



**Forum québécois
sur les matériaux avancés**
Tout sur la recherche collaborative

Programme officiel

13 et 14

**Avril
2023**

**Centre de foires
ExpoCité de Québec**



Bienvenus!

Le CERMA, le CQMF et le RQMP ont le plaisir de vous accueillir au **Forum québécois sur les matériaux avancés - *Tout sur la recherche collaborative***. Le FQMA est un des rares événements ayant pour mission de réunir l'ensemble des acteurs de l'écosystème d'innovation québécois du secteur des matériaux avancés. Cet événement représente une occasion unique d'échanges et de réseautage, l'opportunité de découvrir les possibilités de recherche collaborative et de financement qui s'offrent à votre organisation, ainsi que la possibilité de prendre connaissances des avancées scientifiques et innovations récentes.

Les objectifs de ce Forum sont :

- Faire se rencontrer tous les acteurs en matériaux avancés
- Promouvoir les opportunités et les avantages de collaborer entre industriels et académique, et entre groupes de recherche académiques
- Engendrer des collaborations

Durant ces deux jours, vous allez découvrir :

- Les financements, avantages et enjeux de la recherche collaborative
- Les trucs et astuces pour réussir ses collaborations
- Des défis techniques et scientifiques auxquels les entreprises font face
- Des projets académiques pertinents pour l'industrie
- L'expertise et l'offre de service des centres de recherche universitaires

Organisation :



REGROUPEMENT QUÉBÉCOIS
SUR LES MATÉRIAUX DE POINTE



Centre québécois sur les
matériaux fonctionnels



Jeudi - 13 avril 2023

Horaire	Activité	Modérateurs de session
9h - 9h10	Allocution de Pierre Fitzgibbon (ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie, MEIE)	
9h15 - 10h15	Conférence sur les financements de la recherche collaborative : <ul style="list-style-type: none"> • Nicolas Doiron-Leyraud (MEIE) • Michel Lefèvre (PRIMA Québec) • Benoît Roberge-Vallières (MITACS) • Hélène Fortier (CRSNG) 	
10h15 - 10h45	Pause	Mohamed Siaj Directeur du CQMF
10h45 - 12h15	Table ronde sur la recherche collaborative : <ul style="list-style-type: none"> • Jesse Vincent-Herscovici (Axelys), • Marie-Pierre Ippersiel (PRIMA) • Grégory Hersant (Réseaux des CCTT) • Valérie Oberson (IBM) • David Danovitch (Université de Sherbrooke) Modératrice: Isabelle Vézina (Conseil de l'innovation)	
12h15 - 14h	Dîner	
14h - 15h	Conférence sur comment réussir ses collaborations : <ul style="list-style-type: none"> • Groupe des partenariats et affaires de l'Université de Sherbrooke • Ludvik Martinu (Polytechnique Montréal) • Tigran Galstian (Université Laval) 	
15h - 16h	Présentations Défis industriels <ul style="list-style-type: none"> • Calogy solution (Jérémy Moriot) • Chemia Discovery (Amirreza Ataei) • Intersand (Kim Beauregard) • Brillant Matters (Philippe Berrouard) • ORS Inc. (Éric Fournier) 	Josyane Turgeon 2 Degrés
17h - 19h	Cocktail réseautage Kiosques : <ul style="list-style-type: none"> • PRIMA Québec • Cégep de St-Hyacinthe / Groupe CTT • Centre de développement des composites du Québec (CDCQ) • Centre de recherche sur les matériaux renouvelables (CRMR) • Centre d'optique, photonique et lasers (COPL) • Centre en chimie verte et catalyse (CCVC) • ORS Inc. • Pfeiffer Vacuum • PRO gestion 25 Affiches étudiantes	



Vendredi 14 avril 2023

Horaire	Activité	Modérateurs de session
9h – 9h10	Allocution de Janice Bailey (FRQNT)	
9h15 – 10h45	Présentation des centres de recherche : <ul style="list-style-type: none"> • RQMP • CERMA • COPL • MIAM • INF/LMN • I2E3 • CREPEC • LCM 	François Schiettekatte Directeur du RQMP
10h45 – 11h15	Pause	
11h15 – 12h45	Présentation des centres de recherche : <ul style="list-style-type: none"> • CQMF • CCVC • Institut Quantique • GCM • LCMP • LM2 • CRMR 	
12h45 – 14h	Dîner	
14h – 15h	Présentations de projets académiques : <ul style="list-style-type: none"> • Audrey Laventure (Université de Montréal) • Elisabeth Laroche (INÉDI) • Sylvain Cloutier (ETS) • Ahmad Ibrahim (Groupe CTT) • Najoua Bader (Polytechnique) • Christophe Arnaud (Solutions Novika) 	Élodie Boisselier Directrice du CERMA
15h – 15h30	Pause	
15h30 – 17h	Atelier réflexion sur la synergie entre centres de recherche	
17h	Allocution Mathieu Gervais (Sous-ministre adjoint MEIE)	



Remerciements



Le partenaire officiel de l'événement



Les collaborateurs d'organisation

Commanditaires Fantastiques



Commanditaires Quintessence



Commanditaires Merveilleux





Modérateur de session jeudi matin :
Mohamed Siaj (directeur du CQMF)

Allocution de Pierre Fitzgibbon

Jeudi 13 avril, 9h-9h10

Ministre de l'Économie, de l'Innovation, et de l'Énergie

Financement de la recherche collaborative

Jeudi 13 avril, 9h15-10h15

Quatre présentations de 15 minutes de la part d'organismes subventionnaires sur les leviers de financement de la recherche collaborative :

- Nicolas Doiron-Leyraud (MEIE)
- Michel Lefèvre (PRIMA Québec)
- Benoît Roberge-Vallières (MITACS)
- Hélène Fortier (CRSNG)

Table ronde sur la recherche collaborative

Jeudi 13 avril, 10h45-12h15

La chaîne d'innovation du Québec (recherche fondamentale → production) est constituée d'un continuum d'acteurs ayant chacun son propre rôle. Au sein de cet écosystème, les projets collaboratifs entre l'industrie, les collèges/CCTT et les universités ont un rôle important pour favoriser le développement des innovations, notamment dans le secteur des matériaux avancés. Quel est le rôle de la communauté étudiante et du personnel hautement qualifié dans ces collaborations? Comment partager la propriété intellectuelle? Comment organiser la valorisation de la recherche et le transfert technologique dans le cadre d'une collaboration? Est-ce que les financements de la recherche collaborative sont suffisants et correctement utilisés? Toutes ces questions seront abordées lors de la table ronde.

Les panélistes sont:

- Jesse Vincent-Herscovici (Axelys),
- Marie-Pierre Ippersiel (PRIMA),
- Grégory Hersant (Synchronex),
- Valérie Oberson (IBM),
- David Danovitch (Université de Sherbrooke).

Isabelle Vézina (directrice générale adjointe du Conseil de l'innovation) sera la modératrice de cette table ronde.

Modérateur de session jeudi après-midi :
Josyane Turgeon (2 degrés)

Comment réussir ses collaborations?

Jeudi 13 avril, 14h-15h

Quoi de mieux que des retours d'expérience sur des projets vécus pour mieux comprendre comment réussir une collaboration, éviter des erreurs et avoir des astuces?

Trois conférences du groupe de partenariats d'affaires de l'Université de Sherbrooke et de deux professeurs à l'Université Laval et à Polytechnique Montréal permettront d'en savoir plus :

Un partenariat Industriel/Université réussi : La recette du Groupe de partenariats d'affaires de l'Université de Sherbrooke

Hubert Pelletier

Université de Sherbrooke

Le Groupe de partenariats d'affaires de l'Université de Sherbrooke aide les organisations externes à trouver la chercheuse ou le chercheur idéal, à obtenir le financement nécessaire et à relever leurs défis en innovation.

Que ce soit pour une entreprise privée, un organisme à but non lucratif, une fondation, une institution ou une instance gouvernementale, le partenariat de recherche avec une Université permet de propulser leurs projets.

Mais quelle est la recette pour réussir à tisser de tels partenariats? La communication est clé, l'implication est primordiale, le dimensionnement et le respect des engagements sont essentiels! En partant des besoins des organisations, il est nécessaire d'encadrer la relation université-entreprise de sorte que les objectifs des deux parties sont communiqués et respectés, car c'est là la principale barrière aux partenariats. Puisque la connaissance est un jeu à somme nulle, les partenariats de recherche gagnant-gagnant sont plus qu'accessibles!

Multisectorial aspects of surface engineering: Win-win scenario for the university-industry partnerships

Ludvik Martinu, Jolanta E. Klemberg-Sapieha

Polytechnique Montréal

Surface engineering solutions involving functional and multifunctional coatings have a strong potential of application in numerous highly complementary sectors of industry. As such, they lead to extremely interesting synergies between the highly complementary areas ranging from optics to aerospace, energy, manufacturing, biomedical and others. The presentation will offer interesting examples of such successful partnerships between our Functional Coating and Surface Engineering Laboratory and small, medium and large enterprises, while keeping in mind not only the technical and technological solutions, but also sustainable development benefiting from the environment-friendly (clean) plasma-based technologies.

Du développement de matériaux optiques à la commercialisation de produits grand public : un véritable défi

Tigran Galstian

Université Laval

Souvent, la science des matériaux se situe au niveau 1 du développement de produits sophistiqués. Cela explique la complexité de la chaîne d'innovation et le chemin long et parfois douloureux vers les applications commerciales. Je décrirai la manière fascinante dont les cristaux liquides ont ouvert la voie aux écrans plats et, plus récemment, aux caméras, aux applications de vision et d'éclairage.



Défis industriels

Judi 13 avril, 15h-16h

Cinq entreprises présentent des défis techniques qu'une collaboration universitaire ou collégiale pourrait résoudre.

Développement de matériaux pour fabrication de heat pipes haute performance



Jérémy Moriot

Calogy Solutions

Fondée en 2019 Par le Pr. Luc Fréchette, professeur à l'Université de Sherbrooke et son étudiant le Dr. Mahmood Shirazy, Calogy Solutions est une start-up Sherbrookoise maintes fois primée, en pleine croissance, qui fournit des solutions innovantes de gestion thermique pour les batteries Lithium-ion, les piles à combustibles et les systèmes d'électronique de puissance. Notre technologie de gestion thermique, baptisée Uni.T, est légère, peu coûteuse et permet de maintenir les systèmes dans leur plage de température recommandée, ce qui améliore leur sécurité, leur performance et leur durée de vie et réduit également le coût initial des systèmes.

Entre 2020 et 2022 la compagnie passe de 1 à 20 employés et obtient \$5 M de financement. En 2022, Calogy Solutions est classée parmi les 5 meilleurs start-ups technologiques en gestion thermique pour le secteur automobile par le site StartUS Insights. Grâce à sa technologie Uni.T, Calogy Solutions a également développé le premier module de batterie pour véhicules légers autorisant la recharge rapide. Deux chaînes de production pilote seront mises en service au courant de l'année 2023 afin de produire en grandes quantités ces modules de batterie ainsi que les systèmes de gestion thermique Uni.T en vue de les commercialiser au Québec et à l'international.

Uni.T est un composant fonctionnant sur le principe des caloducs (heat pipes), transportant la chaleur avec une conductivité thermique supérieure à 10x celle du cuivre. L'objectif de ce défi est de développer des matériaux pour rendre le système plus léger, plus performant, améliorer sa fabrication et réduire son coût initial.

Solutions innovantes pour accélérer la découverte de matériaux complexes



Amirreza Ataei

Chemia Discovery Inc.

Les limites de performance et de durabilité des technologies dans divers secteurs industriels sont souvent fixées par les propriétés physiques et chimiques des matériaux. Ainsi, un effort mondial considérable a été concentré à la recherche et au développement de meilleurs matériaux.

La variation de la qualité des échantillons et le manque de données de caractérisation complètes sont deux problèmes critiques qui ont entravé des initiatives pour découvrir ou optimiser les matériaux. Le problème s'aggrave étant donné que la structure cristalline et électronique des matériaux devient de plus en plus complexe, en particulier dans les matériaux présentant de fortes corrélations aux niveaux quantiques.

Chemia Discovery Inc, est une startup basée à Sherbrooke qui développe une solution ultrarapide pour accélérer la R&D de matériaux avancés tels que matériau thermoélectrique, matériau à changement de phase et matériau de batterie électrique avec une vitesse sans précédent. Nous avons développé des prototypes d'un réseau de microfour propriétaire qui peut rapidement monter jusqu'à 1000 C et synthétiser des cristaux millimétriques de haute pureté en quelques minutes. Cette sous-plateforme sera intégrée à notre réseau de microanalyseurs conçu pour effectuer cinq caractérisations de transport et thermodynamiques en parallèle et sur chaque matériau jusqu'à - 200 °C.

Afin d'accélérer le développement de quelques concepts innovants liés aux techniques miniaturisées de synthèse de matériaux à l'état solide et aux détecteurs de phase in situ et de résoudre les défis liés à l'optimisation du fonctionnement de l'ensemble de la plateforme de découverte de matériaux, nous prévoyons de créer et de soutenir de nouvelles collaborations académiques et interdisciplinaires.

Litière pour chats 3.0

Kim Beauregard

Groupe Intersand Canada



Le Groupe Intersand Canada conçoit, fabrique et exporte plus de 250 000 tonnes de litières premium pour chats dans plus de 60 pays du monde. Toujours avide d'améliorer son offre de produits et d'intégrer de nouveaux matériaux et technologies, Intersand est présentement à la recherche de matériaux avancés pour a) contrôler la poussière et b) rendre une surface hydrophobe (afin de bloquer l'absorption de l'urine du chat).

Dépôt d'une électrode par voie liquide sur un film mince de polymère



Philippe Berrouard

Brilliant Matters

Le développement de nouveaux dispositifs électroniques via des processus d'impression est un domaine en plein essor. Plusieurs de ces dispositifs utilisent des matériaux semi-conducteurs organiques qui ont des propriétés mécaniques et physico-chimiques différentes des semi-conducteurs inorganiques classiques tels que le silicium. L'un des défis que nous aimerions résoudre concerne le dépôt uniforme d'électrodes liquides sur des couches minces de semi-conducteurs organiques sans les endommager, les dissoudre ou les dégrader. Les processus de dépôt d'électrodes qui sont à considérer sont la sérigraphie, l'impression slot die, le spray coating et l'impression à jet d'encre.

ORS recherche des partenaires académiques et industriels



Nicolas Piché, Éric Fournier, Catherine Desrosiers

ORS

Object Research Systems (ORS) développe des outils de visualisation et d'analyse d'images 3D qui utilisent des techniques d'apprentissage profond. Dragonfly, son principal logiciel, comporte un engin de segmentation basé sur des réseaux de neurones et de l'apprentissage machine. Ce logiciel de pointe permet aux chercheurs de tous les domaines de segmenter leurs images, tant dans le monde universitaire que dans le secteur industriel.

ORS fournit également de puissants outils de quantification pour compter, mesurer et caractériser une multitude de composantes d'images, par exemple les pores, les fibres ou les grains. Les résultats quantitatifs précis obtenus peuvent ensuite être organisés visuellement sous forme de présentations, grâce à l'interface utilisateur conviviale du logiciel. Celui-ci offre aussi la possibilité de construire des scénarios automatisés qui permettent d'obtenir des résultats reproductibles.

Nous sommes toujours à la recherche de partenaires académiques et industriels pour mener de nouveaux projets de recherche. Nous avons plusieurs projets impliquant l'intelligence artificielle en cours et disposons d'un tomographe industriel de métrologie. ORS offre des outils et des processus d'analyse avancés. Notre équipe est composée de développeurs et chercheurs compétents.



