

Convertisseurs électronique de puissance pour réduire la pollution harmonique, améliorer la qualité de l'énergie et permettre la transition sans repercussion des énergies renouvelables vers le réseau

Kamal Al-Haddad
École de technologie supérieure

Deux brevets d'invention ont été finalisés et déposés, une nouvelle technologie d'un convertisseur universel à très haut rendement énergétique a été transférée à l'entreprise Elumen inc de Montréal, 16 articles ont été publiés dans des journaux de haut facteur d'impact et dans des à l'échelle internationale. De plus, quelques dizaines d'étudiants aux trois cycles d'études ainsi que des chercheurs postdoctoraux ont été associé à ce projet. L'entreprise Elumen intègre la technologie développée à l'ETS dans ces produits de haut rendement pour proposer un éclairage de grande surface qui consomme 70% moins d'énergie que la technologie actuelle utilisant le sodium haute pression. Une nouvelle topologie de convertisseur multi niveau très économique et fonctionne à haut rendement a été mise au point et validé expérimentalement. Cette technologie pourra voir le jour rapidement dans les applications éolienne et autres application d'injection de l'énergie dans le réseau électrique de distribution à partir des sources d'énergie non polluantes type solaire photovoltaïque, éolienne et autres. De plus ce projet a permis la mise au point des technique de mitigation de la qualité de l'énergie utilisant des filtres à haut rendement et à grande capacité de compensation de la puissance réactive et des harmoniques pour aider à assainir la qualité de l'énergie dans le réseau. L'application visée par cette technologie est le réseau intelligent qui est appelé à recevoir jusqu'à 30% de sa capacité de l'énergie des sources renouvelable non polluantes pour l'atmosphère.

Conception et réalisation d'accéléromètres multiaxiaux novateurs

Jorge Angeles
U. McGill

Ce rapport expose une continuation des activités de recherche menées par une équipe du Centre pour les machines intelligentes depuis la création de ce centre par l'Université McGill en 1985. Les deux membres de l'équipe en sont membres fondateurs. Au cours des 25 dernières années, cette équipe a travaillé sur les systèmes mécano-robotiques en général, en accordant la même importance à la conception, à la commande et au prototypage. Le projet dont il est ici question comporte un aspect novateur important, à savoir l'architecture d'une nouvelle famille d'accéléromètres. Les connaissances de l'équipe en matière de machines à architecture parallèle, également appelées robots parallèles, ont été un facteur clé de la conception de ces machines dont la structure est cinétostatiquement isotrope dans les sous-espaces définis par les axes sensibles de l'accéléromètre. Les applications visées sont la kinésiologie, les sports et la rééducation, qui exigent une surveillance des membres du sportif ou du patient. Les résultats de cette étude auront donc une incidence sur les secteurs de l'économie et de la santé publique. L'impact économique se fera principalement sentir sur la technique de conception des accéléromètres et s'expliquera par les nouvelles connaissances acquises dans ce domaine. L'autre impact concernera le secteur de la santé, comme indiqué ci-dessus. L'une des applications envisagées porte sur l'étude de la démarche, essentielle au diagnostic des maladies qui ont des implications à long terme sur la santé et le bien-être, puisqu'il est établi qu'une démarche irrégulière peut conduire à une dégénération de la colonne vertébrale.

Démonstration d'un nouveau concept de matériaux à absorption active intrinsèque

**Noureddine Atalla
U. de Sherbrooke**

L'absorption des ondes sonores dans un matériau poreux s'effectue principalement par dissipation visqueuse, mais ce mécanisme est peu efficace en basses fréquences. Les objectifs poursuivis dans cette recherche étaient de suppléer à cette limitation par le biais d'éléments actifs intégrés dans le matériau et pouvant absorber ou dissiper les ondes acoustiques aux basses fréquences. Les matériaux actifs visés étaient principalement les piézoélectriques, qui ont la propriété de générer des vibrations et du son lorsque soumis à un champ électrique. Les travaux ont commencé par le développement de codes de calcul numérique pour pouvoir simuler le comportement de tels matériaux combinant dissipation passive et active. Dans un deuxième temps, nous avons fabriqué et testé des prototypes de mousses actives (« smart foams »), qui nous ont permis de créer ainsi des surfaces totalement absorbantes dans différentes gammes de fréquences. Une étude est actuellement poursuivie dans le cadre de la chaire industrielle CRSNG/BOMBARDIER/PWC/BHTC pour appliquer cette technologie dans le domaine aéronautique. En parallèle, nous avons initié des travaux pour élucider la corrélation entre la morphologie d'une mousse poreuse et sa dissipation acoustique. Nous poursuivons actuellement ces travaux, dans le cadre d'un projet CRSNG stratégique, pour développer des mousses multifonctionnelles recyclables. Au delà de l'acoustique, ce projet multidisciplinaire a ouvert aussi des perspectives intéressantes d'autres applications comme la surveillance de structures, la dissipation de chaleur dans les chambres d'évaporation et la modélisation numérique multiéchelle.

Oxydes métalliques mésoporeux: application aux supercapacités électrochimiques hybrides

**Daniel Bélanger
U. du Québec à Montréal**

Le développement de supercapacités électrochimique plus performantes requiert de nouveaux matériaux pour contourner et dépasser les limitations intrinsèques des matériaux qui sont actuellement utilisés. Les résultats de ce projet de recherche ont permis de contribuer de manière importante à l'avancement des connaissances dans le domaine des oxydes métalliques mésoporeux, un domaine de recherche qui est encore à ses premiers balbutiements. Une meilleure compréhension des mécanismes fondamentaux qui sont en jeu lorsque ceux-ci sont utilisés dans une supercapacité électrochimique a également été obtenue. Un système prometteur a été développé et des travaux futurs permettront d'en évaluer le plein potentiel.

Stabilisation et décontamination des boues d'épuration municipales et industrielles par couplage des ultrasons à des procédés chimiques et électrochimiques

Jean-François Blais
Institut national de la recherche scientifique (INRS)

Ce projet a permis, pour la première fois, de démontrer l'intérêt d'utiliser les procédés ultrasoniques ou électrochimiques pour accroître la performance de procédés chimiques de décontamination (enlèvement des métaux toxiques, destruction des germes pathogènes, élimination des odeurs) des boues d'épuration municipales (Beauchesne et al., 2007a,b, 2008; Bouda et al., 2009; De la Rochebrochard et al., 2008, 2009, 2010). De plus, des recherches ont montré que les boues décontaminées possèdent d'excellentes propriétés fertilisantes (Barraoui et al., 2008a,b). Une autre facette de la recherche a permis de mettre en évidence des conditions de traitement pour l'extraction efficace des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans les boues d'épuration (Zheng et al., 2007). Ces connaissances ont ensuite été exploitées pour mettre au point un nouveau procédé simultané d'enlèvement des métaux et des HAP dans les sols pollués (Mercier et al., 2007; Mouton et al., 2008, 2009). Les recherches ont également permis de développer des connaissances étendues en matière de traitement des effluents pollués par les métaux (Blais et al., 2008; Djedidi et al., 2009a,b,c; Meunier et al., 2009) ou les HAP (Drogui et al., 2007, 2008; Tran et al., 2009a, b), ainsi que de développer un nouveau modèle informatisé prédisant l'efficacité de différents procédés de précipitation des métaux, la production de boues métalliques et les coûts (opération et investissement) associés à ces procédés (Djedidi et al., 2010).

CONSÉQUENCES DE LA CONNECTIVITÉ ACTUELLE ET PASSÉE SUR LA BIODIVERSITÉ DES COMMUNAUTÉS DE POISSONS DE DEUX BASSINS HYDROGRAPHIQUES DES LAURENTIDES

Daniel Boisclair
U. de Montréal

L'importance de nos travaux s'inscrit dans le cadre d'une gestion durable des ressources naturelles dont dispose le Québec. En effet, les systèmes d'eau douce et les organismes qui les peuplent engendrent des retombées économiques importantes aux niveaux de la production d'énergie hydroélectrique, des pêcheries et du tourisme, en plus de représenter des enjeux sociaux et politiques pour certaines nations de notre territoire. Or, la durabilité des diverses activités reliées aux secteurs mentionnés nécessite une compréhension des impacts et une évaluation juste des risques associés à ceux-ci. La première phase de nos travaux de recherche portait sur l'étude de différents facteurs pouvant biaiser nos mesures concernant les communautés de poissons, donc notre capacité à évaluer convenablement l'état de celles-ci. Nos travaux à ce sujet ont fourni plusieurs informations utiles en ce qui concerne notre capacité à évaluer la santé des milieux d'eau douce. La seconde phase de nos travaux porte sur les effets potentiels de la connectivité hydrographique sur les communautés de poissons. Dans un contexte où l'implantation de nouvelles structures visant la production d'hydroélectricité est pratiquement certaine, la capacité des poissons à se disperser en fonction de divers degrés de connectivité doit être étudiée. Nos travaux à ce sujet fourniront des informations utiles en ce qui concerne l'effet de diverses structures (barrages, infranchissables naturels, etc.) sur le déroulement des processus nécessaires au cycle de vie entier des poissons (migrations, accès aux sites de reproduction et d'hivernage, etc.) et sur la perte de diversité génétique par isolement des populations.

