UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Sommaire des projets de recherche

Financement : Fonds John-R.-Evans de la Fondation canadienne pour l'innovation, gouvernement du Québec et divers partenaires (2017)

Laboratoire de résonance magnétique du solide pour l'analyse des matériaux du futur

Professeur Jérôme Claverie, Faculté des sciences, Département de chimie; 1 252 685 $

Ce projet de recherche consiste en la conception, le développement et l'évaluation de matériaux innovants. En particulier, le projet s'intéresse à trois types de matériaux : les matériaux hybrides, qui combinent une partie inorganique à une partie organique, les matériaux cimentaires utiles dans le développement des infrastructures de béton du futur ainsi que sur les matériaux magnétiques nécessaires pour la mise en place de l'informatique quantique. Afin de pouvoir étudier la microstructure de ces nouveaux matériaux, c'est-à-dire leur configuration à l'échelle moléculaire, un instrument s'impose : un spectromètre de résonance magnétique nucléaire à l'état solide. Avec cet instrument, il sera possible d'étudier le fonctionnement intime de photocatalyseurs hétérogènes développés dans le laboratoire Claverie. Ces photocatalyseurs peuvent être utilisés pour la dépollution de fluides (eau ou air) en utilisant seulement la lumière solaire comme source d'énergie. L'instrument de résonance magnétique sera aussi un atout précieux pour une meilleure compréhension du CSH, qui est le principal composant du ciment lorsqu'il durcit. La mise au point de nouveaux matériaux cimentaires est une nécessité pour répondre de façon durable au vieillissement des infrastructures publiques de béton (ponts, infrastructures portuaires, bâtiments publics). Enfin, l'instrument de résonance magnétique nucléaire permettra la caractérisation des propriétés magnétiques des nouveaux matériaux développés pour des applications d'informatique quantique. Les matériaux magnétiques intéressent directement le domaine de la microélectronique, qui représente un secteur d'activité très important du Québec, et en particulier dans la région de Bromont.

Un système de recherche apprenant en santé pour unir les soins primaires et spécialisés

Professeur Jean-François Éthier, Faculté de médecine et des sciences de la santé, Département de médecine; 649 823 $

Au Canada, 67 % des coûts totaux pour la santé sont dus aux maladies chroniques. La majorité de celles-ci sont considérées comme des conditions propices aux soins ambulatoires (CPSA). Les CPSA sont liées à environ 299 hospitalisations par 100 000 habitants et à 30 à 50 % des visites à l'urgence. Afin d'améliorer la prise en charge de ces patients, une plateforme permettant de suivre dans le temps une large population de patients de la première à la troisième ligne est nécessaire. La région de l'Estrie est idéalement placée pour répondre à ce défi. Elle couvre plus de 300 000 habitants recevant la majorité de leurs soins à l'intérieur d'un seul CIUSSS bien intégré. Afin de pouvoir bien comprendre la complexité des trajectoires de soins (rémissions, exacerbations, hospitalisation), des outils de requêtes temporelles complexes sont nécessaires, mais ils ne sont présentement pas disponibles dans les systèmes en place. Afin de répondre à ces défis, le programme de recherche s'arrime de près aux travaux de l'Unité Soutien SRAP des IRSC du Québec (financé par le MSSS). Le programme comprend deux axes: d'abord, le développement d'un nouveau modèle temporel. L'équipe travaille déjà sur un modèle qui permet de supporter les opérations complexes requises. L'infrastructure permettra la validation et l'optimisation de ce modèle en le testant à l'échelle d'une région; ensuite, l'optimisation des trajectoires de soins pour les CPSA (hospitalisation et urgence). Les travaux de ce deuxième axe pourront débuter d'emblée, mais le développement du modèle temporel permettra ensuite de pousser les travaux plus loin.

Études fonctionnelles *in vivo* de l'autophagie : de l'organisme modèle aux organoïdes humains

Professeur Steve Jean, Faculté de médecine et des sciences de la santé, Département d'anatomie et de biologie cellulaire; 954 358 $