Cocktail réseautage

Jeudi 13 avril 17h-19h

Ce cocktail est l'occasion de réseauter avec tous les acteurs des matériaux avancés au Québec. Neuf kiosques d'entreprise ou centre de recherche sont exposés, tandis que 25 étudiant.e.s présentent leurs travaux de recherche par affiche.

Kiosque

- PRIMA Québec
- Cégep de St-Hyacinthe / Groupe CTT
- Centre de développement des composites du Québec (CDCQ)
- Centre de recherche sur les matériaux renouvelables (CRMR)
- Centre d'optique, photonique et lasers (COPL)
- Centre en chimie verte et catalyse (CCVC)
- ORS inc.
- Pfeiffer Vacuum
- PRO gestion

Affiches étudiantes

1. Des protéines issues de déchets dans des adhésifs structuraux

Alex Mary^{1, 2, 3}, Véronic Landry^{1, 2, 4}, Pierre Blanchet^{1, 2, 3}

¹Département génie du bois et matériaux biosourcés - FFGG - Université Laval

²Centre de recherche sur les matériaux renouvelables (CRMR)

³Chaire industrielle de recherche du CRSNG sur la construction écoresponsable en bois (CIRCERB)

⁴Chaire de recherche industrielle du CRSNG - Canlak en finition des produits du bois d'intérieur (CRIF)

La part mondiale du secteur du bâtiment représente près de 40% des émissions de gaz à effet de serre (GES), lesquelles ont un impact majeur sur les changements climatiques. L'une des stratégies afin de pallier cette problématique est d'accroître l'utilisation du bois dans les constructions de bâtiments. Le bois est une ressource renouvelable, exploitée de manière durable au Québec, qui permet de capturer temporairement du carbone dans les bâtiments. Cet accroissement de l'utilisation du bois est possible grâce à une technologie innovante : le bois lamellé-croisé. Cette technologie permet de repousser les limites de la construction et est associée à deux avantages majeurs : son efficacité énergétique et une génération de déchets de chantiers moindre. Toutefois, les adhésifs utilisés pour la conception des panneaux de bois lamellé-croisé sont des adhésifs synthétiques qui, bien qu'intéressants pour les structures en bois, reposent fortement sur l'utilisation des matériaux d'origine fossile et donc non renouvelables, comme le formaldéhyde. Ce dernier est classé par l'Organisation mondiale de la Santé comme étant cancérigène pour l'Homme et l'animal. Depuis 2021, il y a eu un renforcement de réglementations à travers le « règlement sur les émissions de formaldéhyde provenant des produits de bois composite », règlement pris en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement. Cette loi témoigne du besoin criant d'adhésifs pour le bois exempts de formaldéhyde. Ce projet vise donc à réduire les émissions de GES issus du domaine de la construction en développant des adhésifs biosourcés issus de ressources renouvelables et locales. La stratégie sélectionnée repose sur le développement d'adhésifs polyuréthane qui n'émettent pas de formaldéhyde et confèrent une durabilité exceptionnelle aux panneaux de bois par rapport aux adhésifs synthétiques. Or, ils sont le plus souvent préparés à partir de matières premières d'origines fossiles. Il a été démontré dans la littérature que les protéines peuvent être incorporées dans un système adhésif polyuréthane afin de substituer les polyols pétrosourcés. Néanmoins, les protéines utilisées jusqu'ici entrent en compétition avec l'alimentation humaine et animale, comme

le soja. Les protéines ciblées pour ce projet sont issues de déchets industriels non revalorisables, ou excédentaires, qui sont issus de ressources locales. Ce projet permettra de comparer la performance d'adhésifs biosourcés novateurs par rapport à leurs homologues pétrosourcés. Il permettra de confirmer que l'utilisation d'adhésifs biosourcés dans les structures en bois permet de diminuer les émissions de COV, ce qui représentera une rupture technologique en ce qui concerne les adhésifs à base de protéines issues de déchets.

2. Biosourced Vanillin-Based Building Blocks for Organic Electronic Materials

Mario Leclerc¹, Louis-Philippe Boivin¹, David Gendron², William Dupont¹

¹Université Laval

²Kemitek

La biomasse forestière est considérée comme la principale source renouvelable de carbone organique. Cette ressource capte déjà l'intérêt de nombreuses industries, mais une grande partie de celle-ci est encore rejetée ou brûlée, alors qu'elle pourrait être revalorisée et transformée. La lignine, une des composantes de la biomasse, peut être soumise à des traitements de dépolymérisation afin de fournir un éventail de molécules à valeur ajoutée, tel que la vanilline. Dans les présents travaux, nous avons choisi la vanilline (biosourcée) comme produit de départ pour préparer plusieurs nouveaux monomères incorporant un hétérocycle. Ces derniers ont ensuite été utilisés pour la synthèse de polymères conjugués en vue d'applications en électronique organique.

3. Adsorption of Pharmaceutical Contaminants from Aqueous Solutions Using N,O-Carboxymethyl Chitosan/ Polyethylene Oxide (PEO) Electrospun Nanofibers

Amna Hassan Issa Khierallah

Residues of pharmaceutical and direct metabolites discharged into the aquatic environment have become a challenge for wastewater treatment facilities due to their increase in concentration and their different physicochemical properties. These emerging contaminants are daily detected in surface water and wastewater discharged by municipalities. To remediate the contaminated water, various methods are currently used including primary, secondary, and tertiary advanced treatments. However, some economic and environmental limitations have forced the scientific community to develop alternative disinfection processes to purify wastewater. As such, the adsorption strategy represents a "green" low-cost and effective solution to remove pollutants from water. In this study, a nanomaterial made of N,O-carboxymethyl chitosan (N,O-CMCS) was prepared using chitosan (CS) and monochloroacetic acid under various conditions. N,O-CMCS electrospun was synthesized with the copolymer polyethylene oxide (PEO) to create nanofiber membranes showing a better specificity toward diversified contaminants depending on the pH of medium. The developed adsorbent was used to remove fluoxetine (FLX) from aqueous solutions. The new nanomaterial was characterized using FTIR, NMR, and SEM techniques. Sorption batch tests were carried out using high-performance liquid chromatography and ultraviolet diode array detector (HPLC-UV DAD) under controlled pH experimental conditions to determine the contaminant removal capacity of the nanomaterial. The promising adsorption results obtained with N,O-CMCS/PEO nanofibers are among the best ones obtained so far in comparison to other commercial and synthesized adsorbents tested for FLX's adsorption. Kinetic experiments were also performed to investigate effects of contact times on the FLX adsorption. Experimental results were fitted to both common kinetic models pseudo-first and second order. The latter kinetic model described the best the sorption on surface. It revealed a possible chemisorption mechanism with electrostatic bounding for N,O-CMCS/PEO nanofibers.



4. Biobased wood densification

Vahideh Akbari

Laval university

Based on overall statistics in 2022, although Canada is ranked 10th in the world for total GHG emissions, Canada has the highest GHG emission per capita rate from the top 10 emitting countries and regions and Quebec is the 3rd largest emitter of greenhouse gases (GHG). Building materials and construction shared 12% of direct global greenhouse gas (GHG) and it will also experience the second-largest growth by 2030. However, these significant impacts could be reduced quickly, using existing technologies. For example, increasing the use of green materials such as wood products would reduce the impacts (energy and carbon) related to the construction and operation of buildings. Wood is by far the most abundant renewable material used in construction products and has remarkable aesthetic, mechanical properties, and durability, however, in the non-residential construction sector its use is limited due to insufficient hardness and flammability.

Wood densification aims to decrease a void volume of wood and results in an increase of wood's density and hardness, besides improving other wood properties such as dimensional stability, service life, and mechanical properties for enhancing the value of low-density wood products. In most densification methods, the wood improves with bulk densification, which is a time-consuming and costly process. Also, the densification formulations, currently available on the market, are based on slowly polymerizing chemicals and toxic materials or need expensive equipment. Furthermore, there is still a need to develop a densification system that consumes less energy, time, and toxic chemicals (e.g., formaldehyde, and volatile organic compounds). Although the advantages of using bio-based feedstocks are undeniable, we need to have an applicable strategy based on the performances of the bio-based products, which could be fulfilled by minimizing the time and energy and incorporating life cycle thinking in every step of the process.

Therefore, this project has been defined with the aim of presenting new methods to improve previous systems for wood densification as a natural substance with the environmental approach. The project is based on the in-situ polymerization reaction between biobased acrylate and biobased malonate monomers via the Michael addition which is a green chemistry reaction to improve the dimensional stability, service life, and mechanical properties of wood such as hardness. To fulfill this goal, the reaction will be done at ambient temperature, bio-based products (bio-renewable content of more than 25%) and less amount of solvent will be chosen and local wood species will be impregnated (sugar maple, yellow birch, red oak, and white oak). Firstly, various biobased acrylate systems with biobased malonate oligomers will be formulated to achieve the optimized formulation in terms of properties such as viscosity, hardness, conversion rate, and glass transition temperature (T_g) through Viscometer, Pendulum hardness, Real-time Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) and Dynamic Mechanical Analysis (DMA), respectively. Then the wood will be impregnated under the vacuum tank to find the best performance of the formulations within the wood by analyzing its density profile, chemical retention, and hardness. Eventually, a life cycle assessment will be done to describe its environmental perspective.

5. Fabrication additive de polymères conjugués pour l'électronique organique imprimée

Jiayi Chen, Myles Creran, Audrey Laventure

Université de Montréal

La fabrication additive est une technique de mise en forme qui permet de préparer des architectures 3D par dépôt additif robotisé de matériau. Bien que cette technique de fabrication se révèle utile et prometteuse, il est essentiel de mieux comprendre l'impact de ce processus de mise en forme sur le matériau imprimé d'un point de vue moléculaire. Afin de contribuer à relever ce défi, nous utilisons la fabrication additive de type extrusion pour développer des dispositifs organiques photoconducteurs et des transistors à effet de champ, des dispositifs pertinents pour le domaine de l'électronique organique imprimée. La mise en forme des matériaux par fabrication additive basée sur l'extrusion a prouvé qu'elle pouvait avoir un effet sur l'organisation moléculaire du matériau imprimé. De plus, le contrôle de l'organisation moléculaire peut avoir un impact

sur les performances et l'efficacité des deux types de dispositifs. Dans notre étude, des systèmes de mélanges polymères de commodité/polymère conjugué (poly(3-hexylthiophène-2,5-diyle) (P3HT)) sont employés. L'imprimabilité de ces mélanges est évaluée pour l'impression 3D assistée par évaporation de solvant pour les dispositifs photoconducteurs, et par extrusion en fondu pour les transistors. Ce projet est entre autres rendu possible grâce à notre collaboration académique-industrielle actuelle avec Brilliant Matters qui nous permet d'explorer les dispositifs électroniques organiques tridimensionnels.

6. Characteristic of anti-fogging substrates obtained by plasma at atmospheric pressure: a preliminary optical evaluation

Raynard Christianson Sanito^{1,2}, Jacopo Profili^{1,2}, Gaétan Laroche^{1,2}

¹Laboratoire d'Ingénierie de Surface, Centre de Recherche sur les Matériaux Avancés, Département de Génie des Mines, de la Métallurgie et des Matériaux, Université Laval

²Centre de Recherche du Centre Hospitalier Universitaire de Québec, Hôpital St-François d'Assise, 10 rue de l'Espinay, Québec G1L 3L5, Canada

Fogging is provoked by the condensation of water vapor on solid surfaces because of the dropped of temperature under dew point. In surgical procedure, fogging disrupts the visual field of endoscopes and drastically interrupt the surgical process. Recent super-hydrophilic and non-photoresponsive coatings have been developed by using plasma processes at atmospheric pressure and specific organometallic molecules. However, the standard protocol to quantify the optical properties of these prototype substrates remains very complex. Typically, quality of the plasma-treated samples should be evaluated via LensCheck and OpTest systems. In addition, specific optical characteristics, such as entrance pupil diameter, focal length, f-number of lens and image format size, must be also checked carefully for the modifications made on final products (i.e., lenses). Additional characteristics, spatial frequency of interest, lens chromatic performance, and departure of telecentricity at off-axis angles are also suggested to be analyzed due to their relationships with the other characteristics. In this work, a preliminary protocol to evaluate the optical quality of plasma-treated samples having anti-fog properties and prevent a low-quality production is described.

7. Des nanoparticules d'or ultrastables et mucoadhésives comme nanovecteurs de médicaments ophtalmiques pour la cicatrisation de blessure cornéenne

Alexis Loiseau, Pascale Desjardins, Gabrielle Raïche-Marcoux, Sylva Guérin, Élodie Boisselier

CUO-Recherche, Centre de recherche du CHU de Québec, Hôpital du Saint-Sacrement, CHU de Québec-Université Laval, Canada

Les gouttes oculaires représentent 90% de toutes les formulations ophtalmiques actuellement utilisées dans les traitements ciblant l'œil. Malgré la forte teneur en médicaments des collyres, une grande partie est éliminée par le film lacrymal qui, en protégeant efficacement la cornée, réduit l'accès à la cible. En effet, seulement 0,02% des molécules thérapeutiques contenues dans les gouttes ophtalmiques atteignent la chambre antérieure de l'œil. Un nouveau système mucoadhésif d'administration de médicaments basé sur des nanoparticules d'or (AuNPs) ultrastables et non toxiques a donc été développé pour augmenter la biodisponibilité des médicaments administrés par voie topique et réduire leur fréquence d'administration. L'augmentation du temps de résidence dans la cornée est un défi pharmacologique majeur pour le traitement des maladies et des lésions oculaires. Pour les patients, ces nanotechnologies pourraient aider à surmonter ce défi car elles ont le potentiel de rendre les traitements ophtalmiques plus efficaces et plus tolérables, mais aussi de réduire les effets secondaires des molécules thérapeutiques, ainsi que le coût associé. En ophtalmologie, les plaies cornéennes représentent 37% de tous les handicaps visuels et 23% des consultations médicales pour des problèmes oculaires en Amérique du Nord. Récemment, une étude a montré que l'utilisation de l'inhibiteur pharmacologique de la voie de signalisation AKT (C646) en combinaison avec l'agoniste de la voie CREB (SC79) accélérerait la cicatrisation des plaies cornéennes sur un modèle de cornée humaine reconstruite issue



de l'ingénierie tissulaire. L'idée originale est donc de combiner ces innovations, c'est-à-dire l'encapsulation de ces médicaments dans des AuNPs, pour améliorer de manière significative la fermeture des plaies cornéennes.

Des nanoparticules d'or modifiées avec du polyéthylène glycol sont synthétisées puis caractérisées par différentes techniques physico-chimiques. La cinétique de chargement des médicaments est ensuite mesurée par spectroscopie UV-visible afin de déterminer les paramètres de chargement optimaux. Des études de cytotoxicité et d'efficacité thérapeutique des médicaments encapsulés dans les AuNPs sur la cicatrisation cornéenne sont ensuite réalisées in vitro à l'aide d'un modèle 3D. L'étude de la biodistribution de ces nanovecteurs est finalement réalisée in vivo chez le lapin après application topique.

Ce projet de valorisation consiste principalement à accumuler des données in vitro et in vivo convaincantes relatives à l'augmentation du temps de résidence des médicaments dans la cornée par les AuNPs mucoadhésives, à la biodistribution des AuNPs dans différentes régions du système oculaire chez le lapin, ainsi qu'à l'efficacité des médicaments sur la surface de la cornée, confirmant plus particulièrement le potentiel d'accélération de la cicatrisation cornéenne avec la combinaison synergique C646-SC79.

La synthèse de AuNPs ultrastables, mucoadhésives et non toxiques modifiées avec du polyéthylène glycol est démontrée et le prochain défi de ce travail est de mettre en évidence que les AuNPs mucoadhésives sont capables d'améliorer la cicatrisation cornéenne in vivo en améliorant significativement le temps de résidence des molécules thérapeutiques C646-SC79.