Analyse fonctionnelle de protéines végétales médiant les événements post-transcriptionnels dans l'expression et la régulation géniques

**Gregory G. Brown
U. McGill**

Ces dernières années, il est devenu de plus en plus apparent que les événements qui suivent le premier pas de l'expression génique, la transcription, joue un rôle important dans la régulation biologique. Les protéines qui se lient spécifiquement aux ARN sont des éléments clés dans de tels processus de régulation post-transcriptionnels. Celle-ci est particulièrement importante au niveau des mitochondries des plantes supérieures faisant de ces organelles un excellent système pour identifier et analyser les interactions ARN-protéines et explorer leurs fonctions biologiques. Dans cette optique, nous avons entrepris une analyse fonctionnelle de deux types de protéines liant les ARN chez la mitochondrie des plantes : les protéines PPR et les ARN maturases. Nous avons été capables de démontrer pour la première fois que des domaines spécifiques PPR jouent un rôle important dans le contrôle de la fonction de ces protéines. De plus, nous avons montré que les ARN maturase codés par l'ADN nucléaire sont des éléments critiques pour l'épissage d'un sous-groupe d'introns mitochondriaux. En particulier, notre travail sur la protéine PPR Rfo ont apportés des clarifications initiales sur comment les protéines PPR fonctionnent, et pourrait potentiellement mener à une compréhension détaillée de comment les éléments structuraux de cette classe de protéines pourrait médier des interactions ARN ' protéines spécifiques

Laboratoire d'Instrumentation Astronomique

**Claude Carignan
U. de Montréal**

Des étudiants, partiellement supportés par la subvention, ont travaillé sur des projets impliquant des observations obtenues à l'Observatoire du mont Mégantic, Gemini et le télescope Canada-France-Hawaii (CFH). Un des étudiants au PhD a testé en laboratoire avec succès un prototype d'imageur hyper-spectral optimisé pour la recherche de planètes, lequel a permis de valider et de caractériser les performances attendues d'un tel module en cours de construction à Gemini: le projet international Gemini Planet Finder (GPI) dans lequel l'UdeM et Laval sont activement impliquées. Ces travaux expérimentaux ont été rendus possible grâce à l'achat d'un contrôleur de détecteurs infrarouge financé par la subvention équipe. La sensibilité des caméras développées à partir des EMCCD permettra non seulement des avancés en astrophysique comme de mieux comprendre les confins de l'Univers, mais également en imagerie médicale comme de mieux percevoir certains faibles signaux optiques du corps humain. Ces signaux peuvent révéler les signes précoces de plusieurs maladies tels certains cancers. L'établissement d'un tel diagnostic précoce permet d'intervenir avant que la maladie ne devienne grave, sauvant ainsi des vies et des coûts importants. La NASA a été la première à placer une commande pour l'une de ces caméras et a été rapidement suivi d'un groupe de l'Université de Sao Paulo puis d'un consortium franco-québécois pour équiper un télescope au Chili. Des chercheurs en médecine nucléaire, en bioluminescence, en imagerie Raman et dans plusieurs autres domaines requérant de l'imagerie rapide et sensible se sont montrés intéressés à faire l'acquisition de ces caméras.

Manque de sommeil et équilibre postural au cours du vieillissement: mieux dormir pour ne pas tomber.

**Julie Carrier
U. de Montréal**

Le National Sleep Foundation, un organisme américain à but non lucratif, estime à 100 milliards de dollars les coûts directs et indirects rattachés à la privation de sommeil et aux troubles de sommeil (accidents, congés de maladies, baisse de productivité, consultations médicales, etc.). On estime qu'un tiers des personnes âgées chutent au moins une fois par année. Ces chutes semblent plus que souvent reliées à une perte d'équilibre subite et inexplicée. Au cours des dernières années, on note des bons fulgurants dans la compréhension des conséquences des troubles du sommeil, non seulement sur la vigilance, mais aussi sur le système immunitaire, la neurotransmission, la plasticité cérébrale, la régulation du glucose et la cognition. Ces avancements découlent directement de la collaboration des chercheurs en sommeil avec ceux d'autres spécialités. La formation de cette nouvelle équipe de recherche permet maintenant de mieux comprendre l'interaction des mécanismes de régulation du sommeil et du contrôle postural. Malgré le fait que les troubles du cycle éveil-sommeil et du contrôle postural aient des conséquences importantes aux niveaux personnel, social et économique, peu de ressources ont été investies dans la formation en recherche dans ces secteurs au Canada. Compte tenu de leur approche pluridisciplinaire, le laboratoire de chronobiologie et le laboratoire sur la posture et la locomotion s'avèrent des lieux privilégiés de formation pour les étudiants gradués et sous-gradués. Les étudiants impliqués dans ce projet de recherche ont l'avantage d'être formés dans les méthodes innovatrices propres à ces deux domaines de recherche.

Avalanches et prédiction des éruptions solaires

**Paul Charbonneau
U. de Montréal**

Dans une société technologique dépendant toujours de plus en plus de communications satellites stables (radar, GPS, téléphonie cellulaire, etc.), la compréhension et la prédiction des perturbations solaires est un enjeu majeur. La prédiction de la météo spatiale doit débiter au niveau du soleil, et en particulier avec l'évolution spatiotemporelle de son champ magnétique de surface. Les modèles et techniques prédictives développées dans le cadre de ce projet sont suffisamment simples numériquement pour pouvoir, en principe, être utilisées pour la prédiction en temps réel, tout en étant suffisamment réalistes physiquement pour que l'on puisse espérer que les prédictions en découlant soient fiables. Ils représentent un compromis judicieux entre la modélisation magnétohydrodynamique, très lourde du point de vue de la puissance de calcul requise, et la modélisation purement statistique, habituellement dépourvue de bases physiques solides.

Étude de l'effet des structures éoliennes sur la radiodiffusion des signaux de télévision numérique

**Jean-Yves Chouinard
U. Laval**

Le projet de recherche a permis, sur le plan scientifique, de mieux comprendre les mécanismes physiques en jeu lors de la radiodiffusion des signaux de télévision à proximité de parcs d'éoliennes en opération. Il a permis de définir de nouveaux modèles de prédiction décrivant adéquatement les effets de brouillage des structures de turbines éoliennes avec des pales en rotation. Le projet de recherche s'est traduit également par le développement d'algorithmes de traitement de signaux de télévision sans interruption du service de radiodiffusion. Ce projet a conduit à la publication d'articles dans des journaux scientifiques reconnus ainsi qu'à des présentations à des conférences nationales et internationales. Il a contribué directement à la formation de chercheurs (1 étudiant au doctorat, 3 étudiants à la maîtrise et une associée de recherche post-doctorale). De plus, des articles sont présentement en préparation en vue de leur soumission à des journaux et à des conférences. Les travaux de recherche issus du projet d'équipe FQRNT ont été présentés également dans le but d'établir des collaborations à long terme avec le Centre CORUS du TechnoCentre éolien à Murdochville, le groupe de consultants Hélimax Énergie à Montréal ainsi qu'avec les chercheurs et ingénieurs de la direction technologique de Radio-Canada à Montréal. Nous sommes confiants que ces démarches se traduiront par des collaborations de recherche à long terme. Nous poursuivons toujours notre collaboration étroite avec les chercheurs en Transmission et systèmes de télévision du Centre de recherche sur les communications à Ottawa.

Détermination du champ des conductivités hydrauliques par modélisation et par intégration de données hydrogéologiques et géophysiques

**Michel C. Chouteau
École Polytechnique**

Les principaux résultats de cette recherche sont : le développement d'approche stochastique à l'inversion des mesures permettant d'interpréter les données de tomographies électriques et radar entre forages en termes de teneur en eau et d'hétérogénéités, l'intégration dans le processus des informations hydrogéologiques (porosité, saturation, conductivité hydraulique, épaisseurs) et physiques (propriétés connues en certains points). Également, ce projet a permis de développer une approche à la détermination du champ des conductivités hydrauliques par inversion des données de charge hydraulique. Ces approches ont été abondamment diffusées au moyen de conférences internationales et d'articles dans des revues scientifiques. Le projet de plus a permis de développer et d'instrumenter un site d'essais hydrogéologique-hydrogéophysique (Sorel, Qc) qui sert maintenant de site de référence pour des travaux de recherche dans le domaine de l'écoulement de l'eau. Finalement, elle a permis de renforcer et de souder une équipe multidisciplinaire (hydrogéologie, géophysique, géostatistique) qui poursuit la thématique à travers une collaboration étroite. Le projet a permis de former des étudiants et chercheurs dans le domaine émergent de l'hydrogéophysique qui est demandé à jouer un rôle de plus en plus important dans le futur dans l'évaluation des ressources en eau souterraine et dans le suivi de la qualité de cette eau. Certains des outils et des approches développées sont maintenant reconnus par les pairs et ils ont pénétré dans les institutions gouvernementales (MDDEP) et les compagnies d'ingénieurs conseils.

Biodégradation des composés pharmaceutiques

**David Cooper
U. McGill**

There are many different types of drugs and other pharmaceuticals being used for a wide range of medical applications. These pass into the environment by excretion from the treated patients or, directly, when unused medications are thrown away. Our work has shown that especially when these compounds are resistant to decomposition, there is an important pathway that can lead to their conversion into dangerous chemicals. There are many types of microorganisms in the environment and these are growing on a wide range of food sources that have been discarded or spilled. Our work is important because we have taken examples of the pharmaceutical compounds that cannot be biodegraded easily or quickly and exposed them to common soil microorganisms that are growing rapidly on some other food source. The microorganisms do not need to use the pharmaceuticals as food but because they are growing rapidly, these compounds do come into contact with enzymes in the cells. They are not degraded but they do get converted into other compounds that can have significant toxicity. The most important message from this work is that by using these medications we will inevitably create a reservoir of difficult to degrade compounds in the environment. These, in turn, can be converted by actively growing microbes into long lived compounds that may have significant negative consequences. It should be pointed out that preliminary work during this project also indicates that this bioconversion can be caused by mammalian cells as well as by microbes. This means that there could be creation of these breakdown products in living organisms but this work has not yet been done with animals ' only the cell lines.

Unités agenceables: Réseau d'Environnements Immersifs pour Collaboration à Distance

**Jeremy Cooperstock
U. McGill**

Nos travaux ont démontré la possibilité d'interagir à distance avec une qualité de "présence" assez importante qu'on peut commencer à supporter les besoins artistiques des performeurs dans les contextes d'opéra, danse, et théâtre. En plus, les démarches de recherche-création ont eu un impact significatif dans les domaines des arts performances, l'architecture, et les divertissements basés sur la localisation et la réalité virtuelle.

Développement d'un procédé de synthèse et étude fondamentale des nanofluides

**Sylvain Coulombe
U. McGill**

D'abord, ces travaux de recherche ont permis (et permettent présentement) de former 5 chercheurs de niveau PhD et 2 chercheurs de niveau masters. Ces chercheurs trouveront des emplois à titre de professeur dans des universités québécoises et canadiennes, ainsi que dans le secteur privé. Du point de vue fondamental, nous avons été les premiers à produire des nanofluides stables à haute température. Ces nanofluides pourront éventuellement être utilisés dans des applications réelles de transfert de chaleur. Nos travaux de visualisation et de modélisation nous alignent vers une explication relativement simple pour l'augmentation des propriétés de transport observées avec les nanofluides...

