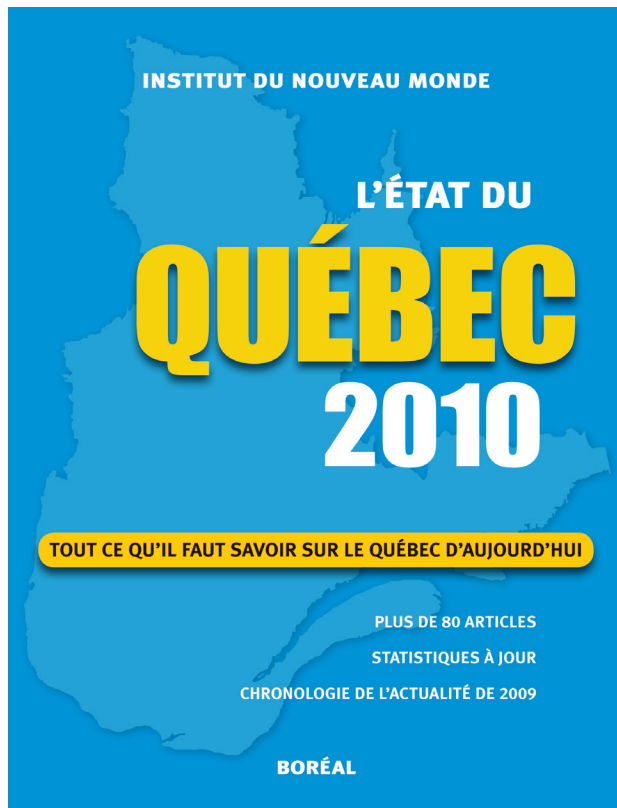


Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT)

Extrait de *L'état du Québec 2010*



«Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT)», dans *L'état du Québec 2010*, Miriam Fahmy (dir.), Montréal, Boréal, 2009, p. 193-202.

Nos chercheurs bâtissent un avenir durable

Pierre Prémont

Président-directeur général, Fonds québécois de la recherche sur la nature et les technologies (FQRNT)

La Stratégie québécoise de la recherche et de l'innovation, *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 souligné l'importance cruciale de la recherche dans les domaines des sciences pures, des sciences naturelles et du génie, en accordant au FQRNT un rôle et des moyens accrus.

C'est avec fierté que nous vous dévoilons 17 réalisations d'étudiants et de chercheurs financées par le FQRNT en 2008-2009. 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, à leur façon, chacun dans leur champ d'expertise, contribuent à bâtir un avenir durable pour le Québec.

Nos chercheurs sont très actifs et appuient, par leurs travaux, d'importants secteurs de l'économie québécoise tels que la forêt et l'aérospatiale, les nouvelles technologies de la santé et le bioalimentaire, l'environnement et les écosystèmes, en passant par les biotechnologies et les nanotechnologies. Ces hommes et ces femmes prennent ainsi 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 ce panorama représentent une partie des nombreux travaux financés par le FQRNT et constituent une excellente occasion de faire connaître ce qui se fait en recherche au Québec en sciences naturelles et en génie.

Je vous souhaite une agréable lecture!

Projets prometteurs en sciences naturelles et en génie



BIOALIMENTAIRE: AGROALIMENTAIRE

Application de compost pour contrer la verticilliose de la fraise

La verticilliose de la fraise est une maladie qui réduit considérablement la croissance et la productivité des fraisiers. Afin d'assurer une productivité économiquement viable, les producteurs appliquent fréquemment des biocides de synthèse (fumigants), qui sont chers et d'utilisation difficile en raison de leur toxicité. En contrepartie, les composts sont des produits peu coûteux dont l'utilisation s'inscrit parfaitement dans un contexte d'agriculture durable. En plus d'améliorer la qualité des sols et d'offrir des éléments fertilisants pour la culture, certains composts sont reconnus pour leurs caractéristiques leur permettant de lutter contre différentes maladies telluriques. Les travaux de Valérie Bernier-English, stagiaire chez le producteur Les Fraises de l'île d'Orléans, consistent à mesurer l'effet de divers types de composts et de doses différentes sur le développement de la verticilliose du fraisier sur des cultures en serre et en champ.