8. Quantum materials perform at physical limits: a perspective on scientific and applied research and material discovery acceleration

Amirreza Ataei^{1,2}, Adrien Gourgout², Gaël Grissonnanche³, Jianshi Zhou⁴, Cyril Proust⁵, Louis Taillefer²

¹Chemia Discovery Inc.

²Université de Sherbrooke

³Cornell University

⁴University of Texas at Austin

⁵Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses, Toulouse

This presentation discusses the potential applications of quantum materials in emergent technologies, some fundamental electronic properties of quantum materials and a novel approach to accelerate the research for discovering better quantum materials in all aspects including discovering more sustainable and more performant materials that also manifest various quantum phases at a temperature range relevant to different industries.

The physical properties at various classes of quantum materials are bounded by nothing other than quantum-level interactions. Hence, developing technologies based on such materials can provide a significant performance boost and disrupts many industries.

In our recent work¹, we measured electrical transport properties of one subclass of quantum materials at low temperatures and high magnetic fields. This subclass of materials is so-called strange metals and is present inside the high-temperature superconductors. In this system, the scattering rate of electrons, a measure of energy loss, is shown to be at the highest possible physical limit and comparable to the rate of energy loss in the event horizon of a black hole². This scattering limit is also known as the Planckian limit. Our results shed light on the magnetic field dependence of such highly correlated electrons and quantitatively show that even though the temperature dependence of the scattering rate is anomalous and a feature of quantum criticality³, the seemingly anomalous linear-in-field resistivity of such materials⁴ is a consequence of the orbital motion of electrons and is due to the anisotropic elastic and temperature-independent scattering rate.

On the application side for instead, one can imagine that one way to simulate a black hole, or other systems with strong correlations at the Planckian limit, is to use qubits that have such a Planckian dynamic. Moreover, other facets of quantum materials will also have a significant disruptive potential, including but not limited to, superconductivity (applications in designing more efficient electrical motors), more efficient thermoelectric properties (applications in thermoelec-

tric cooling) and a high thermal insulation (appears in a system that gaps out all the carriers of heat and has applications where the mechanical properties of the whole system are also important)⁵.

One of the most long-standing problems in condensed matter physics is to discover materials that manifest such quantum properties at a temperature range relevant to the operation temperature range of various industries. In a quantum materials startup at Sherbrooke⁶, we are developing a high-throughput quantum material synthesis and characterization platform based on our proprietary microfurnace network. This platform is designed to explore hundreds of thousands of bulk micrometre-sized quantum materials experimentally and annually, which would be equivalent to several decades of material research. Our approach is experiment-driven and theory-enhanced. This is because regardless of the computation power, simulation of most of such materials is not possible as the underlying physical theories have not yet fully developed. Thus, developing a reliable and comprehensive database that consists of reliable measured thermodynamic, transport and mechanical properties of quantum materials can certainly accelerate this research.

Références:

1. Ataei et al., Nature Physics 18, 1420 (2022)
2. P. W. Phillips et al., Science, 377, 6602 (2022)
3. Michon et al., Nature 567, 218 (2019)
4. P. Giraldo-Gallo et al., Science 361, 479 (2018)
5. The 2021 quantum materials roadmap by F. Giustino et al., Journal of Physics: Materials 3, 042006 (2021)
6. Chemia Discovery Inc., info@ChemiaDiscovery.com, 3000, boul. de l'Université, Sherbrooke, Québec, J1K 0A5.

9. Vanillin-Based Materials for Organic Electronic Devices

Louis-Philippe Boivin¹, William Dupont¹, Mario Leclerc¹, David Gendron²

¹Université Laval

²Kemitek

Lignocellulose is one of the main components of forest biomass and the most abundant biobased material on earth. It can be treated by different chemical processes to yield a wide range of already useful organic molecules. One of which is vanillin, a non-toxic waste product generated mainly by the paper industry. In previous works, we used biosourced vanillin as a starting point for the synthesis of various new monomers. Those monomers opened the way for new polymers and synthetic pathways for π -conjugated materials usable in organic electronics.

10. Etude de l'ajout d'un monomère phosphoré dans la formulation d'un vernis retardateur de flamme pour le bois

Solène Péllerin^{1,2}, Fabienne Samyn², Sophie Duquesne², Véronique Landry¹

¹NSERC-Canlak Industrial Research Chair in Interior Wood-Product Finishes, Department of Wood and Forest Sciences, Université Laval, Québec City, QC G1V 0A6, Canada

²CNRS, INRAE, Centrale Lille, UMR 8207-UMET-Unité Matériaux et Transformations, Université de Lille, F-59000 Lille, France

L'application d'un revêtement retardateur de flamme est une solution efficace pour améliorer la résistance au feu des couvre-planchers. Cependant, il est difficile de trouver le bon équilibre entre la réduction de la propagation des flammes et les bonnes propriétés générales attendues d'un revêtement et ce, tout en conservant l'aspect du bois. Afin de répondre à ce problème complexe, des revêtements transparents, à haute teneur en solides, retardateurs de flamme et photopolymérisables ont été préparés à partir d'un oligomère acrylate, d'un monomère acrylate et de l'ajout du tris(2-acryloyloxyethyl) phosphate (TAEP), un monomère phosphaté, à différentes concentrations dans la formulation. La photopolymérisation, la transparence optique, la dureté, la sorption de vapeur et la stabilité thermique des revêtements ont été évaluées. Le comportement au feu et l'adhérence des revêtements appliqués sur des planches de bouleau jaune ont également été étudiés. La présence du monomère phosphoré à 40 % massique dans la formulation a considérablement amélioré l'adhérence du



revêtement sur le bois et a démontré une action efficace en phase condensée améliorant l'ignifugation du bois vernis. De plus, les principales propriétés attendues d'un revêtement ont été évaluées positivement. Cette étude démontre donc le fort potentiel d'un système photopolymérisable à base d'acrylate contenant du phosphore pour améliorer le comportement au feu des couvre-planchers.

11. Cross-linked binders in silicon-based electrodes for Li-ion batteries

**Natalie Herkendaal¹, Lucas Huet^{1,2}, Simon Vallières¹,
Martin Chicoine³, François Schiettekatte³, Thomas Devic²,
Bernard Lestriez², Lionel Roué¹**

¹ Institut nationale de la recherche scientifique

² Université de Nantes

³ Université de Montréal

Silicon is a promising active material for Li-ion battery anodes because of its high theoretical specific capacity as compared to usual graphite (3579 mAh/g vs 372 mAh/g). However, the electrochemical performance of the Si-based anodes is negatively impacted by the Si expansion during lithiation (up to ~300% for Li₁₅Si₄ compared to ~10% for LiC₆). The delamination of the anode material from the current collector, isolation of active material, and uncontrolled solid electrolyte interphase (SEI) formation that can result from such Si volume change lead to significant capacity decay over cycling. A resilient, interconnected binder network can help mitigate these effects and prolong the lifecycle of Si-based electrodes. In the present study, two approaches are evaluated for inducing the cross-linking of carboxymethyl cellulose (CMC) polymer, a common water-soluble binder for Si-based anodes. In the first approach, a metallic cation (e.g. Zn²⁺) is incorporated into the binder solution prior to electrode preparation, allowing for the formation of cation-ligand coordination bonds between the organic chains of the CMC binder, also referred to as ionic cross-linking. In the second approach, the binder cross-linking is performed after the electrode preparation by irradiation of the Si/CMC electrode with a 10 MeV proton beam which is likely to induce the CMC cross-linking without the use of cross-linking agents. The efficiency of these two approaches is compared using various chemical, mechanical, and electrochemical characterizations.

12. Effet de la quantité de matière enlevée par polissage mécano-chimique sur l'état de surface de couches de Silicium polycristallin dopé : application au collage direct

**Vincent Pares^{1,2}, Romain Stricher^{1,2}, Amrid Amnache^{1,2},
Simon Landry³, Paul Gond-Chartron³, Thierry Courcier^{1,2},
Luc G Fréchette^{1,2}, Serge Ecoffey^{1,2}**

¹ Laboratoire Nanotechnologies et Nanosystèmes (LN2); CNRS UMI-3463, Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC, Canada

² Institut Interdisciplinaire d'Innovations Technologiques (3IT) ; Université de Sherbrooke, Sherbrooke, QC, Canada

³ Teledyne Dalsa Semiconducteur Inc. (TDSI), Bromont, QC, Canada

Ce travail décrit l'effet de l'enlèvement de matière par polissage mécano-chimique de couches de silicium polycristallin dopé au phosphore pour réduire la rugosité et permettre le collage direct.

L'encapsulation des dispositifs MEMS par le collage de tranches (wafer level packaging) permet d'augmenter le rendement de production et réduire les coûts de fabrication. Le silicium polycristallin qui permet d'obtenir une bonne interface de collage ainsi qu'un chemin électrique au niveau de la tranche est devenu une source d'intérêt pour imaginer de nouvelles applications MEMS tel que les accéléromètres piezorésistifs¹. L'utilisation de ce silicium en couche mince va modifier les interfaces de collage. Cependant, les méthodes d'élaborations de ce matériau (LPCVD, Low Pressure Chemical Vapor Deposition) donnent des surfaces trop rugueuses afin de permettre un collage direct, qui demande une rugosité de $R_q < 0,3 \text{ nm RMS}$. Le polissage mécano chimique (CMP) est étudié ici pour réduire la rugosité et permettre ce collage.

La CMP du Si polycristallin dopé a été peu étudié jusqu'à présent. Sa nature polycristalline et son dopage rendent le polissage anisotrope étant donné une

différence de cinétique d'enlèvement de matière entre les grains et joints de grains, ce qui limite la réduction de rugosité atteignable et limite ses applications pour le collage.

L'effet de l'enlèvement de matière est donc étudié dans ces travaux, sur un équipement de polissage industriel (tranche de 200 mm), en considérant les paramètres de procédé suivants: l'effet de la pression de la tête de polissage, les vitesses de rotation relatives, le débit de la solution de polissage, le choix du conditionnement pour un polissage optimal, les séquences de nettoyage et leur impact sur l'état de surface. Une matrice d'Expériences a permis de déterminer l'effet de la quantité de matière enlevée sur l'évolution de la rugosité. Il est observé que pour un procédé de CMP et un type d'ISDP donné, la rugosité diminue avec la quantité de matière enlevée jusqu'à un minimum avant de se détériorer si le polissage continue.

Cette étude a permis de comprendre l'importance de l'effet de la quantité matière enlevée sur l'amélioration de l'état de surface et la nécessité de maîtriser cet enlèvement pour obtenir les valeurs de rugosité minimales pour l'application.

Références

1. Z. -H. Chen et al., "The Design of Aluminum Nitride-Based Lead-Free Piezoelectric MEMS Accelerometer System," in IEEE Transactions on Electron Devices, vol. 67, no. 10, pp. 4399-4404, Oct. 2020
2. Moriceau, H., Rieutord, F., Fournel, F., di Cioccio, L., Moulet, C., Libralesso, L., Gueguen, P., Taibi, R., & Deguet, C. (2012). Low temperature direct bonding: An attractive technique for heterostructures build-up. Microelectronics Reliability, 52(2), 331-341.

13. Theoretical prediction of the effect of thickness and composition on the thermal emissivity of ternary intermetallic films

**Reethu Sebastian¹, Alexandre Juneau-Fecteau¹, Amrid Amnache¹,
Thierry Courcier¹, Maxime Biron², Matthieu Nannini²,
Anne Sophie Rollier², Luc G. Fréchette¹**

¹ Institut Interdisciplinaire d'Innovations Technologiques (3IT); Université de Sherbrooke

² Teledyne DALSA Semiconducteur, Bromont, QC

Transition metal nitrides are drawing attention due to their promising mechanical, electrical and chemical properties which are frequently leveraged for industrial and scientific applications such as wear-resistant tool coatings, decorative coatings, thin film resistors, semiconductor gate dielectrics, energy conversion and storage. Among them, Titanium Silicon Nitride (TiSiN) is used extensively due to its excellent hardness, wear and corrosion resistance, and electrical properties. For hard material coatings, silicon has been widely added into transition metal nitride film to improve its mechanical properties. Many studies [1, 2] reported that excellent oxidation resistance and high hardness are ensured by incorporating silicon into titanium nitride films. But there are limited reports on the thermal properties of ternary alloys. Thermal studies become significant when the temperature of such films rises due to friction, light absorption etc. The thorough understanding of these materials for high-temperature applications is hindered by the lack of fundamental investigations on the thermal emissivity of such compounds.

In this study, we focus on the impact of thickness and composition on the thermal emissivity of titanium silicon nitride (TiSiN) films. The structure is assumed to be having metallic phases embedded in the dielectric matrix. The Bruggeman model is employed to determine the dielectric function of the TiSiN composite film and thereby the emissivity. The effect of thickness and composition of Ti: Si₃N₄ on the thermal emissivity of such films is studied using this model. From the literature, the size effect on the thermal emissivity was observed to have a different trend for metals than dielectrics. This work shows that even if the composite consists of dielectric and metallic phases, the size effect behavior on the thermal emissivity of TiSiN intermetallic film follows more of a metallic trend. It reveals that the emissivity of such films in the mid-infrared region increases above bulk values as the film goes thinner, reaches a maximum of 0.45 at a thickness of 40 nm and drops significantly after a critical thickness, down to 0.14 at a thickness of 6 nm. It can emit more efficiently when the temperature of the film rises above 500°C, since a maximum emissivity of 0.45 is observed for TiSiN films in the mid-infrared region. Critical thickness is one of the criteria to check the size effect on emissivity, it is the thickness below which the



size effect is accounted. Metals and dielectrics have various orders of magnitude for the critical thickness over which no size effect is evident. Metals have a critical thickness of a few hundred nanometers, while dielectrics have a critical thickness of a few centimetres. The critical thickness of films depends on many factors like infrared skin depth and electrical properties of the film. With different Ti: Si₃N₄ ratios, the compositional studies demonstrate an improvement in thermal emissivity, providing insight into the role played by metallic phases in emissivity. These films can be employed for high-temperature application and hard coatings. This research can trigger interest in the use of these thin-films for infrared applications like sensors, detectors, plasmonic devices, IR imaging etc.

14. Développement et caractérisation mécanique d'un biomatériau composite pour des applications de régénération du système nerveux périphérique

Eve Petit

Université de Sherbrooke

Chez l'être humain, le système nerveux est l'organe le plus complexe, composé d'une part par le système nerveux central et d'autre part par le système nerveux périphérique¹. Contrairement au système nerveux central qui est protégé par le squelette, le système nerveux périphérique, constitué des nerfs allant de la colonne vertébrale jusqu'aux extrémités des membres, est plus vulnérable aux blessures². Les blessures aux nerfs périphériques, et particulièrement les sectionnements complets de nerfs, ont un impact significatif sur la qualité de vie des patients et engendrent des coûts de société importante. Au niveau mondial, 1 million de personnes par an sont touchées par une blessure au système nerveux périphérique³. Au Canada en 2018, les coûts associés à ce type de blessure étaient estimés à 3,6 milliards CAD sur l'année⁴. À ce jour, l'autogreffe est le traitement le plus répandu pour le soin des blessures aux nerfs périphériques. Toutefois, ce traitement présente des limitations en termes d'efficacité pour les sectionnements complets de plus de 30 mm. Il est donc pertinent de s'intéresser à des traitements alternatifs à l'autogreffe, comme les conduits nerveux synthétiques, appelés aussi échafaudages. Les échafaudages doivent être à la fois cytocompatibles, stimuler la croissance neuronale et gliale ainsi qu'être assez résistants mécaniquement pour supporter les mouvements du corps humain pendant le processus de régénération. Cependant, un manque majeur d'informations sur les propriétés mécaniques de ce traitement est observé, que ce soit dans la littérature ou pour les échafaudages actuellement commercialisés, principalement à base de collagène⁵. Les résultats de caractérisation mécanique disponibles sont très hétérogènes, possiblement du fait de lacunes dans la standardisation des tests. Les propriétés mécaniques des échafaudages sont étroitement liées à leur composition ; d'où l'intérêt d'étudier et de pouvoir caractériser mécaniquement, de manière fiable et reproductible, divers polymères naturels couramment utilisés pour la régénération nerveuse, comme le collagène⁶ et la fibroïne de soie⁷ parmi tant d'autres.