Cinématique et évolution chimique de l'environnement d'étoiles massives

**Laurent Drissen
U. Laval**

Les étoiles les plus massives de l'univers, qui sont aussi les plus rares, ont un impact majeur sur leur environnement et l'évolution chimique et dynamique des galaxies. Notre projet a consisté à développer des outils permettant de quantifier ce lien entre les étoiles massives et leur environnement. Ainsi, nous avons établi que la condition nécessaire à la concrétisation d'une cheminée galactique (un mécanisme privilégié d'enrichissement du halo de la Voie lactée) est le déclenchement séquentiel local de plusieurs générations d'étoiles massives. Nos simulations numériques de la fragmentation de nuages moléculaires ont démontré qu'il est essentiel de tenir compte des effets rétroactifs, tels que le réchauffement du gaz interstellaire par les étoiles en formation. Cette rétroaction a une influence majeure sur la formation des étoiles massives et la fonction de masse initiale des étoiles. La caractérisation des populations d'étoiles massives dans les galaxies proches nous permet de retracer leur évolution récente. Finalement, nous avons mis en service, à l'observatoire du Mont-Mégantic, un imageur hyperspectral unique au monde, SpIOMM. Il s'agit d'un développement technologique majeur permettant de sonder avec une précision jamais encore obtenue l'environnement des étoiles massives et des galaxies proches. Le succès de SpIOMM a amené une retombée économique importante: l'obtention d'une subvention de 2.2M\$ de la FCI permettant de développer et de construire l'imageur hyperspectral SITELLE pour le télescope CFH. La totalité de cette somme sera investie à Québec.

Utilisation d'une toxine bactérienne pour le ciblage de cellules cancéreuses

**Daniel Dubreuil
U. de Montréal**

Nos travaux ont permis de comprendre l'hétérogénéité du processus d'internalisation de la toxine STb d'*Escherichia coli* dans des lignées cellulaires de diverses origines et de tumorigénicité variables. L'endocytose de la toxine est plus importante dans des cellules cancéreuses mammaires que les cellules normales. Ce phénomène révèle donc un ciblage des cellules cancéreuses mais nous n'avons pu déterminer la base sur laquelle cette sélection s'effectue. De plus, la mort par apoptose résultant de la toxicité de la toxine a été observée. Il appert donc qu'un mutant non-toxique de cette toxine, après marquage, pourrait être utilisé comme marqueur de tumorigénicité dans des tests diagnostics. A moyen terme cette approche pourrait être utile pour le diagnostic du cancer du sein, par exemple. A plus long terme cette toxine couplée à un élément toxique pour les cellules permettrait un traitement ciblé des cellules cancéreuses. Étant donné que chaque type cellulaire semble internaliser différemment la toxine, nous ne pouvons extrapoler les résultats obtenus à d'autres types de cancer.

Preuve de concept et optimisation d'un aéro/hydrogénérateur à ailes oscillantes pour la conversion d'énergie éolienne ou marémotrice en électricité

**Guy Dumas
U. Laval**

Ce projet de recherche en équipe nous a permis de démontrer l'excellente efficacité hydrodynamique du concept de turbine à ailes oscillantes. Plus de 40% de l'énergie cinétique s'écoulant dans la fenêtre d'harnachement est effectivement extraite de l'écoulement d'eau afin d'être convertie en électricité. Ces résultats ont été obtenus lors d'une campagne d'essais qui s'est déroulée de juin à octobre 2009 dans la région de Québec sur un prototype de 1 kW constitué de deux ailes tandem de 1.7 m d'envergure. Fort de ce succès, la technologie des hydroliennes à ailes oscillantes peut maintenant entrer dans une phase de développement pré-commerciale qui devrait conduire d'ici un an ou deux à la mise à l'essai d'un démonstrateur de 25 kW. L'intérêt est vif actuellement pour ce secteur des énergies renouvelables, en particulier quant aux énergies marémotrices dont l'impact environnemental et écologique s'annonce minimal.

Immobilisation de catalyseurs organométalliques de platine sur des matériaux mésoporeux SBA-15 et l'étude de leurs propriétés catalytiques pour la fonctionnalisation du méthane

**Frédéric-Georges Fontaine
U. Laval**

Les supports inorganiques de silice ont un rôle important à jouer dans plusieurs procédés industriels, allant de la pétrochimie à l'industrie pharmaceutique. Les travaux effectués dans le cadre de la subvention a permis la découverte d'une nouvelle voie afin d'ouvrir les micropores de façon sélective. Quoiqu'il soit encore tôt pour voir les répercussions réelles des travaux, le manuscrit est encore en rédaction, ce genre de traitement pourrait être utile pour la génération de matériaux catalytiques plus efficaces. En effet, en insérant les catalyseurs dans les micropores très près des canaux principaux, les réactifs et produits pourraient diffuser librement sans interaction importante avec les catalyseurs, ce qui pourrait permettre une meilleure diffusion des espèces en jeu.

Nous avons également travaillé sur la synthèse de matériaux contenant plusieurs sites d'adsorption pour les métaux de transition. Nous avons investigué la façon d'incorporer des phosphines sur la silice afin de générer des supports versatiles pour une foule d'espèces métalliques et organométalliques, que ce soit pour des activités catalytiques ou pour la purification de mélanges par méthode chromatographiques. Ces travaux qui pourront être potentiellement commercialisés, entre autres par la compagnie Silicycle à Québec, pourront avoir une vaste gamme d'applications pour les chimistes de synthèse.

Caractérisation cellulaire par Microscopie Hyperspectrale Assistée par Ordinateur (MHAO)

**Alain Garnier
U. Laval**

Dans le cadre de ce projet, nous avons développé et mis au point un système original de microscopie hyperspectrale, qui permet de saisir sur de larges champs et pour de longues durées toute l'information spectrale provenant d'une culture cellulaire. Étant donné l'énorme quantité de données générées par cet outil, nous l'avons couplé à des algorithmes de statistiques multivariées qui permettent d'extraire les informations les plus pertinentes des systèmes biologiques sous étude. L'ensemble de cet appareil a ainsi été nommé Microscope Hyperspectral Assisté par Ordinateur, ou MHAO. Nous avons appliqué le MHAO à quelques systèmes cellulaires investigués par des collaborateurs, i) des myoblastes humains, des cellules musculaires employées pour le développement d'une thérapie cellulaire de la dystrophie musculaire de Duchenne par le Professeur Jacques P Tremblay du CHUL-CHUQ, ii) des mégakaryocytes humains issus de cultures de cellules de sang de cordon utilisés pour la production de plaquettes sanguines par le Dr Nicolas Pineault du centre de recherche de Héma-Québec et iii) la culture de cellules CHO pour la production de protéines recombinantes en collaboration avec le Dr Bernard Massie de l'Institut de Recherche en Biotechnologie à Montréal. Dans les trois cas, le MHAO a permis d'obtenir des informations uniques sur ces cultures qui ont menés à des découvertes importantes en rapport avec les conditions de culture favorisant la croissance cellulaire rapide des populations d'intérêt.

Modélisation biomécanique de l'architecture d'une cellule végétale vivante avec la méthode des éléments finis

**Anja Geitmann
U. de Montréal**

Le développement d'un organisme vivant est déterminé par la morphogenèse et la différenciation des cellules qui le composent. Malgré le fait que la biologie moléculaire produise de façon extrêmement efficace de l'information cruciale sur l'identité des composantes moléculaires des cellules, notre compréhension du fonctionnement cellulaire est encore très rudimentaire. Un des processus peu compris est celui de la croissance de la cellule végétale qui est à la base du développement des plantes. Ce processus peut entraîner une augmentation de la taille de la cellule de plusieurs milliers de fois et un changement drastique de sa forme. En combinant des technologies poussées d'imagerie avec la micro-mécanique et la modélisation mécanique nous avons produit un modèle *in silico* de la croissance d'une cellule végétale, le tube pollinique. Nous avons identifié les contraintes mécaniques de la paroi cellulaire qui déterminent ce processus et nous avons fait un lien avec la distribution spatiale et dynamique de sa composition chimique. Notre projet était parmi les premiers à recruter l'expertise d'ingénierie pour la biologie cellulaire, une combinaison qui a montré un développement exponentiel. Ceci montre que la compréhension de la mécanique cellulaire a un fort potentiel permettant de mieux comprendre les différents aspects du développement. Notre approche interdisciplinaire a donné l'opportunité à plusieurs étudiants et stagiaires postdoctoraux d'être formés dans deux disciplines, la biologie et l'ingénierie. Ceci a formé des individus aptes à penser plus loin que les limites de leur propre discipline et à trouver des solutions créatives, un atout pour tout domaine de recherche.

Modélisation régionale du climat nordique

**Éric Girard
U. du Québec à Montréal**

Les recherches menées dans le cadre de ce projet ont permis une amélioration sensible de la performance du modèle canadien du climat régional. En effet, les améliorations apportées au modèle permettent maintenant de simuler la formation des nuages ainsi que leurs effets radiatifs sur le climat arctique de façon beaucoup plus précise. Les résultats de cette recherche ont été présentés à plusieurs congrès scientifiques. D'autres équipes de recherche bénéficient également de ces travaux en modifiant leur modèle de la même façon.

Les travaux de cette recherche permettront également de faire des prévisions climatiques plus précises pour les régions nordiques. Cela a un impact majeur sur les travaux menés par les spécialistes en impact et adaptation aux changements climatiques. Ces chercheurs utilisent les projections climatiques du modèle canadien pour prévoir les dommages environnementaux dans les régions nordiques (fonte du pergélisol, dommages aux infrastructures) et élaborer des pistes de solution pour s'adapter à ces changements climatiques, notamment pour les populations inuit.

La dynamique moléculaire de l'hémoglobine trHbN de Mycobacterium tuberculosis

**Michel Guertin
U. Laval**

Plusieurs protéines importantes interagissent avec un gaz (O₂, CO, NO) pour remplir leur fonction : myoglobine, hémoglobine, cytochrome c oxydase, cytochrome P450, prostaglandine synthase, oxyde nitrique synthase etc. En dépit de nombreuses études biochimiques, enzymatiques, de quelle manière les gaz atteignent le site actif est demeuré un processus peu étudié. Pour étudier ce mécanisme nous avons employé la modélisation moléculaire en combinaison avec des approches spectroscopiques et cinétiques. Comme modèle expérimental nous avons choisi l'hémoglobine trHbN de la bactérie pathogène Mycobacterium tuberculosis. TrHbN protège la respiration aérobie contre l'inhibition par l'oxyde nitrique (NO), produit par le système immunitaire, en oxydant le NO en nitrate [trHbN(FeIO₂) + NO → trHbN-FeIII + NO₃]. Nos travaux montrent que la grande activité NOD de trHbN est largement due à la présence de trois canaux hydrophobes qui permettent la diffusion rapide du NO au travers de la matrice protéique jusqu'au site actif. Contrairement aux enzymes qui utilisent des molécules organiques plus volumineuses ces canaux ne sont pas ouverts continuellement, mais sont formés de cavités qui communiquent entre elles en raison de la flexibilité de résidus clés. Nos résultats ont aussi mis en évidence pour la première fois l'importance du caractère hydrofuge et la géométrie des entrées des tunnels pour la capture et l'entrée du NO/O₂. TrHbN devient donc un paradigme pour étudier la diffusion des gaz à l'intérieur de la matrice protéique.

Un système adaptatif de déploiement de bande passante, avec garanties de service, pour la Grille

**Abdelhakim Hafid
U. de Montréal**

La démocratisation de l'accès à Internet, ainsi que la demande toujours croissante pour ses ressources, engendrée à la fois par le nombre constamment en hausse des utilisateurs et par l'apparition continue de nouvelles applications, notamment de grille de calcul, exercent une pression considérable sur l'infrastructure actuelle de l'Internet. Il est donc devenu indispensable de revoir la conception de l'infrastructure de l'Internet, un élément-clé de celle-ci étant les réseaux optiques. Bien que les réseaux optiques soient déjà mis en oeuvre depuis quelques décennies, leur rôle se limitait jusqu'à maintenant à des transmissions point-à-point en utilisant la fibre optique. Dans le cadre des réseaux de la nouvelle génération, il est prévu de déployer des réseaux tout-optiques dans lesquels la transmission et la commutation seront effectués dans le domaine optique. Notre recherche porte sur un type bien particulier de réseaux tout-optiques : les Réseaux Optiques à Commutation par Rafales (ROCR). Dans ce cadre, nos objectifs de recherche étaient d'améliorer les performances des ROCR et de les munir de fonctionnalités d'approvisionnement de qualité de service pour supporter notamment la Grille. En réalisant ces objectifs, nous contribuons à faire des ROCR une solution techniquement et économiquement viable pour qu'ils soient adoptés comme réseaux optiques de la nouvelle génération. Cette adoption devrait ouvrir de nouvelles pistes de recherche dans le domaine des réseaux de communications (telle que l'intégration des ROCR avec les réseaux maillés sans fil) et, éventuellement, de nouvelles avenues de développement pour l'industrie des télécommunications et des réseaux optiques.

Optimisation en exploitation de données (Data Mining)

**Pierre Hansen
HEC Montréal**

La classification automatique a pour but de classier un ensemble d'entités donné en classes homogènes et bien séparées. Le critère le plus largement utilisé pour ce faire est la minimisation de la somme des carrés des erreurs. C'est le sujet de la thèse de doctorat de Daniel Aloise. Entres autres résultats, il a étudié la complexité de ce problème (Daniel Aloise, Amit Deshpande, Pierre Hansen, Preyas Popat: NP-hardness of Euclidean sum-of-squares clustering. *Machine Learning* 75(2): 245-248 (2009)). Ensuite, en combinant des méthodes de localisation et de classification Daniel Aloise a obtenu un nouvel algorithme très performant pour ce problème (Daniel Aloise, Pierre Hansen, Léo Liberti, An Improved Column Generation Algorithm for Minimum Sum-of-squares Clustering, *Mathematical Programming*, à paraître). La taille des problèmes résolus exactement passe de 200 entités environ à 2300. La thèse de Daniel Aloise lui a valu une mention spéciale à l'École Polytechnique de Montréal ainsi que la "Distinguished Dissertation Award" de la Classification Society.

Théorie spectrale des matrices aléatoires et des déformations isomonodromiques

**John Harnad
U. Concordia**

This is work at the level of fundamental research. There are numerous domains of potential application, but to speak of direct economic, social, political, cultural, artistic or technological benefits would not be appropriate. These are contributions to fundamental understanding of mathematical methods and models that have numerous applications in the physical sciences (random growth, formation of random surfaces, membrane physics, critical phenomena of various sorts, quantum gravity, fluid dynamics, polymers, etc.).

Conception de nouveaux matériaux organisés par interactions supramoléculaires en relation avec les dispositifs "Organic Light Emitting Diodes" (OLED) plus performants.

**Pierre Harvey
U. de Sherbrooke**

À la suite de ce projet, les conclusions étaient que le concept de l'augmentation de l'organisation des polymères à l'échelle moléculaire était possible par la technique très originale de la "béquille".

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

**Vincent Hayward
U. McGill**

Les images prennent une part importante dans notre vie de tous les jours. Que ce soit dans la rue, au travail, à l'école ou chez nous, nous sommes « envahis » d'illustrations, de photographies ou de panneaux publicitaires. Par exemple, à l'école, les nouvelles méthodes pédagogiques utilisent de plus en plus d'illustrations pour transmettre le savoir, en partie parce qu'elles sont plus faciles à produire. Il y a donc souvent dans les manuels scolaires, deux ou trois illustrations par page, quelque soit le sujet. Avec l'émergence et le développement de plus en plus rapide de système de stockage d'affichage numérique des documents, il va être de plus en plus difficile d'avoir accès à des documents papiers. De plus, un document numérique, comme par exemple un site Web, sans aucune image est devenu une espèce en voie de disparition et les outils multimédias se développent de plus en plus à l'école. Le problème est que l'alphabétisation des usagers non-voyants dépend de l'accès autonome aux documents imprimés. Même s'ils peuvent avoir accès au texte des documents numériques grâce à des lecteurs d'écran, des imprimantes spéciales en braille et des systèmes de synthèse vocale, il y a toujours un problème pour accéder aux images. Le problème est le même pour les documents numériques ; des solutions existent mais les images restent toujours inaccessibles. Une solution réellement informatisée et immédiate pour l'accès à ces données graphiques est maintenant en vue.

Étude du givrage des éoliennes

**Adrian Ilinca
U. du Québec à Rimouski**

Le projet a permis le développement d'outils, procédures et techniques pour identifier les conditions d'apparition des événements de givrage, déterminer leur impact sur les instruments de mesure, sur les turbines éoliennes et sur la perte de production d'un parc éolien et d'évaluer et adapter des techniques de dégivrage aux pales d'éoliennes. Les travaux ont porté principalement sur:

- Adaptation d'un modèle numérique pour simuler l'accumulation de givre sur les pales d'éoliennes et pour déterminer les pertes de portance et l'augmentation de la traînée et du moment de tangage créées par le dépôt de givre; Simulation en laboratoire (essai en soufflerie et en chambre froide) des événements givrants, mesure de la forme du dépôt de glace et de la variation des coefficients aérodynamiques induite par celui-ci; Validation des modèles mathématiques et numériques à l'aide d'expérimentations en laboratoire; Développement et validation d'une méthode de calcul de la production annuelle en tenant compte des pertes dues au givrage; Évaluation des différentes méthodes pour dégivrer les pales d'éoliennes et déterminer leur efficacité;

Synthèse des retombés:

- Trois articles dans des journaux scientifiques, quatre présentations à des conférences avec comité de lecture, deux présentations sur invitation et deux rapports techniques; sept étudiants gradués; un centre de recherche impliqué dans le projet (Centre Corus) et quatre entreprises qui utilisent les résultats de recherche (à notre connaissance): GPCo, Northland Power, Vestas, Boralex

Identification des Paramètres Dynamiques et des Modèles des Systèmes Multi-Corps

**Jozsef Kövecses
U. McGill**

Dans ce projet, nous nous sommes intéressés à des problèmes fondamentaux concernant la dynamique et l'identification des systèmes multi-corps. La plupart des machines et des systèmes mécaniques peuvent être considérés comme des systèmes multi-corps. Les robots, les machines-outils et les automobiles en sont des exemples. L'analyse, la conception ainsi que le contrôle d'un système multi-corps dépendent grandement du modèle mathématique associé décrivant le comportement dynamique du système. Il est donc primordial d'étudier la pertinence de ces modèles dynamiques et d'en déterminer les paramètres principaux.

Nous avons développé des méthodes et des procédures systématiques afin de caractériser les contributions des différents paramètres des modèles de systèmes multi-corps. Nous avons aussi développé des modèles représentatifs de divers systèmes mécaniques et des phénomènes respectifs. Nous avons également développé et évalué des méthodes afin d'établir des modèles explicites de force de contact pour la simulation, l'analyse ainsi que le contrôle de systèmes multicorps agissant l'un sur l'autre. Ces approches ont été intégrées dans des algorithmes de dynamique et d'identification et ont été, par la suite, validées en confrontant simulations et expériences.

L'aboutissement de ce projet peut avoir des retombées importantes dans les secteurs industriels tels que la robotique, la simulation, la fabrication, le domaine aérospatial, l'exploration spatiale ainsi que dans la compréhension de la dynamique des systèmes biomécaniques.