Le cancer colorectal est le deuxième cancer en importance chez les hommes, et le troisième chez les femmes. Les maladies inflammatoires de l'intestin, quant à elles, affectent un Canadien sur 150. Bien que les causes du cancer colorectal et des maladies inflammatoires de l'intestin diffèrent, ces maladies ont en commun un défaut lié au processus cellulaire nommé autophagie. Usine de recyclage de la cellule, l'autophagie permet la dégradation de matériaux cellulaires inutiles également. C'est aussi un mécanisme de défense : lors d'un stress, les capacités autophagiques des cellules sont augmentées, formant de nouvelles composantes cellulaires requises pour la survie des cellules. Comprendre les bases moléculaires de la régulation de l'autophagie permettrait de mieux traiter ces types de maladies : c'est là l'objectif du professeur Steve Jean. Le projet vise à comprendre la régulation de l'autophagie et son influence sur les cellules de cancer colorectal à l'aide de la mouche drosophile, qui est un bon modèle génétique pour comprendre *in vivo* comment ces joueurs régulent l'autophagie. Les découvertes seront ensuite transposées dans des cellules cancéreuses colorectales *in vitro* afin de tester l'effet des processus identifiés sur la cancérogenèse. Grâce à l'équipement, l'équipe générera de nouveaux modèles expérimentaux pour transposer les résultats obtenus chez l'humain. Le groupe utilisera une nouvelle façon de cultiver les cellules humaines dans un contexte permettant de recréer l'équivalent de mini-organes, appelés organoïdes. Ces mini-organes sont représentatifs de l'origine cellulaire et tissulaire utilisés pour leur génération. Ces travaux novateurs permettront, ultimement, de créer de nouvelles avenues thérapeutiques.

Infrastructure de recherche pour le développement, la fabrication et la validation rapide de petits avions sans pilotes multimodaux

Professeur Alexis Lussier-Desbiens, Faculté de génie, Département de génie mécanique; 240 064 $

Ce projet de recherche vise à développer de nouvelles technologies et procédures de conception pour augmenter les capacités des petits véhicules aériens sans pilote (SUAVs), notamment en ce qui concerne leur capacité à atterrir et décoller à partir de différents sites et à effectuer des missions de longue durée (p.ex., d'une durée de plusieurs jours ou semaines). De telles capacités permettraient un changement de paradigme dans la façon dont ces drones sont actuellement exploités. Les SUAVs ne seraient plus limités aux missions de courte durée qui évitent le contact avec des objets, mais seraient en mesure de se poser pour surveiller un endroit particulier, de prélever des échantillons, d'inspecter et de réparer les structures, de recharger leurs batteries dans des endroits sûrs, et de parcourir des distances considérables durant de longues périodes de temps par le biais de plusieurs vols courts. L'intégration de ces capacités dans de nouveaux SUAVs multimodaux est toutefois difficile et nécessite de nombreuses expérimentations ainsi que des études multidisciplinaires détaillées pour identifier les solutions techniques les plus équilibrées. L'équipement permettra de soutenir cet effort en réduisant considérablement le temps nécessaire pour fabriquer et évaluer rigoureusement les prototypes : une imprimante 3D de fibre continue, un bras robotique pour automatiser des expériences et une caméra à grande vitesse et à haute résolution. Les SUAVs multimodaux créés conduiront également au développement de nouvelles applications entraînant des avantages sociaux et humains importants.

Équipement de salle blanche pour la fabrication de composants micro et nanoélectroniques

Professeur Hassan Maher, Faculté de génie, Département de génie électrique et de génie informatique; 277 351 $

Les nitrures de gallium (GaN) et d'aluminium (AlN) ont des propriétés exceptionnelles pour des applications en optoélectronique et en électronique de puissance. Les recherches du professeur Maher portent sur la conception, la fabrication et la caractérisation de composants à base de GaN et d'AlN (DELs, transistors HEMTs, MEMS, etc.). Actuellement, le groupe réalise des composants avancés nécessitant la mise en place d'un procédé de fabrication complexe à 17 niveaux de masque, dont les lithographies UV avec alignement sont les points clefs. Les performances des dispositifs sont limitées par les spécifications des systèmes d'alignement disponibles au laboratoire, notamment en termes de résolution et de tolérances d'alignement. Le nouvel équipement repoussera ces limites et l'équipe pourra ainsi fabriquer des dispositifs plus performants. D'autre part, il contribuera au renforcement des liens déjà établis avec des entreprises canadiennes et à la création de nouveaux partenariats. En effet, ce nouveau système permettra de se rapprocher des standards de l'industrie en termes de tolérance d'alignement et de résolutions pour des lithographies UV; les composants fabriqués seront ainsi au plus proches des souhaits des industriels pour des travaux de prototypage. Ces partenariats consolideront les positions de chefs de file des entreprises canadiennes dans le domaine de l'électronique de puissance et des MEMS.

Métabolisme des lipides pendant le vieillissement et chez les patients avec la maladie d'Alzheimer

Professeure Mélanie Plourde, Faculté de médecine et des sciences de la santé, Département de médecine; 502 484 $

L'élaboration de stratégies pour prévenir la maladie d'Alzheimer (MA) est plus urgente que jamais. Les analyses lipidomiques dans le contexte du vieillissement pourraient aider à comprendre les dérégulations entre le vieillissement « normal » et le vieillissement avec la MA puisque plusieurs voies de signalisations reliées aux lipides sont dérégulées dans le cerveau et les tissus périphériques des patients avec la MA. Ainsi, ces analyses de lipidomique pourraient aider à élaborer des stratégies nutritionnelles personnalisées afin de prévenir, voire de traiter la MA. Cette subvention FCI permettra d'installer les équipement suivants : une plateforme LipidyzerTM (ultra haute performance de chromatographie liquide couplée à un spectromètre de masse triple quadrupole) pour effectuer les analyses de lipidomique; un spectromètre de masse à ratio isotopique pour analyser dans l'haleine le ratio de carbones 13 et carbones 12 dans les études métaboliques; et trois congélateurs -80 °C pour entreposer les échantillons biologiques recueillis pendant les études cliniques. Ces instruments permettront de faire avancer les connaissances et la compréhension du lien entre le métabolisme des lipides et la cognition pendant le vieillissement, dans les individus pré-symptomatiques à risque accru pour la MA et chez les patients avec déclin cognitif léger ou avec MA. Il sera possible d'avoir également une meilleure compréhension du métabolisme des acides gras de moyennes chaînes pendant une cétose induite par la nutrition ce qui aidera grandement à optimiser le supplément alimentaire qui est actuellement à l'essai dans une étude contrôlée randomisée chez des patients avec MA.

Profilage transcriptomique de petits ARN non-codants nucléaires

Professeure Michelle Scott, Faculté de médecine et des sciences de la santé, Département de biochimie); 898 264 $

Les petits ARN nucléolaires (snoRNA) sont d'abondantes molécules cellulaires connues pour jouer un rôle important et uniforme dans la synthèse des ribosomes, la machinerie cellulaire responsable de la production des protéines. Cependant, des percées récentes dans les technologies du séquençage ont démontré de nouvelles fonctions pour les snoRNA tant au niveau de l'expression des gènes que de la réponse au stress et du maintien de l'architecture de l'ADN. Ces découvertes excitantes suggèrent que les snoRNA sont des régulateurs cellulaires centraux qui pourraient coordonner plusieurs procédés essentiels. De plus, des données émergentes indiquent que des changements significatifs de l'abondance des snoRNA causent ou caractérisent plusieurs maladies dont le cancer. L'équipe de la professeur Scott propose l'étude systématique des snoRNA au niveau de leur production et de leur fonction ainsi que de leur rôle dans la biologie du cancer et leur potentiel comme biomarqueurs. Cette caractérisation systématique nécessite l'utilisation fréquente d'un séquenceur et d'une machine à PCR à haute performance pour toutes les étapes du projet. Le séquenceur permettra l'identification de tous les snoRNA d'un échantillon alors que la machine à PCR permettra la quantification à faible coût de snoRNA spécifiques dans de nombreux tissus et lignées cellulaires. La présence d'une telle infrastructure permettra donc d'augmenter significativement la compréhension du rôle des snoRNA dans les cellules et de trouver de nouveaux biomarqueurs pour le cancer. Ce projet contribuera donc au maintien de la santé des Québécois et des Canadiens tout en favorisant la croissance de l'économie basée sur le savoir.

Prévention des métastases cancéreuses postopératoires par la régulation métabolique des cellules immunes

Professeure Lee-Hwa Tai, Faculté de médecine et des sciences de la santé, Département de pédiatrie; 749 761 $

Cet investissement de la FCI permettra de supporter les activités d'une équipe de recherche qui étudie le métabolisme énergétique des cellules du système immunitaire suite à une chirurgie du cancer colorectal dans le but de prévenir la formation de métastases postopératoires. Des cellules immunitaires telles que les lymphocytes NK, les neutrophiles et les lymphocytes T jouent un rôle important dans la reconnaissance et l'élimination des cellules cancéreuses. Au repos, les cellules immunitaires requièrent peu d'énergie, comparativement aux cellules activées (c'est-à-dire celles qui combattent les cellules cancéreuses) qui doivent proliférer et produire diverses molécules pour éliminer le cancer. Suite à la chirurgie, le système immunitaire est affaibli et par conséquent ne peut lutter efficacement contre le cancer. Ce programme de recherche rassemble trois disciplines importantes : la biologie du cancer, l'immunologie et le métabolisme cellulaire. Les équipements serviront à mieux cerner l'utilisation de l'énergie par les cellules immunitaires postopératoires, afin de maximiser l'immunité anti tumorale et d'améliorer les approches thérapeutiques. Cette subvention soutiendra les programmes de recherche innovants de trois professeurs chercheurs en immunologie du cancer et immunothérapie de l'Université de Sherbrooke, tous actifs dans l'étude du système immunitaire impliqué dans l'éradication du cancer. À long terme, l'expertise développée grâce à cette infrastructure contribuera substantiellement à l'amélioration de la santé des Canadiens et soutiendra la croissance d'une économie de savoir, avec ses importantes retombées biotechnologiques.