L'objectif principal de ce projet de recherche est de développer un conduit nerveux synthétique anisotrope de longueur ≥ 30 mm, cytocompatible et dont les propriétés structurales et mécaniques miment plus fidèlement le nerf humain.

Différentes compositions de polymères naturels (collagène/fibroïne de soie) ont été étudiées afin de mettre au point des échafaudages anisotropes de longueur ≥ 30 mm dont la structure mime l'endoneurium du nerf et qui présentent une résistance mécanique se rapprochant de celle du tissu natif. Le biomatériau pris pour référence est le collagène pur, puisqu'assez détaillé dans la littérature et composant la majorité des échafaudages commerciaux actuels⁵. Pour la caractérisation mécanique des échafaudages, un appareil de traction spécifiquement adapté aux dimensions des biomatériaux étudiés a été conçu et validé pour permettre des tests reproductibles (traction, compression, cyclage) en condition physiologique.

L'appareil de traction construit possède des cellules de charges précises à 0.05 g près. Afin de fixer les échafaudages lors des tests, un système de mors sur mesure et très polyvalent a été créé, grâce à des pièces imprimées 3D. L'appareil de traction permet de réaliser des tests en conditions sèches et humides (dans un incubateur standard) afin de reproduire les conditions du corps humain. Des échafaudages en collagène/fibroïne de soie 50/50 ont été comparés à la référence de collagène pur. Au niveau structural, les conduits nerveux synthétiques de collagène/fibroïne de soie 50/50 présentent les mêmes car-

actéristiques que le contrôle de collagène pur, à savoir des microcanaux orientés longitudinalement et une forte porosité ($> 95\%$). Au niveau mécanique, les conduits nerveux en collagène/fibroïne de soie montrent des tendances plus performantes que celles du collagène pur de référence. Des différences majeures sont notables lorsque les tests mécaniques sont réalisés en conditions sèches ou humides. L'appareil de traction permet également de réaliser des tests sur du matériel biologique tels des nerfs de souris ou de rat, dont les résultats sont à venir.

Références

1. S. Vijayavenkataraman. Nerve guide conduits for peripheral nerve injury repair: A review on design, materials and fabrication methods. *Acta Biomaterialia*, 106 :54–69, 2020.
2. P.J. Bazira. An overview of the nervous system. *Surgery (Oxford)*, 39(8):451–462, 2021.
3. T. Yu and al. Preparation and assessment of an optimized multichannel acellular nerve allograft for peripheral nerve regeneration. *Bioeng Transl Med*. 2022. e10435. doi:10.1002/btm2.10435
4. Parachute. Le coût des blessures au Canada 2021. Technical report, Parachute, 2021.
5. B.E. Fornasari and al. Natural-based biomaterials for peripheral nerve injury repair. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8, 2020.
6. S. Yoshii and al. Peripheral nerve regeneration along collagen filaments. *Brain Research*, 888(1):158–162, 2001.
7. A. Tuwalska and al. Chitosan/silk fibroin materials for biomedical applications: A review. *Polymers*, 14(7), 2022.

15. Développement de procédés basés sur les plasmas froids dans l'azote pour la modification post-croissance du graphène CVD

Charles Modérie^{1,2}, Luc Stafford^{1,2}, Richard Martel^{1,2}

¹ Université de Montréal

² RQMP

Le graphène nitruré, ou le graphène-N, est un matériau prometteur pour plusieurs applications dans les domaines de l'optoélectronique, du stockage d'énergie, des capteurs biologique, etc. Dans le cadre d'un projet de recherche et de développement collaboratif financé par le CRSNG, Prima-Québec, Plasmionique et Photon etc., nous avons montré que les plasmas hors équilibre thermodynamique produits dans l'azote sont une voie efficace et écoresponsable pour produire du graphène-N à partir de film polycristallin de graphène produit par dépôt chimique en phase vapeur (CVD). Pour étudier les mécanismes fondamentaux d'incorporation de l'azote dans le graphène par plasma, une technique d'IMagerie Raman hyperspectral (RIMA) a été mise au point pour distinguer les différentes régions topographiques du graphène CVD. Nous avons notamment montré une incorporation préférentielle dans les domaines versus aux joints de grain suivant l'exposition du graphène à une post-décharge d'azote à pression réduite. Plus récemment, une analyse RIMA du graphène CVD exposé à une décharge à barrière diélectrique (DBD) d'azote en régime homogène (plutôt que filamentaire) a été réalisée. Ce procédé se distingue par son opération à la pression atmosphérique et par sa facilité de mise à l'échelle industrielle via un procédé Roll-to-Roll.

16. Matériau vivant produisant de l'hydrogène

Xavier Baril¹, Maritza Volel², Philippe Constant¹

¹ INRS - Centre Armand-Frappier Santé Biotechnologie

² Collège Montmorency

Rappelant l'arc-en-ciel, la production de l'hydrogène se voit attribuer différentes couleurs en fonction des procédés et des ressources impliqués dans son obtention. À l'heure actuelle, l'hydrogène est majoritairement produit à partir de gaz naturel (gris) et de combustibles fossiles (noir). Plus durable que les méthodes énumérées, l'hydrogène produit par l'utilisation de ressources renouvelables (vert) est une direction prometteuse dans laquelle beaucoup d'efforts sont déployés. La production d'hydrogène vert comprend l'hydrolyse de l'eau par l'électricité renouvelable, mais aussi l'utilisation de produits résiduels. Cette dernière est une alternative complémentaire misant sur des bactéries capables de transformer les déchets agricoles ou la biomasse lignocellulosique en hydrogène. La production d'hydrogène par des méthodes de biotechnologie misant sur le potentiel de microorganismes nécessite historiquement l'utilisation de bioréacteurs. Ici, nous proposons une voie innovante passant par la synthèse



d'un matériau propice au développement de bactéries émettrices d'hydrogène et favorisant leur activité. Cette matrice d'hydrogel poreuse, où des bactéries spécifiques prospèrent, est comparable à une éponge vivante produisant de l'hydrogène. Une des applications visées de ce biomatériau est l'ingénierie du microbiome du sol. Plus précisément, ce biomatériau sera utilisé comme amendement afin de réinvestir l'énergie de l'hydrogène dégagé dans la communauté microbienne du sol via le recrutement de bactéries oxydant l'hydrogène, ce qui entraînera un effet d'amorçage. L'énergie apportée par l'hydrogène dans les sols agricoles a démontré un effet de stimulation de la communauté microbienne menant à une augmentation de la croissance des cultures, ainsi que la fixation de CO₂ par les bactéries oxydant l'hydrogène. Le développement de ce biomatériau s'inscrit donc dans une optique d'agriculture durable en valorisant des matières résiduelles et en favorisant la santé des sols et de l'atmosphère.

17. Development and Optimization of Highly Reflective Electrospun Poly(oxyethylene) Nanofibers

Olivier Roy, Arnaud Laramée, Christian Pellerin
Université de Montréal

Les nanofibres électrofilées sont des nanomatériaux unidimensionnels préparés en appliquant un champ électrique élevé à une solution de polymère. Ces fibres suscitent un intérêt considérable en raison de leur facilité de traitement et de leurs propriétés mécaniques et optiques, qui sont souvent bien supérieures à celles de matériaux préparés de manière conventionnelle, dû à une orientation moléculaire très élevée. Des travaux récents ont également montré qu'un nombre limité de polymères présentent, dans certaines conditions, des réponses optiques particulièrement intenses causées par des quasi-particules appelées polaritons. De nombreuses applications pourraient bénéficier de la combinaison des qualités optiques associées aux nanofibres et aux polaritons.

Dans ce contexte, nous avons développé, caractérisé et optimisé des tapis de nanofibres électrofilées hautement orientées présentant une réponse polaritonique. Les fibres ont été préparées à partir de polyoxyéthylène (POM), un polymère robuste connu pour sa capacité à générer des polaritons. La réponse optique des tapis a été suivie par spectroscopie infrarouge (IR) à réflexion spéculaire polarisée et optimisée par divers post-traitements des fibres. De cette manière, il a été possible d'augmenter leur réflectance de 3,0 à 60,3 % tout en présentant un excellent contraste de polarisation.

18. Valorisation de déchets végétaux issus de la serriculture en matériaux composites à base de mycélium

Marie Bonduelle
INRS

Les activités de serriculture génèrent entre 110 à 290 tonnes de déchets végétaux par hectare et par an au Québec. Ces déchets sont principalement enfouis, ce qui appauvrit le sol en azote et génèrent des gaz à effet de serre. La recherche de procédés alternatifs rapides et durables de gestion de ces résidus est indispensable. La valorisation de cette biomasse en matériaux composites à base de mycélium, ou « mycomatériaux », constitue une solution prometteuse. Cette biotechnologie utilise la croissance de certains champignons de la dégradation du bois, appelés également « champignons de la pourriture blanche », pour transformer des déchets de culture peu coûteux en matériaux biodégradables. Ces mycomatériaux ont de multiples applications allant des emballages, aux matériaux de construction et d'isolation. Ce projet avait pour but de produire des mycomatériaux à partir de déchets végétaux de serres qui était de la fibre de coco (utilisée comme substrat de croissance des plants de poivron). L'objectif était d'obtenir des matériaux avec des propriétés mécaniques semblables à celles du polystyrène expansé, qui est le principal concurrent synthétique. Après trois semaines de colonisation en chambre environnementale, la résistance à la compression à 10% de déformation des mycomatériaux (10,2 x 7,5 x 2 cm) était de 213,2 ± 10,39 kPa et 190,5 ± 32,25 kPa pour ceux obtenus avec les champignons *P. ostreatus* et *G. lucidum* respectivement et de 392,9 ± 32,43 kPa pour les échantillons de polystyrène expansé. Ces mycomatériaux ont également démontré des propriétés hydrophobes suite aux analyses d'absorption d'eau. Afin d'accélérer le processus de production et d'améliorer les propriétés

mécaniques, les efforts de recherches se concentrent actuellement sur la compréhension de la biologie du système. La croissance du champignon pourrait être soutenue d'une part avec un apport de souches de bactéries auxiliaires et d'autre part avec des amendements en nutriments du substrat. Les résultats de ce travail offriront des solutions pour surmonter les inconvénients actuels des mycomatériaux afin de renforcer leur compétitivité face aux polymères plastiques.

19. Développement de nouveaux procédés de dépôt de couches minces (multi)fonctionnelles en couplant des plasmas froids à la pression atmosphérique et l'injection pulsée de précurseurs liquides

Laura Cacot^{1,2}, Myrtil Kahn³, Richard Clergereaux², Nicolas Naude², Luc Stafford¹

¹ Université de Montréal, Département de Physique

² LAPLACE, Université de Toulouse, CNRS, INPT, UPS, 31062 Toulouse, France

³ Laboratoire de Chimie de Coordination (CNRS), 205 Route de Narbonne, 31400 Toulouse

Le développement de surfaces innovantes représente un domaine de recherche stratégique pour plusieurs pays industrialisés. Par exemple, le dépôt de couches minces (multi)fonctionnelles à partir de plasmas froids et de précurseurs organiques ou organométalliques présente un fort attrait pour plusieurs applications technologiques. Ceci comprend le développement de couches barrières pour les emballages durables dérivés de la biomasse ou encore les couches dures et ultradures pour l'aéronautique et l'espace. À ce sujet, notre groupe de recherche entretient d'étroites collaborations avec plusieurs partenaires industriels dans des secteurs d'applications plurisectorielles. L'une des méthodes utilisées pour le dépôt par plasma de couches minces (multi)fonctionnelles repose sur l'injection dans le plasma d'aérosols contenant des gouttelettes chargées de nanoparticules. Cependant, ces procédés conduisent bien souvent au dépôt de nanoparticules agrégées.

Dans le contexte d'une nouvelle collaboration France-Québec financée par le CRSNG, Prima-Québec, Plasmionique, Safran et Kemstream, nous avons récemment exploré la possibilité de coupler un nouvel injecteur direct de liquide qui a la particularité d'injecter de façon pulsée des liquides et des nanoparticules sous la forme d'aérosols dans le plasma. Ceci comprend des plasmas à pression réduite, mais aussi des décharges à barrière diélectrique (DBD) à la pression atmosphérique. Ce travail vise à étudier un procédé de dépôt impliquant un aérosol pulsé et une DBD. Contrairement à la nébulisation en continue de solutions (incluant les solutions colloïdales), l'injection pulsée provoque une augmentation soudaine de la quantité de précurseur dans l'espace inter-électrodes de la DBD sous forme de gouttelettes. Selon les paramètres du procédé (injection, temps, fréquence d'impulsion, débit de gaz continu, etc.), nous avons observé que la stabilité de la décharge et, par conséquent, le dépôt du film mince (ici un plasma polymère organosilicé) sont fortement modifiés. En particulier, nous avons montré que contrairement aux procédés habituels, il est possible d'obtenir des conditions de polymérisation douce marquée par un faible niveau de réticulation. De plus, en présence de nanoparticules formées dans l'injecteur par hydrolyse d'un précurseur organométallique, nous avons montré qu'il est possible de déposer des films (multi)formés de nanoparticules d'oxyde métallique dispersés dans une matrice organique de type DLC. Dans ces conditions, la proportion de nanoparticules dans la couche est liée aux propriétés de transport des nanoparticules et des gouttelettes par le champ électrique et l'écoulement gazeux.



20. Élaboration de composites à matrices céramiques et à renforts biosourcés

Thomas Laporte¹, Romain Lucas², François Brouillette³

¹ Étudiant en Maîtrise en sciences de l'énergie et des matériaux (Université du Québec à Trois-Rivières) et en Master 2 Céramiques Hautes Performances (Université de Limoges, France)

² Co-directeur (Maître de conférences, Institut de recherche sur les céramiques (IRCER), Université de Limoges, France)

³ Co-directeur (Professeur, Institut d'innovation en écomatériaux, écoproduits et écoénergies (I2E3) et Dép. de chimie, biochimie et physique, Université du Québec à Trois-Rivières)

Les matériaux céramiques sont des composantes essentielles de la plupart des applications requérant une bonne résistance mécanique à haute température, comme par exemple dans la production ou le stockage d'énergie. Ce projet cherche à élaborer des matériaux fonctionnels alliant légèreté, tenue thermique et mécanique. Il s'inscrit dans une démarche de fabrication de matériaux composites dans lesquels la matrice céramique conférerait les propriétés thermiques et mécaniques, et le renfort à base de carbone jouerait le rôle de structuration du matériau, limitant ainsi les endommagements. L'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) possède des compétences dans l'extraction et la fonctionnalisation des fibres lignocellulosiques, qui seront utilisées en tant que renforts dans ces composites céramiques générés à partir de polymères précéramiques, dont l'Université de Limoges (UL) a l'expertise. D'après la littérature, cette approche originale a été très peu étudiée, et ses retombées techniques, environnementales et économiques pourraient être importantes.