Conséquences écologiques et évolutives d'un apport en nourriture sur des populations animales naturelles

**Donald Lawrence Kramer
U. McGill**

La base de données constituée sur les tamias et les découvertes réalisées par notre équipe font maintenant partie du patrimoine scientifique du Québec. Grâce au financement du FQRNT, notre équipe a mis en place des fondations solides permettant la poursuite d'un projet de suivi à long terme d'une population de mammifères sauvages dans le Sud du Québec. Cette base de donnée accumule des informations uniques sur le comportement, le métabolisme, l'endocrinologie, l'immunologie et l'écologie de ces animaux. Avec cette recherche, cette population de tamias sert de « marqueur écologique » unique des changements potentiels qui se produisent et se produiront dans l'environnement au cours des prochaines années. Ainsi, nous sommes en mesure de proposer une analyse fine des conséquences sur les populations animales des effets des changements climatiques ou de l'invasion par des insectes ravageurs ou des pathogènes (ex: maladie corticale du hêtre) qui affectent la productivité des forêts. L'effet des changements climatiques sur la productivité des espèces d'arbres du sud du Québec est peu connu. Le cycle naturel de production des graines est d'environ 4 ans. Avec le réchauffement climatique, il semble se réduire à 2 ans. Les graines de principales espèces d'arbres fournissent une ressource essentielle à de nombreuses espèces peuplant ces forêts et nos résultats montrent que les populations animales locales ont développé des adaptations à ces changements interannuels drastiques d'abondance graines. Le liens étroits entre l'abondance de graines et l'écologie du tamias nous laissent penser que tout changement dû au réchauffement du climat aura des répercussions considérables sur les communautés d'espèces du Sud du Québec.

Optimisation multi-couches pour la transmission de données multimédia

**Fabrice Labeau
U. McGill**

Les résultats de ce projet ont permis de non seulement développer des nouvelles techniques de codage et traitement de l'information, mais aussi de développer des liens spécifiques avec des partenaires industriels. Sur le long terme, les résultats seront donc utilisés de manière appropriée au sein de produits industriels.

En bout de ligne, les résultats auront permis de développer des systèmes plus efficaces pour la transmission d'information (particulièrement l'information vidéo), dans des systèmes filaires/sans-fil.

Organiser et classifier: droit et nouveaux médias

**Guy Lapalme
U. de Montréal**

Ce projet de recherche a permis à deux équipes de la même université mais oeuvrant dans deux facultés distinctes de collaborer plus étroitement. Les étudiants en informatique ont pu étudier les méthodologies de classification spécifiques au domaine du droit et les étudiants en droit ont pu apprécié les contraintes qu'impliquent le traitement automatique.

Les nouvelles avenues ainsi ouvertes pourront être explorées de façon plus fine au cours des prochaines années.

Système de tomographie micro-ondes pour la détection du cancer du sein

**Jean-Jacques Laurin
École Polytechnique**

Les travaux réalisés dans ce projet ont permis de faire des avancées dans deux aspects complémentaires essentiels à la mise au point d'un appareil de tomographie micro-ondes dont le but est de permettre le diagnostic précoce du cancer du sein.

Le premier aspect comporte la conception de dispositifs d'illumination et de collecte des champs micro-ondes qui font mieux ressortir les variations de contraste des propriétés électriques des tissus associées à la présence de tumeurs. À cet égard, divers scénarios d'illumination ont été étudiés à l'aide de simulations électromagnétiques et une configuration originale a été proposée. En parallèle, des sondes de mesure de champ micro-ondes non invasives et peu perturbantes ont été développées et intégrées dans un nouveau banc de tests permettant un balayage rapide. Des validations expérimentales ont été faites et ont démontré la qualité des dispositifs développés.

Le deuxième aspect porte sur les algorithmes de traitement des mesures recueillies afin de reconstruire de la distribution spatiale des propriétés électriques du sein examiné. Nos travaux, quoique restreints à des modèles 2D, ont permis d'accélérer jusqu'à six fois cette étape de traitement par rapport aux méthodes existantes. Nous avons aussi identifié des problèmes de stabilité avec la méthode d'inversion existante et nous avons proposé des solutions pratiques pour permettre la reconstruction stable de modèles d'objets présentant de forts contrastes.

Résistance sismique des bâtiments multi-étagés contreventés par des murs de refend et treillis d'acier: essais à grande échelle sur simulateur sismique

**Pierre Léger
École Polytechnique**

La sécurité sismique des bâtiments est nécessaire afin de protéger la vie des occupants, de minimiser les dommages matériels et les conséquences économiques indirectes. Les séismes au Québec (et de l'est du Canada jusqu'au Rocheuses) ont la particularité de se propager dans un roc peu fracturé, ce qui favorise un grand nombre d'oscillations par seconde. Ce projet FQRNT Équipe a permis de mettre en 'uvre un programme expérimental novateur sur simulateur sismique afin d'améliorer les connaissances sur le comportement sismique et le renforcement des bâtiments en béton, et en bois pour ce type de séisme. Un montage expérimental unique au monde supportant les masses de planchers sur un chapente métallique auxiliaire à l'extérieur du simulateur sismique a été mis en oeuvre (9m de haut; 8 masses). Les normes de calcul et techniques de renforcement pour ces ouvrages ont été améliorées afin d'obtenir des systèmes de résistance aux charges sismiques plus sécuritaire et plus économique. Le projet se poursuit présentement (2009-2012) avec des études expérimentales sur des systèmes de contreventement avec recentrage pour minimiser les déplacements résiduels (post-sismiques). Les travaux de recherches ont fait l'objet de 7 publications dans des revues avec comité de lecture, de 15 publications dans des conférences, de 2 présentations industrielles. Le projet a contribué à la formation de 3 étudiants à la maîtrise et 4 étudiants au doctorat en ingénierie des structures avec spécialisation dans la conception parasismique des bâtiments. De plus, le projet a favorisé la collaboration universitaire avec des partenaires industriels impliqués dans le secteur de la construction.

Mise au point et caractérisation d'un chélateur polymère de la gliadine

**Jean-Christophe Leroux
U. de Montréal**

Dans le domaine de la technologie pharmaceutique, le terme « chélateur polymère » fait généralement référence à un polymère de haute masse molaire, réticulés ou non, permettant de séquestrer des molécules exogènes ou endogènes afin de prévenir leur absorption ou de diminuer leur concentration sanguine. La plupart des chélateurs polymères exercent leur action dans le tractus gastro-intestinal. Ces macromolécules, ne subissent aucune absorption, ne sont pas digérées et sont donc éliminées telles quelles dans les selles avec l'agent chélaté. Nous avons mis au point et caractérisé un nouveau chélateur polymère qui serait éventuellement utilisé comme traitement d'appoint dans le contrôle de la maladie c'liaque. Cette pathologie se traduit par une atrophie villositaire sévère principalement au niveau de l'intestin grêle proximal, secondaire à l'ingestion de gliadine, protéine présente notamment dans le blé. À ce jour il n'existe aucun traitement pharmacologique de la maladie c'liaque, la seule option pour les patients atteints de cette maladie étant l'adhérence stricte à une diète sans gliadine. Les chélateurs polymères permettraient d'empêcher la dégradation enzymatique de la gliadine en peptides toxiques et d'en limiter l'absorption. Un tel traitement permettrait un meilleur contrôle de cette pathologie et donc, à long terme d'éviter certaines complications graves (e.g. cancers).

Génomique bactérienne fonctionnelle et nouveaux antimicrobiens

**Roger Levesque
U. Laval**

Scientifique : Les résultats obtenus dépassent les attentes de l'équipe initiale. Nous avons produit et identifié des peptides inhibiteurs ayant un potentiel d'application en thérapie. Ces molécules ont un intérêt certain pour les compagnies pharmaceutiques. L'expertise exceptionnelle acquise a permis de développer de nouvelles collaborations au Québec, au Canada et sur le plan international. Grace aux résultats obtenus, R. C. Levesque est maintenant membre du centre d'excellence UKCanBacWan dont les travaux portent sur de nouveaux antimicrobiens. Les retombées sont déjà importantes dans les découvertes réalisées, l'impact sur la formation d'étudiants gradués et le développement technologique des laboratoires impliqués. Économique : Il est évident qu'une des retombées attendues est liée aux produits «commercialisables» et aux cibles bactériennes identifiées. Ceci représente une valeur ajoutée pour l'industrie pharmaceutique et biotechnologique du Québec. Les retombées attendues se situent également au niveau de la valeur ajoutée par les inventions, les brevets, les ententes, les partenariats et les contrats avec l'industrie. Sociale : En plus de l'amélioration de la santé des Québécois et des Canadiens, une des retombées les plus significatives est certainement la formation de main d'œuvre hautement qualifiée. L'industrie pharmaceutique et biotechnologique ainsi que les universités du Québec ont des besoins urgents en personnel. Plusieurs étudiants et stagiaires ont bénéficié de ce support FQRNT menant directement à un emploi.

Auto-assemblage de structures nanométriques - une étude numérique

**Laurent J. Lewis
U. de Montréal**

Nos travaux sont de nature fondamentale et ont, à ce stade, un impact dans la communauté scientifique. Des retombées plus "pratiques" ne sont pas encore possibles.

L'impact de la gestion des pratiques agricoles sur les communautés microbiennes du sol

**Chandra Alastair Madramootoo
U. McGill**

L'émergence de techniques moléculaires génomiques permettant de caractériser les communautés microbiennes révolutionnera et étendra nos connaissances fondamentales quant à la diversité microbienne du sol et de ses fonctions écologiques. Le développement d'amorces à base d'ADN pour les Eubacteria et Archaea durant le projet donnera un aperçu de la diversité génétique de ses domaines microbiens complexes et méconnus. Ces outils complèmentent l'analyse d'esters d'acides gras méthylés, qui s'applique aussi aux champignons. Des biopuces basées sur des gènes fonctionnels ainsi que d'autres méthodes permettent de déterminer les processus microbiens mis en jeu durant cette étude, ainsi que de clairement identifier les microbes essentiels au maintien des fonctions écologiques des sols québécois. Tout en visant une évaluation de la santé de nos sols, ces recherches encouragent l'utilisation de techniques de pointe pour l'analyse microbiologique du sol. Ces outils pourront aussi servir à l'identification de nouveaux bioproduits et processus biologiques d'importance à l'industrie québécoise des biotechnologies. Ce travail encourage la recherche et le développement dans le domaine des technologies de l'ADN visant la protection de l'environnement.

