

**Fabrication de nanofils d'AlGaAs à faible pertes par épitaxie sélective et passivation assistée par plasma pour des applications aux réseaux tout optiques**

**Vincent Aimez  
U. de Sherbrooke**

Ce projet a été développé sur la complémentarité des équipes dirigées par les trois professeurs en modélisation/simulation/test de composants d'optique non linéaires, en se basant sur des matériaux de très haute pureté et des procédés de nanofabrication particulièrement optimisés pour limiter les pertes de propagation dans les nano-guides d'ondes réalisés.

Le projet dans son ensemble a donc permis la mise en place de ce savoir faire de pointe contribuant ainsi avantageusement au positionnement du Québec sur la scène internationale dans ce domaine.

Ce projet a été développé en collaboration avec des chercheurs de l'Institut des Nanotechnologies de Lyon, de plus, suite aux résultats publiés nous sommes désormais en contact avec plusieurs autres groupe au niveau national et international pour la poursuite de ce type de travaux dans des applications couvrant aussi bien le domaine des télécommunications, de l'environnement et du biomedical.

**Séparation séquentielle de fractions peptidiques d'hydrolysats de soya par électrodialyse avec membrane d'ultrafiltration et évaluation de leurs bioactivités**

**Laurent Bazinet  
U. Laval**

Des connaissances nouvelles ont été apportées par ce projet à la fois sur les caractéristiques physico-chimiques du milieu et leurs impacts sur le traitement d'ÉDUF ainsi que sur l'identification de fractions peptidiques bioactives. Ce projet de recherche a généré aussi des informations très novatrices permettant de comparer non seulement l'ÉDUF et l'ultrafiltration (UF), mais aussi l'ÉDUF et la nanofiltration (NF) ainsi que le couplage UF/EDUF. Enfin, ce projet a permis une meilleure compréhension et une élucidation des mécanismes responsables des propriétés biologiques des peptides de soya, dont la relation structure/fonction métabolique. Il ressort de ce projet une voie très prometteuse d'utilisation des hydrolysats de soya fractionnés par EDUF pour la prévention du diabète de type II : certaines fractions ont un impact très prononcé sur la captation du glucose.

Le développement de la technologie mise au point dans ce projet et la production de fractions bioactives pourraient avoir plusieurs impacts pour le Québec :

- 1) augmentation de la compétitivité des industries alimentaires par la production de fractions protéiques ou de peptides, ayant des propriétés biologiques,
- 2) augmentation de la qualité de vie et réduction des coûts liés aux soins de santé par l'utilisation alternative des nutraceutiques, tels les peptides bioactifs, (gains potentiels de 18 milliards de \$CDN/par an),
- 3) contribution au développement durable par la mise au point d'une technologie propre : La technologie d'ÉDUF peut-être considérée comme une technologie verte, par le fait qu'elle n'utilise aucun solvant autre que l'eau pour la séparation.

## **Caractérisation des mécanismes de résistance à la thaxtomine A chez les cellules végétales**

**Nathalie Beaujoin  
U. de Sherbrooke**

La gale commune de la pomme de terre est une maladie qui cause des pertes économiques importantes au Québec. Cette maladie est causée par *Streptomyces scabies*, une bactérie du sol qui synthétise une toxine essentielle à la maladie, la thaxtomine A (TA). Étant donné l'importance centrale de la TA dans la gale commune, l'identification de mécanismes permettant d'augmenter la résistance des tissus végétaux à la TA représente une avenue intéressante pour le développement éventuel de cultivars plus résistants à la maladie.

Deux types de matériel résistants à la TA ont été caractérisés au cours de ce projet, soit 1) des cellules devenues tolérantes à la TA grâce à une habitude progressive, et 2) un mutant chez *Arabidopsis thaliana* présentant une résistance accrue à la TA. Les études réalisées sur les cellules habituées ont montré que l'augmentation de la résistance à la TA est associée à une modification importante de la composition de la paroi et à une reprogrammation majeure de l'expression des gènes. Quant au mutant résistant à la TA, la mutation a été localisée dans le génome d'*Arabidopsis*, et le gène muté est en cours d'identification. Fait intéressant, cette mutation a très peu d'impact sur la croissance du mutant mais augmente de façon significative la résistance à la TA. Ces informations seront utiles pour mieux comprendre la mise en place d'un mécanisme de résistance à la TA et pourraient éventuellement être transposés à la pomme de terre.

Ce projet a également contribué à la formation de 4 étudiants des 1er et 2eme cycles et d'un stagiaire post-doctoral.

## **Développement d'un émetteur tout optique pour la radio logicielle opérant aux fréquences millimétriques**

**Jacques Beauvais  
U. de Sherbrooke**

Les travaux de recherche visant l'intégration de dispositifs photoniques en une seule puce fait l'objet de travaux de recherche à l'Université de Sherbrooke depuis maintenant presque deux décennies. Initialement axée sur l'utilisation d'implantation ionique, cette technique bien que fonctionnelle n'a pas réussi à permettre le développement de procédés suffisamment robustes pour permettre la production industrielle de composants photoniques intégrés qui préserve toute la qualité et les performances du matériau épitaxial original et le contrôle absolu requis pour les longueurs d'onde d'émission et d'absorption de la lumière. Toute intégration monolithique de composants photoniques entre eux, et avec des composants haute fréquence qui pourraient produire des puces dont les propriétés ouvrirait la porte à des sources dynamiques multi-longueurs d'onde requiert comme premier pas ce contrôle spatial sur le gap semiconducteur des matériaux. Le développement de l'utilisation du laser UV pour contrôler de manière post-épitaxial le gap du matériau semiconducteur, et donc ainsi la longueur d'onde locale d'émission ou d'absorption lumineuse, est un élément clé dans la poursuite des travaux en ouvrant une toute nouvelle avenue. Cette technique évite entièrement l'introduction de défauts extrinsèques dans l'hétérostructure, comme c'est le cas pour l'implantation ionique, qui ont toujours pour conséquence de réduire la qualité du matériau même si cela permet un certain contrôle sur la longueur d'onde d'émission/absorption. De plus, cette approche a l'énorme avantage de permettre une rétroaction en temps réel de la longueur d'onde modifiée du matériau, élément clé d'un procédé industriel.

## **Analyse transcriptomique et fonctionnelle du rôle du silicium dans l'atténuation du stress chez les plantes agricoles: étude du modèle blé-Blumeria graminis f. sp. tritici**

**Richard R. Bélanger  
U. Laval**

Depuis plusieurs années, le Ministère de l'Environnement, le MAPAQ, et l'Union des Producteurs Agricoles (UPA) ont clairement indiqué qu'ils soutenaient la mise en place et le développement de programmes de recherche pluridisciplinaire visant une gestion plus saine des ressources naturelles dans un environnement exempt de produits nocifs. Cette volonté interpelle directement le secteur de la phytoprotection dont la dépendance actuelle aux pesticides est constamment critiquée. De par sa complémentarité et ses acquis de contributions concrètes, notre équipe a exploité les plus récentes technologies en biologie moléculaire dans un contexte précis d'une application concrète en termes de protection des cultures et d'agriculture durable. Ce projet a mené directement à l'acquisition de données inédites sur l'interaction tripartite blé/blanc/Si lesquelles ont permis d'établir un partenariat avec une entreprise multinationale intéressées à exploiter le Si en agriculture à la lumière des rapports de plus en plus crédibles confirmant ses effets bénéfiques. Il est ainsi possible d'envisager une manipulation naturelle des propriétés d'absorption du Si chez une plante. Ce faisant, il deviendrait possible de réduire les impacts de plusieurs stress biotiques (maladies, insectes) et abiotiques (stress hydriques). Par ailleurs, les parallèles pouvant être établis avec les bienfaits chez les humains pourraient ouvrir la porte à des applications médicales.

## **Effets des changements climatiques et du sol sur la physiologie et la croissance des arbres dans la forêt boréale**

**Yves Bergeron  
U. du Québec en Abitibi-Témiscamingue**

Le peuplier faux-tremble et surtout, l'épinette noire, sont des essences abondantes dans la forêt boréale québécoise et d'un grand intérêt commercial. Cette étude est la première à avoir évalué les impacts potentiels des changements climatiques sur la physiologie, la phénologie et la croissance de ces deux espèces par l'intermédiaire des changements de l'enneigement hivernal, de la fonte des neiges et de la profondeur du sol organique, des aspects souvent négligés dans la recherche. Nos travaux mettent en évidence que c'est surtout par l'intermédiaire des effets du climat sur la couche organique des sols que les effets des changements climatiques se feront sentir. Par ailleurs, nous avons pu mettre en évidence que l'épaisseur de la couche organique contrôlait la distribution, la croissance et les relations climat/croissance des deux espèces. Les pessières à mousses sur sites humides dans l'ouest du Québec sont très peu productives à cause de l'accumulation d'une épaisse couche de matière organique sur le sol. Cette paludification est difficile et onéreuse à contrer par des mesures sylvicoles. Puisqu'il est présentement impossible de prédire exactement si ce processus va s'accroître ou, au contraire, ralentir dans un climat futur, nos résultats permettent d'évaluer les conséquences des deux scénarios sur l'épinette noire et le peuplier faux-tremble. Ceci permettra d'élaborer des stratégies d'adaptation pour optimiser l'aménagement des pessières à mousses. Il serait, par exemple, envisageable de favoriser une espèce plutôt qu'une autre ou d'entreprendre des actions sylvicoles pour contrer l'accumulation ou la décomposition de la tourbe.

## **La couche d'ozone, le cycle solaire et les changements climatiques: Une étude basée sur un modèle chimie-climat forcé par un modèle dynamique du soleil**

**Michel Bourqui  
U. McGill**

Les travaux de modélisation effectués dans le cadre de ce projet multi-disciplinaire engageant des chercheurs de l'Université de Montréal, de l'Université McGill et de l'Agence Spatiale Canadienne ont permis de faire avancer notre connaissance de la physique de l'émission du rayonnement solaire ainsi que de l'impact de sa variabilité sur notre atmosphère terrestre. Au niveau solaire, ces travaux ont permis une quantification de la contribution du réseau supergranulaire à l'irradiance solaire totale, qui sera étendue sous peu à l'irradiance spectrale. De telles quantifications sont essentielles aux reconstructions des variations de ces irradiances dans le passé lointain, un élément-clé de l'étude des influences solaires sur l'atmosphère terrestre sur des échelles de temps comparables à celles sur lesquelles évolue le climat. Au niveau atmosphérique, ces travaux ont permis une cartographie précise des effets chimiques de la variabilité solaire sur la stratosphère. Ce résultat est central à cause du rôle particulier de la stratosphère qui est suspectée d'amplifier l'effet de la variabilité solaire sur le climat. De plus, un modèle simplifié de cet effet chimique stratosphérique a été développé et pourra être utilisé, dans des recherches futures, comme intermédiaire entre le modèle solaire et un modèle climat-chimique afin d'étudier de façon quantitative l'impact de la variabilité solaire sur notre atmosphère sur des échelles de temps couvrant plusieurs siècles. Ces résultats contribuent à éclaircir notre compréhension des variations du climat terrestre et ainsi à faire progresser notre capacité à prédire ses changements au cours des quelques siècles à venir.