Il est donc proposé de conférer une grande modulabilité aux propriétés des composites céramiques à base d'oxycarbure de silicium (SiOC) en y intégrant, en cours d'élaboration, des renforts à base de fibres naturelles modifiées chimiquement, autrement dit fonctionnalisées. Les renforts à fibres naturelles permettent de générer des microstructures originales dans les composites céramiques, notamment en modulant leur chimie de surface tout en procurant aux objets finaux un caractère biosourcé et durable. La matrice céramique, quant à elle, serait obtenue par un procédé de type sol-gel.

Les interactions fibres/matrice sont l'un des premiers verrous à étudier dans ce projet. Dans le cadre de cette présentation, l'objectif est de mettre en évidence ces interactions entre les fibres et le précurseur précéramique, nécessaires à l'élaboration de la pièce composite finale.

21. Synthèse de nanolatex pénétrants pour le développement des teintures durables pour le bois exposé aux intempéries

Gym Clerc Lentsolo Yalli

Université Laval

Le bois d'apparence utilisé à l'extérieur est sensible aux intempéries (photo-biodégradation, humidité, etc.) Il doit donc être protégé avec un revêtement durable ayant des propriétés d'application (temps limite ouvert (TLO)) adéquates. Toutefois, les revêtements à base de latex utilisés présentement ont une durée de vie limitée de 2 à 3 ans et un TLO de 3 à 5 minutes. Le mécanisme par lequel se solde la défaillance des revêtements est une perte d'adhésion, due au manque de flexibilité (température de transition vitreuse (T_g) élevée) des résines qui les composent et au manque d'adhésion durable du revêtement qui est conditionné par le mouillage du substrat, qui lui dans un système capillaire comme le bois n'a lieu que s'il y a pénétration du revêtement dans les pores du bois. D'autre part, il est reconnu dans la littérature que les nanolatex ont la capacité de mieux pénétrer le bois et donc certainement d'offrir une adhésion durable si le revêtement est capable de mouiller le bois. De plus il a été reconnu que les nanolatex ont également la capacité d'allonger le TLO des revêtements à base d'eau. Toutefois il y a peu d'études sur la capacité de pénétration des nanolatex ainsi que leur contribution à l'adhésion durable et au TLO. D'autre part, les nanolatex sont préparés par polymérisation en miniémulsions à cause de la faible sensibilité à l'eau des résines qu'elles génèrent. En revanche les nanolatex à haut taux de solides utilisés pour les revêtements destinés aux applications d'extérieur, préparés par cette technique sont difficiles à obtenir. Alors au cours de nos travaux nous avons procédé à la synthèse des nanolatex

acryliques à haut taux de solide préparés par polymérisation en miniémulsion ensemencé afin de pouvoir évaluer ultérieurement leur capacité de pénétration ainsi que leur incidence sur l'adhésion durable des revêtements et l'allongement du TLO.

22. Effect of ionic liquids on icephobic performance of PDMS coating

Saba Goharshenasmoghadam, Ehsan Bakhshandeh, Reza Jafari, Gelareh Momen

Department of Applied Sciences, Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)

Excessive snowfall and ice accumulation in urban territories is a source of catastrophe to infrastructures and equipment. For many years, several solutions have been proposed to combat the problems caused by ice-accretion^{1,2}. For decades, enormous efforts have been accomplished to design and fabricate passive anti-icing surfaces such as superhydrophobic surfaces (SHSs) and slippery liquid infused porous surfaces (SLIPS). Literally, current anti-icing surfaces are fabricated from static perspective by modifying chemistry and physics of surface or altering the modulus of substrate³⁻⁵. Given the abundant research results on anti-icing materials, it is crucial to recognize the interaction between the ice and its surfaces from a dynamic perspective. Introducing dynamic properties at ice-substrate interface provides an opportunity of manipulating interface interaction for decreasing ice adhesion strength through creating interfacial lubricating quasi liquid layer⁶. Chemicals with very low freezing temperatures such as ionic liquids (ILs) could initiate dynamic interface melting and create a thicker interfacial liquid layer. Generally, ionic liquids are frequently incorporated in ionogel based structures by a gelator. Recently, novel coatings containing ionic liquids are designed to offer extraordinary anti-icing potential^{7,8}. In fact, diffusion of ILs to contacted water droplets and depressing freezing temperature lead to delay in ice nucleation and formation. In this research, an attempt has been made to establish a link between icephobic behaviour and physicochemical properties of two ionic liquids; 1-Ethyl-3-methylimidazolium Bis(trifluoromethanesulfonyl)imide (EMIM-TFSI) and 1-butyl-3-methylimidazolium tetrafluoroborate (BMIM-BF₄) in coatings based on Sylgard 184 silicon elastomer. The wettability of coatings was investigated in regard to the significance of the relationship between wettability and ice adhesion. The findings reveal a notable reduction in sliding angles and increasing in advancing angles of coatings containing ILs. The performance of the two ILs in terms of ice nucleation temperature and formation time, as well as ice adhesion strength, was distinguished using differential scanning calorimetry, freezing delay time, and push-off test, respectively. Generated non-frozen interfacial quasi liquid layer through ionic hydrogen bonding with water molecules result in lowering ice adhesion strength⁹. Incorporation of ILs as anti-freezing agents revealed improvement of anti-icing performance of PDMS-based coating. It is worth mentioning that anions mostly distinguish icephobic performance of ILs¹⁰.

References

1. Wang Z. Recent progress on ultrasonic de-icing technique used for wind power generation, high-voltage transmission line and aircraft. *Energy and Buildings*. 2017 Apr 1;140:42-9.
2. Farzaneh M. Ice accretions on high-voltage conductors and insulators and related phenomena. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*. 2000 Nov 15;358(1776):2971-3005.
3. Heydari S, Jafari R, Momen G. Recent progress in the anti-icing performance of slippery liquid-infused surfaces. *Progress in Organic Coatings*. 2021 Feb 1;151:106096.
4. Maghsoudi K, Vazirinasab E, Momen G, Jafari R. Icephobicity and durability assessment of superhydrophobic surfaces: The role of surface roughness and the ice adhesion measurement technique. *Journal of Materials Processing Technology*. 2021 Feb 1;288:116883.
5. Yancheshme AA, Momen G, Aminabadi RJ. Mechanisms of ice formation and propagation on superhydrophobic surfaces: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*. 2020 May 1;279:102155.
6. Wang F, Zhuo Y, He Z, Xiao S, He J, Zhang Z. Dynamic Anti-Icing Surfaces (DAIS). *Advanced Science*. 2021 Sep 9;2101163.
7. Zhuo Y, Chen J, Xiao S, Li T, Wang F, He J, Zhang Z. Gels as emerging anti-icing materials: a mini review. *Materials Horizons*. 2021.
8. Ding Y, Zhang J, Zhang X, Zhou Y, Wang S, Liu H, Jiang L. Ionic-Liquid-Gel Surfaces Showing Easy-Sliding and Ultradurable Features. *Advanced Materials Interfaces*. 2015 Jul;2(10):1500177.
9. Zhuo Y, Xiao S, Håkonsen V, He J, Zhang Z. Anti-icing ionogel surfaces: inhibiting ice



nucleation, growth, and adhesion. *ACS Materials Letters*. 2020 Apr 30;2(6):616-23.
10. Javed F, Ullah F, Zakaria MR, Akil HM. An approach to classification and hi-tech applications of room-temperature ionic liquids (RTILs): A review. *Journal of Molecular Liquids*. 2018 Dec 1; 271:403-20.

23. Optimization of the biorecognition surface of graphene field-effect sensors for the detection of cancer biomarkers

**Madline Sauvage¹, Amira Bencherif¹, Charlotte Allard²,
Richard Martel³, Delphine Bouilly¹**

¹ Université de Montréal, Institute for Research in Immunology and Cancer IRIC

² Polytechnique Montréal

³ Université de Montréal, Département de chimie

Graphene field-effect transistors (G-FETs) constitute an emerging platform for biosensing applications, such as the detection of genetic or protein biomarkers associated with cancers or pathogens. Graphene is an ideal material for the detection of biomolecules: since every atom of its monolayer structure is in contact with its environment, its electrical conductivity is highly responsive to local electrostatic fluctuations from adjacent molecules. For the detection of genetic and protein biomarkers, G-FETs use short DNA oligomers, aptamers or antibody as probes, in order to capture a specific target and detect the corresponding change in the electrical response of the sensor¹. Controlling the distribution of these probes on the graphene surface is crucial to achieve optimal sensitivity, selectivity and reproducibility of the sensors¹, especially in a clinical context. The most popular immobilization approach on G-FETs uses a non-covalent linker molecule named 1-pyrenebutanoic acid succinimidyl ester (PBASE)¹ to attach the probes on the graphene surface. This bifunctional molecule binds on one hand to the graphene surface through non-covalent π - π interactions via its aromatic pyrene group, and, on the other end, its succinimidyl ester group can form a covalent bond with amine groups added to the terminal end of ssDNA probes. However, the adsorption process of PBASE molecules is not well controlled, which represents a limitation in the optimization of G-FETs as biosensors.

Here, we present an investigation on the kinetics of the non-covalent adsorption of PBASE on graphene, in order to control the density of DNA probes for G-FET biosensing applications. We fabricated G-FET arrays using CVD-grown graphene and photolithography techniques, as described previously². We first investigated the effect of incubation time on the PBASE coverage on graphene, using electrical curves as well as Raman hyperspectral imaging (RIMA). Next, we studied the effect of PBASE coverage and accumulation on the assembly of DNA probes on the graphene surface. We will present the short timescale observed for PBASE adsorption compared to what is usually reported in the literature, and how PBASE accumulation could affect probe assembly and density. Our results will lead to a better control of PBASE immobilization on graphene for the optimization of probe assembly in order to achieve robust biodetection.

References

1. Béraud A, Sauvage M, Bazan CM, Tie M, Bencherif A, Bouilly D. Graphene field-effect transistors as bioanalytical sensors: design, operation and performance. *Analyst*. 2021;(146):403-428.
2. Bazan CM, Béraud A, Nguyen M, Bencherif A, Martel R and Bouilly D. Dynamic Gate controlled of Aryldiazonium chemistry on Graphene field-effect transistors. *Nano Lett*. 2022;22(7):2635-2642.

24. Anti-icing behavior of polyurethane/PEG-PDMS hybrid coatings

**Mohammad Bakhtiari, Ehsan Bakhshandeh, Reza Jafari,
Gelareh Momen**

Department of Applied Sciences, Université du Québec à Chicoutimi (UQAC)

In a variety of industrial coatings, polyurethane (PU) coatings are commonly used for their specific properties, including excellent durability, mechanical strength, toughness, and good abrasion resistance^{1,2}. It's important to note that most PU coatings don't exhibit good icephobic properties due to their relatively hydrophilic nature³. The development of anti-icing surfaces on industrial coating patches/objects has been a persistent challenge in several industries, including aviation and wind power^{4,5}. To achieve this goal, surface modification

with various materials with different chemical structures is one of the valuable ways to design ice-phobic PU coatings.

The current study investigated surface and anti-icing of PU-based coatings modified with polydimethylsiloxane-polyethylene glycol (PEG-PDMS) copolymers with variable molecular weight differences. The roles of PEG-PDMS on the wettability and freezing delay times have been deeply investigated by Kruss machine equipped with a cold chamber. To evaluate the ice adhesion strength of the PU/PEG-PDMS coatings push-off setup was used.

The results clearly showed that freezing delay time and ice adhesion change with the presence and content of PEG-PDMS. These results can be directly related to forming hydrogen bonds between water molecules and the hydrophilic functional groups and forming hydrogen bonds between water molecules and the hydrophilic functional groups⁶. The results demonstrated a decreased 80 % ice adhesion strength of the PU/PEG-PDMS coating with the optimal PEG-PDMS content compared to the unmodified PU coating.

References

1. Rabbani, S., et al., Superhydrophobic and icephobic polyurethane coatings: Fundamentals, progress, challenges, and opportunities. *Progress in Organic Coatings*, 2022. 165.
2. Pistone, A., C. Sclararo, and A. Visco Mechanical Properties of Protective Coatings against Marine Fouling: A Review. *Polymers*, 2021. 13, DOI: 10.3390/polym13020173.
3. Upadhyay, V., et al., Amphiphilic icephobic coatings. *Progress in Organic Coatings*, 2017. 112: p. 191-199.
4. Peng, C., et al., Preparation and anti-icing of superhydrophobic PVDF coating on a wind turbine blade. *Applied Surface Science*, 2012. 259: p. 764-768.
5. Parent, O. and A. Ilincă, Anti-icing and de-icing techniques for wind turbines: Critical review. *Cold Regions Science and Technology*, 2011. 65(1): p. 88-96.
6. Shamshiri, M., R. Jafari, and G. Momen, Icephobic properties of aqueous self-lubricating coatings containing PEG-PDMS copolymers. *Progress in Organic Coatings*, 2021. 161.

25. Synthesis of fluorescent carbon nanoparticles by dispersion polymerization of acetylene for optoelectronic applications

Vijay K. Jayswal, Anna M. Ritcey, Jean-François Morin

Département de Chimie et Centre de Recherche des Matériaux Avancés (CERMA), Université Laval

Carbon nanoparticles (CNPs) have emerged as one of the most promising nanomaterials due to their distinct optoelectronic properties for a diverse range of applications in the area of electronics, energy conversion and storage, and bio-imaging. Their functions and properties can be changed by varying their shape, size and dimensionality. The synthetic methods reported until now involve high-temperature (>100 °C) processes, which often result in uncontrolled shape, size and polydispersity. In this work, we focus on the development of a low-temperature synthetic method for the preparation of fluorescent carbon nanoparticles and modulation of properties. Our method, based on the dispersion Glaser-Hay polymerization of acetylene (bubbling and in a pressure reactor) followed by decomposition into a carbonaceous material, yields CNPs with size of 50 nm. The shape and size of the resulting carbon nanoparticles are influenced by changing different reaction parameters such as temperature, reaction time and pressure. The control over the different reaction parameters allows us to obtain monodisperse CNPs in spherical shapes. After isolation, CNPs were characterized by microscopy and spectroscopy techniques. The residual alkynes in the CNPs' structure were exploited for further post-functionalization/ graphitization to yield multifunctional CNPs, which were fluorescent in the blue region.



Modérateur de session vendredi matin : François Schiettekatte, directeur du RQMP

Allocution de Janice Bailey

Vendredi 14 avril, 9h-9h10

Directrice des Fonds de recherche du Québec – Nature et technologie

Présentation des centres de recherche

Session 1 - Vendredi 14 avril, 9h15-10h45

16 centres de recherche québécois en matériaux avancés présentent leurs expertises et offres de service.

Regroupement Québécois sur les matériaux de pointes (RQMP)



François Schiettekatte

Université de Montréal, Groupe des couches minces, RQMP

Le RQMP est un regroupement stratégique du FRQNT qui réunit 79 membres physiciens, chimistes et ingénieurs qui conçoivent, fabriquent et caractérisent à l'échelle atomique, de nouveaux matériaux et assemblages de matériaux, afin de découvrir de nouvelles propriétés émergentes ou les adapter à de nombreuses applications.

Ensemble, ils explorent et font avancer la science des matériaux de pointe, utile aux technologies de l'information, de la santé, de l'énergie, ou encore des transports. Ce qui unit les membres du RQMP, c'est les méthodes de synthèse, de fabrication, de caractérisation et de simulation. Ces méthodes complémentaires permettent de réaliser des avancées scientifiques dans différents domaines d'applications tels que les panneaux solaires, les batteries, les matériaux topologiques pour manipuler l'information quantique sans qu'elle soit détruite, les détecteurs de molécules cancéreuses, les microstructures pour gérer la chaleur émanant de puces électroniques, ou encore les couches protectrices permettant aux réacteurs d'être plus efficaces.