Transferts trophiques dans un lac fluvial: effets de la qualité alimentaire sur la productivité biologique

**Pierre Magnan
U. du Québec à Trois-Rivières**

Il devrait théoriquement y avoir une relation entre la production primaire (phytoplancton) et la production des poissons dans les écosystèmes aquatiques. Or, on constate que cette relation présente encore une grande variabilité, ce qui rend difficile la gestion durable des stocks de poissons. En effet, l'établissement des limites de prises (quotas de pêche) par les pêches commerciale ou sportive requiert une bonne connaissance des biomasses disponibles, qui elles devraient dépendre de la productivité aquatique à la base des réseaux trophiques. Le transfert trophique de la production primaire aux consommateurs comme les poissons fait intervenir (i) la quantité de producteurs primaires (phytoplancton) et (ii) la qualité alimentaire de ces derniers, soit la valeur énergétique assimilée qu'ils procurent aux consommateurs par unité de biomasse. La notion de qualité alimentaire a été peu considérée dans les études de productivité. L'objectif de ce projet était de mieux comprendre l'intégration spatio-temporelle des composantes alimentaires (quantité-qualité) impliquées dans les transferts trophiques des producteurs primaires jusqu'aux poissons. Au terme, les résultats de ce projet permettront de mieux comprendre les transferts trophiques dans les écosystèmes aquatiques, d'améliorer les modèles prédictifs des consommateurs et ultimement, des rendements en poissons. Cette information est à la base d'une gestion durable des stocks de poissons dans le domaine des pêches commerciale et sportive.

Vers une gestion optimale des structures en béton atteintes de RAG

**Jacques Marchand
U. Laval**

La réaction alcalis-granulats (RAG) constitue une des causes majeures de la dégradation prématurée des structures en béton armé, et l'évaluation de la capacité structurale résiduelle des structures atteintes pose parfois un problème pour les ingénieurs en charge de leur gestion. Les travaux effectués dans le cadre du projet FQRNT ont d'abord permis d'améliorer notre capacité à évaluer l'état et l'avancement des dégradations des structures atteintes de RAG par des méthodes de mesure non-destructives, rapides et fiables. De plus, des progrès importants ont été fait avec le développement d'un modèle visant à déterminer la fiabilité d'une structure se détériorant sous l'effet de divers mécanismes de dégradation.

Les incidences socio-économiques de ce projet sont manifestes puisque le développement des connaissances dans ce domaine permettra de mieux apprécier l'état général d'un ouvrage atteint de RAG et, conséquemment, de mieux cerner les interventions à prioriser dans le cadre de la gestion d'ouvrages en béton. En plus d'améliorer les connaissances fondamentales sur le comportement des ouvrages atteints de RAG et de favoriser l'innovation et le transfert de technologies de pointe, le projet contribue directement à la formation d'étudiants de deuxième et troisième cycles; un point essentiel puisque les besoins en personnel hautement qualifié sont particulièrement importants au Québec dans le domaine de la gestion des infrastructures en béton. Ce projet permettra donc au Québec et au Canada de maintenir leur position de chef de file dans le domaine de la gestion des infrastructures en béton.

Études écosystémiques des interactions humain-robot

**François Michaud
U. de Sherbrooke**

Le domaine scientifique d'études des interactions humain-robot est à ses débuts, alimenté par des robots qui sont capables de se déplacer et d'interagir de différentes manières avec des humains. En premier lieu, le projet a permis de faire progresser les capacités interactives de robots (mouvement, toucher, audition). Pour pouvoir bien évaluer l'impact des modalités interactives de ces robots, l'environnement d'opération influence directement le naturel des interactions. Il faut donc pouvoir expérimenter directement dans les milieux de vie, ce qui demande de développer des robots robustes, sécuritaires, simples à comprendre, suscitant l'intérêt des humains à interagir avec eux. Or, en second lieu, ce projet de recherche a permis de démontrer l'importance de ces spécifications, amenant des robots mobiles dans des environnements naturels avec des usagers qui n'ont pas de connaissances a priori sur ces machines. Ceci a permis d'explorer l'exploitation des deux approches expérimentales (quantitative et qualitative) pour l'obtention de données probantes sur l'impact des interactions humain-robot dans un contexte novateur, i.e., en environnements naturels, hors du laboratoire. Le projet a clairement mis en évidence les avantages qu'apportent un robot sphérique interactif dans la satisfaction des spécifications nécessaires pour les interactions humain-robot en milieu naturel. Il en découle un riche bassin d'applications pour le développement et la stimulation d'habiletés motrices, intellectuelles, sociales, affectives et de communication. Il en résulte des contributions scientifiques interdisciplinaires, sur le plan technologique et sur le plan des facteurs humains.

La structure du silicium amorphe ' défauts, ordre local et relaxation.

**Normand Mousseau
U. de Montréal**

L'étude des effets de cisaillement sur les matériaux désordonnés a connu beaucoup d'intérêt ces dernières années. On s'est surtout concentré sur les verres métalliques et les verres de silice. Les travaux menés par Ali Kerrache montrent que les systèmes covalents tels que le silicium ont un comportement beaucoup plus subtil qui varie en fonction de la température et du taux de cisaillement. Ces résultats pourront permettre, par exemple, de développer des nouveaux procédés de relaxation pour les dispositifs à base de silicium amorphe.

L'autre partie du projet, qui porte plus particulièrement sur la nature microscopique des défauts dans silicium amorphe, n'en est encore qu'à mi-parcours. Celle-ci est également très importante, car elle permettra de mieux comprendre à la fois le rôle de l'hydrogène dans le dopage silicium et des défauts qui restent dans le système. Les résultats déjà obtenus par bombardement ionique complètent les expériences faites au cours des 15 dernières années. Les simulations, de leur côté, permettront de tester de nouveaux algorithmes de simulation qui ont été développés par le même laboratoire grâce à une autre subvention du FQRNT, dans le cadre de notre projet. Ces résultats sont importants, car ils ouvrent la porte aux simulations sur des terrains expérimentaux dans les matériaux désordonnés, ce qu'il n'est pas possible de faire présentement.

Études des contrôles du mouvement humain: La nature de l'apprentissage moteur

**David J. Ostry
U. McGill**

Ces études ont concerné le contrôle du mouvement chez l'homme et plus précisément, l'apprentissage de ce contrôle et sa généralisation. L'ensemble des résultats démontrent que l'apprentissage moteur se fonde sur des expériences locales et que la généralisation de ce type d'apprentissage à des situations nouvelles se ferait par un mécanisme d'interpolation entre ces instances d'apprentissages antérieurs locaux. Ces résultats s'accordent avec le fait qu'il y a peu de généralisation des fonctions motrices acquises dans des situations spécifiques à des situations complètement nouvelles. La spécificité de l'apprentissage moteur constitue un challenge pour le développement de méthodes thérapeutiques, particulièrement pour la mise en oeuvre du transfert des apprentissages depuis le milieu clinique vers les milieux domestiques et professionnels.

Structure de la soie d'araignée: de la glande à la fibre

**Michel Pézolet
U. Laval**

Grâce à l'utilisation de techniques modernes de spectroscopie, les travaux de notre équipe de recherche ont permis d'obtenir beaucoup d'informations nouvelles sur la structure, l'orientation et la dynamique des protéines de soie dans les glandes séricigènes et dans les fibres de soie. En particulier, nous avons pu suivre pour la première fois les changements de conformation et d'orientation des protéines qui surviennent dans le conduit de la glande ampullacée majeure lors de la formation du fil de trame produit par les araignées. De plus, nous avons démontré que la vitesse de filage affecte la dynamique des protéines de soie. Nous avons de plus réussi à surexprimer, purifier et obtenir des informations structurales préliminaires sur l'extrémité C-terminale non-répétitive de la protéine MaSpl de la glande ampullacée majeure. Ces études aideront à mieux comprendre l'importance de cette extrémité C-terminale sur l'agrégation des protéines de soie. L'ensemble de nos résultats devraient permettre de développer des méthodes de production de fibres artificielles produites à partir de protéines de soie recombinantes.

Évaluation du potentiel antibiotique et anticancéreux de matrices végétales de la forêt boréale

**André Pichette
U. du Québec à Chicoutimi**

Le développement de nouveaux antibiotiques est un besoin urgent pour contrer la crise de résistance aux antibiotiques auxquelles font actuellement face les systèmes de santé. Les résultats de ces travaux ont déjà permis d'identifier plus de dix nouveaux produits naturels antibiotiques (nouvelles entités chimiques). Il est important de préciser que ces nouveaux composés sont structuralement très différents des classes d'antibiotiques actuellement connues. De plus, certains de ces composés phénoliques ont montré une forte activité contre des lignées de *Staphylococcus aureus* résistantes à la Méthicilline (SARM). Ces résultats devraient s'avérer un point de départ du développement préclinique de ces composés qui pourraient faire l'objet dans quelques années d'un développement clinique avec un partenaire industriel. L'identification de nouveaux candidats pour le développement d'antibiotiques utilisés en clinique constituerait une nouvelle voie de valorisation intéressante pour cette essence qui possède actuellement peu d'intérêt économique de la part de l'industrie forestière. Cette découverte pourrait aussi mener à la production d'un médicament à partir d'une source renouvelable. Les matières premières utilisées par l'industrie chimique proviennent majoritairement des ressources fossiles. Un des défis vers une chimie plus verte est justement la transition vers des matières premières renouvelables. Ce projet a également été l'occasion de former du personnel hautement qualifié (un étudiant au doctorat et deux étudiants de maîtrise). Ces spécialisations sont rares et fort utiles pour le déploiement du Canada à l'échelle internationale.