## **Transistors organiques à partir de copolymères orientés**

**Josée Brisson  
U. Laval**

Le domaine des matériaux organiques transistors est un domaine de haute technologie fortement porteur. Ce domaine s'inscrit dans le développement de l'électronique organique où plusieurs compagnies québécoises sont déjà impliquées. Toute avancée dans ce domaine peut donner au Québec un avantage stratégique important.

Le développement d'une méthode de contrôle de l'orientation des groupements fonctionnels utilisable industriellement pourrait permettre la mise au point de dispositifs compétitifs et commercialisables à moyen terme. Nous avons démontré, dans le présent projet, l'utilité et la faisabilité d'une telle méthode de contrôle de l'orientation. Les suites de ce projet pourraient permettre la rédaction de plusieurs brevets, et avoir un impact économique appréciable.

Plusieurs étudiants ont été formés dans ce domaine au cours du projet, et viendront renforcer la position de notre industrie dans ce créneau très compétitif, pour lequel la main-d'oeuvre qualifiée est difficile à trouver.

Les avancées effectuées dans le contrôle et l'optimisation des dispositifs pourraient aussi être transférables dans des domaines connexes, tel les piles solaires, domaine qui pourrait présenter, à moyen terme, une solution au problème des gaz à effet de serre en permettant la diminution de l'utilisation des carburants fossiles.

**Prise de décision complexe sous incertain: applications aux robots assistants pour personnes handicapées**  
**Complex Decision Making Under Uncertainty: Application to Assistive Robots**

**Brahim Chaib-draa**  
**U. Laval**

(Tiré de Génial 33 de décembre 2010)

La robotique est actuellement en plein essor et trouve ses applications les plus prometteuses dans le vaste domaine de l'aide aux personnes. Les travaux en ce domaine s'articulent autour de recherches notamment dans les secteurs de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage machine. Notre projet, vise à développer les technologies permettant à un assistant robotisé de dialoguer de façon naturelle avec une personne à mobilité réduite dans sa vie quotidienne. L'équipe tente principalement de relever deux défis, soit de comprendre les intentions de l'utilisateur afin d'y répondre de façon intelligente et de s'adapter de façon automatique aux caractéristiques et préférences de l'utilisateur de manière à améliorer la qualité de l'interaction personne-robot. Déjà, les travaux réalisés par notre suscitent un vif intérêt de la part d'une grande entreprise active en recherche dans le traitement de la parole: AT&T. Celle-ci est engagée dans un vaste programme de recherche visant à faire avancer les technologies dans ce secteur de pointe.

**Développement d'une nouvelle boucle chimique de gazéification de la biomasse**

**Jamal Chaouki**  
**École Polytechnique**

Cette recherche concerne la gazéification de la biomasse ou des déchets de l'industrie des pâtes et papiers pour produire du gaz de synthèse soit pour faire de la synthèse chimique soit pour être utilisé directement dans une turbine à gaz qui est plus efficace que la combustion directe. La gazéification est un procédé autothermique, c.a.d. que la chaleur requise pour le séchage et la pyrolyse provient des réactions de combustion qui nécessitent de l'air ou de l'oxygène. L'utilisation de l'oxygène pure n'est absolument pas rentable car une étape de séparation est requise ce qui augmente les coûts d'opération. À l'opposé, l'utilisation de l'air comme agent oxydant produit un gaz de synthèse dilué par l'azote. Une solution simple et originale est d'utiliser un oxydant solide qui pourrait se régénérer par oxydation dans une autre unité indépendante du gazéifieur: boucle chimique de gazéification. Ce travail a permis de:

- trouver un nouveau matériau à base de Cu-Mn qui permet efficacement de transporter l'oxygène d'une branche de réacteur à une autre. Ce nouveau matériau est beaucoup plus efficace que les matériaux utilisés jusqu'à maintenant;
- développer et valider des critères de design qui pourront être utilisés pour la conception d'une unité de démonstration ou même industrielle. Une unité de démonstration pourrait être maintenant "facilement" conçue;
- développer un filtre céramique fonctionnant à hautes températures. Celui-ci permet d'une part de diminuer grandement les émissions particulaires et d'obtenir de plus grandes efficacités thermiques.

## **Biocapteur microfabriqué pour la mesure dynamique in situ de la concentration de métabolites sanguins**

**Paul Charette  
U. de Sherbrooke**

Ces travaux ont permis de développer un filtre optique et un guide d'onde optique dont les performances dépassent ce qui a été rapporté dans les articles scientifiques à ce jour. Ces dispositifs permettront de concevoir des biocapteurs et laboratoires sur puce d'une performance accrue.

## **Les éléments traces dans les écosystèmes terrestres du Québec méridional**

**François Courchesne  
U. de Montréal**

Les ET de sources diverses mais surtout ceux associés à l'industrie des hautes technologies se retrouvent disséminés dans l'environnement sans que l'on connaisse leur distribution, leur mouvement et leur leur biodisponibilité. Dans un premier temps, des données nouvelles et grande qualité ont donc été produites pour une gamme d'éléments traces dans le cadre de ce projet. Ces données portent sur: 1) la distribution et la spéciation des ET dans les sols d'une variété d'environnements urbains et forestiers, 2) le taux de transfert des éléments du sol à la plante et l'étendue de leur accumulation dans les parties des plantes comestibles et, 3) le transport hydrologique des ET dissous dans un bassin versant lors d'épisodes de crues. De plus, et puisque les éléments traces ont souvent un impact délétère sur l'activité biologique et la santé humaine, les mécanismes contrôlant leur cycle biogéochimique dans les environnements proximaux aux établissements humains ont été mis en évidence. Enfin, l'étude de la migration des ET à partir des sols, vers les eaux souterraines puis les écosystèmes aquatiques dans le bassin expérimental de l'Hermine, a permis de révéler la dynamique de la connectivité hydrologique en bassin, une contribution essentielle à l'amélioration des modèles hydrologiques. Au plan des utilisateurs, ces résultats uniques serviront à améliorer le diagnostic de santé des écosystèmes et à établir des modalités efficaces d'intervention. L'environnement multidisciplinaires de recherche créé par le biais de cette subvention a aussi permis la formation en personnel hautement qualifié en science des sols, en écologie et en hydrologie.

## **Les fonctions écologiques du bois mort en forêt boréale**

**Pierre Drapeau  
U. du Québec à Montréal**

Ce projet avait l'ambition de réunir des expertises variées pour étudier les diverses fonctions écologiques que peut jouer le bois mort dans les trois strates où on le retrouve en forêt soit sur pied, au sol ou enfoui dans le sol. Nous considérons avoir atteint cet objectif de mise en commun de nos efforts de recherche pour apporter une contribution scientifique innovatrice par le regard croisé que nous avons eu sur les divers éléments (réservoir de diversité biologique, décomposition et apport en éléments nutritifs) associés au rôle clé joué par le bois mort en forêt boréale. Notre contribution scientifique a mis l'accent sur la compréhension des relations qui sont à la base de l'écologie du bois mort, que ce soit sur le plan de la dynamique du bois mort, des interactions trophiques des organismes qui l'utilisent lorsqu'il est sur pied, des liens entre ces organismes et les organismes décomposeurs du bois lorsqu'il se retrouve au sol ou encore le rôle fonctionnel du bois mort dans le sol. Nous considérons également que la réalisation des travaux associés à chacune de ces thématiques a eu un effet levier pour le Québec à la fois dans l'avancement des connaissances fondamentales sur le bois mort de notre forêt boréale mais également sur le plan international en raison du rôle pivot du bois mort en aménagement forestier durable. Les questions abordées dans notre projet rejoignent ces préoccupations internationales considérant la venue prochaine au Québec de plus de 150 spécialistes du bois mort en provenance de 20 pays (International Symposium on the dynamics and ecological services of deadwood in managed forests, Rouyn-Noranda, 15 – 19 mai 2011).

## **Réalisation d'une mémoire non-volatile basée sur un piège à électron**

**Dominique Drouin  
U. de Sherbrooke**

Une récente percée nous a permis de démontrer la première véritable démonstration qu'un transistor SET (Single Electron Transistor) peut fonctionner dans des conditions normales d'utilisation compatible avec les circuits intégrés CMOS. Ce type de dispositif de dimension nanométrique et qui contrôle un électron à la fois doit normalement être refroidi bien en dessous des températures normales d'opération d'un circuit microélectronique afin de mettre en valeur ses propriétés particulières. Celles-ci incluent une consommation d'énergie extrêmement faible et une capacité d'intégration dans des circuits intégrés à grande échelle. Nous avons évalué et étudié la réalisation d'un dispositif de mémoire non-volatile basé un SET réalisé par notre approche jumeler avec un îlot nanostructuré afin. Des simulations ont permis de démontrer que ces dispositifs ont un temps d'accès aussi rapide que la mémoire vive que l'on retrouve dans les ordinateurs aujourd'hui. La fabrication d'un tel dispositif capable d'opérer sans infrastructure cryogénique a le potentiel de bouleverser le marché des mémoires qui touche de plus en plus de volets de la vie quotidienne. Parmi les applications, on compte les cartes de mémoire pour les appareils photos numériques et les lecteurs de musique MP3 que celles du type clé USB. La réunification de la mémoire vive dans les ordinateurs et les disques durs est une autre retombée possible : on utiliserait une seule mémoire non-volatile de très grande capacité, sans compromis sur la vitesse de lecture et d'écriture. Lors de ce projet de recherche, nous avons réalisé des prototypes de SEM.

## **Les bactériocines de bactéries lactiques: une alternative prometteuse pour la lutte contre les bactéries résistantes aux antibiotiques**

**Ismail Fliss  
U. Laval**

Les antibiotiques (AB) ont longtemps constitué une véritable révolution dans le domaine des maladies infectieuses. Cependant, l'extension rapide du phénomène de résistance à ces AB a assombri ce brillant tableau. L'utilisation abusive des AB et le recours intensif à l'antibiothérapie en élevage industriel sont les deux facteurs qui contribuent le plus à l'apparition des phénomènes de résistance. Parmi les bactéries résistantes les plus problématiques, *C. difficile* a émergé comme un agent étiologique majeur causant des infections graves chez l'humain. Il y a donc une urgence pour développer des alternatives aux AB pour contrer ce fléau. Parmi ces alternatives, l'utilisation des bactériocines a été proposée. L'objectif du présent projet a été d'évaluer le potentiel des bactériocines de BL comme alternative aux AB pour le contrôle des bactéries pathogènes multi-résistantes. Il vise également à évaluer l'impact de ces molécules sur l'équilibre de la microflore intestinale et sur ses mécanismes de défense. Nos résultats ont montré une forte activité inhibitrice de la nisine A et de la nisine Z contre les différents isolats cliniques de *C. difficile* testés avec des concentrations minimales inhibitrices respectives de 16 et 64 µg/ml. Nous avons également démontré que la nisine A est capable d'inhiber la germination des spores de *C. difficile* et de réduire significativement l'expression des gènes codant pour les toxines A et B produites par ce pathogène entérique. Ces résultats suggèrent donc un grand potentiel d'application de ces bactériocines comme alternative aux antibiotiques pour la prévention des infections à *C. difficile*.

## **Cosmochronologie, évolution spectrale et astéroséismologie des étoiles évoluées**

**Gilles Fontaine  
U. de Montréal**

Notre équipe est reconnue pour son expertise dans le domaine de l'astrophysique stellaire et s'est spécialisée dans l'étude des phases finales de l'évolution des étoiles. Grâce à nos travaux de modélisation basés sur la théorie de l'évolution stellaire, la théorie des atmosphères stellaires et l'astéroséismologie, de même que nos observations spectroscopiques et photométriques obtenues sur de grandes installations, nous avons contribué de façon marquante à l'avancement des connaissances dans ce domaine. Ainsi les mots "naines blanches" et "étoiles sous-naines" sont indissociables de "Université de Montréal" dans la communauté astronomique internationale. Au cours de notre démarche, nous avons établi des collaborations avec de très nombreux chercheurs étrangers (principalement des États-Unis et d'Europe, mais aussi d'ailleurs). Notre rayonnement est véritablement à l'échelle internationale comme en témoignent nos curriculum vita.

Notre équipe, bien que minuscule (2 professeurs, 3 seulement depuis 2002) aura été aussi un excellent milieu de formation de personnel hautement qualifié, une de nos missions principales. À date, 37 étudiants ont obtenu un diplôme de M.Sc. au sein de notre équipe, 16 autres ont obtenu un Ph.D. et, enfin, 10 personnes ont été stagiaires post-doctoraux. Quelque 21 de nos anciens étudiants/stagiaires poursuivent de belles carrières en astrophysique au sein d'institutions disséminées un peu partout dans le monde. La plupart des autres, grâce à leur formation en simulation numérique, oeuvrent dans le secteur privé au Québec.

## **Structure-fonction de la protéine de capsid du virus de la mosaïque de la papaye et design rationnel de protéines chimériques.**

**Stéphane Gagné  
U. Laval**

Nos travaux ont permis de caractériser les aspects structuraux et dynamiques de deux protéines de capsid, soit celle du virus de la mosaïque de la papaye (PapMV) et celle du virus de l'hépatite C (HCV). De plus, nous avons caractérisé les facteurs impliqués dans la multimérisation de la protéine de capsid du PapMV. La compréhension acquise pourrait contribuer éventuellement au développement d'une plateforme de vaccination basée sur un virus de plante (PapMV) pour un virus comme l'hépatite C.

## **RECOUVREMENT ACTIF ET PRECIPITATION COMME TECHNIQUE DE RESTORATION DES LACS EUTROPHES: ÉTUDE PAR BASSIN VERSANT**

**Rosa Galvez  
U. Laval**

La problématique de lacs eutrophes et cyanobactéries associées touche un grand nombre de lacs et rivières dans le territoire québécois. Lors de nos travaux de recherche nous avons répertoriée et analysée la qualité de 154 lacs des régions sud du Québec a été. L'étude révèle que de 154 lacs étudiés, une trentaine montrerait des symptômes de vieillissement prématuré et eutrophisation, voir dans certains lacs, l'état d'hyper-eutrophisation comme le lac Saint-Augustin, le lac Saint-Charles et plusieurs lacs en Estrie et Lanaudière. Nous avons développé un éco-procédé (le recouvrement actif) qui montre un potentiel très élevé pour le contrôle de l'eutrophisation. Au Québec, de par leur localisation, les lacs se trouvent souvent sous des juridictions conjointes multiples et à plusieurs niveaux de gouvernance : municipale (quand ils se trouvent à l'intérieur de territoires de plusieurs villes); provinciale (car le MDDEP coordonne et accorde les permis d'utilisation); fédérale (car il régleme l'utilisation des eaux navigables et l'habitat du poisson). Les lacs sont donc des tables tournantes d'intérêt et d'utilisation à des fins économiques, récréatifs et source potentielle d'eau potable et liens entre la population et les divers niveaux de paliers gouvernementaux. Dans ce sens, le projet réalisé a eu rôle structurant et unificateur car il a appelé et concrétisé; la rencontre, la discussion et le consensus de tous les intervenants et preneurs.

## **Optimisation des systèmes de transport forestier**

**Bernard Gendron  
U. de Montréal**

Les chercheurs de l'équipe collaborent sur une base régulière avec FPInnovations, un institut de recherche pancanadien financé par l'industrie forestière. Un des objectifs à long terme du projet est d'intégrer les méthodes développées au sein de logiciels d'aide à la décision conçus par ce partenaire industriel. En utilisant un processus de planification intégrée pour gérer la conception du réseau de transport, les plans de coupes et de transport, de même que les tournées de véhicules, les producteurs forestiers seront ainsi en mesure de mieux répondre aux besoins du marché et de réaliser d'importantes économies. L'intégration de la planification permettra en effet de mieux coordonner les décisions de déploiement du réseau forestier avec le choix des zones de coupe et le transport du bois récolté vers les scieries, papetières et autres usines de transformations. L'optimisation du transport permettra par ailleurs de réduire considérablement les dépenses en main d'œuvre, équipement et carburant. La prise en compte explicite de l'incertitude entourant plusieurs aspects des opérations forestières permettra d'obtenir des plans plus robustes et moins sensibles aux événements imprévus. De manière générale, notre projet de recherche permettra le développement de stratégies d'intégration novatrices qui rendront plus efficaces et plus économiques les processus utilisés afin de transformer la matière première en produits à valeur ajoutée. Ceci aura pour effet d'améliorer la compétitivité de l'industrie forestière québécoise et d'accroître sa performance tant sur les marchés locaux qu'internationaux.

## **Conception et analyse d'hybrides des ligands de récepteurs nucléaires et des inhibiteurs de la deacetylase d'histone pour la recherche sur le cancer**

**James L. Gleason  
U. McGill**

Les travaux effectués dans le cadre de cette demande visent à développer de nouvelles molécules thérapeutiques pour le traitement du cancer, et plus particulièrement de cancers ne bénéficiant pas actuellement de thérapies ciblées ou résistants aux traitements conventionnels. L'approche choisie, qui est d'associer plusieurs activités anti-tumorale au sein de la même molécule, est innovante, et les résultats contribueront à améliorer les connaissances sur le mécanisme d'action de deux classes de médicaments déjà utilisés pour le traitement du cancer. Des applications pour des brevets basés sur les prototypes de molécules développées dans nos laboratoires ont été déposées et une de ces classes de molécules est présentement en développement pré-clinique dans le cadre d'une compagnie.

## **Manipulation structurale de modèles conceptuels basée sur l'Analyse Formelle de Concepts (AFC)**

**Robert Godin  
U. du Québec à Montréal**

La construction et la manipulation de modèles représentent une activité centrale en informatique. Le Web Sémantique repose sur la spécification d'ontologies formulées par des langages de modélisation tels que Ontology Web Language (OWL). En génie logiciel, deux développements récents ont ramené les modèles au centre des activités de développement de logiciel : 1) la normalisation de langages de modélisation, notamment UML, et 2) le développement de logiciel par transformation de modèles (Model Driven Development). Ce projet de recherche a porté sur le développement de méthodes formelles et d'algorithmes pour la représentation de différents types de modèles, pour leur analyse et leur manipulation, à partir des principes de l'Analyse Formelle de Concepts. Les principales contributions ont porté sur le développement d'un cadre formel et d'algorithmes pour la manipulation de modèles conceptuels à partir d'extensions de l'analyse formelle de concepts pour le traitement de données complexes impliquant des relations entre les objets du modèle. Divers développements sur le plan de l'algorithmique de l'analyse relationnelle de concepts ont été produits à cet effet. Ces développements ont été incorporés dans des logiciels d'analyse relationnelle de concepts.

## **Les causes et conséquences de la perte de la biodiversité: vers l'intégration des complexités spatiale et trophique**

**Andrew Gonzalez  
U. McGill**

La réponse des écosystèmes aux changements environnementaux naturels et anthropiques est devenue un enjeu scientifique et social majeur. Depuis la ratification de la Convention sur la Diversité Biologique (CBD) en 1992, le Québec s'est engagé à mettre en œuvre les objectifs de la Convention sur son territoire. Le plan d'action québécois sur la diversité biologique (2004-2007) mentionne de multiples raisons pour une gestion efficace de la biodiversité, notamment le déclin global de la biodiversité, l'utilité sociale des écosystèmes du Québec et l'importance d'une bonne gestion de la biodiversité pour l'avenir économique du Québec. Tout en mettant l'accent sur l'importance de la biodiversité, la CBD reconnaît depuis longtemps le manque d'information et de connaissances sur les causes et les conséquences de la perte de biodiversité et le besoin urgent de développer les capacités scientifiques, techniques et institutionnelles pour combler cette lacune. Les recherches effectuées par notre équipe ont contribué directement à combler cette lacune. Nos recherches à l'interface entre la recherche fondamentale et appliquée ont apporté des avancées significatives dans notre compréhension des effets de la fragmentation des paysages et des changements environnementaux sur la biodiversité. Nous avons développé des outils théoriques et nous les avons testés à l'aide d'expériences dans un écosystème terrestre (forêt boréale) et un écosystème aquatique (banc de moules du Saint Laurent), deux écosystèmes importants pour le Québec. Les résultats de ces expériences sont susceptibles d'avoir une grande influence sur la gestion de la biodiversité au Québec.

## **Modélisation de la réponse des écosystèmes de l'Archipel arctique canadien aux variations climatiques.**

**Yves Gratton  
Institut national de la recherche scientifique (INRS)**

L'augmentation de l'effet de serre et ses répercussions sur le climat de la planète préoccupent l'humanité en ce début de XXI<sup>ème</sup> siècle. Comprendre, prévoir et proposer des stratégies d'adaptation à ces changements sont à l'heure actuelle des enjeux majeurs pour la communauté scientifique internationale. Nos projets sont à la fine pointe des recherches sur l'effet des changements climatiques globaux sur les milieux océaniques froids. Le réchauffement de l'atmosphère, particulièrement important aux hautes latitudes, aura des effets sur la dynamique des écoulements océaniques de surface. Les répercussions sur l'environnement des populations planctoniques (température, stratification, profondeur des couches de mélange hivernales) modifieront les processus et mécanismes de la production océanique. Ces modifications affecteront aussi bien le cycle biogéochimique global du carbone dans la biosphère que la disponibilité des ressources halieutiques, deux dossiers au centre des préoccupations environnementales et socio-économiques du Québec et du Canada. En permettant de mieux anticiper ces impacts, les résultats de nos travaux augmenteront la capacité des gouvernements à évaluer les impacts d'un réchauffement climatique sur les ressources marines et sur les populations qui en dépendent, et à proposer des stratégies d'adaptation à ces impacts.

## **Application d'algorithmes de bio-informatique à l'analyse des programmes et de leur évolution**

**Yann-Gaël Guéhéneuc  
U. de Montréal**

Avec l'avènement des programmes à code source libre dont le développement peut être réalisé par des milliers de développeurs répartis sur toute la planète, la communauté du génie logiciel, qui s'intéresse à la compréhension de programmes, fait face à un défi de taille : comment aider les développeurs à saisir toute la complexité de ces programmes et comment les aider à réaliser leurs changements sans introduire de bogues ou aller à l'encontre des choix de conception pris avant leur contribution ? Nous proposons d'utiliser l'historique des changements aux programmes pour offrir au développeurs des analyses leur permettant de mieux comprendre les tenants-aboutissants et de prédire l'impact de leurs changements sur le long terme. Nous utilisons des algorithmes de bio-informatique car ceux-ci sont performants et parce qu'un parallèle intéressant peut-être fait entre évolution logicielle et évolution biologique.

## **La coulée en feuillage des métaux légers par une machine à couler avec bande horizontale à haut vitesse**

**Roderick I. L. Guthrie  
U. McGill**

Le HSBC (La Machine à Couler avec Bande Horizontale) à McGill, a démontré la faisabilité de la coulée des feuilles minces d'alliages aluminium qui peuvent être convenablement et directement roulées à l'épaisseur de bande finale. Ce travail miroirs travaux antérieurs en Allemagne et aussi chez nous, à l'égard de la coulée de bandes minces en feuille d'acier (épaisseur ~10mm). De nombreux facteurs sont essentiels à la réussite de cette nouvelle méthode de coulée, mais il y a un nombre suffisant de recherches pour permettre à Salzgitter de passer à la construction d'une usine commerciale. Ça sera une première du genre dans le monde, et sera capable de produire des aciers TWIP/TWIN, avec très grande résistance, et très bon élongation. Ces aciers sont caractérisés par « twinning » et « deformation induced plasticity », pour des applications spéciale pour atténuer les effets dommageables des accidents de voiture, etc. Ces aciers avec une teneur élevée en Mn et Al ne peuvent pas être aisément produites dans laminoirs à chaud conventionnels, ni sur les machines conventionnelles de coulée continue, en raison du durcissement en état solide, et de la contamination des poudres d'aluminium moule, ce qui rend les aciers « uncastable ». Nous croyons que l'avenir pour ce type de processus est unique et qu'il pourrait devenir la norme dans l'avenir. Néanmoins, seuls deux groupes de recherche de coulée se sont engagés dans ce nouveau processus, dans le monde. Il y a plus de travail fondamental qui doit être effectuée, pour déterminer la façon de contrôler les flux de chaleur sur le substrat et la façon de livrer le liquide sur le déplacement de substrat, de manière iso-cinétique, en manière plus simple.

## **Analyse et évaluation de techniques de communications efficaces pour les réseaux coopératifs sans-fil**

**David Haccoun  
École Polytechnique**

Le projet de recherche a consisté en l'analyse, le développement et l'évaluation de techniques de transmission, modulation et ordonnancement permettant d'assurer des communications sans fil fiables à hauts débits dans des canaux terrestres non fiables. La recherche a porté sur les réseaux de communications coopératifs utilisant des antennes multiples (techniques appelées MIMO) à l'émission et à la réception dans le but d'améliorer l'efficacité spectrale, le rendement, et la diminution des coupures tout en assurant une qualité de service donnée, en particulier la performance d'erreur. Un intérêt particulier a porté sur les techniques appelées Orthogonal Frequency Division Modulation, pour en améliorer les performances d'erreur, la capacité et le rendement dans des canaux terrestres dispersifs. De nature surtout théorique, les travaux ont permis d'élaborer et d'évaluer par simulation à l'ordinateur les performances de plusieurs techniques efficaces de transmission se rapprochant le plus des situations des canaux réels. La recherche a également porté sur l'utilisation de relais pour assurer, sous forme de plusieurs bonds, des liaisons efficaces entre l'émetteur et le récepteur dans des conditions géographiques ou de propagation peu propices à des transmissions directes. À cet effet les traitements de signal à effectuer aux différents relais pour l'optimisation des ressources et l'atteinte des objectifs de performances d'erreur ont été développés, analysés et évalués par calcul et simulations à l'ordinateur.

## **Étude du rôle et du mode d'action de Paa chez les Escherichia coli pathogènes**

**Josée Harel  
U. de Montréal**

Les E. coli entérohémorragiques (EHEC) sont des STEC responsables de toxi-infections alimentaires graves. Dans le cas des EHEC, on sait que les bovins sont un important réservoir d'infection. Les retombées des résultats sur le facteur de virulence Paa des EHEC en termes de protection du consommateur, de coût sociétal lié aux frais médicaux, coûteux et de longue durée, associés à ces pathologies, et de l'impact socio-économique, en particulier pour les industriels concernés par la fabrication et la distribution des aliments à risque. Nous avons trouvé que gène paa est un marqueur intéressant qui permet de détecter et caractériser les E.coli pathogènes dans la viande de boeuf. Ceci serait un outil diagnostique additionnel pour les industriels concernés par la salubrité alimentaire et pour les diagnosticiens microbiologistes. Nous avons fait des avancées sur la compréhension du mode d'action de Paa dans la formation de lésions AE. Comme Paa est un élément clef dans le développement du mécanisme d'attachement et effacement de la bactérie pathogène, les connaissances sur Paa nous permettent de développer des inhibiteurs de Paa. Ceci apportera des avantages à l'industrie des animaux de ferme et à la communauté vétérinaire, car en utilisant des méthodes prophylactiques pour contrecarrer la colonisation des EHEC dans la flore intestinale bovine, cela aura des impacts aussi sur la diminution de possibilité de transmission de la maladie due à O157 aux humains. Nos résultats nous permettent d'évaluer de nouvelles stratégies dans le traitement et la prophylaxie des maladies causées par les AEEC.

## **La nanoélectronique à haute vitesse**

**Michael Hilke  
U. McGill**

Le graphène a le potentiel de révolutionner la manière dont l'électronique moderne fonctionne, en combinant des propriétés uniques, comme la transparence optique et des mobilités électroniques records.

## **Optimisation de la conception, de la gestion et de la planification des réseaux optiques WDM**

**Brigitte Jaumard  
U. Concordia**

Les travaux réalisés et les résultats obtenus permettent de montrer que des améliorations sont encore possibles pour les structures de protection, dans un contexte où le trafic Internet continue de croître à des taux importants: selon les prévisions, le trafic Internet pourrait quadrupler annuellement dans les prochaines années suite au développement des applications des téléphones intelligents et des tablettes informatiques. Ceci implique que la protection des réseaux optiques est un problème critique compte tenu des pertes financières très importantes dès qu'une panne, aussi minime soit-elle intervient dans le réseau. Il est donc important à la fois que les réseaux deviennent encore plus fiables avec des taux de panne le plus faible possible, mais que la protection coût également le moins cher possible.

## **Développement d'une plate-forme de moléculaire in vitro.**

**Mario Jolicoeur  
École Polytechnique**

Ce projet de recherche a mené à la mise au point d'une plate-forme novatrice de production d'agents thérapeutiques de type protéines recombinantes. Un brevet a été déposé pour cette plate-forme (Jolicoeur M, Legros R, De Dobbeleer C, Hisiger S. A high perfusion rate bioreactor for the production of recombinant proteins by plant cells. United States patent pending, PCT Dec. 2007). De plus, une nouvelle approche par modification génétique transitoire a été publiée (Boivin, Lepage, Matton, De Crescenzo, Jolicoeur (2010) Transient expression of antibodies in suspension plant cells culture is enhanced when co-transformed with the viral suppressor of silencing p19. *Biotechnology Progress*, 26:1534-43); ces travaux représentant les premiers de genre à être publiés. Finalement, un modèle mathématique décrivant le métabolisme et la nutrition des cellules de plante en culture a été développé. Nous avons démontré que ce modèle est prédictif et peut être utilisé pour le contrôle précis du comportement cellulaire, et donc de la production (Cloutier, Chen, DeDobbeleer, Perrier, Jolicoeur (2009) A systems approach to plant bioprocess optimization. *Plant Biotechnol. J.* 7:939-951). De plus, ce modèle s'est avéré utile en tant qu'outils pour définir la meilleure stratégie de production possible, permettant d'obtenir une augmentation de production de plus de 175% (Cloutier, Chen, Tagte, McMurray-Beaulieu, Perrier, Jolicoeur (2009) Kinetic metabolic modelling for the control of plant cells cytoplasmic phosphate. *J. Theoretical Biol.* 259:118-31). Finalement, ces réalisations forment un tout dont la maîtrise confère un atout significatif à l'industriel qui l'exploitera.

## **Caractérisation du transport de composés ammonium quaternaire à l'intérieur des biofilms microbiens: vers une nouvelle compréhension de leur action antibactérienne**

**Michel Lafleur  
U. de Montréal**

Le contrôle des biofilms bactériens constitue un défi technologique important. Par exemple, leur formation sur les prothèses et sur le matériel médical réutilisable est un problème de santé publique. Le présent projet a examiné deux approches différentes qui présentent un potentiel pour un meilleur contrôle, voire une éradication des biofilms bactériens indésirables. Premièrement, la perturbation de l'intégrité du biofilm peut conduire à une meilleure pénétration des agents antibactériens. Nous avons montré que l'EDTA, un agent chélateur de cations, augmente la diffusion de molécules à l'intérieur de biofilms de *S. mutans*, probablement en altérant la structure de la matrice exocellulaire. Nous avons montré qu'il est possible d'exploiter cette plus grande pénétration afin d'accroître le pouvoir antibactérien de la pénicilline G sur les biofilms de *S. mutans*. Bien que modeste, cette augmentation est encourageante car l'effet synergique de l'EDTA avec un antibiotique devrait s'avérer plus important pour les biofilms dont l'intégrité repose de manière plus grande sur la présence d'ions. Deuxièmement, nous avons travaillé à développer un vecteur nanoscopique non phospholipidique qui présente un potentiel intéressant pour la lutte contre les biofilms. En s'attachant aux biofilms, ces vecteurs pourraient agir comme réservoir d'antibiotiques et pourraient conduire à une augmentation de la dose locale d'antibiotique à proximité des bactéries. Ce potentiel est présentement en cours d'évaluation. Le développement d'un meilleur contrôle des biofilms bactériens pourrait conduire à d'importants bénéfices dans plusieurs domaines où ces derniers jouent un rôle préjudiciable.

## **Structures quantiques des espaces lagrangiens et applications.**

**François Lalonde  
U. de Montréal**

Nous avons développé une théorie quantique pour caractériser le comportement des sous-variétés lagrangiennes, c'est-à-dire des espaces courbes qui apparaissent naturellement dans tous les phénomènes physiques et quantiques. C'est un des problèmes les plus difficiles de la physique actuelle et de la branche des mathématiques appelée "topologie symplectique". Nous espérons obtenir une théorie universelle qui s'applique à toutes les sous-variétés lagrangiennes, quelle que soit leur topologie. Les applications se trouvent en physique classique et quantique, mais surtout en théorie des cordes puisque nos méthodes s'apparentent de près à celles utilisées en théorie des cordes.

## **PLACEBO-IPP: Planification en curiethérapie - Environnement de simulation biologique de l'oedème pour le implants permanents de la prostate**

**Denis Laurendeau  
U. Laval**

Les travaux visent à fournir aux radio-oncologues un système logiciel/matériel leur permettant de planifier des traitements de curiethérapie du cancer de la prostate dans un environnement virtuel tant au niveau du calcul de la dosimétrie que sur le plan de l'insertion des aiguilles lors de la pose des implants permanents.

Un tel système permettra non seulement d'atteindre un meilleur niveau de calcul de dose que d'offrir aux radio-oncologues un système pour s'entraîner à ce type d'intervention.

## **Plasticité inter- et intra-modale visuelle-auditive.**

**Franco Lepore  
U. de Montréal**

Les résultats des différentes études réalisées dans le cadre de cette subvention ont permis de mettre en lumière les mécanismes de la plasticité intermodale en démontrant que la spécialisation des différentes aires corticales, semble être une propriété omniprésente au niveau du cortex cérébral même lorsqu'une aire sensorielle donnée est privé de ses inputs naturels. Nous avons montré que chez l'aveugle de naissance le traitement spatial des sons est effectué dans des régions occipitales bien connu pour traiter les attributs spatiaux des éléments visuels. Par conséquent, nous postulons que la plasticité intermodale chez l'aveugle de naissance permet aux processus non visuels de trouver un centre neuronal dans un ensemble de circuits qui remplissent des fonctions qui sont suffisamment proches de celles exigées par les autres sens. Par ailleurs, le modèle animal a permis de mettre en évidence que la représentation de l'espace auditif au niveau du collicule supérieur est dépendante de l'expérience visuelle; sans inputs visuels les neurones polymodaux des du collicule supérieure du rat énucléé ne répondent plus qu'à la stimulation des récepteurs somesthésiques. Par ailleurs les neurones des collicules inférieurs (principal relais auditif sous-cortical) des rats énucléés répondent aux sons spécifiques à l'espèce peu importe que l'animal soit privé ou non de vision. Au niveau cortical l'absence de vision chez le rat fait en sorte qu'un nombre important de neurones des aires visuels répondent aux différentes caractéristiques (fréquence, intensité, bande passante, etc) du son de manière robuste et analogue aux neurones des aires auditives. Ces neurones auditifs sont distribués de manière aléatoire dans le cortex visuel primaire du rat.

## **Mesures et analyses multimodales IRM-EEG-IO en imagerie fonctionnelle cérébrale**

**Jean-Marc Lina**  
**École de technologie supérieure**

L'ensemble des travaux conduits par l'équipe constituent, pour chaque pôle technologique considéré dans le contexte de l'imagerie non invasive de l'activité cérébrale, une avancée significative pour mieux quantifier l'information livrée par les imageurs. Ce gain en performance passe inévitablement par une fusion multimodale dont la valeur ajoutée surpasse les informations de chaque modalité. Ce gain est également le résultat d'une meilleure modélisation des signaux mesurés. Ainsi, en innovant dans les séquences ASL (Arterial Spin Labelling) en IRM fonctionnelle, les travaux de R. Hoge permettent d'optimiser les techniques d'imagerie de perfusion pour mieux quantifier les variations physiologiques associées par exemple, au vieillissement. Dans le contexte de l'Imagerie Optique, les travaux conduits par F. Lesage permettent aujourd'hui de considérer cette modalité parmi les techniques les plus utiles pour détecter et quantifier les fluctuations hémodynamique en réponse à l'activité neuronale. En combinant l'Imagerie Optique avec les signaux électroencéphalographiques chez le patient épileptique, les approches méthodologiques de traitement des signaux étudiées par JM. Lina anticipent une meilleure intégration du signal optique dans l'évaluation pré-chirurgicale d'un patient pharmaco-résistant. Dans le même contexte clinique, les outils numériques dédiés à la localisation de l'activité cérébrale à partir de mesures électrophysiologiques non invasives permettent aujourd'hui de localiser avec précision les régions du cerveau impliqués dans les oscillations rapides, voire transitoires et soudaines, que les cliniciens associent avec la pathologie.

## **Réseaux phylogénétiques et biogéographiques : inférence, comparaison et validation**

**Vladimir Makarenkov**  
**U. du Québec à Montréal**

Depuis la signature de la convention de Rio et la venue du Secrétariat International sur la Biodiversité à Montréal, l'importance des recherches en systématique et en évolution est grandissante. La recherche dans le domaine de l'évolution et de la biogéographie réalisée dans le cadre du présent projet nous a permis de développer, de comparer et de valider de nouveaux modèles réalistes d'évolution des organismes vivants. Plus précisément, le phénomène de l'évolution réticulée a été étudié dans le contexte du transfert horizontal de gène et de réseaux biogéographiques. Ce type d'analyse permet, par exemple, d'examiner mais aussi de valider les étapes d'évolution des virus comme le VIH, et donc de contribuer potentiellement à l'élaboration de nouveaux médicaments par les compagnies pharmaceutiques. De nouvelles méthodes pour construire et valider des arbres phylogénétiques et des réseaux réticulés ont été proposées et testées par simulations en utilisant des données réelles et artificielles. Des logiciels mettant en œuvre ces méthodes ont été développés et mis à la disposition de la communauté scientifique (voir par exemple le portail web T-REX, à l'adresse URL : [www.trex.uqam.ca](http://www.trex.uqam.ca), développé par notre équipe de recherche dans le cadre du présent projet). Ce projet d'actualité a été abordé par une équipe multidisciplinaire de biologistes systématiciens, écologistes, statisticiens et informaticiens.

**Plateforme pour les interventions médicales ciblées par des dispositifs propulsés par gradients générés par un système d'imagerie par résonance magnétique**

**Sylvain Martel  
École Polytechnique**

Ce projet a permis les études techniques préliminaires pour le développement d'une plateforme permettant de naviguer automatiquement avec l'aide d'un système clinique d'imagerie à résonance magnétique (IRM) adapté, des micro-transporteurs de médicaments à travers le système vasculaire. Cette nouvelle plateforme dédiée à la médecine interventionnelle par le transport de médicaments vers des cibles prédéterminées dans le corps humain et basée sur la nanorobotique et la nano-médecine a été adaptée pour cibler des emplacements inaccessibles à la cathéterisation.

Cette technologie permet de naviguer des microcapsules renfermant des médicaments en les livrant directement vers le site à traiter, ce qui offrira une plus grande efficacité thérapeutique tout en diminuant la dose, la toxicité et effets secondaires, offrant ainsi la possibilité de traiter un plus grand nombre de patients. Ceci permettra une économie considérable en terme de quantité de médicaments à utiliser, mais contribue également à augmenter son efficacité thérapeutique, de mieux contrôler et connaître les doses qui seront utilisées pour des fins thérapeutiques tout en évitant un dispersement d'un grand pourcentage de ces médicaments ne contribuant pas à la thérapie.

Comme la technologie a été développée sur des appareils cliniques d'imagerie à résonance magnétique qui sont déjà installés dans les hôpitaux et connus par les médecins cela la rend plus abordable et plus facile d'accès à un plus grand nombre d'utilisateurs.

**Étude du potentiel antioxydant et neuroprotecteur des brassinostéroïdes présents dans les végétaux du Québec : synthèse, mécanismes d'action cellulaires et métabolisation.**

**Maria-Grazia Martinoli  
U. du Québec à Trois-Rivières**

Depuis les années '90, la communauté scientifique en neuroscience a montré un réel engouement pour la recherche sur les effets bénéfiques des aliments naturels dans la prévention des maladies neurodégénératives. En effet, une branche très prometteuse de la recherche actuelle en neuroprotection identifie les antioxydants naturels comme étant des molécules puissantes pour la prévention des maladies neurodégénératives. Nos études sur les Brassinosteroides contenus, entre autre, dans la gourgane, développent et mettent en évidence la nécessité de compléter les recherches sur les maladies neurodégénératives par des approches alternatives comme l'utilisation d'aliments complémentaire à la thérapie médicale.

## **Revêtements protecteurs nano-composites intelligents pour les moteurs d'avions**

**Ludvik Martinu**  
**École Polytechnique**

Notre Laboratoire des revêtements fonctionnels et d'ingénierie des surfaces (LaRFIS) de l'École Polytechnique a développé une nouvelle catégorie des matériaux nano-composites qui montrent des propriétés exceptionnelles. Ceci comprend une très grande dureté (dix fois plus que l'acier), un grand module élastique, et une grande résistance à la déformation plastique. Ce comportement est relié aux caractéristiques « intelligentes » de ce matériau formé des particules de 10 nm de taille séparées par une distance d'un nanomètre. La possibilité de propagation des fissures dans un tel matériau, ou même leur ouverture et fermeture cyclique, est reliée à une dissipation importante locale de l'énergie mécanique sans l'endommagement local ce qui mène aux propriétés tribologiques très favorables et une stabilité thermique exceptionnelle, un attribut qui rend ces revêtements hautement intéressants pour les applications dans la technologie de pointe.

Le développement des outils de conception des systèmes des revêtements ainsi que de la méthodologie de fabrication des revêtements nanocomposites basée sur la technologie de plasma, ouvre de nouvelles perspectives d'exploitation dans les domaines qui exigent la protection contre l'érosion, l'usure, la corrosion et d'autres types de dégradation. Ceci peut avoir un impact important sur l'économie de la consommation de l'énergie, le remplacement des techniques de fabrication polluantes et une augmentation de la performance des produits en technologie de pointe.

## **Application de nouvelles nanoarchitectures d'électrodes tri-dimensionnelles pour micro biopiles à combustible**

**Mohamed Mohamedi**  
**Institut national de la recherche scientifique (INRS)**

Le projet ouvrira de nouvelles perspectives sur le mécanisme par lequel les nanotube de carbone assurent le transfert direct d'électrons; fera progresser notre compréhension sur la façon de nanostructurer des surfaces bioélectrocatalytiques d'une manière très contrôlée et robuste, et enfin fournira de nouvelles connaissances sur la façon de intégrer ces surfaces dans des biopiles miniatures. Cela conduira à la conception, l'optimisation et la caractérisation d'une biopile qui utilisera une nouvelle technologie basée sur le transfert direct via les nanotubes de carbone.

Cette technologie présente d'importants avantages pour l'environnement car le combustible peut être obtenu à partir de sources organiques durables.

## **Synthèse et études dynamiques par RMN des solides de composantes moléculaires pour le développement de nanomachines**

**Jean-François Morin  
U. Laval**

Dans l'ensemble, la réalisation de ce projet a démontré la possibilité d'utiliser la spectroscopie RMN, un outil commun de caractérisation, pour l'étude dynamiques des nanomachines sur des surfaces. C'est la première fois qu'une telle démonstration est effectuée et en ce sens, les perspectives de recherche sont énorme pour le domaine de nanosciences et des nanomachines. Évidemment, comme il s'agit davantage d'un projet de recherche fondamental, les retombées prévues et immédiates sur les divers plans sont plutôt limitées. Toutefois, ce projet de recherche a permis de positionner une équipe de chercheurs du Québec parmi les leaders mondiaux dans un domaine spécifiques des nanosciences. Ceci n'aurait pas pu s'avérer sans le support financier du FQRNT au projet.

## **Une infrastructure québécoise pour le design multidisciplinaire des pales d'éoliennes**

**Sivakumaran Nadarajah  
U. McGill**

Le Québec sera le leader parmi les autres provinces avec une puissance installée de 150 MW par année entre 2005 et 2007, de 300 MW par année entre 2008 et 2010 et de 350 MW par année entre 2011 et 2012. Ce programme ambitieux pour le Québec nécessitera la formation de main d'œuvre hautement qualifiée et le développement de nouvelles technologies afin de répondre aux besoins spécifiques aux installations éoliennes au Québec. Les parcs éoliens au Québec sont soumis à des conditions climatiques glaciales, à la formation de glace et à des chutes de neige abondantes. Ces considérations environnementales ne sont souvent pas considérées avec les designs industriels courants. Donc, le Québec doit être le chef de file dans le développement de nouvelles technologies pour la conception et la fabrication de pales d'éolienne qui répondront aux contraintes particulières des installations éoliennes au Québec. L'objectif de ce programme de recherche est de développer un outil d'analyse et de conception multidisciplinaire pour les pales d'éolienne. L'impact anticipé sur le programme de recherche a plusieurs implications. Des gains importants résultant d'une approche intégrée du design lorsque toutes les disciplines sont représentées. Le programme de recherche formera du personnel hautement qualifié pour l'industrie éolienne québécoise, ce qui aura une importance socio-économique pour le Canada. L'impact du programme de recherche présenté dans cette demande permettra au Québec de devenir un chef de file dans le domaine de la technologie des éoliennes qui répond aux exigences propres au parc éolien québécois.

## **Méthodologies statistiques pour le criblage à haut débit**

**Robert Nadon  
U. McGill**

Au sein de l'industrie pharmaceutique, le criblage à haut débit (CAHD) est la pierre angulaire de la découverte de nouveaux médicaments. L'application de principes de conception expérimentale classique et d'inférence statistique à une campagne de CAHD peut grandement améliorer l'identification de composés actifs. Cependant, les méthodes statistiques n'ont été que récemment appliquées au CAHD. L'utilisation de méthodes statistiques durant le prétraitement des données (normalisation) peut grandement diminuer la variation non-désirable, réduisant ainsi le nombre de faux positifs et de faux négatifs. Au cours de la phase d'inférence, on peut évaluer l'importance de l'erreur aléatoire inhérente à chaque système biologique à l'aide de mesures répliquées. Celle-ci peut ainsi être prise en considération afin de faire la sélection des composés actifs potentiels. De plus, l'erreur aléatoire observée fournit aussi de l'information pouvant servir à estimer les taux de faux négatifs de futures campagnes. Nos études méthodologiques évaluant différentes procédures de correction de biais et d'inférence statistique qui peuvent s'appliquer à des campagnes de CAHD où peu de mesures répliquées sont disponibles. La nouvelle approche statistique que nous avons développé a été évaluée à l'aide de données biologiques et améliora la découverte de nouveaux médicaments. Les étudiants ont reçu une double formation en biostatistique et en biologie, ce qui leur permettra de développer des habiletés hautement prisées par les milieux industriels et académiques.

## **Téledétection des aérosols et impacts de leurs effets climatiques dans les hautes latitudes nord**

**Norman T. O'Neill  
U. de Sherbrooke**

L'effet climatique des aérosols (microparticules dans l'air) reste un enjeu majeur pour le futur du fait des incertitudes associées à leurs perturbations radiatives. Les aérosols peuvent être d'origine anthropogénique ou naturelle; leur influence perturbative dépend de ces origines. Un des principaux problèmes est le manque d'observations sur la dynamique des aérosols dans l'Arctique. Notre objectif de recherche était de profiter de l'opportunité offerte par le A-Train, une constellation de capteurs satellitaires qui permet un aperçu panArctique des aérosols. Ces ressources combinées avec des mesures réalisées à partir de notre observatoire à Eureka (80°N) permet une vision globale du comportement des aérosols. À titre d'exemple, la combinaison des données photométriques et Lidar (laser à pulsation) à Eureka, avec le soutien des capteurs du A-train a permis une caractérisation des aérosols de fumée (du largement à des feux de forêts en Russie) en 2007. Des mesures infrarouges ainsi que des mesures Lidar et Radar acquises au cours de plusieurs hivers polaires ont permis la caractérisation des cristaux de glace au dessus de Eureka (avec des implications climatiques importantes liées à la relation entre les propriétés de ces cristaux et la contamination par les aérosols de l'Asie). Plus récemment nous avons pu caractériser les influences transArctiques des aérosols qui ont été transportés de l'éruption Sarychev de 2009 (volcan dans les îles Kouriles, Russie). La caractérisation des aérosols que nous avons pu effectuer à travers l'Arctique aura des impacts significatifs sur la modélisation des effets climatiques (d'autant plus que les effets du climat sont amplifiés dans l'Arctique).

## **Vers un formalisme graphique et une plateforme de modélisation et de gestion des processus multi-acteur par l'intégration des flots de contrôle et de données et le traitement des connaissances et des compétences**

**Gilbert Paquette  
Télé-Université (UQAM)**

Nos travaux ont permis d'intégrer conceptuellement les principaux concepts des langages de processus d'affaire (XPDL, BPMN) et des langages de modélisation pédagogique (IMS-LD, SCORM) en un même langage graphique. Nous avons construit un outil d'édition dont les modèles sont exécutables par un moteur géré par ontologie. Cet outil permet la réalisation d'un ensemble multivalent de cas d'utilisation, notamment la modélisation des processus de travail, la scénarisation pédagogique, l'orchestration des composantes informatiques, etc. Ce langage graphique réconcilie la gestion du flot de contrôle (workflow) avec celle du flot de données (dataflow), une tâche difficile étant donné que la première approche tend à cacher le flot de données. Le langage que nous avons implanté intègre complètement ces deux aspects, ce qui lui donne à la fois puissance, versatilité et transparence.

Un autre aspect de la recherche a permis la création d'un outil de référencement des composantes d'un scénario (acteurs, activités et ressources) par leurs connaissances et leurs compétences, les connaissances étant décrites par une ontologie de domaine et les compétences étant attachées aux connaissances d'une ontologie. La recherche des activités, des ressources et des acteurs par connaissances ou par compétences ouvre de nouvelles perspectives pour l'évolution dynamique des scénarios, pour l'association des ressources aux tâches et pour l'assistance aux acteurs par un système informatisé ou par d'autres acteurs. Les applications sont nombreuses, que ce soit pour améliorer les processus de travail dans les organisations ou pour construire des environnements de formation.

## **Une nouvelle classe de microcavités optiques -- résonateurs diélectriques inhomogènes --**

**Yves-Alain Peter  
École Polytechnique**

Les travaux menés dans le cadre de ce projet ont permis le développement d'une expertise unique au Québec et au Canada dans la conception et la fabrication de microrésonateurs à très haut facteur de qualité. Les applications de ces dispositifs sont nombreuses. Le très haut facteur de qualité les rend très attrayant comme senseurs. Ce projet a d'ailleurs permis l'octroi d'un projet stratégique du CRSNG pour le développement de biosenseurs de bactéries basés sur des microcavités optiques. De tels senseurs pourront être utilisés dans le domaine biomédical par exemple pour la détection de maladies nosocomiales à des stades très précoces puisque le détecteur basé sur des microrésonateurs optiques a la capacité de détecter la présence d'une bactérie unique. Des applications dans le domaine de l'environnement sont aussi envisageables en particulier pour le contrôle de la qualité de l'eau (détection de bactérie telles E. Coli). Enfin le développement de microlaser basés sur les microdiques développés et intégrés directement dans les circuits opto-électroniques ouvrent la porte aux réseaux photoniques tout intégrés du futur en télécommunication.

## **Les émissions des GES par les lacs de thermokarst au Québec: passé, présent et futur**

**Reinhard Pienitz  
U. Laval**

Les résultats de nos travaux contribuent à améliorer les estimations des quantités de GES émises à partir des lacs de thermokarst dans le passé, le présent et le futur. En effet, nos travaux ont montré que ces écosystèmes nordiques étaient très productifs et des sources de GES importantes. Par ailleurs, nos travaux montrent que cette productivité primaire conditionne les propriétés optiques de ces lacs, qui sont par ailleurs observables par télédétection. Ce modèle peut être appliqué à d'autres régions du Nunavik, ce qui permettra de faire des estimations régionales de l'émission des GES de ces lacs de thermokarst. Une fois ces données compilées, elles seront disponibles pour les modélisations du climat à l'échelle planétaire ce qui améliorera la qualité des prédictions du climat du futur.

## **Matériaux dispersifs à bande interdite électromagnétique pour le traitement des signaux à bande ultra-large (BUL) en temps réel**

**David Plant  
U. McGill**

Notre recherche a réalisé des démonstrations novatrices et hautement original de C-EBGs pour les applications UWB. Nous avons présenté leur utilisation comme transformateurs de Fourier en temps réel, des lignes à retard réglable, et les systèmes d'imagerie temporelle. Nous avons illustré, bien que l'intégration directe de ces sous-systèmes sur une plate-forme commune, la viabilité commerciale de cette technique dans la fabrication de générateurs de signaux arbitraires, des convertisseurs A / D, analyseurs de spectre en temps réel, de la radio à bande ultralarge, radars multiéléments et le traitement dans le domaine temporel pour les systèmes UWB.

## **Applications adaptatives et qualité de service dans les réseaux mobiles ad hoc**

**Alejandro Quintero**  
**École Polytechnique**

Le projet de recherche proposé a permis l'accroissement de la recherche et de l'innovation dans le secteur des télécommunications. Il a permis de concevoir, développer, tester et déployer de nouvelles architecture d'applications, méthodes et de nouveaux algorithmes qui peuvent être utilisés par l'industrie des télécommunications sans fil et par des entreprises spécialisées de services de télécommunications. Au niveau de la formation de personnel hautement qualifié, ce projet de recherche a permis d'améliorer la formation d'excellents étudiants de maîtrise et doctorat qui, outre les connaissances théoriques très solides, ont acquis une expertise sur des outils et matériels de recherche d'avant-garde dans le domaine des communications sans fil et des réseaux des prochaines générations. Cette expertise du PHQ nous a permis de produire de nouvelles connaissances et de développer de nouvelles compétences afin de combler les besoins des universités canadiennes, des entreprises et des institutions de recherche de Québec.

## **Capacité en théorie des fonctions**

**Thomas Ransford**  
**U. Laval**

Tout comme la plupart des travaux de recherche en mathématiques pures, le but principal du projet était l'avancement des connaissances. Bien que ces connaissances puissent paraître loin des applications, signalons qu'avec le passage du temps, ces idées pourraient éventuellement être développées jusqu'au point où leurs retombées technologiques deviennent importantes. À titre d'exemple, le but ultime de la deuxième partie de notre projet, soit la classification des sous-espaces invariants de l'espace de Dirichlet, peut sembler bien loin du monde réel. Mais la solution du même problème pour l'espace de Hardy, trouvée par Beurling il y a un peu plus d'un demi-siècle, est maintenant la pierre angulaire de la théorie moderne du contrôle par rétroaction.

À plus court terme, le projet a servi à former plusieurs étudiants gradués et stagiaires. Le mélange du côté théorique et des aspects numériques du projet a fortement contribué à donner aux étudiants une formation riche et prisée. Ensemble ces étudiants ont publié sept articles, en plus de deux autres qui ont été soumis. Trois des étudiants ont reçu des doctorats, et deux d'entre eux sont maintenant des boursiers post-doctoraux dans d'autres universités.

Enfin, signalons que, inspirés par nos travaux de recherche, nous avons amorcé la rédaction de deux livres: l'un sur l'espace de Dirichlet (Mashreghi et Ransford, en collaboration avec El-Fallah et Kellay), et l'autre sur les espaces de de Branges-Rovnyak (Mashreghi, en collaboration avec Fricain).

