



LA RECHERCHE EN SCIENCES NATURELLES ET GÉNIE
Nos chercheurs bâtissent un avenir durable
2010-2011

TABLE DES MATIÈRES

MOT DU PRÉSIDENT-DIRECTEUR GÉNÉRAL	1
PARTIE 1 – LE FONDS QUÉBÉCOIS DE LA RECHERCHE SUR LA NATURE ET LES TECHNOLOGIES	2
PARTIE 2 – DES DOMAINES DE RECHERCHE PRIORITAIRES	4
PARTIE 3 – LA RECHERCHE EN ÉQUIPE	10
PARTIE 4 – LA RECHERCHE EN PARTENARIAT	11
PARTIE 5 – LES REGROUPEMENTS STRATÉGIQUES	13
PARTIE 6 – REPORTAGE	14
PARTIE 7 – TABLEAU D’HONNEUR	18

Par l'importance qu'il accorde à la formation de personnel hautement qualifié, au développement de la recherche dans des secteurs clés pour le Québec et à la diffusion des connaissances, le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT) occupe, dans le système d'innovation, une position à la fois stratégique et essentielle à la performance économique du Québec.

Ce rôle du FQRNT a d'ailleurs été reconnu par la Stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation (SQRI) 2010-2013. En juin 2010, l'actualisation de la SQRI, intitulée « Mobiliser, Innover et Prospérer », confirme l'importance cruciale de la recherche et de l'innovation, notamment dans les domaines des sciences naturelles et du génie.

C'est avec fierté que nous vous dévoilons dans la présente publication les réalisations de quatorze étudiants et chercheurs financés par le FQRNT en 2010-2011 dans le cadre de ses programmes de bourses et de subventions. La contribution de ces gens passionnés mérite d'être davantage connue, car la prospérité de notre société et le mieux-être des générations futures y sont liés. Tous ces étudiants et ces chercheurs, chacun dans leur champ d'expertise, contribuent à bâtir un avenir durable pour le Québec.

Les chercheurs des sciences naturelles et du génie au Québec sont très actifs. Par leurs travaux de recherche, ils appuient d'importants secteurs de l'économie québécoise tels, l'aérospatiale, l'agroalimentaire, les biotechnologies, l'énergie, l'environnement, la génomique, les technologies de l'information et des communications, les nouvelles technologies de la santé, et les transports. Ces hommes et ces femmes prennent aussi part à la formation de 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.

Les projets de recherche illustrés dans cette publication représentent seulement une partie des nombreux travaux financés par le FQRNT et visent à faire connaître la recherche en SNG au Québec.

Le président-directeur général,

A handwritten signature in black ink, reading "Pierre Prémont". The signature is fluid and cursive, with the first name "Pierre" and the last name "Prémont" clearly distinguishable.

Pierre Prémont, Ph. D., FCA

LE FONDS EN BREF

Le 21 juin 2001, le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies, le FQRNT, prenait officiellement la relève du Fonds pour la Formation de chercheurs et l'aide à la recherche, le Fonds FCAR. Le Fonds Nature et Technologies est un organisme subventionnaire à but non lucratif instauré en vertu de la Loi sur le ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation (L.R.Q., chapitre M-30.01). Relevant du ministre du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation, le FQRNT voit à la promotion et au développement de la recherche, assure sa diffusion et encourage la formation par la recherche dans les domaines reliés principalement aux sciences naturelles, aux sciences mathématiques et au génie.

Mandat

Le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies a pour fonctions :

- de promouvoir et d'aider financièrement la recherche dans les domaines des sciences naturelles, des sciences mathématiques et du génie;
- de promouvoir et d'aider financièrement la diffusion des connaissances dans les domaines de la recherche reliés aux sciences naturelles, aux sciences mathématiques et au génie;
- de promouvoir et d'aider financièrement la formation de chercheurs par l'attribution de bourses d'excellence aux étudiants des 2^e et 3^e cycles universitaires et aux personnes qui effectuent des recherches postdoctorales, ainsi que par l'attribution de bourses de perfectionnement aux personnes qui désirent réintégrer les circuits de la recherche et par l'attribution de subventions pour des dégagements de tâche d'enseignement pour les professeurs de l'enseignement collégial engagés dans des activités de recherche;
- d'établir tout partenariat nécessaire, notamment avec les universités, les collèges, l'industrie, les ministères et les organismes publics et privés concernés.

Le FQRNT est le principal acteur dont s'est doté le Québec en 2001 pour appuyer le développement du système de recherche en SNG, favoriser la formation de personnel hautement qualifié et accélérer la diffusion des connaissances. Les actions du Fonds visent à produire un effet multiplicateur élevé, permettant d'accélérer les investissements en recherche et en innovation en appui aux priorités du Québec.

Mission

Le Fonds Nature et Technologies a pour mission de soutenir financièrement et de promouvoir la recherche universitaire et collégiale, la formation de personnel hautement qualifié, la diffusion de connaissances dans les domaines des sciences naturelles, des sciences mathématiques et du génie, et ainsi contribuer au développement scientifique et à l'innovation, ainsi qu'à la prospérité économique et au développement durable du Québec.

Vision

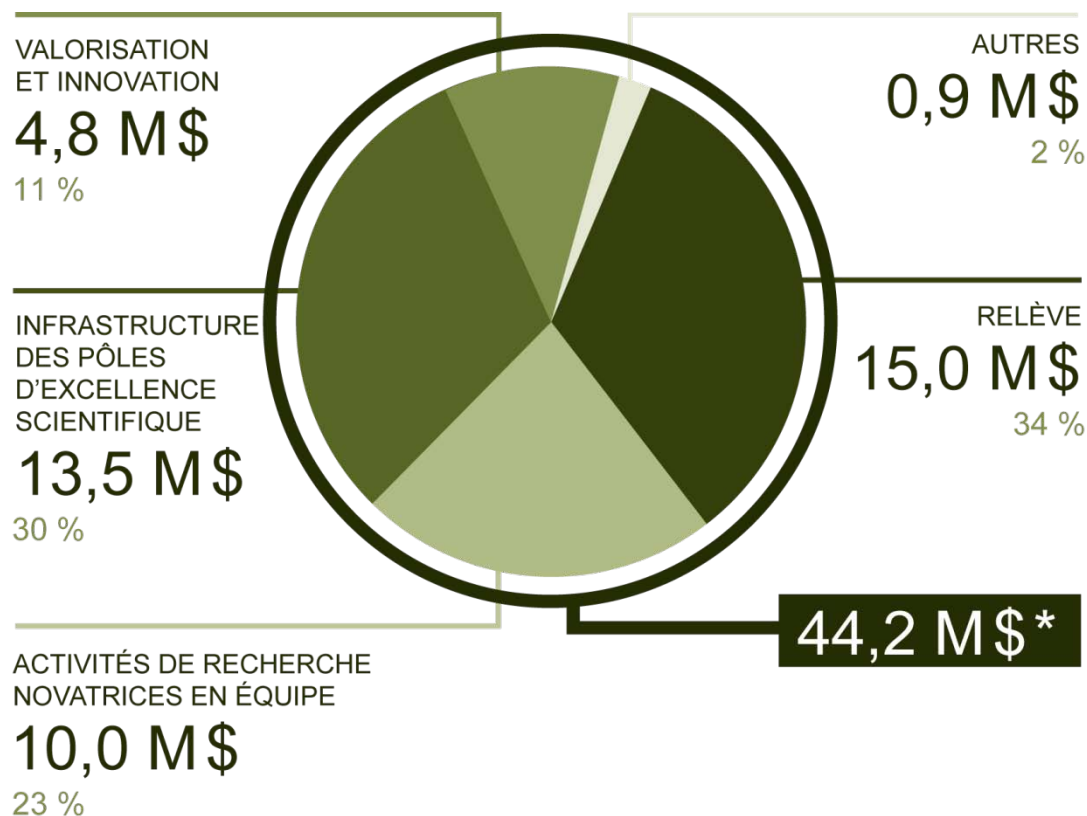
Le Fonds s'est doté d'un nouvel énoncé de vision qui guidera ses actions et ses décisions pour les prochaines années : être un leader et un partenaire incontournable du développement de la recherche en SNG et de la société du savoir au Québec.