Nos recherches se divisent sur 5 axes de recherche :

- Phénomènes quantiques émergents
- Conception ciblée de nouveaux matériaux
- Nanomatériaux et matériaux d'inspiration biologique
- Matériaux pour de nouvelles technologies de pointe
- Interaction lumière-matière

Ces progrès sont possibles grâce à la collaboration et la formation. Pour cela, l'Université de Montréal, Polytechnique de Montréal, l'Université McGill et l'Université de Sherbrooke mettent à disposition de toute la communauté des outils de pointe, opérés par du personnel de recherche qui fait profiter les usagers de leur immense expertise afin de tirer le meilleur parti de chaque outil.

Centre de recherche sur les matériaux avancés (CERMA)

Jean-François Morin
CERMA



Le Centre de recherche sur les matériaux avancés (CERMA) de l'Université Laval (UL) se consacre à des études fondamentales ou appliquées visant à développer une variété de matériaux pouvant bénéficier à la société québécoise. Le mandat du CERMA est de faire avancer les connaissances fondamentales et appliquées en science des matériaux, de former du personnel hautement qualifié et de participer à l'écosystème d'innovation québécois.

Le CERMA est un centre de recherche reconnu par la Commission de la recherche de l'Université Laval et fait partie depuis 2010 du Centre québécois sur les matériaux fonctionnels (CQMF), un regroupement soutenu par le Fonds de recherche du Québec - Nature et technologie (FRQNT). Le CERMA est également financé par une subvention du Programme de soutien aux organismes de recherche et d'innovation, en appui aux plateformes technologiques stratégiques du ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec.

Constitué de 24 membres-professeurs de l'UL, 190 étudiants, 25 stagiaires postdoctoraux et 21 professionnel(le)s de recherche et technicien(ne)s, le Centre regroupe des chercheuses et chercheurs issu(e)s d'horizons variés tels que la pharmacie, le génie électrique, mécanique ou chimique, les sciences des matériaux, la chimie, la médecine ainsi que les sciences du bois. La présence de membres aussi diversifiés provenant de quatre facultés (sciences et génie, foresterie, médecine et pharmacie) permet à chacun de trouver l'expertise nécessaire à l'avancement de ses travaux de recherche. De plus, les équipements que possède le centre sont mis à la disposition de tous les membres ainsi qu'à des utilisateurs externes aussi bien académique ou gouvernemental qu'industriel.

Les quatre axes de recherche du CERMA portent sur les biomatériaux, les nanomatériaux, les polymères naturels et synthétiques, et les surfaces et interfaces. L'ensemble des matériaux étudiés peut être rassemblé sous le vocable de « matériaux mous ». Alors que certains travaux sont très fondamentaux et cherchent à comprendre l'organisation des matériaux ou les interactions moléculaires qui guident leur formation ou leur stabilité, d'autres sont plus appliqués. Les domaines d'application sont vastes et incluent la médecine (régénération tissulaire, prothèses/implants, traitements thérapeutiques, diagnostic), l'optoélectronique (piles solaires, conducteurs organiques), l'énergie (piles bactériennes), les nanoparticules, le recyclage (plastiques) et la valorisation (lignine du bois, plastique dans le béton), l'industrie du bois (construction écoresponsable, traitements des surfaces), etc.

Centre d'optique, photonique et lasers (COPL)

David Hélie
Université Laval



Le COPL est un environnement intégré de recherche collaborative et de formation inclusive rassemblant des expertises multidisciplinaires. Il encourage l'innovation et favorise l'émergence d'une relève hautement qualifiée visant à contribuer par ses technologies photoniques et son savoir à l'avenir socioéconomique de la société québécoise.

Depuis 1989, le COPL facilite les collaborations entre des équipes de recherche multidisciplinaires et favorise la mise en commun d'infrastructures et d'expertises de recherche. Réunissant plus d'une cinquantaine de chercheurs et chercheuses et plusieurs centaines d'étudiants et étudiantes aux cycles supérieurs, répartis dans 8 établissements universitaires au Québec, le COPL agit comme facilitateur et accélérateur d'innovation. En moyenne, ce sont plus de 200 articles scientifiques évalués par les pairs qui sont publiés annuellement. De même, pour la période de 2020 à ≥ 2022, quelques 1380 publications (articles et conférences) ont été réalisées par ses membres. De ces chiffres, 50% des publications sont issues de collaborations internationales.

Par sa position privilégiée, le COPL entretient des liens étroits avec l'industrie. Outre sa contribution importante à l'essor du secteur en formant les futur.es



diplômés qui intégreront les entreprises québécoises en hautes technologies, les équipes de recherche sont initiatrices de plus d'une vingtaine d'entreprises essayées depuis 2000.

Sept axes guident les travaux de recherche du COPL :

- Les matériaux photoniques
- La photonique quantique
- La biophotonique
- Les télécommunications optiques
- Les systèmes et microsystèmes photoniques
- L'optique guidée et les fibres optiques
- Les lasers et phénomènes ultrarapides

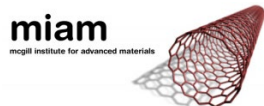
Pour en savoir davantage sur le Centre d'optique, photonique et lasers, consultez le site : www.coplweb.ca.

McGill Institute of Advanced Materials

Marta Cerruti

Materials Engineering, McGill and McGill Institute of Advanced Materials

L'Institut des matériaux avancés de McGill (MIAM) a été créé en 2001 par les facultés des sciences et de génie de l'Université McGill pour servir de point de convergence de la recherche sur les matériaux avancés. MIAM offre des services pertinents à la communauté des matériaux avancés par le biais de son centre de caractérisation et de fabrication de nano-outils. L'un des principaux outils de caractérisation du MIAM est un spectromètre photoélectronique à rayons X (XPS) NEXSA G2 Thermo Fisher récemment acquis, qui comprend des détecteurs et des sources capables d'effectuer, outre la XPS, la spectroscopie photoélectronique UV (UPS), la spectroscopie par diffusion ionique (ISS) et la spectroscopie de perte d'énergie par réflexion (REELS). Il comprend également une option de mapping rapide et un système de pulvérisation par le biais d'un seul ion ou d'un groupe d'ions, ce qui rend cet instrument particulièrement adapté à l'analyse des surfaces de la plus large gamme de matériaux. Le centre de fabrication de nano-outils est une installation de pointe qui propose des équipements pour la lithographie, la gravure à sec, la fabrication de films minces et bien d'autres choses encore, de l'échelle nanométrique à l'échelle macroscopique. L'institut accueille également de nombreux événements visant à mettre en relation les chercheurs en matériaux avancés de tous les départements et facultés de McGill et d'ailleurs.



Le laboratoire de Micro et Nanofabrication (LMN) de l'INRS

Mohamed Chaker, Boris Le Drogoff
INRS-EMT

Cette présentation donnera un aperçu de l'infrastructure du Laboratoire de Micro et Nanofabrication (LMN) et des travaux de recherche récents effectués au sein du LMN. Fondé par le centre Énergie, Matériaux et Télécommunications de l'INRS à Varennes, le LMN est un laboratoire intégré de micro et nanofabrication qui représente un investissement de plus de 36 M\$ provenant principalement de subventions obtenues depuis 2002 de la Fondation canadienne pour l'innovation (FCI) et du gouvernement du Québec.

Le LMN occupe un espace de 2000 m² de laboratoires incluant une salle blanche de 250 m² (classe 10 à 1000) et des équipements à la fine pointe de la technologie réparties dans 3 unités de recherche et de développement complémentaires :

- La lithographie (électrons et photons)
- La synthèse de couches minces et de nanomatériaux, la gravure nanométrique, l'implantation ionique et le traitement de surfaces
- La caractérisation de nanomatériaux et de nanodispositifs

Par sa nature même, le LMN répond aux besoins, (i) d'une recherche de pointe

dans les domaines situés en amont de la réalisation des nanodispositifs, c'est-à-dire la synthèse, la gravure et la caractérisation de nouveaux matériaux, l'implantation ionique et les technologies lithographiques, (ii) d'une recherche précompétitive touchant divers secteurs de haute technologie en permettant la réalisation de dispositifs avancés, de circuits et systèmes complets et pour tester de nouveaux concepts en nanophotonique, en nanoélectronique, en biomédical, etc. Le LMN est une infrastructure ouverte à tous les chercheurs tant académiques que du secteur privé, qui permet de répondre de manière élargie à tous les besoins en matière de fabrication et de caractérisation de nanostructures.

L'12E3 - 50 ans d'innovations biosourcées

François Brouillette

Université du Québec à Trois-Rivières

L'Institut d'Innovations en Écomatériaux, Écoproduits et Écoénergies (12E3) de l'Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) se veut une entité pluridisciplinaire participant à l'avancement de la bioéconomie régionale et circulaire dans une perspective d'économie locale et verte.

Ayant pour mission le développement de nouveaux produits et de nouvelles technologies permettant aux entreprises œuvrant dans la transformation de la biomasse de demeurer à l'avant-garde en s'adaptant rapidement aux changements des besoins des marchés, l'12E3 vise une efficacité accrue de l'utilisation écoresponsable des ressources naturelles ainsi que la valorisation des savoirs en écosystème industriel. L'Institut se consacre à la recherche en partenariat et à la formation d'étudiants aux cycles supérieurs. Dans cette perspective, les approches expérimentales propres à plusieurs disciplines et à différents chercheurs, sont mises à profit dans la poursuite d'objectifs collectifs définis en fonction des expertises, des compétences, des ressources et des développements disciplinaires.

Fort de son positionnement, l'12E3 concentre ses activités sur trois axes distincts ciblant à la fois matériaux, produits et énergies liés à la biomasse tout en maintenant une veille propice à la poursuite de différents vecteurs d'innovation autant en amont qu'en aval de ces axes complémentaires. Qu'il soit entre autres question de matières lignocellulosiques, de fibres naturelles alternatives, de biomasse algale, de matériaux composites, d'extractibles forestiers, de biocarburants de deuxième génération, de traitements d'effluents ou de composantes biosourcées pour applications énergétiques, les orientations porteuses et mobilisatrices mises de l'avant sont tournées vers le progrès des collectivités et visent à promouvoir une ambitieuse transition des communautés où primera le développement durable.

Favorisant le déploiement de ses chercheurs, étudiants et partenaires au cœur de la formation et de la recherche dans des créneaux stratégiques à l'échelle nationale et internationale, l'12E3 s'investit auprès de nombreux partenaires privés, publics et institutionnels permettant ainsi une recherche collaborative où se côtoient innovation et valeur ajoutée.

La microscopie à sonde à balayage (SPM) au Laboratoire de Caractérisation des Matériaux (LCM)

Patricia Moraille

Université de Montréal

Depuis janvier 2001, le Laboratoire de caractérisation des matériaux (LCM) offre à la communauté de recherche du Québec l'accès à une variété de techniques de caractérisation de pointe. Des professionnels de recherche y assurent la formation ainsi que le soutien technique. Nous décrirons brièvement les diverses techniques en microscopie à sonde à balayage (SPM) disponibles au LCM. Au-delà de la topographie, la SPM exploite la détection d'un éventail de forces pour cartographier, avec une résolution latérale nanométrique, les propriétés nano mécaniques, électriques, magnétiques et même l'absorbance IR d'une surface. En tant que technique, la SPM ne se limite pas à certaines conditions environnementales spécifiques, elle peut être réalisée sous vide, dans l'air ou en milieu liquide





et à des températures variées. L'instrumentation de pointe et l'expertise qu'on y retrouve, font du LCM une des infrastructures spécialisées du Québec pour l'imagerie de matériaux nanostructurés et des couches minces à l'échelle du nanomètre et du micron. Notre installation SPM est utilisée par plus d'une centaine de chercheurs chaque année. Nos installations sont ouvertes à tous les chercheurs provenant des milieux universitaires et industriels, à des tarifs abordables.

Centre de Recherche sur les Systèmes Polymères et Composites à Haute Performance (CREPEC)



Marie-Laure Dano¹, Pascal Hubert², Martine Dubé³

¹ Université Laval

² McGill University

³ École de Technologie Supérieure

Le Centre de Recherche sur les Systèmes Polymères et Composites à Haute Performance (CREPEC) est un regroupement stratégique financé par les Fonds de recherche du Québec - Nature et technologies depuis 2004. Il est composé de 79 chercheur(euse)s provenant de 9 universités et 5 centres collégiaux de transfert technologique (CCTT) du Québec. Il regroupe également près de 450 étudiant(e)s aux cycles supérieurs ainsi que 80 professionnel(le)s de recherche.

La mission du CREPEC est de dynamiser l'innovation en encourageant les collaborations interinstitutionnelles originales de haut niveau scientifique, par la formation de personnel hautement qualifié et par le développement d'interactions avec l'industrie du domaine des polymères et matériaux composites afin d'accroître le potentiel scientifique, technologique, social et économique du Québec.

Pour ce faire, les membres du Centre travaillent sur des sujets de recherche répondant aux besoins actuels et futurs de la société reliés au domaine des polymères et des matériaux composites. Ainsi, la programmation scientifique du CREPEC s'articule autour de trois Axes: 1) Matériaux polymères à haute performance, 2) Matériaux composites à haute performance et 3) Matériaux polymères et composites écoresponsables. De plus, le CREPEC participe au transfert technologique vers les milieux utilisateurs par le partage d'un vaste parc d'infrastructure comprenant plus de 200 équipements répartis dans ses 14 institutions membres. Il encourage également l'échange d'expertises par les collaborations académiques-industrielles.

En conclusion le CREPEC forme la nouvelle génération d'ingénieur(e)s, de technicien(ne)s, de professeur(e)s, de scientifiques et d'entrepreneur(e)s qui contribueront à la richesse intellectuelle, innovatrice et économique de la société québécoise et à son rayonnement dans le monde.

Présentation des centres de recherche

Session 2 - Vendredi 14 avril, 11h15-12h45

Centre Québécois des Matériaux Fonctionnels (CQMF)



Mohamed Sijaj
CQMF

Le Centre québécois sur les matériaux fonctionnels (CQMF) est un regroupement stratégique du Fonds de recherche du Québec - Nature et Technologie dédié aux matériaux fonctionnels (MF), c'est-à-dire, des matériaux avancés ayant des caractéristiques fonctionnelles supérieures par rapport aux matériaux disponibles. Ces MF novateurs permettent de répondre aux défis en santé, développement durable et énergie qui caractérisent notre société. Ce sont les percées dans la recherche sur l'auto-assemblage, la nanotechnologie et les polymères qui, au CQMF, ouvrent la voie à la conception de MF innovants. Véritable carrefour de savoir-faire en science des matériaux, le CQMF est axé sur la recherche collaborative : nos membres travaillent en partenariat avec les entreprises notamment en vertu de financements PRIMA ou CRSNG. Ces projets collaboratifs répondent aux besoins de l'industrie en termes de démonstration de faisabilité (niveau de maturation technologique, TRL, 1-3) ou de développement (TRL plus élevé) et sont rendus possibles par un réseau de plateformes scientifiques affiliées au CQMF et par leurs professionnel.le.s de recherche. Par ailleurs, les plateformes affiliées au CQMF offrent également des services de caractérisation des matériaux à tarifs très avantageux.

Les chercheuses et chercheurs industrielles actifs dans les domaines de recherche du CQMF peuvent demander l'adhésion au CQMF à titre de membres industriels. Ce statut particulier octroie plusieurs avantages :

- Participation à une demande de subvention de projet collaboratif avec deux membres réguliers du CQMF (1 appel à projets/an).
- Accès aux équipements de caractérisation du CQMF à un tarif réduit.
- Participation à la gouvernance du CQMF, notamment au comité industriel.
- Participation aux activités du CQMF et visibilité accrue (tables rondes; ateliers carrières; colloque annuel; cours du CQMF).
- Réseautage avec la communauté étudiante.
- Accès aux services de l'équipe de coordination (Matteo Duca et Petr Fiuhrasek) qui facilitera votre recherche d'équipements ou d'expertise.