## **Validation et développement d'une structure de traitements biostatistique et bioinformatique pour l'analyse de données de biopuces d'ADNc.**

**Claude Robert  
U. Laval**

L'étude du développement embryonnaire précoce fait face à plusieurs défis importants associés au peu de matériel biologique de départ disponible et au fait que contrairement au contexte expérimental usuel, les échantillons sont naturellement et normalement différents quant au nombre de cellules, à la taille des cellules et à leurs contenus en ARN et en protéines. Ces problèmes d'ordre technique devaient être résolus avant d'entreprendre des études de l'expression embryonnaire à grande échelle. De plus, l'utilisation des technologies à haut rendement permet d'étudier simultanément l'ensemble des gènes connus ce qui par conséquent génère énormément de données à analyser. Les statistiques permettent de faire ressortir les valeurs importantes alors que la bioinformatique permet de faciliter l'utilisation de ces algorithmes statistiques. La combinaison de ces expertises a permis de développer une structure d'analyse performante et conviviale. Ces outils nous ont permis de viser la mise sur pied d'un réseau national dédié à l'étude de l'impact des technologies de reproduction assistée et de l'impact de l'environnement maternel ([www.embryogene.ca](http://www.embryogene.ca)). Le réseau de 7.5M\$ combine la participation de 19 équipes de recherche canadiennes de même que plusieurs partenaires industriels des secteurs bovins et porcins. Ces retombées et cette visibilité nationale et internationale ne découlent pas uniquement de la subvention d'équipe du FQRNT mais la validation et le développement des outils faits dans le cadre de ce projet représentent une pierre angulaire des développements actuels.

## **Perturbation des modes de rupture des assemblages en structure bois par effet de l'humidité**

**Alexander Salenikovitch  
U. Laval**

Le bois est sans nul doute le premier matériau dont les hommes se sont servis pour ériger divers ouvrages. A travers le monde, l'exemple de structures en bois pérennes de plus d'un millénaire mettent en évidence une conception adéquate concédant longévité et durabilité. A l'heure où l'impact environnemental de la construction est pris en considération, ce matériau reprend progressivement une position avantageuse de part sa provenance renouvelable, ses qualités physico-mécaniques ou encore son esthétisme. De plus, le caractère exceptionnel de ces réalisations contribue généralement à l'économie touristique de la région où elles sont construites. Ce regain d'utilisation implique l'approfondissement des connaissances précédemment établies sur sa résistance. Les deux facteurs extérieurs d'influence sur la résistance mécanique du bois sont la teneur en humidité causée par l'environnement et la durée de sollicitation de l'élément. Ces facteurs décrivent le comportement hygroscopique et viscoélastique de ce matériau. En fonction de ces deux facteurs l'étude approfondie du comportement des assemblages par organe métallique se révèle fondamentale pour l'ingénierie de construction en bois. Dans ce cadre, l'analyse provenant des résultats de cette étude serviront à l'ajustement des calculs de la raideur et de la résistance des attaches boulonnées en fonction des conditions de service et de durée de charge. Ce projet complétera l'étude technique des assemblages du bois et aidera à développer des outils de conception des structures en bois plus durables et plus performantes. La finalité étant l'essor de la construction bois au Québec et au Canada.

## **Analyse d'images du cerveau**

**Kaleem Siddiqi  
U. McGill**

Nos trois buts ont été atteints avec des retombées importantes auprès des neurologues, neurochirurgiens et neuroanatomistes:

1) Des nouveaux algorithmes de segmentation ont été développés pour l'extraction des formes de vaisseaux sanguins dans l'IRM préopératoire ainsi que dans les données ultrasons per-opératoires. Les vaisseaux ainsi trouvés ont été utilisés comme repères pour guider l'algorithme de recalage non-linéaire. Ceci permet la correction des données préopératoires pour mieux représenter l'anatomie du cerveau pendant la chirurgie, facilitant l'identification de repères anatomiques et vasculaires pendant la chirurgie.

2) De nouvelles techniques d'inférence de courbes, servant à la régularisation de données d'IRM de diffusion ont été utilisées pour modéliser les fibres de substance blanche dans le cerveau dans le deuxième projet. Cette technique permet l'identification des fibres avec précision, même quand elles se croisent. Ces informations aident le chirurgien à mieux planifier son intervention pour minimiser les dommages aux tissus neuronaux.

3) Enfin, le nouveau fantôme numérique a une meilleure résolution spatiale, plus de classes de tissus, et des modèles de vaisseaux sanguins. Les simulations resultantes ont été mises à la disposition de la communauté scientifique, ce qui contribue de façon significative à l'améliorer leurs capacités d'analyse d'imagerie médicale. Ces données ont été citées dans plus de 450 articles de conférences et journaux scientifiques.

## **Reconnaissance moléculaire aux interfaces : vers les polymères « ADN-mimétiques »**

**Hanadi Farouk Sleiman  
U. McGill**

La spécificité remarquable de la reconnaissance moléculaire démontrée par l'ADN est sans parallèle dans le domaine des polymères synthétiques. Nous avons démontré l'utilisation de cette reconnaissance moléculaire pour contrôler les interactions entre les chaînes des polymères, autant en solution qu'en surface. Ceci a permis de créer des micelles qui se dissocient en présence de molécules spécifiques, et qui seront utiles pour la livraison sélective des médicaments. Ceci a aussi permis de synthétiser des polymères conjugués, qui s'associent sélectivement avec des brins d'ADN complémentaires et qui détectent cette association par fluorescence. Nous avons démontré une méthode qui utilise la reconnaissance moléculaire pour 'copier' la longueur de chaîne et la polydispersité d'une molécule polymère en une nouvelle molécule. Enfin, nous avons déposé et étiré des brins d'ADN sur un support solide par la technique Langmuir-Blodgett, et examiné leur association avec des molécules complémentaires. Nous sommes donc dans une bonne position pour copier la séquence d'une chaîne d'ADN dans une nouvelle chaîne, par analogie au procédé biologique de réplication. De nombreuses applications peuvent être envisagées pour ces matériaux «ADN-mimétiques », par exemple, la thérapie « anti-sense », la livraison biologique de l'ADN et l'organisation de nano-objets en motifs bien définis. Ce projet est une première étude de l'organisation bidimensionnelle de l'ADN par reconnaissance moléculaire, et la première préparation de polymères synthétiques par un procédé bio-inspiré de réplication.

## **Gestion intégrée des ressources dans une organisation de services préhospitaliers d'urgence**

**Patrick Soriano  
HEC Montréal**

Les services préhospitaliers d'urgence constituent l'une des composantes essentielle des systèmes de santé modernes. Ce projet de recherche visait la conception d'outils d'aide à la décision supportant la gestion stratégique, tactique et opérationnelle d'une organisation dispensant ces services afin d'accroître leur efficacité et leur efficience. Face aux difficultés intrinsèques à ce contexte dynamique et incertain, des modèles mathématiques concernant le déploiement et le redéploiement dynamique de ressources ont été proposés. Des méthodes heuristiques efficientes ont été développées pour permettre une intégration dans des systèmes commerciaux. Les retombées de ce projet se trouvent autant au niveau scientifique que pratique. Au niveau scientifique il est important de souligner nos développements algorithmiques et l'utilisation innovatrice de la notion de ré-optimisation. Au niveau pratique, nous avons montré par le biais de la simulation et l'utilisation de données historiques fournis par une organisation québécoise du domaine, que des économies substantielles sont atteignables tout en améliorant la qualité du service offert à la population. L'expertise développée par l'équipe dans la prise de décision en situation de crise inspire nous nouveaux travaux et recherches dans des domaines et situations d'une importance majeure pour la société québécoise telles que la distribution d'aide humanitaire en situation de crise ou encore l'organisation de ressources en situations de crises sanitaires.

## **Réduction dynamique de l'ensemble des contraintes en programmation linéaire et non-linéaire**

**François Soumis  
École Polytechnique**

Le gain important de capacité de cet optimiseur permet de traiter des problèmes de planification en transport sur des périodes plus longues (passer de un jour à une semaine). Il permet aussi de traiter simultanément deux étapes de certains processus de planification qui étaient traitées séquentiellement. Ces traitements de problèmes plus globaux produisent des gains de productivité significatifs représentant des sommes importantes dans les grandes organisations. Par exemple, l'optimisation simultanée des rotations d'équipages aériens et des blocs mensuels a permis des économies de l'ordre de 5% de la massa salariale. Ces gains importants devraient inciter plusieurs entreprises à remplacer leurs logiciels de fabrication d'horaires. La capacité de ce nouvel optimiseur redonne un avantage concurrentiel aux entreprises montréalaises qui commercialisent des systèmes d'optimisation d'horaires sur le marché mondial. Leur croissance créera des emplois pour les étudiants formés par notre équipe et pour plusieurs autres.

## **Lymphocytes T régulateurs et maladies parasitaires**

**Mary Stevenson  
U. McGill**

Nous avons été les premiers à démontrer que la diminution des cellules T CD4+ avait un impact sur les cellules T régulatrices CD4+Foxp3+ et les cellules T effectrices CD4+Foxp3- pendant la phase sanguine du paludisme causée par *P. chabaudi* AS. Nos études ont aussi démontré d'une part qu'un équilibre étroit entre les cellules T régulatrices naturelles CD4+Foxp3+ et les cellules T effectrices CD4+ est essentiel pour le contrôle immunitaire et l'élimination de la phase sanguine de l'infection causée par *P. chabaudi* AS et d'autre part que l'IL-2 produite par des cellules T CD4+ effectrices est responsable de la régulation de cet équilibre.

## **Développement de structures tridimensionnelles à partir d'un nanocomposite polymère-nanotubes de carbone**

**Daniel Therriault  
École Polytechnique**

Depuis plusieurs années, un grand nombre de procédés de fabrication ont été développés pour la création de structures nanocomposites unidirectionnelles (1D, ex. filature) ou planaires (2D, ex. lithographie) mais rares ceux qui peuvent être adaptés à la fabrication de véritables structures 3D en nanocomposites. L'innovation saillante de notre équipe, au cours de ce projet, a été le développement du procédé de fabrication d'écriture directe assistée par rayonnement UV (FED-UV). Ce procédé consiste en l'extrusion robotisée d'un nanocomposite (ex. nanotubes de carbone et polyuréthane) polymérisant rapidement sous rayonnement UV pour la réalisation de micro/macro-structures 2D ou 3D (ex. micro-ressorts, micro-bobines organiques conductrices, échafaudages complexes). Cette nouvelle approche de microfabrication a été brevetée aux États-Unis en octobre 2008 et a été publiée dans la prestigieuse revue *Advanced Materials*. Il est important de souligner qu'aucun autre procédé ne permet la création en temps réel de formes aussi complexes et minuscules sans l'usage de moule ou de masque. Nous envisageons que ce procédé de fabrication avancé pourra être utilisé à la fabrication de microstructures 3D renforcées pour l'industrie aérospatiale, de composantes de systèmes micro-électro-mécaniques (MEMs) tels que des connexions électroniques flexibles localisées ou des inductances pour l'électronique organique. De plus, la fabrication de micro-prothèses ou encore d'échafaudages polymériques pour l'ingénierie tissulaire dans le domaine biomédical est un aspect que nous désirons approfondir dans le cadre de nos travaux futurs.

## **Nouveaux états de la matière aux interfaces de matériaux quantiques à l'échelle atomique.**

**André-Marie Tremblay  
U. de Sherbrooke**

C'est en s'intéressant aux interfaces entre le silicium et son oxyde que les chercheurs ont développé le transistor à effet de champ, qui est la base de toute l'électronique moderne. Le silicium par lui-même est un isolant sans intérêt. C'est en ajoutant des impuretés et fabriquant des interfaces qu'on est parvenu à en faire la base de l'électronique moderne. On désigne sous le vocable de matériaux quantiques de nouvelles classes de matériaux dont les propriétés sont dominées par des effets quantiques collectifs. Ces matériaux en eux-mêmes ont des comportements beaucoup plus riches que ceux du silicium. Les supraconducteurs à haute température et les bi-couches de graphène en sont des exemples. Les applications de l'étude des interfaces de matériaux quantiques sont encore à venir, mais il est fort probable qu'elles seront majoritairement dans le domaine des composants qui seront essentiels à l'électronique et à la spintronique. Nos travaux ont démontré l'existence de nouveaux états de la matière dans les bi-couches de graphène. Ils nous ont aussi permis de développer des méthodes pour étudier l'état métallique de mono-couches de supraconducteurs à haute température. Nous y avons découvert une nouvelle phase métallique fortement corrélée à proximité d'un isolant. Nous avons aussi démontré la possibilité de générer de très fortes anisotropies des propriétés électriques par de toutes petites distorsions. Finalement, nous avons découvert un nouveau type de cohérence entre supraconducteurs antiferromagnétiques qui permet de contrôler un courant de spin par une tension électrique, un nouvel effet.

## **Comportement des microorganismes pathogènes en filtration dans les sols agricoles: examen du potentiel pour la contamination des eaux souterraines**

**Nathalie Tufenkji  
U. McGill**

Notre travail a débouché sur des contributions significative dans le domaine du transport et de la suivie bactériens en milieu poreux granulaire saturé représentatif des environnements souterrains. Nous avons aussi contribué au domaine de la caractérisation microbienne en milieu aquatique. Nos travaux de recherche s'adressent a un important problème d'intérêt environnemental, agricole et de santé publique. Ces travaux sont les premiers quant à l'étude du transport de microbes pathogènes en sol agricole du Québec dans un large éventail de conditions de nappe phréatique. Cette amélioration de la caractérisation et de la compréhension du comportement de pathogènes pourra être mise à profit pour établir des directives en vue de la protection des systèmes de distribution d'eau potable, d'eaux récréatives et des écosystèmes aquatiques. Par conséquent, les aboutissements de ce travail impacteront directement l'actuelle étendue des connaissances en matière d'occurrence, de migration et de rétention de parasites dans certains points tournants du Québec. L'information obtenue à partir de ces travaux de recherche devrait faciliter l'adoption de pratiques agricoles améliorées et le développement d'une nouvelle politique publique d'un point de vue local jusqu'à l'échelle nationale. Plusieurs étudiants ont acquis une formation de qualité en vue de la réalisation des objectifs de recherche. Ces étudiants ont reçu une éducation solide en microbiologie et parasitologie environnementale, phénomènes colloïdes et en procédés environnementaux. Ils ont aussi été formés à l'utilisation de techniques expérimentales de pointe.

**Développement, utilisation et modélisation d'un bioprocédé combinant la technologie d'un bioréacteur automatisé et d'outils mathématiques avancés pour moduler la croissance de tissus humains.**

**Patrick Vermette  
U. de Sherbrooke**

L'industrie des biotechnologies a besoin de nouveaux développements techniques et scientifiques et d'ingénieurs spécialisés dans le secteur du génie des bioprocédés afin de fournir à notre Société de nouvelles propriétés intellectuelles qui pourraient assurer le développement d'une nouvelle industrie solide. Il est nécessaire que la conception et de la mise à l'échelle de ces procédés ainsi que la production de bioproduits soient réalisées ici afin d'éviter une trop grande importation de bioproduits à très grande valeur ajoutée. Il faut éviter que des emplois ajoutant une énorme richesse à une petite Société comme la nôtre soient perdus, faute de personnel spécialisé et de savoir-faire, par la vente à des compagnies étrangères de technologies et de procédés développés ici.

Les utilisateurs de la recherche seront des entreprises pharmaceutiques et de biotechnologies. Le développement de procédés pour supporter la culture de substituts tissulaires permettra de propulser plusieurs de nos projets vers la création de partenariats avec l'industrie.

Nos travaux réalisés dans le cadre de ce projet seront à la base d'une étude internationale impliquant de grands centres de recherche (ex.: University of California, Irvine) qui travaillent avec nous. Cette réalisation a été rendue possible grâce, en partie, au projet financé par le FQRNT.

Cette subvention a permis de générer 11 publications scientifiques.

**DÉVELOPPEMENT D'UN PROCÉDE À DEUX PHASES LIQUIDES POUR L'EXTRACTION, LA CONCENTRATION ET LA BIODÉGRADATION DE MODULATEURS ENDOCRINIENS.**

**Richard Villemur  
Institut national de la recherche scientifique (INRS)**

Le rejet de modulateurs endocriniens (ME) dans l'environnement est un sujet d'inquiétude majeur qui a émergé depuis une dizaine d'années. Entre autres, on a montré que des substances mimant les estrogènes provoquent, chez plusieurs animaux aquatiques, une « féminisation » des mâles (tissus et/ou organes de reproduction féminins chez des mâles) ainsi que d'autres dysfonctions du système reproducteur tel que la réduction de la mobilité et du nombre des spermatozoïdes, le retard de la spermatogenèse, la diminution de la grosseur des gonades. Encore plus inquiétant, on a proposé que les ME puissent être la cause de problèmes de santé humaine comme l'apparente baisse de qualité du sperme depuis les années 1940 et l'augmentation de l'incidence du cancer des testicules. Les usines de traitement d'eaux usées municipales n'enlèvent que partiellement ces estrogènes, ce qui explique leur présence dans les cours d'eau en zones urbaines. Une explication possible de la persistance des estrogènes malgré leur biodégradabilité est leur très faible concentration dans les eaux usées, soit entre 1 et 70 ng/l. Or à ces concentrations, les ME sont encore très actives.

Notre procédé a donc la capacité de concentrer ces molécules dans une phase non aqueuses, en concentration telle pour permettre la croissance de microorganismes pour leur dégradation. Il n'y a aucun rapport ou publication scientifique relatant le développement d'un tel système.

## **Approche pluridisciplinaire au développement de nouveaux antimicrobiens peptidiques**

**Normand Voyer  
U. Laval**

Nous avons démontré que le peptide modèle 14-mère est capable de perturber les bicouches lipidiques, mais sans être sélectif envers les membranes bactériennes. Afin d'augmenter la sélectivité envers les membranes chargées négativement, un ou deux résidus leucine du peptide 14-mère ont été substitués avec des acides aminés chargés positivement (lysine ou arginine). L'effet de ces peptides sur des membranes zwitterioniques et des membranes chargées négativement a été évalué par spectroscopie de fluorescence, infrarouge et de résonance magnétique nucléaire (RMN) des solides. Les résultats indiquent que la position de substitution a une influence sur la structure secondaire et la sélectivité des peptides envers les membranes chargées négativement. Plus spécifiquement, nos résultats démontrent que les peptides sélectifs adoptent une structure sous forme de feuillets-beta agrégés alors que les peptides non-sélectifs adoptent une structure en hélice-alpha. De plus, les résultats obtenus en spectroscopie RMN à l'état solide démontrent que les peptides non-sélectifs induisent la formation de pores dans les membranes zwitterioniques, alors que les peptides sélectifs s'agrègent à la surface des membranes. Les travaux de modélisation ont également mis en évidence les interactions entre les couronnes et les têtes polaires des lipides, suggérant un nouveau mécanisme d'action. Les travaux auront un impact sur le design de la nouvelle génération de peptides synthétiques ayant une activité antimicrobienne accrue et plus spécifique aux bactéries, une étape de plus vers le développement d'agents antibiotiques commercialisables pour utilisation thérapeutique.

## **Développement de sondes moléculaires pour l'évaluation quantitative de la biodisponibilité de métaux (polluants) dans les eaux du Québec**

**Kevin Wilkinson  
U. de Montréal**

Le projet a fourni de nouveaux outils dans l'évaluation écotoxicologique de l'environnement avec une approche multidisciplinaire qui n'est pas offerte dans un cursus classique de microbiologie ou de chimie moderne. L'utilisation de biocapteurs sera sans doute une manière pertinente et efficace pour évaluer la biodisponibilité des métaux dans l'environnement. Pour le Québec, il est essentiel que les risques posés par l'utilisation des métaux soient identifiés et communiqués correctement et de manière cohérente vis-à-vis du marché mondial. Ceci est important aussi bien pour prévenir une détérioration potentielle de l'environnement que pour protéger l'industrie minière de régulations qui sont surprotectrices et qui mettront l'industrie québécoise/canadienne en désavantage par rapport à celles d'autres pays. La vérification critique de l'application sur le terrain des modèles d'équilibres est également pertinente, compte tenu de la tendance récente des agences de protection de l'environnement à incorporer ce genre de modèle (ex.: le modèle de récepteurs biotiques, BLM) dans leurs règlements environnementaux. Notre validation/vérification du BLM nous a donné une meilleure appréciation des processus fondamentaux qui sont responsables de la bioaccumulation des métaux. Le projet a aussi fait avancer notre compréhension des risques posés par les métaux dans l'environnement et aidera les autorités à gérer les émissions des métaux sur une base scientifique bien fondée.

## **Une technique d'électromouillage pour le transport de gouttelettes biologiques dans les microcanaux**

**Paula Wood  
U. Concordia**

Nous avons développé une technique pour la simulation numérique dans les systèmes microfluidiques qui a des applications pour les dispositifs Labopuce dans le domaine biomédical. Notre technique comprend à la fois un outil informatique qui permet l'exploration virtuelle de la conception d'électrode ainsi que les paramètres opérationnels sur la commande des gouttelettes par électromouillage. Grâce à cet outil, nous avons proposé un nouveau design pour la forme d'électrode qui optimise la vitesse des gouttelettes tout en conservant les autres paramètres constants. Nous avons également développé une procédure de synthèse ayant une approche simple pour la production de dérivés de silane qui nous permet de produire des surfaces de verre remplaçable. Ces nouveaux revêtements permettront la réduction de la tension de commande de quelques dizaines de volts à quelques dizaines de millivolts. Une telle réduction de la tension a de nombreux avantages pratiques, notamment la prévention de la décomposition électrolytique de l'eau et /ou la séparation des biopolymères sensibles.

## **Assemblage et caractérisation à haut débit de nanostructures peptidiques et leurs applications en médecine et en science de matériaux**

**James D. Wuest  
U. de Montréal**

Un des plus grands défis en sciences naturelles est de comprendre comment l'identité des composantes individuelles d'un matériau moléculaire détermine la structure et les propriétés de l'ensemble. Présentement, des nouveaux matériaux moléculaires sont typiquement découverts et optimisés par une approche empirique, guidée par des lignes directrices peu fiables. Le manque d'une compréhension profonde du phénomène de l'organisation moléculaire est un obstacle technologique majeur. Notre équipe réunit les compétences nécessaires pour montrer comment cet obstacle peut être contourné. Nous offrons au sein de l'équipe une maîtrise exceptionnelle de la synthèse moléculaire, surtout dans le domaine des peptides, et notre groupe est également reconnu pour ses études de l'association moléculaire et pour l'analyse du comportement des matériaux résultant de l'agrégation. Ces compétences nous permettent de (1) préparer des banques de composés, (2) comparer les propriétés des matériaux obtenus à partir de ces composantes, (3) décerner les relations entre les structures des composantes et le comportement de l'ensemble et (4) retourner au laboratoire de synthèse pour créer une nouvelle génération de molécules cibles, le tout dans un cycle rapide et logique. Notre équipe représente donc un modèle pour solutionner des problèmes technologiques qui demandent une forte capacité de générer de nouvelles molécules, intégrée avec une compréhension avancée de leurs applications en chimie médicinale et en science des matériaux.