveaux revêtements, on pourrait construire des MEMS qui révolutionneraient de nombreux secteurs, tels que l'industrie aérospatiale, l'industrie biomédicale et celle des télécommunications.

**M. Richard Chromik** est professeur au Département de génie des mines et des matériaux à l'Université McGill. Les premiers résultats de sa recherche ont été présentés à l'International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films (ICMCTF), le 30 avril 2008.

## Nouvelles technologies de la santé



**DONGLING MA**

*Établissement de nouveaux chercheurs*

### Piéger les virus grâce à des nanomatériaux luminescents ou magnétisables

Des méthodes rapides et ultra-sensibles d'identification d'agents pathogènes, tels des virus à l'état de trace, sont très importantes pour le diagnostic clinique, la thérapie génique et les études biomédicales. Les techniques traditionnelles d'analyses de telles traces sont longues et laborieuses. Une avenue prometteuse consiste en la synthèse de nanomatériaux (*quantum dots*) aux propriétés exceptionnelles (luminescents/magnétisables) qu'on pourrait attacher aux éléments biologiques pathogènes afin de les suivre optiquement et de les piéger au moyen d'un champ magnétique.

La chercheuse Dongling Ma se consacrera au développement de matériaux hautement fonctionnels basés sur des nanoparticules supermagnétiques et semi-conductrices et à leur adaptation pour des applications biomédicales. Des marqueurs stables, non toxiques et réagissant bien dans l'environnement physiologique humain pourront aider à la détection, à l'imagerie et éventuellement à une thérapie localisée.

**Mme Dongling Ma**, est professeure au Département Énergie, matériaux et télécommunications de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS).

## Partie 2 La recherche en partenariat

### Un partenariat axé sur la valorisation et le transfert des connaissances

#### La finalité de notre action : appuyer les priorités du Québec

Notre programme *Projet de recherche orientée en partenariat* favorise les interactions et le partenariat entre les chercheurs du milieu universitaire et collégial, les partenaires économiques et gouvernementaux et les utilisateurs potentiels des résultats de la recherche, et ce, dans des secteurs stratégiques pour le Québec. Pour l'année 2007-2008, 3,6 millions de dollars ont été investis, par le Fonds et ses partenaires, pour la réalisation de projets de recherche en partenariat.

Une force de recherche importante dont l'objectif est d'accélérer, en partenariat, l'innovation dans les grandes priorités du Québec

Pour l'année 2007-2008 :

**88 équipes**

de chercheurs répartis dans 13 programmes

**398 chercheurs**

des milieux universitaires, gouvernementaux et industriels

**1 383 étudiants**

supervisés des cycles supérieurs

**176 stagiaires**

postdoctoraux

**12 établissements**

universitaires partenaires

**16 partenaires**

privés ou publics

Effet de levier :

**3 dollars**

pour chaque dollar injecté par le Fonds

**Voici la liste des programmes de recherche orientée en partenariat en 2007-2008 :**

- Programme de recherche en aménagement et environnement forestiers
- Programme de recherche en aménagement et environnement forestiers II
- Programme de recherche en aménagement et environnement forestiers III
- Programme de recherche sur la forêt boréale et son écologie au Saguenay–Lac-Saint-Jean
- Programme de recherche sur la forêt boréale au Saguenay–Lac-Saint-Jean II
- Programme de recherche sur la transformation du bois
- Programme de soutien stratégique à la promotion et à la consolidation de la recherche sur l’environnement rural
- Programme de recherche en production et en transformation laitières
- Programme de recherche pour améliorer la compétitivité en production et transformation laitières
- Programme de recherche sur les aliments fonctionnels et les produits nutraceutiques
- Programme de recherche en innovation et valorisation de l’aluminium
- Programme de recherche sur les sciences et les technologies de la mer
- Programme de recherche en sécurité routière (MTQ-SAAQ)

**Les forums de transfert, pour une valorisation des travaux de recherche**

La formule des forums de transfert permet aux chercheurs financés de présenter les résultats de leurs travaux de recherche aux principaux utilisateurs. Ces rencontres sont aussi une occasion d’échanger avec les collègues chercheurs et les utilisateurs éventuels, créant ainsi une synergie essentielle au développement de la recherche. Durant l’année 2007-2008, un forum se rapportant au domaine névralgique de la forêt a été organisé par le Fonds Nature et Technologies en collaboration avec le ministère des Ressources naturelles et de la Faune.

**Forum de transfert Recherche en aménagement et environnement forestiers, septembre 2007**

Ce forum, issu du *Programme de recherche en aménagement et environnement forestiers II*, s’est déroulé pendant le Carrefour de la recherche forestière et a attiré pas moins de 200 participants.

## Partie 3 Les regroupements stratégiques

### Une force de recherche unique au service de la société

Les regroupements stratégiques rassemblent les meilleurs chercheurs du Québec dans plus d'une trentaine de domaines différents. Leurs activités dans les technologies de pointe et les secteurs clés des sciences naturelles et du génie contribuent ainsi à appuyer les grandes priorités de recherche du Québec.

En 2007-2008, le Fonds Nature et Technologies a financé un total de 30 regroupements stratégiques, ce qui représente :

**1 292 chercheurs**

des milieux universitaires, gouvernementaux et industriels

**4 611 étudiants**

des cycles supérieurs

**417 stagiaires**

postdoctoraux

**41 établissements**

partenaires comprenant des universités, des cégeps, des centres collégiaux de transfert de technologie, des hôpitaux, des centres et instituts de recherche, et des ministères ou organismes gouvernementaux

**Des équipements**

et installations scientifiques de haut calibre

Même s'il n'y a pas eu de concours en 2007-2008, le Fonds a maintenu ses engagements financiers envers 30 regroupements stratégiques dans des domaines prioritaires pour le Québec. Le financement d'une nouvelle cohorte de regroupements stratégiques est prévu en 2008-2009. Le programme *Regroupements stratégiques* présente de nombreuses retombées tant du point de vue de la formation qu'en ce qui concerne les collaborations scientifiques internationales, les collaborations avec les entreprises et le transfert des connaissances.

Dotés de réseaux bien structurés et d'infrastructures de premier plan, les regroupements constituent un guichet unique en matière de recherche de pointe et bénéficient d'un large rayonnement tant sur le plan national que sur la scène internationale. Ce sont de véritables pôles d'excellence qui mettent à profit leur force de recherche et l'expertise unique des chercheurs dans des domaines stratégiques, permettant ainsi de maintenir et même d'accélérer la capacité d'innovation du Québec.

## Partie 4 Reportage

### L'éthique de la recherche en science naturelle et génie

#### DAVANTAGE DE CONSCIENCE DANS LA SCIENCE... UN ENJEU DE SOCIÉTÉ !

*« Partout, l'homme d'aujourd'hui s'arroge des droits sur l'homme de demain, menaçant son bien-être, son équilibre et parfois même sa vie. »*

**Federico Mayor**

ancien directeur général de l'UNESCO

■ **On ne peut plus se permettre de continuer à jouer à l'autruche ! Avec les connaissances dont nous disposons aujourd'hui, il n'est plus possible de faire de la recherche comme il y a 20 ou 30 ans au risque de se rendre responsables de nouveaux crimes contre l'humanité, affirme la chimiste Johanne Denault, chercheuse sur les matériaux de pointe à l'Institut des matériaux industriels (IMI) du Conseil national de la recherche du Canada. Les travaux sur les biocarburants à partir de plantes comestibles constituent un bel exemple de recherches qui ont été menées sans un questionnement suffisant de la part du milieu scientifique. L'engouement actuel pour ce type de biocarburant est entre autres en cause dans la crise alimentaire, les désordres sociaux et l'instabilité politique qui secouent la planète.** ■

Le bioéthanol pose en effet de façon percutante le problème de l'utilisation qui est faite des résultats de la recherche scientifique et de leurs conséquences pour l'ensemble de la population.

Est-il possible de faire de la recherche en prenant en compte les considérations éthiques et le bien-être commun ? Comment peut-on bénéficier des avantages des développements scientifiques sans avoir à en payer le prix ? Peut-on faire échec aux mauvais usages des résultats de la recherche et empêcher les dérives et les abus de toutes sortes ? Ce ne sont là que quelques-unes des questions qui ouvrent la porte à une large réflexion sur l'éthique de la recherche en science naturelle et en génie.

#### **L'éthique, clé pour une recherche durable ?**

« Certains chercheurs voient dans les préoccupations éthiques un frein à la recherche. Il faut plutôt y voir une façon de faire de la recherche durable, qui soit non seulement dans le meilleur intérêt de la science, mais aussi des citoyens, de la société et de la planète tout entière, soutient Mme Denault. Une approche éthique peut constituer un outil puissant pour démontrer la pertinence de travaux et faire de meilleurs choix. Dans le cas de mon secteur de recherche, par exemple, on sait que les matériaux composites à base de résines thermodurcissables sont responsables d'émissions volatiles en plus d'être très difficiles à recycler alors que les matériaux composites, faits à partir de résines thermoplastiques, sont très faciles à recycler. Sachant cela, on peut en tenir compte dans l'orientation de nos recherches. »

Selon l'éthicien Alain Létourneau, directeur du département de philosophie à l'Université de Sherbrooke, les chercheurs perdent parfois de vue la finalité des recherches et le but poursuivi. «Le développement de certaines applications peut parfois entraîner des conséquences assez dramatiques pour la qualité de vie d'une large partie de la population, précise-t-il. Je pense seulement au cas du biocarburant. Les chercheurs ont manifestement travaillé en silo et à courte vue afin de résoudre un problème particulier, sans nécessairement prendre en considération les enjeux et les impacts réels de leurs travaux dans une perspective plus large.»

## Des risques à évaluer et à gérer

Imaginez que l'on puisse, à plus ou moins brève échéance, résoudre le problème de la faim dans le monde en mettant au point des plantes qui résistent mieux à la sécheresse ou aux insectes ravageurs, ou encore qui contiennent plus de matières nutritives ! Ce sont là les possibilités inédites, ouvertes par les nouvelles avancées scientifiques issues du génie génétique en agriculture. Mais en modifiant les structures du vivant, ne risque-t-on pas d'entraîner des déséquilibres dans la nature qui vont échapper à tout contrôle ? N'est-on pas en train d'ouvrir une boîte de Pandore ?

D'ailleurs, la prolifération des organismes génétiquement modifiés (OGM), dont les premières plantations remontent à une douzaine d'années, continue de soulever de façon obsédante cette question. Le large mouvement de contestation engendré par les OGM ne s'est toujours pas essouffé bien qu'il ne semble pas avoir porté grand fruit jusqu'à maintenant. Même le gouvernement canadien a fait fi récemment des revendications de groupes de citoyens à travers le pays qui réclamaient l'étiquetage obligatoire des produits alimentaires contenant des OGM.

De nombreux témoignages entendus lors des audiences publiques de la Commission de l'agriculture et de l'agroalimentaire québécois,

en 2007, la mettaient en garde contre les risques des OGM. «Une très grande méfiance s'exprime à l'égard de ces organismes, sur le plan environnemental autant que sur celui de la santé. Les participants ont aussi déploré le manque de transparence qui a marqué le développement des OGM et leur mise en marché », peut-on lire dans le rapport de la Commission de l'agriculture et de l'agroalimentaire québécois, publié en 2008.

« Je suis plutôt sceptique face aux OGM, souligne Normand Brisson, professeur-chercheur en biologie végétale à l'Université de Montréal. C'est clair que si on bouleverse quelque chose dans la nature, il va y avoir des conséquences. Une technologie peut aider à résoudre certains problèmes, mais en créer d'autres. Est-ce qu'on est prêt à faire face à d'éventuels dérèglements ? A-t-on réellement besoin des cultures à base d'OGM ? Chaque culture OGM doit être appréciée pour les besoins auxquels elle répond. C'est de l'ordre du compromis. Il faut y aller au cas par cas et avec prudence. »

## Quelle finalité... pour quelle société ?

La recherche sur les OGM pose la grande question de la finalité des travaux en ce domaine. «Le point de vue éthique en matière d'OGM ne doit-il pas s'inscrire dans une perspective beaucoup plus large, et pourquoi pas à l'échelle de la planète, s'interroge M. Brisson. Certaines cultures de type OGM ne sont peut-être pas très utiles pour nous qui cherchons avant tout à vivre le plus en santé et le plus longtemps possible, mais elles peuvent constituer des solutions appréciables pour de nombreux pays qui ont faim, qui sont en mode survie. Pour ces pays, avoir accès à des cultures

■ **L'utilisation des résultats de la science et le recours au génie génétique ne peuvent être laissés, sans gouverne public, aux seules initiatives des scientifiques et de ceux qui veulent utiliser leurs découvertes pour soutenir et favoriser des intérêts personnels ou privés. C'est un enjeu de société.** ■

**Agriculture et agroalimentaire : assurer et bâtir l'avenir,**  
Rapport de la Commission sur l'avenir de l'agriculture et de l'agroalimentaire québécois, janvier 2008, p.178.

résistantes à la sécheresse ou aux insectes peut faire toute la différence.»

« Les travaux que nous menons dans le domaine du génie génétique en biologie végétale sont très utiles pour mieux comprendre différents phénomènes ou pour résoudre des problèmes que nous ne pourrions régler autrement, fait valoir Dominique Michaud, professeur-chercheur en biochimie végétale à l'Université Laval. En tant que chercheur, il est important de rester le plus objectif possible en interprétant librement les résultats, en minimisant les biais et en s'appuyant rigoureusement sur des méthodes de recherche. Mon rôle est avant tout de faire progresser les connaissances et de former la relève en recherche tout en contribuant, si possible, à l'avancement du débat. »

L'introduction des OGM à grande échelle et à vitesse grand V s'est faite plus rapidement que les connaissances scientifiques. Mais l'utilisation de ce type de cultures soulève bien des appréhensions en ce qui a trait, notamment, à la biodiversité, à la contamination d'autres espèces végétales ou au développement d'organismes résistants aux agents pathogènes connus.

« Dans un débat de l'importance de celui des OGM, il faut revenir à des considérations humanistes globales. Quel avenir voulons-nous pour notre espèce, pour notre société ? Est-ce que nous respectons les besoins de nos écosystèmes ? Quelles sont nos priorités en termes de santé et d'alimentation ? Autant de questions que doivent se poser les principaux acteurs de la recherche sur les OGM, soutient Alain Létourneau. Avoir une approche éthique dans un dossier comme celui des OGM ne se résume pas à élaborer un protocole d'éthique de la recherche, mais plutôt à trouver des façons de faire des recherches plus concertées, plus respectueuses du vivant et qui s'appuient sur un large réseau de compétences scientifiques. »