Conception et analyse de réseaux de capteurs sans fil

**Samuel Pierre
École Polytechnique**

Les retombées de ce projet consistent essentiellement en de nouveaux modèles de consommation d'énergie prenant en compte l'état des nœuds, de nouveaux schémas d'adressage réduisant la surcharge de signalisation utilisée pour la maintenance des identificateurs et facilitant la localisation sécuritaire des capteurs, de nouveaux algorithmes et protocoles de routage efficaces en terme de consommation d'énergie pour supporter la qualité de service dans les réseaux de capteurs de grande taille destinés aux applications multimédias et temps réel, de nouveaux mécanismes de sécurité permettant l'authentification des échanges, la découverte de routes sécurisées et la détection rapide de comportements malicieux. Les résultats obtenus en termes de modèles de consommation d'énergie et de schémas d'adressage rendent possibles des applications multimédias de plus en plus nombreuses pouvant se déployer sur les réseaux de capteurs de grande taille intégrant éventuellement des nœuds mobiles. Par ailleurs, le domaine du recouvrement après défaillance dans de tels réseaux est actuellement très peu développé. Ainsi, les modèles et les algorithmes de routage sécurisé conçus dans le cadre de ce projet de recherche faciliteront la conception de réseaux de capteurs fiables. Quant aux nouveaux mécanismes de sécurité issus de ces travaux, ils fourniront un nouveau cadre et de nouveaux outils de sécurisation des réseaux de capteurs qui remplaceront les méthodes de sécurité traditionnelles issues des réseaux filaires, méthodes qui se sont révélées complètement inefficaces en regard des contraintes d'énergie et de portée de transmission inhérentes aux réseaux de capteurs.

SYNTHÈSE ET AUTO-ASSEMBLAGE DE COPOLYMÈRES SÉQUENCÉS À DES FINS DE NANOMATÉRIAUX VERSATILES THERMO- ET PHOTOSENSIBLES

**Robert Émery Prud'homme
U. de Montréal**

Les copolymères blocs (ou séquencés) sont des matériaux de choix dans la recherche de l'infiniment petit, pour la fabrication de nano-matériaux ou de nano-objets avec des structures, formes, tailles et fonctions précisément contrôlées. Typiquement, suivant la composition et les longueurs absolues et relatives des séquences, les copolymères blocs sont structurés à l'échelle de quelques dizaines à quelques centaines de nanomètres. Lorsque l'un des blocs est cristallin ou liquide-cristallin, on peut combiner des structures véritablement nanométriques (typiquement de 1 à 10 nm) avec les plus grandes dimensions des copolymères blocs pour obtenir des matériaux hiérarchiques, c'est-à-dire structurés d'une façon bien définie à de multiples niveaux. Une telle structure hiérarchique est caractéristique de maints matériaux naturels tels le bois, la soie d'araignée, la peau, etc. Chaque niveau de structure a sa propre thermo-sensibilité. De plus, on peut incorporer d'autres fonctions spécifiques pour rendre le matériau, par exemple, photo-sensible. Il est fréquemment souhaitable qu'un des blocs soit dégradable dans les processus de fabrication des nano-matériaux ou dans certaines de leurs utilisations (e.g. médicales). Le plus souvent, les applications envisagées requièrent que ces matériaux soient sous la forme de films minces ou ultraminces, ce qui a une incidence - souvent d'une manière extrêmement intéressante et exploitable - sur leurs structure et propriétés.

Les cellules souches germinales dans la moelle osseuse, vraie ou faux?

**François Richard
U. Laval**

Ces travaux de recherche ont permis de jeter un éclairage nouveau sur le rôle des cellules souches dans la fonction ovarienne. Plus précisément, les cellules souches de la moelle osseuse semblent impliquer dans une réponse à un contexte cytotoxique telle qu'une exposition à des agents de chimiothérapie. En biologie de la reproduction, ces résultats sont novateurs et pavent la voie à investiguer une nouvelle approche pour protéger la survie de la fonction ovarienne suite aux traitements de chimiothérapie.

Ces conclusions et perspectives sont porteuses d'un éventuel développement technologique transférable chez l'humain. D'un point de vue fondamental, nous pouvons poser l'hypothèse que le rôle des cellules de la moelle osseuse n'est pas seulement que dans un contexte cytotoxique et qu'il pourrait s'étendre à la physiologie du follicule ovarien.

Avec un potentiel de développement vers une nouvelle approche thérapeutique suite à des traitements de chimiothérapie, les implications sur la santé des femmes sont nombreuses et attirantes. Par contre, nous ne sommes qu'à l'aube de notre compréhension. Bien du travail reste à faire pour consolider notre compréhension.

Méthodes de vérification et de raffinement automatisés de systèmes électroniques complexes

**Yvon Savaria
École Polytechnique**

La conception de systèmes informatiques (matériel et logiciel) est de plus en plus exigeante car les systèmes sont de plus en plus complexes. Ce projet a montré qu'on peut concevoir des systèmes avec non seulement une approche verticale mais aussi en la combinant avec une approche horizontale. En effet, on peut à la fois s'attarder à la conception rapide et efficace de systèmes avec peu de défauts (en partant de la validation des requis jusqu'à la conception des systèmes eux-mêmes) mais, en parallèle, on peut tenir compte d'aspects corollaires mais importants comme l'efficacité d'utilisation des ressources, la performance et la consommation d'énergie. Nous avons proposé des approches et techniques dans ce sens et nous avons démontré qu'elles permettent de concevoir de tels systèmes en moins de temps et de façon à ce qu'ils contiennent moins de défauts tout en assurant une grande performance et en diminuant la consommation d'énergie. De plus, l'originalité de la recherche permet de former de la main-d'œuvre dont les compétences (dans un domaine à haute valeur ajoutée) sont de calibre mondial. Ce dernier aspect est critique pour maintenir la compétitivité des entreprises canadiennes dans un domaine qui évolue très rapidement et où les entreprises sont déjà bien établies comme la conception de téléphones cellulaires (comme Research in Motion) ou les systèmes de communications (comme Ericsson Canada). Également, les compétences développées dans ce projet permettent de bien positionner le Canada dans des domaines en émergence comme les systèmes portables sans-fil pour les applications biomédicales.

Microsystèmes dédiés à l'interface du cortex visual primaire: modélisation et validation expérimentale

**Mohamad Sawan
École Polytechnique**

Le domaine de la neuroingénierie est en plein essor et présente un potentiel d'innovation incroyable, nécessaire à l'amélioration de la qualité de vie des victimes de dysfonctions du système nerveux central dont l'épilepsie, le Parkinson et la paralysie.

La réalisation d'une interface de surveillance viable entre le cortex et un dispositif médical intelligent nécessite la mise en œuvre de microsystèmes capables de capter l'activité d'un grand nombre de cellules à la fois et pouvant traiter de forts débits de données. Ces microsystèmes doivent dissiper très peu d'énergie pour permettre leur utilisation permanente.

Nous avons proposé diverses techniques de conception, fabrication et assemblage des dispositifs implantables pour l'enregistrement intracortical. Ces divers circuits d'acquisition et de conditionnement du signal permettant de préserver l'entière intégrité des biopotentiels recherchés et de réduire la quantité d'information à transmettre sans fil à un contrôleur hôte. Ces capteurs utilisent une intégration verticale de puces empilés et montés sur le dos d'une matrice de microélectrodes. Le microsystème réalise 16 canaux d'enregistrement parallèles et permet la réduction de données sur puce se servant d'une nouvelle méthode de compression et d'interprétation de biopotentiels recueillies des cellules neuronales. Son architecture lui garantit un potentiel d'expansion pour un nombre élevé de canaux.

Les résultats de tests in vivo, effectués lors de nombreuses collaborations, valident le bon fonctionnement du microsystème complété.

Synthèse de couches ultra-minces de siliciures sur silicium cristallin et endommagé étudiés par nanocalorimétrie et profilométrie à haute résolution en profondeur

**François Schiettekatte
U. de Montréal**

Ce projet a permis de comprendre en détail la réaction en couche mince du système complexe que représente le Ni-Si. Celui-ci possède en effet plusieurs phases, et il est apparu que plusieurs d'entre elles se forment ou non selon l'épaisseur de Ni déposée. Certaines phases métastables se manifestent également, loin des températures auxquelles on s'attend à les observer. Nous avons pu mettre en évidence l'influence drastique de l'amorphisation du Si sur cette séquence. La présence de α -Si induit dans certains cas une réaction spontanée entre le Ni et le Si qui se traduit par la formation de petit cristaux. Suite à ce projet, on possède ainsi une compréhension détaillée de la formation du siliciure de nickel, un matériau d'importance puisqu'il est maintenant utilisé dans les dispositifs microélectronique de dernière génération. Notre projet contribuera donc certainement à l'amélioration de ces dispositifs. Certaines contributions sont encore à l'état de manuscrit mais seront soumises sous peu.

En outre, en partie grâce à ce projet, nous avons pu développer la technique de nanocalorimétrie et obtenir grâce à elle des résultats fort prometteurs. Par sa mesure de la chaleur impliquée dans les processus mesurée, celle-ci offre une fenêtre différente et complémentaire unique. À terme, elle nous permettra de compléter de façon tout à fait originale notre compréhension de la réaction Ni-Si.

Comportement thermo-chimio-mécanique d'une cathode dans une cuve Hall-Héroult

**Gervais Soucy
U. de Sherbrooke**

La production de l'aluminium (Al) se base sur différentes technologies qui sont des variantes du procédé Hall-Héroult (H-H). De 1900 à 1999, la production mondiale de l'aluminium est passée de 8000 à 24 millions de tonnes (t). Au Québec, on en produit annuellement 2,7 millions de t. Le procédé H-H peut se résumer ainsi : l'électrolyse de l'alumine dissoute dans un bain de cryolite fondue nécessitant une température comprise entre 940 et 980°C. Ce procédé requiert une cuve et des matériaux résistants aux points de vue chimique, thermique et mécanique. Depuis 1886, plusieurs avancées technologiques ont permis des améliorations notables au procédé. Malgré ces améliorations, il existe trois points "négatifs" : 1- Production de CO₂ (on produit 5,7 t de CO₂ équivalent pour une source d'énergie hydroélectrique ou nucléaire allant jusqu'à 19,2 t pour une production d'énergie à base de charbon); 2- Consommation d'énergie élevée de l'ordre de 15000 kWh/t d'Al; 3- Production de brasques usées contaminées fortement toxiques. Notre projet a permis de développer des connaissances fondamentales sur les couplages intervenant dans le comportement de cathodes de la cuve en situation d'électrolyse. La compréhension de ces phénomènes physico-chimiques microscopiques et leur impact sur le comportement macroscopique thermo-électromécanique de la cuve ont été approfondis. Ces travaux permettront d'améliorer technologiquement les procédés d'électrolyse d'Al, qui occupent une grande place dans l'économie québécoise.

Dispersion des émissions provenant des bâtiments et contamination des prises d'air frais dans un milieu urbain

**Théodore Stathopoulos
U. Concordia**

Ce projet de recherche a porté sur la dispersion des polluants, provenant de l'évacuation de gaz d'un bâtiment, et a tenté de mettre au point des méthodes de calcul afin de déterminer les endroits appropriés pour l'installation de prises d'air frais, sur l'enveloppe du bâtiment, où se trouve une concentration minimale de ces polluants. Les normes actuelles de conception des cheminées sur les bâtiments recommandent en effet d'utiliser des vitesses élevées d'évacuation des polluants, afin d'atténuer le problème de la réingestion de ces mêmes gaz d'échappement. Toutefois, des études récentes ont démontré que cette approche n'est pas toujours satisfaisante en raison de facteurs additionnels tels que la hauteur et l'emplacement des cheminées, la turbulence du vent qui frappe l'édifice ainsi que la disposition des bâtiments environnants. L'approche qui a été retenue combine la modélisation numérique avec la validation expérimentale, en vue d'élaborer des lignes directrices simples à suivre pour les concepteurs de bâtiments, de manière à localiser les prises d'air frais sur l'enveloppe pour éviter, ou à tout le moins minimiser, la réingestion des polluants. Bien que ce projet de recherche se situe dans le vaste domaine d'étude du génie du bâtiment, son impact et ses implications potentielles dépassent largement le cadre technique de la recherche en génie. Enfin du point de vue de la santé publique, les résultats de cette étude permettent de jeter un éclairage nouveau sur des problèmes de santé qui affectent les occupants d'édifices situés dans les centres urbains. Il n'est pas étonnant que l'IRSST ait manifesté un intérêt certain pour ce type de trouble de santé relié au travail, depuis quelques années déjà.

Le complexe majeur d'histocompatibilité de classe II comme système modèle de la régulation génique par la chromatine; mécanismes locaux et à distance

**Viktor Steimle
U. de Sherbrooke**

Nous avons utilisé les gènes du locus du complexe majeur d'histocompatibilité de classe II (CMH-II) comme modèle pour analyser l'interaction entre la machinerie de transcription et la chromatine. La régulation fine des gènes du CMH-II est essentielle au bon fonctionnement de la réponse immunitaire. Des défauts de régulation des gènes CMH-II sont impliqués dans des immunodéficiences et des maladies autoimmunes. Les analyses du positionnement de nucléosomes ont montré que le recrutement du facteur CIITA à l'enhanceosome CMH-II induit de manière très flagrante une région génomique exempte de nucléosomes (nucleosome free region, NFR). Les NFRs sont probablement d'une grande importance pour la régulation de beaucoup de gènes, mais sont encore mal compris. Nos travaux nous ont permis de formuler de nouvelles hypothèses ainsi que de nous fournir de nombreux outils moléculaires pour étudier les mécanismes sous-jacents. En ce qui concerne le lien entre la dégradation N-terminale de CIITA et l'activation génique, nous avons démontré que l'extrémité N-terminale de l'isoforme III de CIITA est essentielle pour la dégradation rapide de cette protéine et en même temps contribue à son pouvoir d'activation. Les premiers dix acides aminés de CIITA se comportent comme un degron et domaine d'activation portable qui doit résider obligatoirement à l'extrémité N-terminale. Nous avons des évidences préliminaires que des facteurs oncogéniques viraux utilisent un mécanisme similaire pour la re-programmation épigénétique lors de la transformation oncogénique. Ce nouveau mécanisme peut donc s'avérer d'être d'une importance capitale dans des situations physiologiques ainsi que pathologiques.

Modulation et codage adaptatifs pour récepteurs itératifs à faible complexité dans des systèmes MIMO

**Leszek Szczecinski
Institut national de la recherche scientifique (INRS)**

La proposition de la transmission SSK et son analyse approfondie se sont avérées intéressantes pour la communauté de télécommunications. Plus précisément, notre papier [Jeganathan, Ghrayeb, Szczecinski, "Spatial Modulation: Optimal Detection and Performance Analysis", cf. liste] a déjà fait l'objet d'une attention considérable (cité déjà cinq fois) depuis sa parution en 2008. Plusieurs équipes travaillent sur ce sujet en explorant en particulier l'idée d'authentification pour la communication sécurisée sur les liens sans fil (cf. point c. ci-dessus).

L'analyse des gains atteignables utilisant le traitement itératif est d'une importance fondamentale en ce qu'elle explique le comportement des récepteurs dans les rangs de SNR faible ou très grand où le traitement itératif apporte les gains modérés.

Applications de méthodes algébriques à des problèmes de la théorie du calcul.

**Denis Thérien
U. McGill**

La complexité des calculs constitue le cœur de l'informatique fondamentale en même temps qu'un point de jonction des plus significatifs entre l'informatique et les mathématiques traditionnelles. Les problèmes centraux y sont extrêmement difficiles et toute nouvelle approche est bienvenue. Les travaux de notre équipe utilisent des notions d'algèbre et de logique classiques, en plus des méthodes combinatoires plus modernes, pour faire progresser nos connaissances sur les questions reliées à des modèles de calcul les plus utilisés.

Impacts des liens génétiques et physiologiques sur la structure clonale et la dynamique naturelle des peuplements de peuplier faux-tremble (*Populus tremuloïdes*)

**Francine Tremblay
U. du Québec en Abitibi-Témiscamingue**

Les peuplements de tremble ont relativement été peu étudiés, d'une part due à l'abondance de la ressource pour l'industrie forestière et d'autre part, parce qu'on n'y faisait peu ou pas d'interventions sylvicoles (outre la coupe totale). La demande pour le tremble s'étant considérablement accrue ces dernières années au Québec et partout ailleurs au Canada, la pression d'exploitation est de plus en plus forte sur ces peuplements. Au Québec, l'âge du début de la phase de sénescence des peuplements de tremble est en moyenne de 64 ans mais la grande variation des valeurs autour de cette moyenne n'est que très faiblement expliquée par des variables de station. Une augmentation importante du volume de mortalité et de carie du tronc survient vers l'âge de 60 ans mais la prédiction de l'âge du début de la phase de sénescence d'un peuplement donné demeure très imprécise. Le projet nous permettra de mieux répondre à des questions telles que « Quels sont les facteurs climatiques qui contrôlent la croissance et la régénération des peuplements? Quels sont les mécanismes qui entrent en jeu et qui affectent significativement (perturbations, climat) la vigueur, le taux de mortalité et la sénescence des tiges dans les peuplements suite à la défoliation par des insectes comme la livrée des forêts? Nous proposons de voir les peuplements de tremble dans une perspective totalement nouvelle. En effet, plutôt que d'être constitués de tiges individuelles partageant un même génotype, les peuplements de tremble seraient constitués d'unités physiologiques génétiquement identiques ou non. Les résultats de nos travaux permettront aux utilisateurs de la ressource de mieux cibler les stratégies sylvicoles au Québec comme ailleurs au Canada.

Inférence bayésienne et fréquentiste pour données spatio-temporelles d'imagerie

**Alain C. Vandal
U. McGill**

Les avancées méthodologiques que notre équipe de recherche a réalisées forment sont de première importance dans les domaines de l'analyse rigoureuse des données issues d'imagerie cérébrale, dans les modèles de données spatio-temporelles, dans les modèles de changement catastrophique (dits de point de rupture) et dans l'analyse de survie. Parmi les conséquences immédiates de nos recherches, on retrouve de nouvelles façons de qualifier et quantifier les changements de forme et de volume du cerveau causées par certaines conditions médicales, dont la maladie d'Alzheimer, ce qui pourrait avoir comme effet direct de pouvoir diagnostiquer ces conditions beaucoup plus tôt qu'auparavant. Les nouveaux modèles de données spatio-temporelles ont des applications aussi diverses que la cartographie de l'incidence de maladies, telle que la sclérose en plaque, et la production d'évidence judiciaire de nature génétique telle qu'elle s'inscrit dans un bassin génétique géographique. L'application de méthodes dites d'ondelettes aux données de survie et au problèmes de point de rupture permet maintenant des estimations plus robustes dans ces domaines, c'est-à-dire moins sujettes à être affectées par des cas atypiques ou des erreurs dans les jeux de données. Les méthodes que nous avons développées en analyse de survie permettent aujourd'hui de dresser un portrait fidèle de la progression de certaines maladies, contrairement aux estimations fortement biaisées qui avaient presse il y a à peine 5 ans.

Génération d'impulsions laser attosecondes isolées et intenses à partir de cibles solides

**François Vidal
Institut national de la recherche scientifique (INRS)**

Notre objectif ambitieux de générer les spectres d'harmoniques les plus intenses et les plus étendus jamais observés (toutes techniques confondues), au moyen du nouveau laser femtosecondes 200 TW de l'INRS (l'un des plus puissants au monde), n'a pas encore été réalisé, mais tout est maintenant en place pour y arriver. Notre travail nous a néanmoins permis d'acquérir un savoir-faire au moyen d'un laser aux performances plus modestes, ainsi qu'une compréhension des principaux facteurs en jeu au moyen de simulations numériques. Les contributions originales issues de notre travail sont principalement: (1) l'étude de l'influence de la dérive de fréquence (chirp) de l'impulsion incidente sur le spectre d'harmoniques, (2) l'universalité des spectres d'harmoniques produits au moyen de lasers très intenses, et (3) la production d'impulsions attosecondes multiples à chaque cycle laser. Notre étude sur le chirp (1) a permis d'améliorer notre compréhension des mécanismes physiques responsables de la génération d'harmoniques. D'autre part, nos prédictions théoriques concernant l'universalité des spectres d'harmoniques (2) sont des situations optimales que nous devons essayer d'atteindre dans nos expériences. Finalement, notre résultat théorique concernant la production d'impulsions attosecondes multiples par cycle laser (3) pourrait compromettre la production d'impulsions attosecondes isolées. L'objectif ultime de ces travaux est la mise au point d'une source laser pouvant produire du rayonnement intense ayant des longueurs d'onde dans la gamme des nanomètres pour des applications en microscopie biologique et des durées dans la gamme des attosecondes pour l'étude des transitions dans les systèmes quantiques.