La mission du CQMF s'articule aussi autour de la formation de la relève, notamment en termes de connaissances théoriques, compétences pratiques (utilisation des infrastructures) et transversales. Le cours annuel du CQMF et l'expertise acquise grâce à l'encadrement par les professionnel.le.s de recherche sont autant de leviers de formation qui complètent les projets de recherche dirigés par nos membres. Ces étudiantes et étudiants représentent un véritable bassin de talents pour les entreprises du domaine des matériaux avancés.

De la recherche à la valorisation en passant par la formation, le CQMF est une plaque tournante de l'innovation en matériaux fonctionnels et un catalyseur de collaborations. Prenez contact avec les équipes du CQMF dès maintenant pour amorcer votre prochain projet.

Le CQMF en bref :

- Plus de 100 groupes de recherche universitaires et collégiaux.
- 14 plateformes de recherche affiliées.
- Expertise tous-azimuts en science des matériaux : matériaux fonctionnels pour l'énergie, le développement durable et le biomédical.
- Une équipe de gestion pour vous mettre en relation avec nos membres et nos plateformes.



Centre en Chimie Verte et Catalyse

André Charette

Université de Montréal



La chimie verte, souvent appelée chimie durable, décrit formellement tous les efforts qu'emploient les chimistes pour rendre des réactions et/ou procédés sans danger pour l'environnement. La réduction et, ultimement, l'élimination des substances et des solvants toxiques représente un défi de taille, car cette étape implique qu'il faille reformer, voire même, dans certains cas, reconcevoir de nombreuses réactions classiques.

Le CCVC se distingue des autres centres du Québec et du Canada en prônant la chimie verte, la catalyse et l'évaluation de nouveaux procédés dans une optique environnementale. Il a été créé spécifiquement pour mettre l'accent sur le développement et l'application de nouvelles réactions catalytiques (chimiques et biologiques) ainsi que sur la fabrication et l'utilisation de solvants écologiques dans divers procédés et réactions chimiques. Entre autres, grâce à la catalyse, qui est utilisée dans plus de 90% des procédés chimiques industriels, nos chercheurs développeront de nouveaux outils écologiques pour la préparation de molécules ayant des fonctions précises et étudieront en parallèle le devenir dans l'environnement et les effets biologiques qu'engendrent les réactifs/catalyseurs qui sont introduits dans l'écosystème. Ils créeront un environnement de recherche où toutes les étapes d'une réaction dite verte seront examinées à la loupe (de l'efficacité de réaction aux impacts environnementaux).

L'Institut quantique

Ion Garate

Institut quantique, Université de Sherbrooke



Les sciences quantiques produiront des technologies qui transformeront notre société. L'Institut quantique de l'Université de Sherbrooke (IQ) est au cœur d'un écosystème dynamique qui accélère cette révolution quantique.

L'IQ rassemble des chefs de file mondiaux de la recherche et de la formation interdisciplinaire en science et technologies quantiques. L'IQ est un milieu collaboratif à l'interface de l'informatique quantique, des matériaux quantiques et de l'ingénierie quantique qui offre des perspectives scientifiques et professionnelles exceptionnelles à la communauté étudiante, à ses membres et à ses partenaires.

Dans cette présentation, je donnerai un aperçu des activités de l'IQ et décrirai son écosystème en pleine expansion.

Les Installations Centrales du GCM : « guichet unique » de l'analyse des matériaux de pointe et des couches minces



Ludvik Martinu¹, François Schiettekatte²

¹ Polytechnique Montréal

² Université de Montréal

Les Installations Centrales du Groupe de recherche en science et technologie des couches minces (IC-GCM) constituent une plateforme unique en fabrication et caractérisation des matériaux, surfaces et interfaces, couches minces et dispositifs de pointe, au service de plus de 450 usagers annuellement, dont de nombreuses entreprises établies ou en création dans des secteurs traditionnels et émergents (transport et l'aérospatiale, énergie, environnement, micro/opto-électronique, télécommunications, biomédical, nouvelles percées dans le domaine quantique).

Les IC-GCM forment un parc d'équipements ayant une valeur de remplacement de plus de 50 M\$ constamment développé. Ils offrent des services sur plusieurs plateformes technologiques d'envergure, à savoir :

- Le Laboratoire de micro-fabrication constitué de salles blanches (prototypage de dispositifs, dépôt de couches minces, lithographie, gravure, libération de structures, etc.);

- Laboratoire d'analyse de surfaces des matériaux avec ses systèmes de l'XPS et du TOF-SIMS pour analyser la structure chimique résolue en profondeur avec des capacités de mesure in situ et in operando;
- Laboratoire de caractérisation des matériaux par la microscopie à force atomique (AFM) et par des spectroscopies vibrationnelles (Micro-Raman, FTIR);
- Laboratoire des faisceaux d'ions - le seul au Québec et un des deux seuls au Canada à disposer des techniques d'analyse RBS et ERD (analyse quantitative de la distribution des éléments en fonction de la profondeur);
- Laboratoire de la métrologie optique et tribo-mécanique qui offre une analyse complète des propriétés optiques, mécaniques, tribologiques et électrochimiques des surfaces et des revêtements.

Pour plus de détail, veuillez consulter www.gcmlab.ca ou contacter ludvik.martinu@polymtl.ca ou francois.schiettekatte@umontreal.ca

Laboratoire de caractérisation des matériaux polymères



Nicolas Macia, Christian Pellerin

Université de Montréal

Le Laboratoire de Caractérisation des Matériaux Polymères (LCMP) de l'Université de Montréal soutient la recherche et l'innovation dans le domaine des matériaux au Québec et au-delà. Au LCMP, nous offrons des formations et un accès à un parc d'équipement composé d'instruments versatiles et à la pointe de la technologie, des services d'analyses pour des clients et partenaires académiques et industriels, ainsi qu'un accompagnement unique et personnalisé via l'expertise de son personnel de recherche pour la conception de protocoles pour la caractérisation de tous types de matériaux.

De nombreux projets sont en cours au LCMP avec des partenaires académiques et industriels provenant de secteurs aussi variés que ceux de l'énergie, de l'emballage et emballage alimentaire, de la pharmacie et de l'ingénierie légale, pour n'en nommer que quelques-uns. Que ce soit pour de la caractérisation de routine ou avancée, l'expertise du LCMP répond à une variété de besoins en analyses thermiques, mécaniques, microscopiques optiques, de tailles de particules, et plus encore.

Depuis sa création en 2006, le LCMP est fier de continuer à répondre à sa mission de faciliter la recherche et la formation en caractérisation des matériaux!

Advanced Additive Manufacturing of Multifunctional Composites and Smart Systems



Rouhollah Farahani, Daniel Therriault

Laboratory for Multiscale Mechanics (LM2) - Polytechnique Montreal

The Laboratory for Multiscale Mechanics (LM2) has developed an expertise in the design of multifunctional composite materials for advanced additive manufacturing of high-performance polymer composites and smart systems for a wide variety of applications ranging from sensors and energy harvesting materials to aerospace composite parts. Despite the advanced progress in recent years in printable materials and additive manufacturing processes, big challenges remain in making structures featuring complex geometries and multifunctionality. Daniel Therriault's research team aims to design new multifunctional materials and new additive manufacturing processes including non-planar and multi-material multi-process printing for rapid manufacturing of large composite structures or smart systems in a single printing process. For example, our customized 6-axis robot-assisted 3D printing platform consists of a 6-axis robot arm on which printing heads of different technologies are mounted to address the current roadblocks of the additive manufacturing community (e.g., manufacturing of large structures, printing on curved surfaces). The LM2 labs host many equipment and facilities related to design, processing, manufacturing and characterization of nano, micro, and macro-systems including, but not limited



to, several customized and commercial 3D printers, dispensing robots, mixing equipment (e.g., micro-extruder), optical microscopes, and several tensile machines.

Le Centre de recherche sur l'aluminium - REGAL

Houshang Alamdari

Université Laval



Le Centre de recherche sur l'aluminium - REGAL est un regroupement stratégique financé par le FRQNT qui s'intéresse aux travaux de recherche autour du matériau aluminium, de sa production primaire au développement de procédés de mise en forme et de design jusqu'à la conception de nouveaux alliages. Le REGAL est le plus important centre de recherche dans le domaine de l'aluminium au niveau mondial et le seul dédié à 100% à l'aluminium. Depuis sa création, le Centre est devenu un pôle d'excellence d'envergure internationale en recherche et développement sur l'aluminium. Des liens ont été tissés avec des chercheurs de l'Australie, de la Chine, des États-Unis, de la France, de l'Islande, de la Norvège, de la Nouvelle-Zélande et de la Suisse. Il fédère 8 institutions, 39 membres réguliers et 48 membres collaborateurs, assurant ainsi l'interface avec les organismes liés à l'aluminium.

Le Québec compte quelque 1 400 entreprises en transformation de l'aluminium, majoritairement des PME. Le REGAL se donne la mission de promouvoir et structurer la collaboration entre l'industrie, les PME et les universités dans le domaine de l'aluminium en leur offrant l'expertise et l'infrastructure de recherche en plus d'assurer la formation adéquate de la main-d'œuvre. Une collaboration université/industrie, via des projets de recherche collaboratifs, offre l'opportunité aux entreprises de profiter d'une infrastructure de pointe et d'opérateurs qualifiés à un faible coût. La collaboration est possible grâce au regroupement d'expertises au sein d'un seul centre, ce qui permet la mise en commun des infrastructures de recherche et concentrer les efforts pour la réalisation de projets multidisciplinaires. Plus de 160 équipements dans différentes catégories d'utilisation sont disponibles tels que: acquisition, inspection et traitement d'image; analyses physico-chimiques; métrologie dimensionnelle; propriétés mécaniques; synthèse et préparation; système informatique et logiciels ainsi que les bancs d'essai et les stations de préparation d'échantillons.

Centre de Recherche sur les Matériaux Renouvelables (CRMR)

Véronic Landry^{1, 2, 3}



CENTRE DE RECHERCHE
SUR LES MATÉRIAUX
RENOUVELABLES

¹ Directrice du Centre de recherche sur les matériaux renouvelables (CRMR)

² Professeure titulaire au département des sciences du bois et de la forêt de l'Université Laval (UL)

³ Titulaire de la Chaire de recherche industrielle CRSNG -Canlak en finition des produits du bois d'intérieur

Le Centre de Recherche sur les Matériaux Renouvelables (CRMR) regroupe des chercheuses et des chercheurs (dont 14 membres réguliers) de différentes disciplines travaillant au développement de nouveaux produits de bois massif, de composites à base de bois, de fibres de bois ou autres fibres lignocellulosiques et coproduits à valeur ajoutée. Ses axes de recherche touchent notamment la caractérisation des sources d'approvisionnement (propriétés anatomiques, physiques, mécaniques, chimiques et thermiques), la conception et l'évaluation des propriétés de nouveaux produits, de systèmes innovants et de bâtiments écoresponsables, le développement de procédés de transformation de la matière ligneuse et la valorisation des biopolymères et des coproduits de la transformation du bois (extractibles, biocarburants, huiles pyrolytiques, bioénergie), l'évaluation du comportement et de la performance environnementale des produits et systèmes innovants et l'analyse de leur cycle de vie et la mise en marché de ces produits ainsi que l'étude de leur impact sur la vie sociale. Le CRMR gère un parc d'équipements et des laboratoires à la fine pointe de la technologie permettant à ses membres et à ses partenaires d'effectuer, notamment, des analyses et des études sur l'anatomie, la physique et le comportement mécanique du bois, la première et seconde transformation, les panneaux composites biosourcés (optimisation de la conception et évaluation de

leur performance), la chimie des polymères (et des biopolymères), des produits de finition et adhésifs, ainsi que des analyses de vieillissement et de dégradation biologique des produits et biopolymères développés. En plus de la qualité des installations et des équipements qui sont regroupés au pavillon Kruger de l'Université Laval, les personnes membres (ou partenaires) peuvent bénéficier de l'expertise d'une équipe de techniciens hautement spécialisés, pilotée par un responsable des laboratoires, de professionnelles et de professionnels, et du personnel administratif qui veillent à créer un environnement de recherche et de formation unique et enrichissant.

Modératrice de session vendredi après-midi: Élodie Boisselier, directrice du CERMA

Projets académiques

Vendredi 14 avril, 14h-15h

Présentation de six projets de recherche universitaire ou collégiale pertinents pour l'industrie.

Stratégies de mise en forme de matériaux polymères via la fabrication additive pertinentes pour l'industrie

Audrey Laventure

Université de Montréal

Les recherches sur les relations structure-mise en forme-propriété contribuent à approfondir notre compréhension des principes moléculaires régissant les propriétés des matériaux, permettant une utilisation plus rationnelle de leurs fonctionnalités. Cette présentation couvrira certaines des stratégies que nous développons actuellement dans mon laboratoire pour établir et exploiter ces relations afin de guider la conception et la mise en forme des matériaux polymères organiques imprimés en 3D. Bien que les relations structure-propriété liées à ces matériaux sont bien établies pour les films minces, elles sont plus rarement étudiées dans le contexte des architectures imprimées en 3D. Pourtant, ces connaissances sont essentielles pour permettre la préparation d'architectures 3D avec des fonctionnalités intégrées.

Notre groupe de recherche développe actuellement des stratégies pour étudier les relations structure-mise en forme-propriétés qui sont en jeu lors de la fabrication additive de matériaux polymères, et plus particulièrement de polymères semi-conducteurs et conducteurs. Nos efforts pour établir des corrélations systématiques entre l'imprimabilité, la fidélité d'impression et les propriétés thermiques, optiques et électroniques des polymères via des techniques de rhéologie et d'imagerie seront présentés. La préparation d'architectures imprimées en 3D pertinentes pour les industries de l'optoélectronique, de la conversion et du stockage d'énergie sera discutée, tout en présentant les défis et les opportunités liés à l'impression 3D de matériaux fonctionnels.

Revaloriser des coquilles de buccin pour l'impression 3D

Anne-Laure Ménard^{1, 2}, **Elisabeth Laroche**^{1, 2}, **Richard Martin**^{1, 2}

¹ INÉDI

² Cégep régional de Lanaudière

Les Pêcheries de l'Estuaire Inc. est une usine de transformation de buccins qui produisent près de 700 000 livres de coquilles de buccins par an. La compagnie souhaite trouver une façon de se départir de ses coquilles, si possible avec une application qui permet de les revaloriser.

Un filament pour l'impression 3D a été développé en collaboration avec le CCTT Coalia (expertise en technologie minérale et en plasturgie). Chez Coalia, les coquilles ont été séchées, broyées, tamisées, et réduites en poudre de carbonate de calcium. Celle-ci a été combinée à du PLA, qui est un matériau bio-sourcé, pour fabriquer le filament. Ce dernier a été testé par INÉDI (expertise en design industriel) sur une imprimante MakerGear M2 avec une température de plateau de 60°C et une vitesse d'impression de 50mm/s en faisant varier la tempéra-



ture d'impression de 190°C à 220°C. Des tests de traction mécanique ont été réalisés pour caractériser le filament et ont montré un module de traction trois fois plus petit et une limite d'élasticité cinq fois inférieure aux caractéristiques du PLA pur. Les résultats d'impression montrent qu'il est possible d'imprimer en 3D ce filament mixte avec une finition raffinée ressemblant à de la céramique.

En alliant l'apparence de qualité avec la fragilité mécanique, il a été conclu que l'application optimale du filament se situe dans les objets décoratifs avec peu de contraintes mécaniques. Ainsi, un porte-crayon a été conçu et imprimé avec le filament à base de coquilles de buccins.