## Une nano-révolution, à quel prix ?

« Ma crainte, c'est de voir se répéter avec les nanotechnologies le scénario auquel on a assisté avec les OGM : peu d'information, données obscures et désinformation, inquiétude de la population et inertie des gouvernements, confie Sébastien Sauvé. Actuellement, on avance à toute vitesse et à l'aveugle. Quand on pense aux nanoparticules, par exemple, on ne sait juste pas ce qui est nocif. On investit très peu d'argent sur les effets potentiels des produits issus des nanos alors que des centaines de millions le sont pour trouver des applications et de nouveaux marchés. Si le risque n'est pas bien documenté, les conséquences pourraient s'avérer désastreuses pour nous tous, pour l'ensemble de la société. »

Le professeur Sébastien Sauvé, un spécialiste de la chimie des sols et de l'environnement de l'Université de Montréal, a tenté d'évaluer les répercussions des nanoparticules composées de tellures de cadmium sur une espèce sentinelle, la grande moule d'eau douce. Les résultats, qui ont fait l'objet d'une publication (*Aquatic Toxicology*, nov. 2007), montrent qu'aux concentrations les plus faibles de nanoparticules testées, l'accumulation de cadmium affecte les systèmes tant immunitaires que reproducteurs.

« Alors que le marché ne cesse de croître, on ne connaît à peu près rien de la toxicité potentielle des nanoparticules pour l'homme et les animaux et de leur incidence sur l'environnement, constate M. Sauvé. Qu'arrivera-t-il si les oiseaux ou les mammifères aquatiques mangent des moules et ingèrent ainsi des nanoparticules ? Il n'existe actuellement aucun mécanisme de réglementation environnementale pour gérer une telle situation. » L'engouement actuel pour les produits issus des nanotechnologies ne fait plus de doute : les produits « nanos » commercialisés ont triplé de 2006 à 2008 et constituent déjà un marché de plusieurs centaines de milliards de dollars. On retrouve d'ailleurs des nanoparticules dans plusieurs produits d'usage courant. En 2010, on

estime que le marché atteindra 1 000 milliards de dollars. « Dans le domaine des nanotechnologies comme dans bien d'autres, il faut éviter que ce soit

■ « Alors que le marché ne cesse de croître, on ne connaît à peu près rien de leur toxicité potentielle pour l'homme et les animaux et de leur incidence sur l'environnement. » ■

l'économie qui gouverne l'éthique », souligne Édith Deleury, présidente de la Commission de l'éthique de la science et de la technologie (CEST).

Une autre étude, publiée en juin dernier par une équipe britannique révèle, pour sa part, que les nanotubes de carbones longs injectés

dans l'abdomen de souris ont un pouvoir pathogène semblable à celui de l'amiante. Ces travaux ne prouvent toutefois pas le lien entre les longs nanotubes de carbone et le cancer (mésothéliome). Les auteurs appellent à la prudence et à la transparence de la part des fabricants en ce qui concerne les produits contenant des nanotubes de carbone. Or, le carbone est le deuxième matériau le plus utilisé dans les produits « nanos », incluant bien sûr les nanotubes de carbone et les fullerènes.

L'industrie et la plupart des gouvernements des pays industrialisés misent à fond sur l'accélération de la R&D et la commercialisation des produits issus des nanos pour bénéficier le plus rapidement possible des retombées économiques et financières de cette manne. Selon des experts américains reliés au PEN (Project on Emerging Nanotechnologies), cette situation rappelle celles vécues dans le domaine de l'énergie nucléaire, dans les années 50 et 60, et dans le domaine des biotechnologies appliquées à l'agriculture dans les années 90. La récurrence des problèmes autour de la gestion des risques, du contrôle de l'information et du dialogue avec le public montre en fait que l'on a bien peu appris des expériences passées.

Aux États-Unis, plusieurs voix se sont élevées ces derniers mois pour réclamer plus de transparence et de recherche sur la sécurité. Un nouvel appel a été lancé en mai dernier au gouvernement américain pour augmenter le budget consacré à l'étude des dimensions sociétales et des risques liés aux nanotechnologies. Ce budget est actuellement deux fois moindre aux États-Unis qu'en Europe.

On craint en fait que le manque de transparence et d'information accessible affecte négativement la perception de la population concernant les risques des nanotechnologies et plombe la confiance des consommateurs. Or, sans leur appui, l'économie liée à ce marché en pleine croissance ne pourra suivre et la « bulle » des nanotechnologies risque d'éclater.

### Au Québec, un petit pas dans la bonne direction... pour les travailleurs

Alors que les résultats de nombreuses études scientifiques laissent planer des doutes sur les effets véritables des nanoparticules, notamment sur la santé et l'environnement, des organismes de recherche québécois passent à l'action. L'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail et NanoQuébec lançaient, début juin, un appel de propositions doté d'une enveloppe budgétaire de 600 000 dollars afin de favoriser l'élaboration de nouvelles stratégies pour assurer la santé et la sécurité des travailleurs. Ces stratégies visent à assurer une protection adéquate des personnes qui pourraient être mises en contact avec des nanoparticules.

La très petite taille des nanoparticules de synthèse leur confère certaines propriétés physiques, mécaniques, électriques, optiques, magnétiques ou catalytiques uniques qu'on ne retrouve pas chez des particules de même composition chimique, mais de plus grande taille.

L'appel de propositions a pour but de soutenir la réalisation de projets reliés soit à la caractérisation des nanoparticules et, en particulier, à l'exposition des individus par voie respiratoire ou cutanée, soit à l'évaluation de l'efficacité de moyens de contrôle destinés à assurer une protection contre l'exposition à différents types de nanoparticules.

« C'est là un bon premier petit pas, mais il faut aller plus loin et à une plus grande échelle, constate Peter Grütter, de l'Université McGill. Il reste beaucoup de travaux à faire sur la nocivité des nanomatériaux, ce qui demandera des investissements importants. »

Le Centre de recherche en énergie, plasma et électrochimie de l'Université de Sherbrooke fait œuvre de pionnier en matière de sécurité liée aux nanoparticules. Déjà, la gestion du laboratoire repose à 100 % sur des normes de santé et de sécurité et mise sur une manipulation des plus sécuritaires avec contrôle et confinement à la source. D'ailleurs, ce Centre est le seul au Canada à faire partie du projet international SAPHIR qui a pour but de définir l'usage industriel optimal des nanotechnologies. Dans un effort concerté, 23 partenaires (industries, universités et centres de recherche), provenant de 11 pays européens et du Canada (Tekna Plasma Systems et l'Université de Sherbrooke) collaborent à l'élaboration de procédures qui permettront l'usage sécuritaire et rentable des nanotechnologies dans l'industrie

## Quelle responsabilité pour les chercheurs ?

Bon nombre des chercheurs qui évoluent dans des secteurs de pointe, comme les OGM ou les nanotechnologies, se sentent pris en quelque sorte entre l'arbre et l'écorce, entre le goût de faire avancer les connaissances et de performer dans des secteurs hautement compétitifs, et les contraintes liées à la gestion des risques, à la nécessité d'une plus grande transparence et au respect du bien commun. Pas toujours facile de tirer la ligne !

« Comme scientifique, nous devons parfois prendre des risques, mais nous pouvons aussi faire des choix. Je peux choisir de ne

pas orienter mes recherches vers des applications militaires et de miser plutôt sur l'environnement ou la santé, souligne Peter Grütter, professeur de physique à l'Université McGill, spécialiste des nanomatériaux et directeur du Regroupement québécois sur les matériaux de pointe (RQMP). Si nos travaux contribuent souvent au bien commun et à l'amélioration de la qualité de vie de nos concitoyens, ils peuvent aussi parfois entraîner des conséquences néfastes pour la société, selon l'utilisation qui en est faite. Mais, ultimement, il faut se demander quelle sorte d'existence nous voulons, quels sont nos choix en tant que société. »

Selon François Gitzhofer, du Centre de recherche en énergie, plasma et électrochimie de l'Université de Sherbrooke, il est important d'introduire les notions de risques et de responsabilité dans la formation de nos chercheurs. « Nous sommes encore, face aux nanotechnologies, dans une phase de découverte. Et l'effet nano est parfois tout à fait imprévisible pour différentes applications.

Nous devons donc rester très vigilants, précise le chercheur, afin d'éviter qu'à partir de recherches qui pourraient être très utiles pour l'humanité, on fasse n'importe quoi pour des raisons économiques, pour de l'argent. »

Les chercheurs doivent aussi évoluer et agir à l'intérieur d'un certain nombre de contraintes qui ne facilitent pas toujours la prise en compte des facteurs éthiques et sociétaux. « On nous demande de nous orienter vers une recherche de plus en plus appliquée, une recherche pour résoudre des problèmes. C'est là une tendance de fond dans beaucoup de domaines de recherche. Mais une telle orientation nous empêche souvent de situer nos travaux dans une perspective plus large et de prendre en compte des impacts économiques, culturels ou sociaux de nos travaux », fait valoir Normand Brisson.

■ **Nous devons donc rester très vigilants (...) afin d'éviter qu'à partir de recherches qui pourraient être très utiles pour l'humanité, on fasse n'importe quoi pour des raisons économiques, pour de l'argent.** ■

## L'accompagnement... pour mieux prendre en compte les enjeux de société

« Dès le début d'un projet, il faut que des gens de l'équipe se préoccupent des considérations éthiques, assure Johanne Denault. Pour que la science continue à nous permettre d'évoluer comme société, nous devons, en tant que chercheurs, nous donner un bon code de conduite. Il ne faut pas oublier qu'avant d'être des scientifiques, nous sommes des citoyens. »

Convenons que les chercheurs en ont souvent lourd sur les épaules : gestion d'équipe, course au financement, comptes à rendre, formation et encadrement des étudiants, etc. « Cet engrenage ne facilite pas la réflexion qui serait nécessaire pour prendre en considération les enjeux de société et les préoccupations éthiques dans les travaux de recherche, convient Édith Deleury. Il faut tenir compte du contexte dans lequel ces chercheurs évoluent et agir à l'intérieur d'un certain nombre de paramètres comme l'interdisciplinarité, la convergence, le financement, les pressions diverses. »

« La responsabilité sociale du chercheur est souvent plus grande dans des domaines pointus, là où le public semble quelque peu dépassé. Le fait de miser sur une avenue de recherche originale ou une technologie avant-gardiste peut être parfois de nature à bouleverser les rapports sociaux d'une manière telle que ce ne serait pas souhaitable pour la société », souligne la présidente de la CEST.

Selon la présidente de la Commission, il faudrait pouvoir accompagner les chercheurs dès le développement d'un projet d'une certaine envergure. « Ce soutien pourrait les aider à prendre en considération les aspects éthiques de leur projet et à alimenter leur réflexion sur sa raison d'être, sa finalité, les enjeux en cause et les risques potentiels, explique Mme Deleury. Une telle démarche pourrait aussi s'inscrire dans un processus d'évaluation des impacts tant économiques que sociaux et même faire intervenir, au besoin, un mécanisme de consultation. Les institutions doivent aussi intervenir en faisant en sorte que la réflexion devienne ancrée dans les pratiques. »

Pour le moment, nombre d'étudiants reçoivent une formation en éthique. « Nos étudiants doivent suivre un cours de bioéthique obligatoire au niveau du baccalauréat, note Normand Brisson, qui donne lui-même le volet du cours sur les OGM. C'est une formation importante pour nos futurs chercheurs. »

## Le dialogue science-société, pas facile...

Une société vigilante, c'est d'abord une société informée ! L'information est l'ingrédient de base de tout débat de société et, à plus forte raison, dans des domaines aussi importants pour le devenir collectif que les OGM ou les nanotechnologies. Plusieurs chercheurs reconnaissent avoir une certaine responsabilité dans l'établissement d'un dialogue avec la population, mais ils précisent du même souffle à quel point ce dialogue est limité par le manque de culture scientifique et d'esprit critique du grand public.

« On ne peut que constater le faible niveau de culture scientifique de la population, ce qui complique les choses pour établir un véritable dialogue science-société, fait remarquer Normand Brisson. Mais il faut éviter de tomber dans le piège de dire « la population n'est pas capable de juger, on va décider à sa place. C'est une attitude méprisante qui ne mène nulle part. »

Dans le cas des OGM, il est difficile d'engager un débat avec sérénité. Il s'agit d'une question complexe qui fait l'objet de multiples et importantes controverses. « Les agriculteurs, qui, en toute bonne foi, décident d'utiliser des OGM se sentent parfois ostracisés.

Les citoyens, pour leur part, ne s'estiment pas suffisamment informés et expriment, devant l'inconnu, une méfiance compréhensible», peut-on lire dans le rapport de la Commission sur l'avenir de l'agriculture et de l'agroalimentaire québécois. Dominique Michaud confirme : « Le débat sur les OGM est un débat idéologique et très émotif qui entraîne beaucoup de désinformation. C'est un domaine où la pression est forte à cause des importants enjeux économiques, environnementaux et sociaux en cause. Les gens deviennent facilement nerveux. »

On sait que le gouvernement du Québec a créé, à la suggestion de la Commission de l'éthique de la science et de la technologie, un site internet sur les OGM afin de fournir à la population une information fiable et validée sur le sujet. Mais la Commission va plus loin en proposant, à l'instar de ce qui se fait dans d'autres pays, la création d'un comité multidisciplinaire sur les OGM, formé d'experts indépendants qui ne se préoccuperaient pas uniquement des enjeux scientifiques, mais aussi des enjeux éthiques, économiques et sociaux qu'ils soulèvent.

« Il est important, en tant que scientifique, de préserver notre liberté d'expression. Et c'est en prenant la parole à différentes occasions que nous pouvons, sur la question des OGM en particulier, faire en sorte que le débat soit plus équilibré, plus nuancé, souligne Dominique Michaud, de l'Université Laval. Notre contribution est également très importante pour éviter que certains groupes d'intérêt particulièrement agressifs polarisent le débat et dictent leur vision en manipulant la population par la désinformation. »

Normand Brisson se dit également outré par le « tordage d'information » qui se fait dans le dossier des OGM. « Cela me décourage, car les échanges tiennent plus souvent du combat idéologique que d'un véritable débat. Nos arguments ne portent pas, déplore le chercheur. Cependant, je n'ai rien contre la contestation en soi ou la controverse. Cela nous force à nous recentrer, à reconsidérer nos valeurs et à mettre certaines balises. À terme, cela peut amener à faire de meilleurs choix de société. »

## Un débat plus systématique

« Il y a un grand manque de connaissances dans la population et ce n'est pas les chercheurs qui peuvent le combler et fournir une information de base, fait valoir Peter Grütter. Par mes interventions sur certaines tribunes, je peux toutefois jouer un rôle pour vulgariser les applications des nanotechnologies et éviter qu'elles ne deviennent de la science-fiction. »

Pour le chercheur sur les nanomatériaux, le débat doit cependant se situer à un autre niveau compte tenu des conséquences potentielles importantes pour la société des applications de l'infiniment petit. « Qu'est-ce qu'on fait avec les applications biomédicales des nanos, principalement dans le cas des nanomédicaments qui sont susceptibles d'apporter des solutions originales à certains problèmes de santé ? Est-ce que pour mettre au point des nanomédicaments, on nous donne le droit d'accélérer le processus et de changer certaines règles du jeu ? Est-ce que la société est d'accord pour prendre certains risques afin de profiter des avantages de ces médicaments de pointe ? Ce sont là des questions qui relèvent, à mon sens, d'un débat de société », croit Peter Grütter.

Selon Alain Létourneau, un tel débat se doit cependant d'être plus systématique et prendre en compte la pluralité des intérêts humains. « Les chercheurs sont des experts du savoir et, à ce titre, il est important non seulement qu'ils puissent expliquer ce qu'ils font et pourquoi ils le font, mais qu'ils justifient aussi les raisons pour lesquelles ils sont prêts à prendre des risques », souligne l'éthicien.

« Le fait d'informer, de forger l'opinion au sens critique, de susciter les débats, tout cela vise l'atteinte d'une plus grande transparence, fait remarquer Édith Deleury. Il s'agit, au fond, de cibler quelles valeurs sociétales nous voulons privilégier. Le dialogue science-société peut faire en sorte que les rapports soient plus horizontaux et s'inscrivent dans un esprit d'ouverture et de compréhension les uns face aux autres. »

## Partie 5 Tableau d'honneur de nos chercheurs

L'année 2007-2008 a vu nombre de chercheurs du domaine des sciences naturelles et du génie récompensés et honorés. Voici donc quelques prix d'excellence et honneurs décernés à nos chercheurs pour la qualité exceptionnelle de leurs travaux de recherche.

### Prix de l'ACFAS 2007

Les Prix de l'Acfas, l'Association francophone pour le savoir, soulignent des percées significatives dans divers domaines de la recherche au Québec.



#### Prix Urgel-Archambault

*Sciences physiques, mathématiques et génie*

Le prix Urgel-Archambault 2007 est remis à **Victoria M. Kaspi**, professeure au Département de physique de l'Université McGill.

La lauréate est reconnue internationalement pour ses travaux sur les étoiles à neutrons. Physicienne, c'est avec les objets célestes qu'elle fait ses expérimentations. Les étoiles à neutrons sont, par exemple, considérées comme un véritable laboratoire d'étude de la physique moderne, aux limites de la densité, du champ gravitationnel et du champ magnétique.



#### Prix Michel-Jurdant

*Sciences de l'environnement*

Le prix Michel-Jurdant 2007 est remis à **Donald L. Smith**, professeur au Département des sciences végétales de l'Université McGill.

Donald L. Smith œuvre dans le domaine de l'écophysiologie des cultures. Plus précisément, ses recherches portent sur l'optimisation de la physiologie des végétaux utilisés en agriculture dans la lutte contre les gaz à effet de serre. Ses travaux ont abouti à l'accroissement de la productivité des plantes et donc à l'augmentation de la production de biomasse pour la séquestration de carbone dans le sol et la production de biocarburants.



#### Prix J.-Armand-Bombardier

*Innovation technologique*

Le prix J.-Armand-Bombardier 2007 est remis à **Jean Caron**, professeur-chercheur au Département des sols et de génie agroalimentaire de l'Université Laval.

Scientifique recherché par ses pairs et par le milieu horticole, Jean Caron est spécialiste de l'hydrodynamique des sols. Dans ses travaux de nature fondamentale, il s'est intéressé à la diffusion des gaz et aux mouvements de l'eau dans les milieux artificiels. Ces connaissances lui ont permis de développer deux technologies qui se sont révélées très « durables » pour le secteur de la production en serres et en pépinières. En effet, ces innovations, aujourd'hui largement utilisées, permettent de réduire la consommation d'eau et d'engrais tout en optimisant la production.

## Prix du Québec 2007

Les Prix du Québec représentent la plus haute distinction décernée par le gouvernement du Québec pour rendre hommage à des scientifiques qui se sont distingués par une carrière remarquable ou pour couronner une carrière dédiée à la gestion et au développement de la recherche ou à la promotion de la science et de la technologie.



### Prix Marie-Victorin

*Sciences de la nature et du génie*

Le prix Marie-Victorin est décerné à **Yves Bergeron**, sommité internationale dans le domaine de l'écologie forestière et ardent défenseur de la forêt boréale. Ce biologiste a été l'un des premiers au Québec à décrire finement l'écologie d'un territoire dans le but d'en permettre un aménagement judicieux.

## Prix John-C.-Polanyi

Le Prix John-C.-Polanyi du CRSNG est décerné pour souligner une percée remarquable réalisée récemment au Canada en sciences naturelles ou en génie.



**André Dieter Bandrauk**, professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Sherbrooke et membre du Regroupement québécois sur les matériaux de pointe (RQMP), a reçu le prestigieux prix John-C.-Polanyi du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie (CRSNG) du Canada. Il a obtenu ce prix conjointement avec Paul Corkum, professeur à l'Université d'Ottawa et directeur de recherche au Conseil national de recherches du Canada, pour avoir fondé la nouvelle science attoseconde.

## Scientifique de l'année 2007

La Société Radio-Canada décerne ce prix chaque année pour souligner l'ensemble de l'œuvre intellectuelle et sociale d'un chercheur d'ici.



L'ingénieure **Chloé Legris**, chargée de projet de l'ASTROLab du parc national du Mont-Mégantic, a reçu le prix de Scientifique de l'année 2007 de Radio-Canada. Elle a piloté le projet de création de la première réserve internationale de ciel étoilé en zone habitée au monde, un secteur protégé du ciel nocturne de 5 500 km<sup>2</sup> dans la région de Mégantic.

## Trophée des femmes arabes 2007 en enseignement et recherche

Ce prix souligne la promotion des Québécoises d'origine arabe qui ont apporté une contribution à la société québécoise.



Professeure du Département de mathématiques et de statistique de l'Université Laval, originaire du Maroc, **Nadia Ghazzali** analyse des données multidimensionnelles et des réseaux de neurones artificiels à l'aide d'applications en astrophysique, en biostatistiques, en reconnaissance des formes et en imagerie numérique et médicale. Elle est membre du Centre de recherches mathématiques (CRM), un regroupement stratégique financé par le FQRNT.

## Distinction de l'Institut canadien des ingénieurs

Le titre de "Fellow" est décerné en reconnaissance de l'excellence en ingénierie et des services rendus à la profession et à la société.



L'Institut canadien des ingénieurs (ICI) a accordé le titre de « Fellow » au professeur **Mohamad Sawan**, du Département de génie électrique de l'École polytechnique. M. Sawan est aussi directeur du Regroupement stratégique en microsystèmes du Québec (ReSMiQ).

## Les 10 découvertes de l'année 2007

Chaque année, le magazine Québec Science propose un tour d'horizon de la recherche québécoise et sélectionne 10 découvertes jugées importantes.

Six des dix chercheurs dont les travaux se retrouvent dans les « Découvertes de l'année 2007 » font partie des chercheurs soutenus par le Fonds Nature et Technologies :



### Physique

**Louis Taillefer**, professeur à l'Université de Sherbrooke et membre du Regroupement québécois sur les matériaux de pointe (RQMP) - « Un des mystères de la supraconductivité élucidé ».



### Chimie

**René Roy**, professeur à l'Université du Québec à Montréal (UQAM) - « Des bionanomatériaux pour lutter contre les virus et les bactéries ».



### Physique

**Alexandre Blais**, professeur à l'Université de Sherbrooke et membre du Regroupement québécois sur les matériaux de pointe (RQMP) - « Un grand pas vers l'ordinateur quantique ».



### Génie informatique

**Sylvain Martel**, professeur à l'École polytechnique de Montréal et membre du Centre de biorecognition et de biocapteurs (CBB) ainsi que du Regroupement stratégique en microsystèmes du Québec (ReSMiQ) - « De petits robots téléguidés dans nos veines pour venir à bout des tumeurs ».



### Sciences biologiques

**Yves Prairie**, professeur à l'Université du Québec à Montréal (UQAM) et directeur du Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL) en 2007 - « Les rivières et les lacs rejettent beaucoup de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère ».



### Astronomie

**Ermanno Borra**, professeur à l'Université Laval et membre du Centre d'optique, photonique et laser (COPL) - « Un télescope à miroir liquide installé sur la Lune ».



### Fondation canadienne pour l'innovation (FCI)

Sylvie Daniel et Mir Abolfazl Mostafavi, deux chercheurs financés dans le cadre du programme *Établissement de nouveaux chercheurs* du FQRNT, ont été honorés lors d'une célébration spéciale du Fonds des leaders et du Fonds de la relève de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI), pour avoir obtenu une subvention d'importance pour la mise en place d'une infrastructure de réalité géospatiale augmentée et mobile (Laboratoire REGARD) au Centre de recherche en géomatique. Ils ont reçu un certificat de la FCI soulignant la qualité, l'originalité et le mérite de leur projet innovateur et avant-gardiste.

#### **PRODUCTION, RECHERCHE ET RÉDACTION**

Caroline Dufresne, Bureau du président-directeur général  
Conseillère aux communications et édimestre  
Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

#### **COLLABORATION EXTERNE**

Ginette Beaulieu, Média Science

#### **CONCEPTION GRAPHIQUE**

Matteau Parent graphisme et communication

#### **RÉVISION LINGUISTIQUE**

Rédaction Scriptoria

Nous remercions particulièrement les étudiants  
et les chercheurs qui ont collaboré à cette publication.

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2008  
Numéro ISBN 978-2-550-53379-5 (version imprimé)  
Numéro ISBN 978-2-550-53380-1 (PDF)

LA RECHERCHE EN SCIENCES NATURELLES ET GÉNIE  
NOS CHERCHEURS BÂTISSENT  
UN AVENIR DURABLE



**Fonds québécois  
de la recherche  
sur la nature et  
les technologies**

4<sup>e</sup> étage, bureau 450  
140, Grande Allée Est  
Québec (Québec) G1R 5M8

Téléphone 418 643-8560  
Télécopieur 418 643-1451  
Courriel [info@fqrnt.gouv.qc.ca](mailto:info@fqrnt.gouv.qc.ca)

[www.fqrnt.gouv.qc.ca](http://www.fqrnt.gouv.qc.ca)