ENVIRONNEMENT

Développement d'un nouveau type de passes migratoires multi-espèces

L'accès à la plaine inondable du Saint-Laurent est un élément clé pour la reproduction et l'alevinage de nombreuses espèces de poissons fréquentant cet habitat. Cependant, le dragage de la voie navigable et l'aménagement des berges ont contribué à réduire la superficie des marais riverains. Pour compenser une partie de ces pertes, des marais ont été aménagés dans la plaine d'inondation. Lorsque le dénivelé entre le marais aménagé et le cours d'eau adjacent est trop important, la construction d'une passe migratoire est nécessaire afin de permettre aux poissons d'y accéder pour la fraie. Toutefois, jusqu'à tout récemment, les passes migratoires étaient surtout destinées à aider les salmonidés à franchir les obstacles, mais elles sont malheureusement peu efficaces pour d'autres espèces de poissons qui ont une faible capacité natatoire. Les travaux de Joanie Côté, stagiaire chez Canards Illimités Canada, consistent à construire une nouvelle passe qui répond aux besoins des poissons autres que les salmonidés.



NOUVELLES TECHNOLOGIES DE LA SANTÉ

Approche d'imagerie médicale par interaction acousto-électrique pour le dépistage du cancer du sein

La mammographie est la modalité d'imagerie médicale de référence pour le dépistage du cancer du sein. Sa sensibilité et sa spécificité peuvent toutefois être insuffisantes pour identifier les tumeurs de petite taille présentes à un stade précoce de la maladie, de même que celles présentes dans les tissus denses des jeunes sujets. Les travaux de Mathieu Gendron (École polytechnique de Montréal) portent sur le développement d'une nouvelle modalité d'imagerie médicale complémentaire à la mammographie, qui pourrait améliorer le dépistage du cancer du sein dans de telles situations. En balayant le sein avec ce faisceau ultrasonore, on obtient une cartographie de la conductivité électrique. Sachant que la conductivité électrique d'une tumeur mammaire est beaucoup plus grande que celle du tissu sain, cela permettrait de caractériser les tumeurs présentes, notamment quant à leur taille et à leur emplacement.



NOUVELLES TECHNOLOGIES DE LA SANTÉ : BIROBOTIQUE ET SYSTÈMES MÉCANIQUES

Robot médical d'échographie 3D pour détecter l'artériosclérose des membres inférieurs

Les maladies cardiovasculaires, telles que l'artériosclérose, sont responsables de plus du tiers des décès au Canada. La planification d'une intervention chirurgicale requiert une représentation géométrique en 3D de l'artère malade. L'échographie 3D est une avenue des plus prometteuses en imagerie pour détecter les sténoses, car elle offre des avantages tels que la commodité, des coûts peu élevés et une variété de choix d'analyses non invasives et non ionisantes. Cependant, les technologies actuelles en mode « mains libres » ne sont pas adaptées pour le balayage des longs vaisseaux du bas de l'abdomen et des jambes (membres inférieurs). Étant donné le taux de succès élevé des robots médicaux en chirurgie et en orthopédie, l'équipe de recherche de Marie-Ange Janvier (Université de Montréal) a conçu un système robotisé d'échographie 3D pour détecter et quantifier les sténoses des membres inférieurs.



GÉNOMIQUE

Transcription épigénétique du gamète mâle

L'épigénétique est utilisée pour décrire l'information biochimique héréditaire au sein de l'ADN et des protéines qui entourent et régulent la condensation de l'ADN. L'information épigénétique régule l'expression génique et peut être influencée par l'environnement. Des modèles animaux ont permis à Sarah Kimmins (Université McGill) de mettre en évidence le rôle capital que joue l'alimentation dans le programme épigénétique et la fertilité. L'étude des profils épigénétiques altérés dans des biopsies prélevées sur des patients atteints d'un cancer du testicule a mis en lumière la possibilité qu'une perturbation du programme épigénétique soit associée à l'apparition de ce type de cancer. Les travaux récents de Sarah Kimmins montrent que les profils épigénétiques régulent également la pluripotentialité et la prolifération des cellules dans les cancers du testicule ainsi que dans les cellules souches.



BIOTECHNOLOGIES

Plateforme microfluidique pour tests cytotoxicologiques *in vitro*

Un grand nombre de médicaments en phase préclinique échouent aux tests toxicologiques. L'évaluation précoce de la toxicité des médicaments représenterait un gain de temps et de coûts très important. Pour des questions d'éthique, mais également en raison des coûts prohibitifs et du temps requis, on a tendance à réduire les tests sur les animaux au profit de techniques *in vitro*. Les travaux d'Olivier Guenat (École polytechnique de Montréal) visent à développer des plateformes microfluidiques en PDMS (un polymère biocompatible et transparent) équipées de microcapteurs électrochimiques, en particulier des microélectrodes sélectives au potassium capables d'analyser en temps réel la viabilité cellulaire. Ainsi, lorsqu'un médicament à tester est administré à une population cellulaire cultivée sur une de ces plateformes, la mortalité cellulaire peut être analysée et quantifiée en fonction de l'augmentation de la concentration extracellulaire potassique, qui est un marqueur précoce de mort cellulaire.



ÉNERGIE

Nouvelles cathodes pour les piles utilisant le méthanol comme combustible (DMFC)

Les piles à combustible qui utilisent des membranes échangeuses de protons sont des dispositifs électrochimiques des plus prometteurs. De nombreuses applications dans le domaine de l'électronique portable sont envisagées. Ce projet de recherche est consacré au développement de nouvelles cathodes pour les piles à combustible fonctionnant par diffusion naturelle de l'air et avec une concentration élevée de méthanol. De nouvelles cathodes seront préparées en utilisant un liant différent du téflon afin de modifier la structure poreuse de la couche catalytique et d'améliorer la gestion de l'eau et le transport de l'oxygène vers le catalyseur. Les travaux d'Ana Tavares (INRS-Énergie, Matériaux et Télécommunications) visent l'optimisation de la structure et de la composition de la couche catalytique. Ils évalueront le degré d'utilisation du catalyseur et la gestion de l'eau produite dans l'électrode et étudieront l'interface entre la cathode et les nouvelles membranes composites. Les résultats permettront d'améliorer la performance des piles DMFC à des fins de commercialisation.



ENVIRONNEMENT ET ÉCOSYSTÈMES: CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Biodégradation des composés pharmaceutiques

Un nombre croissant de composés pharmaceutiques se retrouve dans l'environnement par l'entremise de rejets non traités et de rejets de systèmes de traitement des eaux usées. Plus de 80 composés pharmaceutiques ont été identifiés à des concentrations de l'ordre du microgramme par litre, et ce, dans les cours d'eau de plusieurs pays d'Europe et d'Amérique. L'impact de ces composés sur l'environnement est méconnu et leur présence suscite de nombreuses inquiétudes. Les travaux de l'équipe de David Cooper (Université McGill et Cégep de Sherbrooke) visent à évaluer l'impact environnemental de composés pharmaceutiques, plus spécifiquement celui de l'ibuprofène, du sulfaméthoxazole et de la carbamazépine, représentant respectivement les analgésiques, les antibiotiques et les anticonvulsifiants. Les résultats permettront d'établir des politiques environnementales québécoises, canadiennes et internationales de préservation de l'environnement et de surveillance de la santé publique.



TRANSPORT

Détérioration des chaussées routières au dégel

Le dégel constitue une des causes principales de détérioration des chaussées routières au Québec. Les administrations routières appliquent des politiques de restriction de charge lors du dégel comme moyen principal de protection des réseaux routiers. Les restrictions de charge nuisent toutefois considérablement à la compétitivité de l'industrie du transport ainsi qu'à l'économie québécoise. L'action du gel et du dégel sur les sols gélifs d'infrastructure est généralement considérée comme étant responsable de l'affaiblissement de la chaussée. On a cependant observé que plus de la moitié des dégradations par fatigue qui se produisent durant cette période surviennent en début du dégel, alors que le sol d'infrastructure est encore gelé et que les limitations de charge ne sont pas encore en vigueur. Les travaux de l'équipe de Guy Doré (Université Laval et École de technologie supérieure) visent à identifier et à étudier les mécanismes d'affaiblissement et de détérioration qui agissent dans la partie supérieure de la chaussée.



TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DES COMMUNICATIONS

Informatisation du graphisme tactile à l'usage des personnes aveugles ou handicapées visuelles

L'accès aux documents imprimés est fondamental pour les personnes aveugles ou handicapées visuelles. Le braille et les technologies de synthèse vocale sont aujourd'hui les seuls outils qui permettent aux aveugles d'accéder à un texte sans l'intervention d'une autre personne – à condition que le texte soit disponible sous forme électronique. Pour les images, la seule méthode d'accès est le transfert manuel d'images graphiques en images tactiles sur un support physique embossé accompagné de texte et de symbologie. Les travaux de l'équipe de Vincent Hayward (Université McGill, Université du Québec à Montréal et Université de Montréal) concernent le développement d'un système électromécanique et informatique pour rendre les images accessibles sans avoir recours à la production physique du graphisme tactile. Ce système repose sur le développement récent d'une famille de transducteurs tactiles commandés par ordinateur qui stimulent la peau du bout des doigts en la déformant tangentiellement à la surface et de façon localisée.



ENVIRONNEMENT ET ÉCOSYSTÈMES: CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Émissions de GES par les lacs thermokarstiques au Québec

L'accumulation des gaz à effet de serre (GES) dans l'atmosphère est une préoccupation environnementale majeure au XXI^e siècle. Le réchauffement climatique a déjà enclenché un processus généralisé de fonte du pergélisol, couvrant 25 % du territoire québécois, dans les régions boréales et subarctiques. Cette fonte crée des dépressions remplies d'eau appelées « lacs thermokarstiques ». La formation de ces lacs dans les régions circumpolaires, y compris au Nunavik, soulève beaucoup d'inquiétude, car elle peut générer une libération massive de dioxyde de carbone et de méthane vers l'atmosphère, entraînant une accélération du réchauffement planétaire. Cet écosystème répandu en région nordique est très peu connu. Le but principal des travaux de l'équipe de recherche de Reinhard Pienitz (Université Laval et INRS) est de développer un ensemble de connaissances et d'outils pour évaluer l'évolution de l'écosystème thermokarstique sous l'influence des changements climatiques.



SCIENCES COGNITIVES

Centre de recherche sur le langage, l'esprit et le cerveau (CRLEC)

Le langage est essentiel non seulement au développement de la personne et aux rapports humains normaux, mais aussi à la mise en place d'institutions caractérisant les cultures humaines telles que l'éducation, le gouvernement, le commerce, les arts et les sciences. Le Centre de recherche sur le langage, l'esprit et le cerveau (CRLEC) a établi un milieu de recherche multidisciplinaire et multi-institutionnel consacré à l'étude théorique et pratique des processus fondamentaux de la communication. Les activités du CRLEC se concentrent sur les structures linguistiques, les procédés neurolinguistiques, le bilinguisme, l'acquisition et la pédagogie d'une deuxième langue, les troubles de la parole et les dyslexies. Les membres s'appliquent à traduire d'importantes découvertes scientifiques en programmes novateurs, utiles à la société.



AÉRONAUTIQUE ET AÉROSPATIALE

Centre de recherche en astrophysique du Québec (CRAQ)

De tout temps, l'exploration et la compréhension de l'Univers ont fasciné l'être humain. Depuis plus de 25 ans, le Centre de recherche en astrophysique du Québec (CRAQ) propose un environnement de recherche privilégié aux chercheurs québécois qui s'intéressent à ce domaine. Les astrophysiciens québécois sont des chefs de file dans plusieurs domaines de la recherche théorique et expérimentale. La mission du CRAQ est de promouvoir l'excellence en astrophysique au Québec et de faire rayonner l'astronomie québécoise sur la scène mondiale. L'année 2008 a permis de concrétiser les efforts des astrophysiciens Christian Marois, David Lafrenière et René Doyon. Cette équipe de chercheurs a réussi à photographier un système planétaire possédant trois planètes en orbite autour d'une étoile de la constellation de Pégase.



MATÉRIAUX

Enrobage de poudres d'aluminium ultrafines

Depuis plusieurs années, l'intérêt pour les poudres d'aluminium ultrafines s'est considérablement accru, particulièrement pour leurs propriétés de combustion accélérée et leur très grande réactivité. Ces poudres, qui ont un diamètre allant d'une centaine de micromètres à une centaine de nanomètres, ont des applications dans les domaines de l'industrie chimique, de l'aérospatiale et de la métallurgie. Les usages possibles des poudres d'aluminium ultrafines intéressent particulièrement l'industrie du moulage par injection et le domaine de la fabrication de compositions énergétiques propulsives ou explosives (tels les carburants métalliques) pour des applications spatiales. L'élimination des problèmes de vieillissement prématuré de ces matériaux est une des conditions essentielles à l'expansion de ce marché dont le potentiel économique est important. Les travaux de l'équipe de Charles Dubois (École polytechnique de Montréal, Université McGill, agence gouvernementale RDDC et General Dynamics du Canada) visent à élaborer un procédé d'enrobage thermoplastique autour des particules métalliques d'aluminium afin d'accroître le potentiel industriel des poudres ainsi traitées.



ÉCOSYSTÈMES

Effet de différents scénarios de récupération des brûlis sur la biodiversité faunique

Le Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État impose la récolte des surfaces récemment brûlées. Actuellement, il n'y a plus de normes concernant la distribution des coupes, et il est possible de récolter toute la matière ligneuse d'une surface incendiée, ce qui peut compromettre la mise en œuvre d'un aménagement durable des forêts tenant compte du critère de maintien de la biodiversité. Les préoccupations de l'équipe de recherche de Jacques Ibarzabal (Université du Québec à Chicoutimi, Service canadien des forêts [Centre de foresterie des Laurentides], Service canadien de la faune, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue et MRNF) sont reliées à la récupération des brûlis et concernent principalement les communautés d'insectes saproxyliques et pyrophiles (qui dépendent de la présence de bois brûlé par des incendies de forêt pour accomplir leur cycle vital) ainsi que certains oiseaux consommateurs d'insectes qui colonisent le bois incendié.



BIOALIMENTAIRE

Impact d'un tarissement court pour les troupeaux laitiers québécois

Les travaux de l'équipe de Doris Pellerin (Université Laval, ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec [MAPAQ] et Novalait inc.) visent la mise en place d'une nouvelle régie de tarissement permettant d'améliorer la santé et la productivité des vaches par un tarissement plus simple. Si on augmente la période productive des vaches en réduisant la période de tarissement, la rentabilité des entreprises québécoises s'en trouvera améliorée. Plusieurs études aideront à approfondir les connaissances sur les effets spécifiques d'une réduction de la période de tarissement; l'une d'elles portera sur l'expression des gènes et des récepteurs liés à la production laitière dans la glande mammaire.



NANOTECHNOLOGIES

Teintures et peintures aqueuses nanocomposites pour le bois à usage extérieur

L'emploi de teintures et de peintures à base d'eau commence à s'accroître dans l'industrie forestière. Ces produits dits aqueux manquent toutefois d'efficacité sur les plans physique et mécanique, ce qui constitue un frein à leur pénétration du marché. Depuis près de trois ans, Bernard Riedl et ses partenaires, Forintek Canada Corp. et le Centre de recherche sur le bois (CRB) de l'Université Laval, collaborent à des recherches por-

tant sur les nanocomposites et les produits de finition intérieurs. L'expertise québécoise dans l'utilisation des nanoparticules comme renfort pour améliorer la formulation de teintures et de peintures colorées et semi-transparentes à base d'eau permettra de répondre aux défis industriels suivants: amélioration de l'adhésion film/bois et stabilisation des couleurs vis-à-vis des dégradations climatiques (UV, chaleur, humidité). L'élaboration novatrice d'une technique d'intégration des nanoparticules dans des formules de teintures et de peintures à base d'eau existantes, et son transfert vers l'industrie, permettra aux entreprises québécoises de maintenir leur compétitivité face aux pays où les coûts manufacturiers sont faibles.