RÉPARTITION DU BUDGET DE TRANSFERT 2010-2011

Le Fonds appuie principalement quatre axes par ses programmes d'aide financière :

- La relève (Bourses et Établissement de nouveaux chercheurs);
- Les activités de recherche novatrices en équipe (Projet de recherche en équipe);
- L'infrastructure des pôles d'excellence scientifique (Regroupements stratégiques);
- La valorisation et l'innovation (Projet de recherche orientée en partenariat, Bourses BMP Innovation, Stages Accélération Québec, Appui aux réseaux d'innovation et Programme de recherche pour les enseignants de collège).

D'autres programmes de bourses et de subventions permettant de répondre à des besoins ponctuels.



* Répartition basée sur le budget sans tenir compte de la part des partenaires des projets de recherche orientée en partenariat, des subventions d'équipement et des programmes externes.

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, pour participer au développement mondial des nouveaux courants de recherche. Le Québec ne fait pas exception et le FQRNT 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 financés par le FQRNT 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.



Aérospatiale

David Lalonde

École Polytechnique de Montréal
Programme FQRNT-CRSNG de bourses en milieu
de pratique BMP Innovation – maîtrise



Ressources naturelles

Christine Rieux

Université Laval
Programme FQRNT-CRSNG de bourses en milieu
de pratique BMP Innovation – maîtrise



Transports

Karine Sinclair

HEC Montréal
Programme Bourses de doctorat en recherche

Des matériaux composites de carbone pour la fabrication d'avions

Dans le milieu aéronautique, les manufacturiers s'orientent de plus en plus vers des aéronefs entièrement en composite. L'Airbus A380, lancé en 2005, contient environ 25 % de matériaux composites et le futur Boeing 787 Dreamliner en contiendra près de 50 %. Cette nouvelle approche permet d'alléger considérablement le poids d'un avion et de réduire sa consommation en carburant. Les matériaux composites sont sans aucun doute une solution d'avenir pour l'aviation commerciale, mais des risques potentiels liés aux problèmes électriques, thermiques et électromagnétiques constituent un grand défi quant à la sécurité. En effet, ces matériaux ne se comportent pas comme l'aluminium qui était largement employé jusqu'ici. Les matériaux composites sont de moins bons conducteurs électriques et leur limite de température opérationnelle dépasse rarement 100 degrés Celsius. En considération des solutions de retour de courant électrique actuelles par l'entremise du fuselage, le risque de dommages causés à la structure composite d'un avion dû à un excès de chaleur est critique.

Les travaux de M. Lalonde visent à caractériser le comportement électrique et thermique des matériaux composites de carbone, dans le cadre de l'étude de solutions de retour de courants pour les avions composites. Des recommandations pourront ensuite être formulées pour les avions de Bombardier Aéronautique.

M. David Lalonde est étudiant à la maîtrise en génie électrique à l'École Polytechnique de Montréal sous la supervision de M. Frédéric Sirois. Il effectue son stage chez Bombardier Aéronautique, un conglomerat dont le siège social est situé à Montréal.

Effets de la fertilisation sur les qualités panifiables du blé d'alimentation humaine

L'engouement pour le blé panifiable (destiné à la confection de pain) cultivé sans intrant de synthèse est tel que l'industrie québécoise peine à s'approvisionner depuis les dernières années. La disponibilité de l'azote contenu dans les sols pendant la croissance du blé joue un rôle clef dans l'atteinte d'une composition protéique optimale des grains. Par conséquent, la fertilisation est la pierre angulaire de l'obtention d'une farine de qualité. Le passage d'un système de production conventionnel à un système sans intrant peut toutefois affecter la qualité du blé. Peu de travaux de recherche ont permis de comparer la valeur fertilisante des principaux engrais de ferme utilisés au Québec et leur impact sur la qualité des récoltes. La littérature sur le sujet rapporte que les grains de blé produits sans intrant auraient une teneur en protéines plus faible, se traduisant par une panification de qualité inférieure. Pour les meuneries désirant commercialiser de la farine de blé certifié sans intrant, il est fondamental d'établir le potentiel et les limites de l'usage des différents engrais de ferme afin d'assurer une qualité constante de la farine livrée aux commerces.

Les travaux de Mme Rieux visent à comparer la valeur fertilisante du lisier de porc, du lisier de bovin et du fumier de volaille afin de mesurer leur impact sur la qualité des sols agricoles et du blé panifiable. Les propriétés des grains et de la farine, particulièrement leur composition protéique et leur comportement à la panification, seront quantifiées.

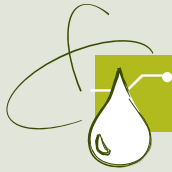
Mme Christine Rieux est étudiante à la maîtrise en biologie végétale sous la supervision d'Anne Vanasse de l'Université Laval et de Martin Chantigny d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Elle effectue son stage au sein de la meunerie Les Moulins de Soulanges, située en Montérégie.

Optimiser le transport aérien

La dérèglementation et les accords de ciel ouvert dans l'industrie du transport aérien ont entraîné une augmentation rapide du nombre de transporteurs. En effet, plus de 230 compagnies aériennes gèrent 93 % du trafic aérien mondial. Par conséquent, cette industrie est caractérisée par une compétition intensive et de très faibles marges de profits. Il devient donc primordial pour les compagnies aériennes de développer des méthodes leur permettant une utilisation très efficace des ressources, tels les systèmes de gestion du rendement, les systèmes de survente, les alliances stratégiques et l'optimisation des opérations de la planification tactique.

De plus, les opérations des compagnies aériennes sont régulièrement perturbées par des événements incontrôlables qui engendrent des retards ou des annulations de segments de vol et, par conséquent, bouleversent les différents horaires optimisés des compagnies. Afin de reprendre les horaires planifiés le plus vite possible, les compagnies doivent effectuer très rapidement des opérations de récupération de la flotte d'appareils, des passagers et des équipages. Toutefois, la résolution séquentielle des problèmes de récupération entraîne une sous-optimisation du système. Les travaux de Mme Sinclair consistent à résoudre simultanément ces problèmes à l'aide, en outre, d'une méthode de recherche à grand voisinage (algorithmes d'optimisation).

Mme Karine Sinclair est étudiante au doctorat en administration à HEC Montréal sous la supervision de MM. Gilbert Laporte et Jean-François Cordeau, membres du Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions (GERAD), un regroupement stratégique financé par le FQRNT.



Environnement

Annie Poulin

École de technologie supérieure (ÉTS) de Montréal
Programme Bourses de recherche postdoctorale



Technologies de l'information et des communications (TIC)

Ygal Bendavid

Université du Québec à Montréal (UQAM)
Programme Bourses de recherche postdoctorale



Écosystèmes

Simon Barnabé

Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR)
Programme Établissement de nouveaux chercheurs

Changements climatiques et variabilité de la ressource en eau

Il est généralement admis par la communauté scientifique que les changements climatiques en cours auront des répercussions significatives sur la ressource en eau dans le futur. Inévitablement, ce constat préoccupe les intervenants concernés par la planification de l'utilisation de cette ressource, telle l'industrie hydro-électrique. Dans ce contexte, il importe de développer des outils permettant d'évaluer l'impact des changements climatiques sur la disponibilité et la variabilité de la ressource en eau, afin de proposer des mesures d'adaptation propres à la filière hydroélectrique. Les outils développés doivent notamment tenir compte de l'incertitude associée à l'estimation des impacts hydrologiques pour un bassin versant donné.

S'appuyant sur ces considérations, les travaux de Mme Poulin visent à analyser l'incertitude liée à la modélisation hydrologique (paramètres de calibration et structure interne de modélisation) en contexte de changement climatique. L'étude porte sur des bassins versants d'intérêt pour la production hydroélectrique au Québec. Les travaux de Mme Poulin contribuent à évaluer, de façon éclairée, la fourchette des conditions hydrologiques possibles au cours du siècle à venir.

Mme Annie Poulin a été stagiaire postdoctorale à l'ÉTS en 2008-2010 au sein du groupe DRAME : Développement et Recherche Appliquée en Modélisation de l'Eau et de l'Environnement, où elle a été supervisée par M. François Brissette. Les travaux de Mme Poulin s'inscrivent dans le cadre du projet CLIMHYDRO de l'ÉTS et de l'Université du Manitoba, financé par le CRSNG, le consortium Ouranos, Hydro-Québec et Manitoba Hydro.

Technologies d'identification par fréquence radio et commerce électronique

Les technologies d'identification par fréquence radio (RFID) utilisent les ondes radio pour transmettre et recevoir de l'information, permettant ainsi l'identification automatique d'objets sur lesquels sont montés des minis transpondeurs équipés d'une puce mémoire et d'une antenne. Lorsque ces technologies sont intégrées aux systèmes d'information de gestion des entreprises, elles permettent d'automatiser des transactions et de donner accès, en temps réel, à cette information à tous les membres d'un réseau d'affaires. Les applications poursuivies visent par exemple à améliorer traçabilité au niveau de la gestion intégrée des cargos routiers, ferroviaires, maritimes ou aériens.

Le projet de M. Ygal Bendavid est de collaborer à l'élaboration d'une plateforme informationnelle « intelligente » multiservice centrée sur la gestion des cargos. Puisque l'impact réel de ces technologies émergentes sur les pratiques d'affaires au sein de la gestion de la chaîne d'approvisionnement est encore peu connu et les bénéfices controversés, les travaux de M. Bendavid visent à développer et valider des modèles d'affaires électroniques qui intègrent les technologies de commerce électronique émergentes afin de répondre aux défis de la logistique moderne : planétaire, multi-acteurs, multimodale, en crise de croissance, inefficente, contrainte par des règles de sécurité de plus en plus rigoureuses et imputable sur le plan environnemental.

Avant de se joindre au groupe de professeurs du département de Management et Technologie, M. Bendavid a réalisé son stage postdoctoral à l'Université du Québec à Montréal (UQAM) sous la supervision de M. Luc Cassivi. Le projet de recherche fut réalisé en collaboration avec le professeur Bernhard Katzy du *Center For Technology and Innovation Management (CETIM)* de l'Université de Munich Ludwig-Maximilians.

Relancer l'industrie papetière en transformant leurs résidus en produits à valeur ajoutée

Les papetières génèrent annuellement des tonnes de boues d'épuration, qui doivent être éliminées de façon sécuritaire et économique. Des avenues de valorisation sont privilégiées, comme l'épandage agricole, mais l'enfouissement est parfois retenu en raison de son moindre coût. Dans la conjoncture actuelle, les papetières doivent diversifier leurs produits tout en réduisant l'incidence environnementale et la dépendance aux carburants fossiles. Les boues pourraient servir de matière première pour des bioproduits abordables : il est en effet possible de cultiver des microorganismes industriels dans les boues pour transformer cette biomasse en bioénergie, biocarburants et autres produits commerciaux. Ces bioproduits pourront pénétrer de nouveaux marchés ou remplacer des produits chimiques existants dans les procédés papetiers.

Les travaux de M. Barnabé visent la production d'hydrogène et d'enzymes dégradant la cellulose de la matière végétale à partir des boues papetières, et ce, grâce à la bactérie *Clostridium thermocellum*. Son équipe est parvenue à une production d'hydrogène comparable à celle répertoriée dans la littérature scientifique avec des milieux de culture différents. Les résultats ont aussi mené vers une seconde piste : les boues papetières contiennent de la cellulose résiduelle que la bactérie peut convertir directement en bioéthanol de « 3^e génération ». Également, M. Barnabé compte appliquer les résultats de ses recherches pour le traitement des déchets de la collecte à trois voies (matières organiques et recyclables, résidus domestiques).

M. Simon Barnabé est professeur au Département de chimie-biologie de l'Université du Québec à Trois-Rivières et membre du Centre de Recherche en Pâtes et Papiers (CRPP) de l'UQTR et du Centre intégré en pâtes et papiers (CIPP).



Nouvelles TIC-Intelligence artificielle

Pascal Vincent

Université de Montréal

Programme Établissement de nouveaux chercheurs

Apprentissage profond pour des séquences vidéo et musicales

Les réseaux de neurones artificiels sont une branche de l'intelligence artificielle inspirée du cerveau. Des neurones simulés sont interconnectés et disposés en différentes couches de traitement des informations. Après un « entraînement » initial où on leur présente différents exemples, les réseaux de neurones artificiels sont capables de répondre à de nouvelles situations. L'apprentissage à partir de séquences vidéo ou musicales peut se faire avec des réseaux dits « récurrents », mais leur entraînement demeure problématique. Or, on a depuis peu trouvé des techniques permettant d'entraîner avec succès des réseaux « profonds » (plus de deux couches cachées), ce qui permet d'espérer des progrès avec les réseaux récurrents, s'apparentant à des réseaux très profonds.

Les recherches de M. Vincent concernent la formation de perceptions dans un système artificiel, à l'image d'un bébé qui, à travers ses yeux et ses oreilles, reçoit ce qui peut au départ apparaître comme une cacophonie d'informations et y découvre/perçoit petit à petit une structure et un sens. Ses travaux permettront aux réseaux récurrents de mieux anticiper les séquences perceptuelles, un peu comme on anticipe naturellement les prochaines notes d'un air de musique connu, ou bien la trajectoire d'une balle lancée vers nous. En ce qui concerne les applications possibles, une percée dans ce domaine ouvrirait la porte à de meilleurs systèmes de reconnaissance automatique à partir de données vidéo (ex. annotation automatique de scènes de films) ou audio (ex. traduire un enregistrement audio en partition), et à des systèmes de génération automatique (ex. génération d'animations ou de séquences musicales variées dans les jeux vidéo), etc.

M. Pascal Vincent est professeur adjoint au Département d'informatique et de recherche opérationnelle de l'Université de Montréal, où il travaille au Laboratoire d'Informatique des Systèmes Adaptatifs (LISA).



Énergie

Ghyslaine McClure

Université McGill

Programme Projet de recherche en équipe

Effets interactifs du givrage atmosphérique et du vent sur les lignes aériennes de transport d'énergie

Des tempêtes de verglas se produisent chaque année, heureusement moins dommageables que celle de 1998! La fiabilité et la sécurité mécanique des lignes de transport d'énergie électrique sont des préoccupations de haute importance pour toutes les entreprises d'électricité du monde, d'autant plus que les changements climatiques accélérés des dernières décennies ont apporté plus d'épisodes météorologiques favorisant la formation de verglas que par le passé. Au Québec, les effets combinés du givrage atmosphérique et du vent comptent parmi les plus sévères pour les lignes aériennes.

Les travaux de l'équipe de Mme McClure visent à étudier la réponse des lignes sous charges combinées de verglas et de vent, à l'aide de modèles numériques qui utilisent des méthodes de calcul avancées en dynamique des fluides et en dynamique des structures afin de simuler pour mieux comprendre les effets interactifs dominants qui surviennent quand une ligne est exposée au verglas. Cette approche est nouvelle en ingénierie de lignes alors qu'elle a suscité des progrès fulgurants dans l'étude du givrage en vol dans le secteur aéronautique. Les retombées techniques pour l'industrie consistent en l'apport de solutions viables et durables aux problèmes de givrage atmosphérique des lignes de transport, par une meilleure compréhension des différentes approches d'atténuation des effets sur les installations.

Mme Ghyslaine McClure est professeure au Département de génie civil et de mécanique appliquée de l'Université McGill. Le projet est réalisé en collaboration avec ses collègues du Département de génie mécanique, MM. Wagdi Habashi et Sivakumaran Nadarajah, ainsi que M. Masoud Farzaneh de l'Université du Québec à Chicoutimi.



Nouvelles technologies de la santé

José Azaña

INRS - Énergie, Matériaux et Télécommunications

Programme Projet de recherche en équipe

Tomographie par cohérence optique et application biomédicale à l'imagerie de l'œil

Le glaucome est une maladie qui touche plus de 13 % des Canadiens âgés de plus de 60 ans et qui représente la deuxième cause de cécité irréversible au pays. Le diagnostic et le suivi de cette maladie et de plusieurs autres atteintes de la rétine, de la cornée et du segment antérieur de l'œil se font notamment grâce à une instrumentation de pointe appelée « tomographie par cohérence optique », une technologie médicale non invasive.

Les travaux de M. Azaña visent à améliorer la technologie existante afin de permettre une plus grande rapidité d'acquisition des images, des images plus profondes et une meilleure résolution des tissus. La nouvelle génération de tomographes par cohérence optique permettra d'élargir les applications diagnostiques en ophtalmologie, non seulement pour le glaucome et les rétinopathies, mais aussi dans le cadre d'une variété de problèmes oculaires incluant les malformations congénitales, les traumatismes et certains types de tumeurs. Ces améliorations visent également de nombreuses autres applications biomédicales, dont le diagnostic et le traitement précoce du cancer et des maladies du cœur. Enfin, les nouvelles connaissances acquises dans le cadre de ce projet et la formation de personnel hautement qualifié qui en découlera contribueront à accroître la compétitivité globale du Québec dans le domaine des hautes technologies et du système des soins de la santé.

M. José Azaña est professeur au Centre Énergie, Matériaux et Télécommunications de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS-EMT). Le projet est réalisé en collaboration avec les Drs Isabelle Brunette et Mark Lesk de l'Hôpital Maisonneuve-Rosemont, Centre hospitalier affilié à l'Université de Montréal, et MM. Jean-Claude Kieffer et François Légaré de l'INRS.



Nanotechnologies

Sébastien Sauvé

Université de Montréal

Programme Projet de recherche en équipe



Fabrication et construction

Brahim Benmokrane,

Université de Sherbrooke

Programmes Projet de recherche en équipe et
Regroupements stratégiques (CRIB)



Génomique

Céline Audet

Université du Québec à Rimouski (UQAR)

Programmes Projet de recherche en équipe et
Regroupements stratégiques (RAQ)

Devenir, transport et biodisponibilité des nanoparticules dans l'environnement

Les nanoparticules sont de plus en plus utilisées, que ce soit dans les cosmétiques, les écrans solaires, les peintures ou l'imagerie médicale. L'omniprésence de ces nouvelles particules présente des défis particuliers quant à l'évaluation de leur impact sur la santé humaine et l'environnement, puisque leur utilisation massive résultera inévitablement en une accumulation dans les sols, les eaux, l'air et les organismes vivants. Comme le Québec est en voie de devenir un leader dans la recherche et la production de plusieurs produits nanotechnologiques, il est primordial de s'assurer de l'absence de risques significatifs causés par ces produits.

Les travaux de M. Sauvé consistent à évaluer comment ces particules sont transportées et transformées dans différents écosystèmes québécois. Leur susceptibilité pour l'agrégation et l'interaction avec les biofilms présents dans l'environnement pourrait réduire ou moduler les impacts éventuels de ces nanoparticules, notamment leur insertion dans des cellules biologiques. Les impacts écotoxicologiques seront également évalués, en tenant de compte de la composition chimique des métaux, de leur capacité à générer un stress oxydatif et de leur interaction possible avec les surfactants et acides organiques présents dans l'environnement.

M. Sébastien Sauvé est professeur au Département de chimie de l'Université de Montréal. Le projet est réalisé en collaboration avec M. Michel Fournier de l'INRS-Institut Armand-Frappier, Mme Nathalie Tufenkji de l'Université McGill, M. Kevin Wilkinson de l'Université de Montréal, ainsi que MM. François Gagné et Christian Gagnon du Centre Saint-Laurent d'Environnement Canada.

Des ponts durables grâce aux matériaux composites

La détérioration des ponts en Amérique du Nord a non seulement des conséquences économiques, mais aussi sociales. Outre les centaines de milliards de dollars nécessaires pour réparer ou reconstruire les ponts dégradés, les voies de contournement causent davantage de pollution atmosphérique ainsi que des bouchons de circulation. Les ponts en béton armé sont parmi les structures les plus exposées aux conditions favorisant la corrosion de l'armature d'acier et l'éclatement du béton. Plusieurs ponts en béton, tant au Québec qu'au Canada, sont déficients en raison de la corrosion et de la détérioration due aux conditions climatiques agressives et à l'usage de sels de déglaceage. Le cycle onéreux d'entretien, de réparation et de reconstruction a incité les ingénieurs à trouver des solutions plus efficaces et plus abordables, notamment l'utilisation de matériaux composites avancés constitués de polymères renforcés de fibres. Ces matériaux, légers et de haute résistance, se caractérisent par une grande immunité contre la corrosion, une longue durée de vie et une réduction des coûts liés à l'entretien.

Toutefois, leurs propriétés physiques, thermiques et mécaniques diffèrent grandement de celles de l'acier et le comportement des éléments structuraux de ces matériaux doit être évalué. Les travaux de M. Benmokrane visent donc l'amélioration de la conception des ponts routiers par des expérimentations sur des prototypes de ponts à échelle réelle, ainsi que l'optimisation du design des ponts en béton armé de matériaux composites.

M. Brahim Benmokrane est professeur au Département de génie civil de l'Université de Sherbrooke. Le projet est une collaboration avec M. Kenneth W. Neale de l'Université de Sherbrooke et M. Ehab El-Salakawy de l'Université du Manitoba.

Métamorphose chez les organismes marins : un enjeu génétique et physiologique

Le cycle de vie de plus de 70 % des organismes marins benthiques (vivant au fond des mers) est caractérisé par la présence d'un stade de vie larvaire planctonique suivi d'une métamorphose, phénomène qui marque le passage de la vie pélagique à la vie benthique. La métamorphose est un phénomène complexe qui fait intervenir des changements génétiques, anatomiques, physiologiques et comportementaux, mais qui est également accompagné de forts pourcentages de mortalités. Chez les invertébrés marins, la mortalité entre la fécondation et l'apparition du stade juvénile est évaluée à près de 98 % en milieu naturel et est supérieure à 80 % en milieu contrôlé (écloserie).

Les travaux de Mme Audet visent à déterminer les besoins nutritionnels en acides gras nécessaires à la métamorphose en utilisant différents régimes alimentaires enrichis en acides gras polyinsaturés essentiels pour déterminer la quantité et le type de réserves que la larve doit accumuler pour franchir cette étape avec succès. Ses recherches permettront également d'étudier l'évolution des caractéristiques biochimiques et génétiques durant le processus de la métamorphose, afin de comprendre la mise en place des différents mécanismes physiologiques inhérents au passage à la vie benthique. La compréhension des phénomènes complexes de développement larvaire et de métamorphose est donc primordiale pour le développement et la consolidation de l'aquaculture côtière, ainsi que pour optimiser les systèmes d'élevage en écloserie.

Mme Céline Audet est professeure à l'Institut des sciences de la mer de l'Université du Québec à Rimouski. Le projet est réalisé en collaboration avec M. Réjean Tremblay de l'UQAR et M. Jean-Marie Sévigny de l'Institut Maurice-Lamontagne.



Biotechnologies

Jean Legault

Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)
Programme Projet de recherche orientée en
partenariat



Bioalimentaire

Guy Allard

Université Laval
Programme Projet de recherche orientée en
partenariat

Fabriquer des antibiotiques à partir de résidus de conifères

Depuis 1995, les taux d'infection à *Staphylococcus aureus* résistant à la méthicilline (SARM) ont quintuplé dans les hôpitaux canadiens. Ces infections sont associées à une augmentation de la mortalité, un allongement de la durée d'hospitalisation et une hausse des coûts de santé. Actuellement, la vancomycine est l'antibiotique de choix pour traiter les infections à SARM, mais plusieurs souches résistantes ont été observées. Heureusement, des informations issues de la médecine traditionnelle amérindienne indiquent que plusieurs conifères étaient une source très utilisée par les premières nations pour traiter les infections. Toutefois, la composition chimique et l'efficacité des résidus de conifères ne sont pas connues. Par ailleurs, on estime que près de sept million de tonnes métriques de branchages et de houppiers sont abandonnées annuellement sur les parterres de coupe et pourraient être valorisées par le développement de nouveaux produits, notamment des antibiotiques pour usage vétérinaire et humain.

Les travaux de M. Legault consistaient à valoriser la biomasse forestière boréale par l'étude du potentiel antibiotique de produits d'origine naturelle pour traiter les infections résistantes. Plusieurs extraits de résidus de conifères et de feuillus ont démontré une forte activité antibiotique : trois nouvelles classes d'antibiotiques ont d'ailleurs été identifiées.

M. Jean Legault est professeur au Département des sciences fondamentales de l'Université du Québec à Chicoutimi. Le projet est réalisé en collaboration avec M. André Pichette de l'Université du Québec à Chicoutimi, Drs Doria Grimard et Charles Morin de l'hôpital de Chicoutimi, M. Yacine Boumghar du Centre d'étude des procédés chimiques du Québec, ainsi que MM. Jean-Louis Ouellet et Serge Gosselin d'AbitibiBowater.

Fourrages riches en sucres pour améliorer les performances laitières

Près de la moitié des terres agricoles du Québec sont cultivées en plantes fourragères, la majeure partie étant récoltée sur les fermes laitières et conservée sous forme de foin ou d'ensilage. Sachant que les sucres constituent une source majeure d'énergie pour la vache laitière haute productrice, des fourrages plus riches en sucres apporteraient des bénéfices importants à l'industrie laitière québécoise ainsi qu'une diminution des pertes azotées dans l'environnement. Il a été démontré en Europe et aux États-Unis qu'il est possible de produire des fourrages riches en sucres, ce qui s'est traduit par l'augmentation des performances animales et du revenu annuel des fermes laitières.

Les travaux de M. Allard ont permis de démontrer qu'en fauchant les fourrages en fin d'après-midi et en les laissant étendus après la fauche, plutôt que de les mettre en andains, on obtient de meilleures teneurs en sucres. Un fourrage avec un meilleur équilibre énergie/protéines améliore la production de lait tout en diminuant les rejets azotés dans l'environnement. La ressource fourragère étant l'un des avantages du Québec laitier, l'utilisation de fourrages riches en sucres est possible au Québec et les producteurs laitiers devraient être incités à en tirer profit. Afin de produire de façon plus économique et durable, des recommandations agronomiques pour la production de fourrages riches en sucres pourraient être suggérées aux entreprises laitières du Québec.

M. Guy Allard est professeur au Département de phytologie de l'Université Laval. Le projet est réalisé en collaboration avec M. Doris Pellerin de l'Université Laval, MM. Robert Berthiaume, Gilles Bélanger, Yves Castonguay, Raynald Drapeau, Réal Michaud, Gaëtan Tremblay et Mme Annick Bertrand d'Agriculture et Agroalimentaire Canada, M. Alain Fourmier du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec et de M. Daniel Lefebvre de Valacta.

UNE CONTRIBUTION ESSENTIELLE A LA FORMATION DE PERSONNEL HAUTEMENT QUALIFIE

Notre programme *Projet de recherche en équipe* favorise l'émergence de nouveaux créneaux de recherche dans l'ensemble des différents domaines scientifiques couverts par le FQRNT, les interactions et le regroupement de chercheurs possédant les expertises ou les formations complémentaires nécessaires à la réalisation d'un projet de recherche, et offre un milieu de qualité pour la formation et l'encadrement des étudiants.

Les projets de recherche en équipe répondent à un besoin accru de compétences scientifiques dépassant les structures départementales traditionnelles, tant au plan national que régional. La complexité des problèmes à résoudre nécessite la convergence des disciplines et des secteurs tels que le développement durable et les nouvelles technologies à l'interface des secteurs des SNG, de la santé et des sciences humaines et sociales.

En 2010-2011 :

➤ **191 projets de recherche en équipe**

➤ **517 chercheurs**

universitaires, gouvernementaux, de collège et industriels

➤ **3 182 étudiants**

des 2^e et 3^e cycles supervisés par des membres principaux

➤ **531 stagiaires**

postdoctoraux supervisés par des membres principaux

➤ **18 établissements**

des membres principaux de l'équipe, comprenant des universités, des cégeps, des hôpitaux, des centres et instituts de recherche, et des établissements du secteur privé hors Québec

UN PARTENARIAT AXÉ SUR LA VALORISATION ET LE TRANSFERT DES CONNAISSANCES

Notre programme *Projet de recherche orientée en partenariat* favorise les interactions et le partenariat entre les chercheurs des milieux universitaire et collégial, les partenaires économiques et gouvernementaux et les utilisateurs potentiels des résultats de la recherche, dans des secteurs stratégiques pour le Québec. En 2010-2011, c'est 6,4 millions de dollars qui ont été investis par le FQRNT et ses partenaires.

Une force de recherche importante dont l'objectif est d'accélérer l'innovation dans les secteurs prioritaires du Québec.

En 2010-2011 :

- **114 projets de recherche orientée en partenariat**
- **299 chercheurs**
universitaires, gouvernementaux, de collège et industriels
- **1 628 étudiants**
des 2^e et 3^e cycles supervisés par des membres principaux
- **203 stagiaires**
postdoctoraux supervisés par des membres principaux
- **77 établissements**
des membres principaux de l'équipe, comprenant des universités, des cégeps, des centres collégiaux de transfert de technologie, des hôpitaux, des centres et instituts de recherche, des ministères ou organismes gouvernementaux et des établissements du secteur privé
- **15 partenaires** privés ou publics
Effet de levier : **4,98 \$** pour chaque dollar injecté par le Fonds

Projets de recherche orientée en partenariat en cours pendant l'année 2010-2011 :

- Améliorer la compétitivité en production / transformation laitière
- Innovation en production et en transformation laitières
- Innovation en production et en transformation laitières-V
- Aménagement et environnement forestiers-II
- Aménagement et environnement forestiers-III
- Aménagement et environnement forestiers-IV
- Forêt boréale au Saguenay-Lac-Saint-Jean-II
- Transformation des produits du bois
- Nanotechnologies pour le secteur forestier pour la création de produits de haute technologie
- Innovation et valorisation de l'aluminium
- Cyanobactéries
- Eaux souterraines du Québec
- Réduction et séquestration des gaz à effet de serre

Nos forums de transfert, pour une valorisation des travaux de recherche

Le Forum technologique Novalait qui s'est tenu le 13 mai 2010, a réuni environ 135 personnes. Ce forum a permis de faire connaître les résultats des cinq projets de recherche financés dans le cadre du *Programme de recherche stratégique pour augmenter la compétitivité en production et en transformation laitières* et du *Programme de recherche orientée et transfert technologique pour l'innovation en production et en transformation laitières*.

Un forum de transfert à mi-parcours sur les cyanobactéries s'est tenu les 11 et 13 janvier 2011. Environ 80 personnes ont participé à cette activité de transfert des résultats de huit projets de recherche financés dans le cadre du *Programme de recherche en partenariat sur les cyanobactéries*.

UNE FORCE DE RECHERCHE UNIQUE

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

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 qu'international. Ce sont de véritables pôles d'excellence qui mettent à profit leur force en recherche et l'expertise unique des chercheurs dans des domaines stratégiques, permettant ainsi de maintenir la capacité d'innovation du Québec.

En 2010-2011 :

- **37 regroupements stratégiques**
- **1 605 chercheurs**
de tous les milieux (universitaires, gouvernementaux, industriels, de collège, hors-Québec et autres)
- **6 626 étudiants**
des 2^e et 3^e cycles supervisés par des membres principaux
- **818 stagiaires**
postdoctoraux supervisés par des membres principaux
- **41 établissements (membres principaux)**
comprenant des universités, des cégeps, des hôpitaux, des centres et instituts de recherche
- **Des équipements**
et des installations scientifiques de haut calibre.

QUELLE PLACE POUR NOS CHERCHEURS DANS UN CONTEXTE DE COLLABORATION SANS FRONTIÈRES ?

Dans son discours d'inauguration de l'Institut Pasteur, le 14 novembre 1888, Louis Pasteur affirmait : « *La science n'a pas de patrie, car la connaissance appartient à l'humanité, c'est un flambeau qui illumine le monde* ».

Le célèbre scientifique n'aurait sans doute pu imaginer qu'à plus d'un siècle d'intervalle, la recherche scientifique connaîtrait à la fois une telle ouverture, une telle globalisation et une telle accélération. À preuve, plus du tiers des articles scientifiques publiés aujourd'hui dans des journaux spécialisés à travers le monde sont le fruit de collaborations internationales, en augmentation de 25 % par rapport au milieu des années 90.¹

Et cela se comprend puisque la plupart des problèmes auxquels notre société est confrontée ont des causes ou des ramifications qui dépassent les frontières. Que l'on pense, par exemple, aux changements climatiques, aux conditions d'exploitation des ressources naturelles, à la sécurité alimentaire ou aux nouvelles sources d'énergie. De plus, les nouveaux moyens de communication contribuent largement au rapprochement des chercheurs de tous horizons en permettant une circulation des connaissances impensable il y a seulement dix ou quinze ans.

Dans un tel contexte, les collaborations internationales s'imposent d'elles-mêmes comme une nécessité afin que les chercheurs puissent mettre en commun leurs efforts et leurs savoirs et ainsi contribuer à relever des défis majeurs pour l'avenir de la planète.

Des collaborations à la hauteur des enjeux planétaires

« Plus qu'une nécessité, les collaborations entre chercheurs à l'échelle internationale sont devenues un incontournable », soutient Pierre Magnan, directeur du Groupe de recherche interuniversitaire en limnologie et en environnement aquatique (GRIL). « Si l'on veut rester dans le peloton de tête, il est essentiel d'élargir nos échanges de connaissances avec des chercheurs d'autres pays, d'aller voir ailleurs comment les choses se font, de confronter notre vision des problèmes, nos approches, nos solutions. Il est surtout important, dans un esprit de synergie, de combiner une diversité d'expertises, de moyens et d'expériences avec des chercheurs étrangers afin d'accroître l'excellence de nos recherches et d'en maximiser la portée », ajoute-t-il.

Pour les chercheurs du Centre de recherche en géochimie et géodynamique (GEOTOP), spécialisés dans les sciences de la terre, l'insertion dans des réseaux internationaux est une condition *sine qua non* d'avancement des projets. « L'objet de nos travaux n'a pas de frontières. Quand on pense aux grands cycles biogéochimiques, à l'atmosphère, aux changements du climat ou aux tremblements de terre, il faut avoir une vision globale, souligne Anne de Vernal, directrice du GEOTOP. Dans un domaine comme le nôtre, la participation à des réseaux internationaux, où une masse critique de chercheurs de toute provenance travaillent ensemble, est non seulement essentielle pour résoudre des problèmes souvent très complexes, mais elle est aussi extrêmement importante pour rester compétitif et à la fine pointe du savoir-faire. Sans compter qu'il ne serait pas envisageable, sur les plans tant matériel que logistique, de mener seul les campagnes de carottage ou de forage océanique auxquelles nous participons. »

¹ Knowledge, networks and nations : global scientific collaboration in the 21st century, Rapport de la Royal Society, Royaume-Uni, mars 2011.

Dans un contexte de recherche où la donne a considérablement changé, il semble que les chercheurs ne peuvent plus faire cavalier seul. Ils ont tout à gagner à partager leurs connaissances et leurs façons de faire avec des chercheurs étrangers, comme en témoigne Alain Royer, un spécialiste de la géophysique de l'environnement et des observations satellites appliquées aux changements climatiques qui fait partie du Centre sur les changements climatiques et l'environnement global (C3EG). « Il y a quelques mois, j'ai participé avec des scientifiques de plusieurs pays à une mission internationale organisée par le "Maritime Aerosol Network (MAN)" qui a conduit à l'utilisation des photomètres solaires durant nos voyages de recherche en mer, précise le chercheur. Nous pouvons depuis effectuer des mesures satellitaires et réaliser des modèles de transport des aérosols, très utiles pour nos travaux sur les changements climatiques. »

La participation à de tels projets constitue une importante valeur ajoutée en termes d'acquisition d'expertises pointues et d'échanges de modèles d'analyse. « Plus on est ouvert, plus on y gagne, ajoute-t-il. C'est d'ailleurs le cas avec le projet Bipôle que j'ai mis sur pied avec un groupe de glaciologues français. Ce projet fait appel à la complémentarité de nos expertises pour organiser, l'an prochain, une mission en Antarctique, après avoir fait une campagne conjointe dans l'Arctique à l'hiver 2011. La beauté de ce projet en climatologie polaire, c'est qu'il me donne accès à un tout nouveau territoire de recherche, l'Antarctique. »

Des réseaux à géométrie variable...

D'emblée, on peut dire qu'il existe pratiquement autant de types de réseaux ou de modèles de collaborations qu'il y a de regroupements... et de chercheurs. Actuellement, dans plusieurs regroupements, le réseautage à l'échelle internationale tient beaucoup à la personnalité, au domaine de recherche et au dynamisme propres aux différents chercheurs. C'est notamment le cas au Centre d'optique, photonique et laser (COPL) où on laisse toute latitude aux chercheurs pour participer, comme bon leur semble, à des échanges avec des équipes internationales.

Le professeur See Leang Chin de l'Université Laval, membre du COPL, est un leader mondial dans le domaine des lasers intenses ultrarapides. Des découvertes de premier plan lui ont d'ailleurs valu un

large rayonnement. Son leadership scientifique a pris notamment la forme de très nombreuses collaborations avec d'autres chercheurs un peu partout dans le monde. « Je considère que les collaborations et les échanges internationaux avec d'autres chercheurs ou d'autres laboratoires sont essentiels pour l'avancement et l'approfondissement des connaissances dans mon domaine. La richesse de ces échanges m'a permis d'aller plus loin dans mes travaux. Que cela prenne la forme de publications conjointes ou de codirections d'étudiants, j'ai toujours privilégié la collaboration avec les chercheurs de petits réseaux informels où je retrouve une certaine complémentarité scientifique, souligne le professeur Chin. Le fait de travailler avec des chercheurs qui pensent de façon différente et qui ont d'autres influences culturelles stimule grandement la créativité et l'inventivité. Au-delà du plan strictement scientifique, de telles collaborations sont aussi très positives au plan humain. Elles nous rendent plus tolérants et nous aident à mieux comprendre les autres sociétés. »

De même pour le professeur Tung Nguyen Dang, un spécialiste des sciences moléculaires appliquées au laser et des aspects formels de la théorie quantique, qui a développé, depuis plus de 25 ans, des collaborations internationales avec de nombreux groupes de chercheurs, particulièrement en Europe. « Sans une ouverture à ces réseaux, la plupart informels, nous aurions manqué de belles occasions de participer à des recherches d'envergure, de donner de la visibilité à nos travaux et de s'inscrire dans des courants porteurs pour le développement des connaissances dans notre domaine, fait valoir Tung Nguyen Dang. Il a cependant fallu apprendre à dépasser la barrière des cultures pour ouvrir notre esprit à d'autres façons de voir et de faire, ce qui s'est avéré très avantageux sur tous les plans. »

Autre regroupement, autre approche. Dès sa création, le Réseau aquaculture Québec (RAQ) a mis l'accent sur les collaborations internationales. « Nous avons choisi comme critères premiers d'établir des collaborations réelles, soutenues et de longue durée avec des chercheurs internationaux, se rappelle Céline Audet, directrice du RAQ. Cette décision de valoriser les collaborations internationales s'inscrit dans une philosophie qui favorise les travaux conjoints de nos chercheurs avec des chercheurs étrangers afin de situer nos recherches dans un cadre plus large. Le créneau de l'aquaculture étant assez pointu, il est important d'être proactif pour faciliter au maximum les échanges de connaissances et accroître le niveau d'expertises de nos chercheurs. »

Le cas de l'aquaculture du doré qui fait l'objet d'un projet de recherche ici, au Québec ainsi qu'en Tunisie, où un chercheur travaille sur une problématique similaire, est un bel exemple du *modus operandi* du RAQ. « Nous misons sur le rattachement d'un tel chercheur à notre regroupement et nous nous assurons ainsi de maintenir des relations très étroites tout en accélérant le transfert de connaissances, ce qui se traduit par une productivité accrue, mais sans nécessiter de ressources supplémentaires », fait valoir Mme Audet.

Quand le choc des idées donne des ailes pour aller plus loin

Paul del Giorgio, membre du GRIL, spécialiste reconnue dans les domaines de la biochimie du carbone, de l'écologie aquatique et des gaz à effet de serre, est au nombre de ces chercheurs qui croît en l'importance de joindre les forces des scientifiques pour s'attaquer aux problèmes complexes et globaux des régions boréales. « En tant que chercheurs, nous avons la responsabilité d'aborder ces enjeux qui constituent une menace pour la planète entière », affirme-t-il.

« Le cas des régions boréales (11 pays) est typique du genre de problème qui nécessite de travailler conjointement avec des chercheurs d'ailleurs dans le monde, note M. del Giorgio. La création par le gouvernement suédois d'un programme permettant d'intégrer des chercheurs étrangers dans différents projets reliés aux régions boréales nous a permis d'échanger des connaissances et de poursuivre différentes recherches. Nous avons aussi associé des étudiants à ces travaux grâce au programme de soutien à la mobilité internationale. »

Dans la foulée de ce programme, M. del Giorgio a créé, avec un groupe de scientifiques, un réseau international, l'*International Federation of Boreal Aquatic Research* (IFBAR), qui a reçu un soutien de démarrage d'Hydro-Québec. « Nous nous sommes engagés à créer un tel réseau afin de motiver et de rassembler les groupes de chercheurs qui travaillent sur des problèmes similaires dans la ceinture boréale, soutient-il. Les interactions les plus productives et les échanges les plus féconds se font parfois à petite ou moyenne échelle. Trouver les moyens de faire plus et d'assurer le financement pour la suite, reste toujours un défi. »

Le choc des idées a pris une autre voie pour Tigran Galstian, membre du COPL et spécialiste en optique-photonique. Dans la foulée de la mise au point, il y a quelques années, d'une minuscule lentille autofocus au concept original, M. Galstian a créé LensVector, une entreprise de haute technologie qui a bénéficié de l'expertise de chercheurs du Canada bien sûr, mais aussi de chercheurs provenant d'un peu partout sur la planète. L'invention réalisée par Tigran Galstian et son équipe internationale est aujourd'hui en voie de révolutionner l'industrie du téléphone cellulaire. « À une époque où les frontières s'effacent, il nous faut trouver les expertises pointues dont nous avons besoin là où elles se trouvent, soutient le chercheur-entrepreneur. Les collaborations internationales constituent actuellement un outil indispensable pour avancer. Elles contribuent d'ailleurs à élargir mes champs de recherche, en particulier mes travaux sur l'affichage des cristaux liquides pour des applications éventuelles dans le domaine biomédical. »

Bien que le siège social de LensVector se trouve à l'extérieur du Québec pour des raisons de fabrication et de mise en marché de la lentille, le volet recherche et développement demeure à l'Université Laval. « Je crois que la capacité d'innovation d'une équipe passe par la diversité, tant des origines et des expertises de ses membres que de leur formation ou de leur façon d'envisager les choses. C'est ce qui fait la richesse de mon équipe au COPL, précise Tigran Galstian. »

La mobilité des étudiants, fer de lance de la collaboration internationale

Tous en conviennent : la mobilité des étudiants constitue actuellement le moteur, voire le fer de lance de la collaboration internationale au Québec. « Les stages dans des laboratoires à l'étranger permettent bien sûr aux étudiants de revenir avec des connaissances nouvelles ou des façons différentes d'aborder certains problèmes, mais ils leur permettent surtout de s'enrichir d'idées neuves, de s'ouvrir à de nouvelles cultures et de tisser des liens précieux pour des collaborations futures. C'est là un processus très dynamique qui constitue un véritable stimulus pour les milieux de recherche, fait remarquer Pierre Magnan, du GRIL. Bien que l'accès à des fonds pour la participation des chercheurs à des réseaux internationaux soit plutôt limité, on peut heureusement compter sur de nombreux programmes favorisant la mobilité internationale de nos étudiants. »

Pour Céline Audet, du RAQ, la codirection d'étudiants avec des chercheurs étrangers est la clé de voûte pour développer des collaborations internationales dans le contexte actuel. « C'est une approche que nous encourageons, car nos étudiants bénéficient grandement de ces stages internationaux, soutenus par des programmes de bourses, précise Mme Audet. Les étudiants deviennent en quelque sorte des vecteurs de la collaboration internationale, ce qui les amène à élargir leurs horizons de recherche et à penser différemment. Mentionnons seulement, à titre d'exemple, la culture des moules. Les techniques de culture pratiquées en France sont très différentes de celles en vigueur chez nous. Le fait pour des étudiants d'être en contact avec le modèle français suscite des questionnements quant aux diverses façons de faire et à leurs effets sur l'environnement. Cela accroît globalement la qualité de la recherche. »

Le brassage culturel auquel sont soumis les étudiants lors de stages internationaux apparaît profitable sur tous les plans, comme le souligne Mme de Vernal. « Lors de nos missions, une large proportion d'étudiants, souvent la moitié, vient de l'étranger. Le fait de regrouper de jeunes chercheurs de plusieurs nationalités ayant des formations et des expériences différentes crée un milieu extrêmement stimulant et de très haut niveau. Le résultat de tels stages se fait sentir jusque dans les publications et peut même contribuer à des choix de carrière, note Mme de Vernal. Je me rappelle ma première campagne dans la baie de Baffin. J'ai passé deux mois en mer dans le cadre d'un programme international. Deux mois qui m'ont valu l'équivalent de deux années de formation tant l'expérience a été intense et les échanges avec des chercheurs d'envergure inspirants. Cela a d'ailleurs confirmé mon orientation en recherche. »

À l'évidence, les collaborations internationales ont connu un essor considérable ces dernières années. Les bénéfices sont tangibles, entre autres, dans les publications. « Notre contribution se compare aux meilleurs chercheurs, souvent dans des publications très prestigieuses », souligne Pierre Magnan. Sans compter que « les connaissances acquises à l'international nous permettent de mener les projets régionaux avec plus de force, en mettant à profit ici toute l'expertise acquise », note Anne de Vernal.

Bien que les chercheurs interviewés se disent très satisfaits du soutien offert aux étudiants par différents programmes de mobilité internationale, certains ont soulevé le manque de financement pour des participations à des projets internationaux. D'autres ont plutôt mis l'accent sur la nécessité d'une meilleure répartition ou redistribution des fonds afin de permettre aux chercheurs québécois de jouer un rôle plus significatif dans les collaborations internationales.

Établir des liens. Partager des idées. Apprendre des autres. Générer des connaissances. Innover dans les façons de faire. Cette dynamique des réseaux formels ou informels avec des chercheurs étrangers agit comme un véritable catalyseur sur les collaborations internationales et influe globalement sur l'avancement scientifique. Si l'on se fie au son de cloche lancé par les directeurs et chercheurs des regroupements, les collaborations internationales semblent plus que jamais à l'ordre du jour. L'heure est au positionnement afin de prendre encore plus de place dans l'effort international de recherche.

L'année 2010-2011 a vu nombre de chercheurs du domaine des sciences naturelles et génie récompensés et honorés. Voici donc quelques honneurs et prix d'excellence décernés à des chercheurs financés par le Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies pour la qualité exceptionnelle de leurs travaux de recherche.

PRIX D'EXCELLENCE DU FQRNT 2010-2011

Le Prix d'excellence du FQRNT vise à récompenser la contribution exceptionnelle d'un chercheur universitaire ou collégial à l'avancement des connaissances dans les domaines des sciences naturelles, des sciences mathématiques et du génie, la reconnaissance de ses réalisations à l'international et leurs retombées pour le Québec.



Stephen Hanessian, de l'Université de Montréal, un leader mondial dans le domaine de la chimie organique et médicinale, est considéré depuis plusieurs décennies comme le meilleur chimiste canadien en synthèse organique. Il a rayonné partout dans le monde par ses travaux originaux, entre autres la méthode *Chiron* qui a mené à la création d'un logiciel utilisé dans une centaine de laboratoires pour faciliter et accélérer les synthèses chimiques. Membre du Centre de recherche en chimie verte et catalyse (CCVC), un regroupement soutenu par le FQRNT, M. Hanessian a aussi contribué à la formation d'une importante relève car près de 300 jeunes scientifiques ont travaillé dans son laboratoire.

PRIX DE L'ACFAS 2010

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

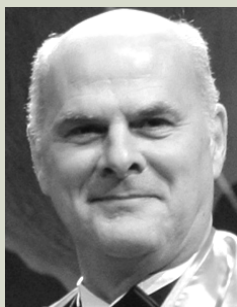
Prix Michel-Jurdant Sciences de l'environnement



Le Prix Michel-Jurdant 2010 est remis à Christian Messier, professeur titulaire au Département des sciences biologiques de l'Université du Québec à Montréal et membre du Centre d'étude de la forêt (CEF).

Spécialiste en écologie forestière, les travaux de **M. Messier** dans ce domaine ont permis de jeter des ponts entre le monde de la recherche et celui de l'industrie forestière. Il a été l'un des premiers chercheurs à tirer la sonnette d'alarme sur la nécessité d'instaurer un aménagement forestier durable.

Prix Léo-Pariseau Sciences biologiques et sciences de la santé



Le Prix Léo-Pariseau 2010 est remis à René Roy, professeur au Département de chimie de l'Université du Québec à Montréal et titulaire de la Chaire de recherche du Canada en chimie thérapeutique de l'UQAM, ainsi que membre du Centre sur les changements climatiques et environnementaux à l'échelle du globe (C3EG).

Référence mondiale en immunochimie, les découvertes de **M. Roy** dans le domaine du système immunitaire sont à l'origine d'importantes applications thérapeutiques, dont la production des premiers vaccins synthétiques antibactériens. Il a également mis au point des structures arborescentes d'hydrates de carbone présentant de nombreuses extrémités constituées de molécules de glucide. Leur nombre élevé est à l'origine d'une affinité accrue avec des cibles biologiques, telles que les cellules du système immunitaire par exemple.

Prix J.-Armand-Bombardier Innovation technologique



Le prix Acfas – J.-Armand-Bombardier 2010 est remis à Gregory Dudek, directeur de l'École des sciences informatiques de l'Université McGill et membre du Regroupement pour l'étude des environnements partagés intelligents répartis (REPARTI).

Les travaux de **M. Dudek** dans le domaine de la robotique ont permis de mettre en œuvre des applications pratiques et de développer des robots performants, capables de reconnaître des objets, de se localiser dans un environnement inconnu, de le cartographier et d'y naviguer. Aqua, un robot amphibie mobile et autonome, est un outil efficace d'exploration, d'évaluation et d'inspection du milieu sous-marin, habituellement difficile d'accès. Sa petite taille et son déploiement aisé lui permettent d'intervenir rapidement, lors d'une catastrophe naturelle par exemple.

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 André Dieter Bandrauk, professeur au Département de chimie de l'Université de Sherbrooke et membre du Centre de recherches mathématiques (CRM).

Grâce à une conjonction impressionnante de savoirs issus de la science quantique, de la chimie computationnelle et de la photonique moléculaire, **M. Bandrauk** est devenu un pionnier et un leader mondial dans le contrôle et la transformation de la matière par la technologie du laser ultrarapide. Dans les années 1990, il a prédit l'existence de l'attoseconde, qui représente un milliardième de milliardième de seconde. Une décennie plus tard, la prédiction du professeur Bandrauk a pris forme, faisant de lui le père de la science attoseconde. De façon plus concrète, la science attoseconde pourrait servir à de nouvelles applications en technologie de l'information et en médecine, notamment dans le traitement du cancer de la peau.



Prix Armand-Frappier **Promotion de la recherche**

Le prix Armand-Frappier est décerné à Louis Fortier, professeur au Département de biologie de l'Université Laval et directeur du Groupe interinstitutionnel de recherches océanographiques du Québec (Québec-Océan).

Spécialiste mondialement reconnu des changements climatiques, **M. Fortier** a fait de cette problématique son cheval de bataille. Au fil des ans, il s'est par ailleurs intéressé à l'Arctique et aux écosystèmes des mers glacées et concerte les efforts de recherche de nombreux chercheurs et collaborateurs afin de protéger l'intégrité des écosystèmes marins arctiques et boréaux. Les missions scientifiques pour étudier l'Arctique canadien en mutation à bord du brise-glace de recherche Amundsen a permis au Canada d'assumer pleinement le leadership de l'effort international de recherche mené dans sa propre zone de l'océan Arctique.



Prix Lionel-Boulet **Innovation technologique**

Le prix Lionel-Boulet est décerné à Michael Florian, professeur au Département d'informatique et recherche opérationnelle de l'Université de Montréal et membre du Centre interuniversitaire de recherche sur les réseaux d'entreprises, la logistique et le transport (CIRRELT).

Expert mondialement reconnu en recherche opérationnelle, **M. Florian** manifeste un grand intérêt pour l'étude des transports. Il s'intéresse depuis de nombreuses années à l'application des modèles mathématiques aux problèmes de planification du transport des personnes et des marchandises. Ces modèles ont mené à la création de logiciels révolutionnaires qui permettent de planifier les réseaux de transport de façon plus efficace. Parmi les réalisations qui ont fait la renommée de Michael Florian et du CIRRELT, on retrouve la conception des logiciels Emme et STAN, servant respectivement à la planification des transports urbains et régionaux, et à la planification du transport des marchandises.

LES 10 DÉCOUVERTES DE L'ANNÉE 2010

Chaque année, le magazine *Québec Science* propose un tour d'horizon de la recherche québécoise et sélectionne 10 découvertes jugées importantes. Les travaux de sept chercheurs et d'un stagiaire postdoctoral financés par le FQRNT se retrouvent dans les « Découvertes de l'année 2010 ».



Foresterie

Christian Messier, professeur à l'Université du Québec à Montréal, et **Alain Paquette**, stagiaire postdoctoral et chargé de cours, tous deux sont membres du Centre d'étude de la forêt (CEF).

– « *Vive la diversité!* »



Biologie animale

Joël Bêty, professeur à l'Université du Québec à Rimouski et membre du Centre d'études nordiques (CEN).

– « *Toujours plus haut...* »



Climatologie

René Laprise, professeur à l'Université du Québec à Montréal et membre du Centre sur les changements climatiques et environnementaux à l'échelle du globe (C3EG).

– « *Maître du chaos* »



Chimie/énergie

Benoît Marsan, professeur à l'Université du Québec à Montréal et membre du Centre québécois sur les matériaux fonctionnels (CQMF).

– « *Du soleil en pile* »



Biochimie/pharmacologie

François Malouin, professeur à l'Université de Sherbrooke, membre de PROTÉO, le regroupement québécois de recherche sur la fonction, la structure et l'ingénierie des protéines, et du Centre de Recherche en Infectiologie Porcine (CRIP).

– « *Le secret du riboswitch* »



Chimie

Chao-Jun Li et **Audrey Moores**, professeurs à l'Université McGill et membres du Centre en chimie verte et catalyse (CCVC).

– « *Vers une chimie plus verte?* »

RÉALISATION

Caroline Dufresne, conseillère aux communications et édimestre
David M. Vallières, conseiller aux communications et édimestre
Bureau du président-directeur général
Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

COLLABORATION EXTERNE

Ginette Beaulieu, Média Science

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

LA RECHERCHE EN SCIENCES NATURELLES ET GÉNIE

Nos chercheurs bâtissent un avenir durable

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec 2011
Numéro ISBN 978-2-550-60965-0 (imprimé)
Numéro ISBN 978-2-550-60966-7 (PDF)

Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies

4^e étage, bureau 450
140, Grande Allée Est
Québec (Québec) G1R 5M8

Téléphone : 418 643-8560
Télécopieur : 418 643-1451

fqrnt@fqrnt.gouv.qc.ca
www.fqrnt.gouv.qc.ca

*Fonds de recherche
sur la nature
et les technologies*

Québec 