Chez INÉDI, nous souhaitons mettre à contribution nos nombreux équipements et notre équipe de recherche en design industriel pour expérimenter la fabrication de produits à l'aide de matériaux non conventionnels et innovants, neufs ou recyclés, afin de développer des produits uniques. Opérant dans le domaine du design industriel, nous avons la capacité de travailler à la conception et l'amélioration de produits dans des secteurs applications aussi variés que les agritechologies, les gérontechnologies, l'ergonomie des postes de travail. Par notre expertise en recherche appliquée, nous aidons les entreprises à réaliser leurs projets (niveaux de maturité technologique de 3 à 7) en les accompagnant dans le processus de développement et par des transferts de connaissance leur permettant de s'approprier le potentiel de leurs produits.

Fabrication additive de matériaux céramiques et d'oxydes métalliques

Sylvain Cloutier

École de technologie supérieure, Chaire de recherche du Canada sur les matériaux et les composants optoélectroniques hybrides imprimables, Chaire industrielle ArianeGroup sur les matériaux émergents pour l'aéronautique et le spatial

Au cours des dernières années, notre équipe de recherche a mis au point des formulations liquides uniques permettant la fabrication additive de matériaux céramiques et d'oxydes métalliques amorphes, poly-cristallines et poly-morphiques. Ces nouvelles formulations nous permettent de réaliser la conversion des céramiques à basses températures dans des environnements ambiants, ce qui facilite leur mise-à-l'échelle. Nous allons vous présenter quelques-unes de ces formulations et des exemples de technologies qui exploitent leurs propriétés uniques. Vos applications sont les bienvenues !!!

La lumière sur des procédés propres et durables pour la fabrication des matériaux avancés: la photochimie et les textiles extensibles

Ahmad Ibrahim, Justine Decaens, Valerio Izquierdo, Olivier Vermeersch

Groupe CTT

Les techniques centenaires de traitement des textiles ont fait l'objet d'améliorations incrémentales depuis plusieurs décennies. Les traitements de finition correspondent aux dernières étapes que le tissu subit avant de quitter l'usine. Ils sont réalisés afin d'améliorer les propriétés déjà existantes comme la douceur, le toucher ou l'infroissabilité. Ces traitements peuvent être physiques-mécaniques via des équipements particuliers ou chimiques par l'application d'une formulation donnée. Parmi les procédés de finition traditionnels de l'industrie textile, il y a, entre autres, l'enduction. Une formulation de finition typique est majoritairement à base aqueuse avec la présence d'un liant polymère et des additifs fonctionnels. Une fois la formulation appliquée, le support modifié subira une étape de séchage suivi par une étape de réticulation. L'utilisation majoritaire de formulations aqueuses avec des pourcentages massiques en eau qui peuvent dépasser les 70% justifie la nécessité d'avoir des étapes de chauffage à des températures élevées variables selon la sorte de fibre. En période de hausse des prix de l'énergie et de prise de conscience écologique croissante, il y a une impulsion vers des systèmes d'application et de séchage modernes, écologiques, énergétiquement écologiques et rentables pour la finition des textiles. Un type de technologie de séchage déjà largement utilisé dans l'industrie des revêtements et vernis, de l'impression et du papier est le séchage aux irradiation UV (photopolymérisation). L'application de systèmes durcissables à

la lumière est une alternative rapide, respectueuse de l'environnement et plus économe en énergie que les processus de séchage ou de durcissement thermique traditionnels.

Le Groupe CTT, avec sa longue expérience dans les textiles techniques et dans le but de proposer des procédés de rupture technologique aux entreprises textiles a commencé le projet de développement d'une enduction photopolymérisable adapté pour supports extensibles. Ces derniers sont connus pour leur sensibilité à la température où ils perdent leur élasticité. Ils sont utilisés principalement dans les vêtements compressifs et thérapeutiques utilisés par des personnes ayant subies des brûlures ou souffrant d'un trauma par exemple. L'ajout d'une enduction en silicone sur le vêtement permet d'assurer son maintien sur la zone du corps ciblée. Un support de Polyester/élasthane traité à 160 °C pendant 1 minute subit une augmentation de sa masse surfacique de 6% signifiant un rétrécissement synonyme d'une perte de l'élasticité. Cette perte est observée à partir des températures supérieures à 120 °C. Ce comportement limite le recours aux finitions thermiques afin de conférer de nouvelles propriétés au tissu. Une formulation photopolymérisable à base des dérivés siliconés a été mis au point afin d'augmenter la résistance aux lavages de ces produits surtout à des températures supérieures à 60 °C. La formulation a été appliquée par enduction. Le durcissement UV a été effectué par une lampe UV-LED avec une longueur d'onde d'émission de 395 nm. Les paramètres de processus du durcissement UV ont été déterminés et optimisés. À ce stade, un bon équilibre entre la réactivité des formulations et le processus de durcissement aux UV (durée d'exposition et dose lumineuse) était important, car des températures élevées peuvent être facilement atteintes en raison de l'exothermicité de la réaction de réticulation. Les poids d'application de l'enduction étaient compris entre 40 et 300g/m². La faisabilité industrielle a pu être démontrée sur l'installation du système d'irradiation sur une ligne de finition de laboratoire. Le recours à la lumière n'a pas altéré l'élasticité du produit avec une bonne adhérence du silicone sur le textile avant et après lavages. Cette formulation sans solvants a permis de réaliser la finition à température ambiante en un temps 5 fois plus court (30 secondes par photochimie versus 2 à 3 minutes selon le procédé thermique habituel). Le tout se passe à température ambiante. Ce passage du procédé thermique vers le procédé photochimique assurera une réduction de 10x l'équivalent de dioxyde de carbone par kilowattheure consommée, selon une estimation selon les données québécoises-2020.

Ce procédé constitue une rupture technologique pour les entreprises qui :

- Utilisent des produits de finition par voie humide (foulardage, enduction)
- Utilisent des procédés de séchage/réticulation thermique
- Œuvrent avec des matières sensibles à la chaleur
- Prêtent à modifier son procédé de finition / modifier ses équipements
- Utilisent des fours de façon intensive au cours de sa production (>50% du temps de travail)

Cela représente un grand bassin d'industriel autant dans le domaine des textiles, des revêtements, ainsi que des membranes et matériaux souples.

Sustainable energy materials: expectations vs reality

Najoua Bader, Daria Camilla Boffito
Polytechnique Montréal

Carbon materials have attracted a great attention from the academics and the industrials. The value of these class of material can be evidenced by the fact that graphite is now classified as a critical material¹, due to its importance in refractory and battery technology. Carbon materials have been the ideal candidate materials for electrochemical energy storage and conversion and environmental protection because of their diverse structure, rich surface, strong controllability, and good chemical stability. In this regard, various types of carbon materials (such as biochar, carbon nanotubes, activated carbon, and graphene), have been extensively explored^{2,3}. Porous carbon materials with a high specific surface area and good stability have been widely used as electrode materials for supercapacitors, lithium-ion batteries, and fuel cells⁴ and as repair materials for environmental pollutant treatment⁵. One class of carbon materials; that is receiving increasing attention and not just academic curiosities, is the graphitic carbon materials. They have sheet-like structures arranged with an interplanar



spacing similar to that of graphite. Their improved crystalline structure gives them excellence over amorphous structure (e.g., carbon blacks and activated carbons) in terms of electronic conductivity, as it facilitates ion diffusion and charge propagation^{6,7}. Therefore, graphitic carbons could be excellent alternatives for pure graphite in lithium-ion batteries⁸. However, the main drawbacks that limit the scalability and the commercialization of these materials are the high cost and the complexity of their production technologies. Among them we cite chemical vapor deposition⁹, arc discharge¹⁰, or laser ablation¹¹ for the synthesis of carbon nanotubes. Hence, the question is could we design green and efficient porous graphitic carbon materials for energy storage and conversion through sustainable ways? The answer is yes!

During her PhD, N. Bader had prepared activated carbon samples to apply them as hydrogen adsorbent materials¹². Surprisingly one of them has shown graphitic feature that has been proven via transmission electron microscopy and X-ray diffraction analysis. Thanks to its crystalline structure, this sample had shown excellence in terms of hydrogen adsorption capacity at -196°C and at sub atmospheric pressures, even though it has the lowest specific surface area and porosity volume. However, the most exciting news is that this carbon materials are based on biomass residues; olive stones, with a relatively low carbonization temperature (~ 800 °C). Biomass wastes represent appealing feedstocks due to their widespread availability, sustainability, renewable nature, and low cost. The diversity of biomass provides a broader research space, and the beneficial components and delicate structures of biomass can be fully utilized and a source of inspiration. Secondly, plentiful biomass contains oxygen, nitrogen, potassium, and other elements, which can be doped as heteroatoms, allowing for the generation of additional active sites, and acting as a catalyst or activation agent for the subsequent processing process. Thirdly, most biomass comes from agroforestry waste or daily life waste, which greatly highlights environmental and economic advantages. All these favorable observations have encouraged the authors to present this ambitious research project with a unique objective: the conversion of sustainable biomass precursors into 3 D carbon materials to serve the energy related field.

References

1. Simandl, G. J.; Paradis, S.; Akam, C. Graphite Deposit Types, Their Origin, and Economic Significance. In PubMed; 2015; Vol. 2015-3, pp 163-171.
2. Jiang, L.; Liu, Y.; Liu, S.; Zeng, G.; Hu, X.; Hu, X.; Guo, Z.; Tan, X.; Wang, L.; Wu, Z. Adsorption of Estrogen Contaminants by Graphene Nanomaterials under Natural Organic Matter Preloading: Comparison to Carbon Nanotube, Biochar, and Activated Carbon. *Environ. Sci. Technol.* 2017, 51 (11), 6352-6359. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00073>.
3. Zhou, S.; Zhou, L.; Zhang, Y.; Sun, J.; Wen, J.; Yuan, Y. Upgrading Earth-Abundant Biomass into Three-Dimensional Carbon Materials for Energy and Environmental Applications. *J. Mater. Chem. A* 2019, 7 (9), 4217-4229. <https://doi.org/10.1039/C8TA12159A>.
4. Bi, Z.; Kong, Q.; Cao, Y.; Sun, G.; Su, F.; Wei, X.; Li, X.; Ahmad, A.; Xie, L.; Chen, C.-M. Biomass-Derived Porous Carbon Materials with Different Dimensions for Supercapacitor Electrodes: A Review. *J. Mater. Chem. A* 2019, 7 (27), 16028-16045. <https://doi.org/10.1039/C9TA04436A>.
5. Zhang, Z.; Cano, Z. P.; Luo, D.; Dou, H.; Yu, A.; Chen, Z. Rational Design of Tailored Porous Carbon-Based Materials for CO₂ Capture. *J. Mater. Chem. A* 2019, 7 (37), 20985-21003. <https://doi.org/10.1039/C9TA07297G>.
6. Lu, K.; Hu, Z.; Ma, J.; Ma, H.; Dai, L.; Zhang, J. A Rechargeable Iodine-Carbon Battery That Exploits Ion Intercalation and Iodine Redox Chemistry. *Nat. Commun.* 2017, 8 (1), 527. <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00649-7>.
7. Zhang, J.; Li, H.; Guo, P.; Ma, H.; Zhao, X. S. Rational Design of Graphitic Carbon Based Nanostructures for Advanced Electrocatalysis. *J. Mater. Chem. A* 2016, 4 (22), 8497-8511. <https://doi.org/10.1039/C6TA01657J>.
8. Gomez-Martin, A.; Martinez-Fernandez, J.; Rutttert, M.; Heckmann, A.; Winter, M.; Placke, T.; Ramirez-Rico, J. Iron-Catalyzed Graphitic Carbon Materials from Biomass Resources as Anodes for Lithium-Ion Batteries. *ChemSusChem* 2018, 11 (16), 2776-2787. <https://doi.org/10.1002/cssc.201800831>.
9. Meyyappan, M. A Review of Plasma Enhanced Chemical Vapour Deposition of Carbon Nanotubes. *J. Phys. Appl. Phys.* 2009, 42 (21), 213001. <https://doi.org/10.1088/0022-3727/42/21/213001>.
10. Iijima, S. Helical Microtubules of Graphitic Carbon. *Nature* 1991, 354 (6348), 56-58. <https://doi.org/10.1038/354056a0>.
11. Guo, T.; Nikolaev, P.; Thess, A.; Colbert, D. T.; Smalley, R. E. Catalytic Growth of Single-Walled Nanotubes by Laser Vaporization. *Chem. Phys. Lett.* 1995, 243 (1), 49-54. [https://doi.org/10.1016/0009-2614\(95\)00825-O](https://doi.org/10.1016/0009-2614(95)00825-O).
12. Bader, N.; Ouederni, A. Optimization of Biomass-Based Carbon Materials for Hydrogen Storage. *J. Energy Storage* 2016, 5, 77-84. <https://doi.org/10.1016/j.est.2015.12.009>.

Potentiel de la texturation laser appliquée aux électrodes de batteries

Christophe Arnaud

Solutions Novika

La fonctionnalisation de surface permet d'attribuer à un matériau de nouvelles propriétés, ajoutant ainsi des caractéristiques adaptées à l'utilisation finale du produit. De nombreux procédés peuvent conduire à une fonctionnalisation de surface, mais bon nombre d'entre eux sont chimiques et/ou peu écologiques.

En plus d'offrir productivité, répétabilité et automatisation, les technologies laser apportent une alternative plus verte avec une résolution micrométrique, voire nanométrique.

Solutions Novika a développé une solide expérience dans l'utilisation de lasers impulsifs (brefs et ultrabrefs) dans le but de fonctionnaliser les surfaces pour les rendre superhydrophobes, ou à l'inverse pour augmenter la mouillabilité et améliorer le collage d'un assemblage... Les géométries et dimensions des textures peuvent être maîtrisées au travers des paramètres laser. Ainsi, des textures micrométriques (et sub-micrométriques) peuvent réduire la contamination bactérienne d'une surface, guider un fluide, ou encore piéger la lumière (corps noir).

Les multiples applications offertes par ces lasers n'ont pas de limites, et s'adressent à de nombreuses industries. Parmi les défis de demain, l'électrification des transports est probablement très présente. La densification des batteries, leur compacité associée à une forte capacité de stockage seront la clé pour l'adoption massive de ces moyens de transports plus verts.

Au travers de cette communication, Solutions Novika présentera le potentiel de la texturation laser appliquée aux électrodes de batteries. De la texturation du collecteur, à la réalisation de motifs sur l'induction, les possibilités sont nombreuses, et le potentiel immense dans un marché en pleine croissance.

Atelier réflexion

Synergie entre les centres de recherche

Vendredi 14 avril, 15h30-17h

Comment travailler tous ensemble? De quelle façon pourrait-on organiser la recherche? Comment partager nos expertises et instrumentation? Comment mieux répondre aux enjeux de l'innovation et de la formation de personnel qualifié?

Organisés par tables de discussion, et dans une ambiance conviviale, vous aurez l'occasion de partager vos idées et donner votre avis sur des questions de réflexion qui vous seront posées. Après 10 minutes de réflexion, chaque table présentera une synthèse de ses idées et échanges.

À l'issue de cet atelier-réflexion, un livre blanc sera rédigé et communiqué aux personnes intéressées et/ou concernées. Toutes les personnes inscrites au FQMA sont cordialement invitées à participer. Une diversité des personnes autour de chaque table assurera des réflexions prenant en compte tous les acteurs de la recherche (communauté étudiante, personnel de recherche, corps professoral, organismes de liaisons avec l'industrie ou de propriété intellectuelle, subventionnaires, etc.).

Cet atelier est animé par Laurence Lejeune, co-fondatrice du Réseau Canadien des Plateformes Scientifiques (RCPS).

Allocution de Mathieu Gervais

Vendredi 14 avril, 17h

Sous-ministre adjoint à la science et à l'innovation au ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie.