Forum québécois sur les matériaux avancés

Les matériaux pour la société de demain

Programme

1-2 mai 2025

Université de Montréal

Bienvenus !

Le **CQMF,** le **RQMP** et **PRIMA Québec** ont le plaisir de vous accueillir au Forum québécois sur les matériaux avancés – *Les matériaux de la société de demain*. 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 entre les chercheurs et chercheuses, autant de collège, d'université et d'industrie.

Les objectifs de ces journées :

- Échanger et réseauter entre membres de la recherche en matériaux avancés
- Trouver de nouveaux partenaires de recherche
- Découvrir les réussites des startups du secteur des matériaux
- Explorer comment intégrer les enjeux sociaux et écologiques à votre modèle d'affaires

Organisation :

CQMF

RQMP REGROUPEMENT QUÉBÉCOIS SUR LES MATÉRIAUX DE POINTE

PRIMA Les matériaux pour avancer

Jeudi - 1 mai 2025

Horaire	Activité
8h30 – 9h	**Accueil café**
9h00 – 9h15	Mot d'ouverture de Mohamed Siaj (directeur du CQMF)
9h15 – 10h15	Conférence plénière - Normand Mousseau (U. Montréal) *Qu'attendre des matériaux pour la société de demain ?*
10h15 – 10h45	**Pause - Visite des kiosques**
10h45 – 12h15	Table ronde organisée par le CIRODD *Les défis de bâtir une société durable grâce aux matériaux* • Luc Stafford, Université de Montréal (modérateur) – remplacé par Franck Scherrer • Claudiane Ouellet-Plamondon, ETS • Lucas Hof, ETS • Claude Maheux-Picard, CTTÉI • Jean-Nicolas Beaudry, enim • Maude Vermette, Interface
12h15 – 13h45	**Diner**
13h45 – 14h30	Réussite des start-up • Anomera *matériaux cellulosiques avancés* • FeX Énergie *Chaleur dense, flexible et économique sans carbone* • Flaura *Quand les résidus deviennent des matériaux durables et éthiques !* • EleQtrion *Du laboratoire au marché - Techniques rapides d'optimisation des matériaux pour les batteries Aluminium-ion*
14h30 – 15h00	**Pause - Visite des kiosques**
15h00 – 16h00	*Matières à réflexion* (PRIMA)

	• Luc Pouliot, PDG de Polycontrols (modérateur) • Denis Geoffroy, Nano One Materials Candiac • Marc-Antoine Lacroix, Skyrenu Technologies • Marie-Josée Lamothe, Northex Environnement • Anne-Marie Marasliyan, Technologie, e2ip
16h00 – 17h00	Table ronde organisée par Axelys et Réseau des CCTT *Comment passer du potentiel à la création de valeur à partir de cas concrets?* • Meryem Bouchoucha, Réseau des CCTT (modératrice) • Jérôme Laurent, Axelys (modérateur) • Julie Lévesque, Centre de métallurgie du Québec • Felix Lapointe, Ferreol Technologies • Mathieu Boudreau, COALIA • Éloïse Lemaire, MERINOV
17h00 – 17h10	Allocution de Marie-Josée Hébert (vice-rectrice à la recherche de l'Université de Montréal)
17h10 – 17h20	Allocution de clôture - Rémi Quirion (scientifique en chef du Québec) (Annulée)
17h20 – 19h00	**Soirée cocktail réseautage - kiosque & affiches**

Vendredi - 2 mai 2025

Horaire	Activité
8h30 – 9h00	**Accueil café**
9h00 – 9h05	Mot d'ouverture d'Ion Garate (directeur du RQMP)
9h05 – 9h15	Allocution de Christopher Skeete (ministre délégué à l'économie, MEIE)
9h15 – 10h00	Histoires à succès • Sanaz Safa (CÉPROCQ) • Florimond DELOBEL (CTTEI) • Steeve Rousselot (Ignis Lithium) • Karl Thibault (Institut Quantique)
10h00 – 10h30	**Pause - Visite des kiosques**
10h30 – 11h30	Table ronde organisé par le CIRADD *Débat et bonnes pratiques pour une recherche socialement responsable* • Virgile Deroche, CIRADD (modérateur) • Julie Paquet, Nouveau Monde Graphite • Marie-Luc Arpin, Université de Sherbrooke • Philippe Bébin, Coalia
11h30 – 13h00	**Diner**
13h00 – 13h45	Feuille de route en matériaux PRIMA • Marie-Pierre Ippersiel, PRIMA (modératrice) • Michel Parent, Propulsion Québec • Samuel Archambault, Explorer PI • Daniel Diez, Cycle Momentum • Claude Maheux-Picard, CTTÉI

13h45 – 14h30	Pitch tes déchets • Corinne Hoesli (McGill) *Polystyrène à profusion dans les laboratoires biorisques niveaux 1 & 2* • Yixiang Wang (McGill) *Cellulose nanocrystals derived from maple leaves as Pickering emulsion stabilizer for food preservation* • Pierre Bambier (ETS) *Revalorisation des résidus de bauxite par activation alcaline* • Larry Lessard (FibeCycle Materials) *Recyclage de la fibre de verre: Un enorme problème avec une solution FibeCycle* • Anthony Jolly (UdeM) *Huiles usagées et impression 3D : vers une seconde vie des déchets* • Catherine Marsan-Loyer (C2MI) *La fabrication de semiconducteurs : mine industrielle* • Laura Chrétien (ULaval) *Des déchets aux adhésifs : quand la chimie verte colle à l'avenir* • Ngoc Duc Trinh (ICI) *Du déchet à la fabrication de produits imprimés écoconçus*
14h30 – 15h00	**Pause - Visite des kiosques**
15h00 – 15h45	Conférence plénière - Alain Webster (U. Sherbrooke) *Un climat pour innover*
15h45 – 15h55	Allocution de Janice Bailey (directrice scientifique du secteur Nature et Technologie du FRQ)

Conférences plénières

Qu'attendre des matériaux pour la société de demain ?

Normand Mousseau – Université de Montréal

Le progrès des civilisations a souvent été marqué par l'émergence de nouveaux matériaux capables de bouleverser les équilibres existants. Après l'âge du silicium, quel sera le prochain matériau de la prochaine révolution ? Dans cette présentation, j'explore l'idée que la prochaine grande transformation ne résidera pas seulement dans l'introduction d'un nouveau matériau, mais dans une refonte plus profonde visant à réduire l'empreinte environnementale de ceux que nous utilisons déjà. Cela impliquera une réévaluation des principes scientifiques fondamentaux, des processus de transformation et des modes d'utilisation des matériaux. Or, comme nous le verrons, la communauté scientifique est aujourd'hui insuffisamment équipée pour relever ce défi.

Un climat pour innover

Alain Webster – Université de Sherbrooke

Les enjeux géopolitiques et les incertitudes engendrées par les récentes décisions de l'administration américaine interpellent la société québécoise sur la nécessité d'accroître la résilience de notre économie. Mais ces perturbations masquent toutefois dans l'actualité une réalité scientifique incontournable : la crise climatique s'intensifie et ses impacts, tant sur nos écosystèmes que notre société, se font sentir avec une gravité accrue. Dans ce contexte, le développement d'une économie plus résiliente au Québec ne peut se faire que dans le cadre d'une trajectoire de décarbonation profonde. La capacité de relever adéquatement ce double défi reposera en grande partie sur la capacité d'innovation de la société québécoise et la mise en œuvre de politiques climatiques ambitieuses.

Réussites des start-up

Matériaux cellulosiques avancés

Amir Khabibullin – Anomera

Anomera est une entreprise montréalaise, fondée en 2016 en forme de spin-off de l'Université McGill. Depuis, on a beaucoup grandi et on a démarré une usine de fabrication à Témiscaming. Aujourd'hui on développe et fabrique des produits cellulosiques avancés pour plusiers industries, y compris ChromaPur pour l'industrie cosmetique, DextraCel et CellAno pour l'industrie de revetements, peintures et adhesifs, ainsi que AddiCel pour les bioplastiques et plastiques biodegradables. On est toujours concentré sur la recherche et le développement, on travaille avec plusiers universités au Quebec et Canada ainsi que plusiers entreprises privées. On cherche toujours de partenariats pour démarrer des projets de recherche ensemble.

Chaleur dense, flexible et économique sans carbone

Hayden Smith – FeX Energy

Et s'il existait un moyen de résoudre le trilemme de l'énergie : accroître la résilience et l'accessibilité de l'énergie, tout en réduisant les émissions de CO2 de plus de 650 mégatonnes par an et en créant une entreprise de plusieurs milliards de dollars?

FeX Energy développe une solution révolutionnaire de chauffage sans carbone visant à décarboniser les opérations industrielles et commerciales. Notre « Iron Arc Reactor » (réacteur à arc en fer) est plus qu'un simple jeu de mots sur Iron Man ! Il exploite le cycle REDOX pour stocker et libérer de l'énergie dans le fer, qui est très dense et abordable.

Rejoignez-nous pour en savoir plus sur notre technologie révolutionnaire, notre équipe extraordinaire et notre plan de commercialisation, en commençant par le secteur minier, difficile à abattre.

Quand les résidus deviennent des matériaux durables et éthiques !

Grégory Hersant – Flaura, cuir végétal

Comment donner une seconde vie aux résidus agroalimentaires et en faire un matériau innovant et durable ? C'est le défi relevé par Flaura, cuir végétal entreprise québécoise fondée par Fannie Laroche et Grégory Hersant, qui transforme le marc de pommes en cuir végétal biosourcé. Cette conférence explore les défis rencontrés par Flaura afin d'offrir des alternatives écoresponsables aux matériaux traditionnels. Plongez dans l'univers de Flaura et découvrez comment le cuir végétal peut allier esthétique, performance mais aussi engagement environnemental.

Du laboratoire au marché - Techniques rapides d'optimisation des matériaux pour les batteries Aluminium-ion

Nathan Hostettler – EleQtrion

EleQtrion est une entreprise québécoise innovante spécialisée dans le développement de batteries Aluminium-ion. Grâce à une approche multi-matériaux et à des techniques d'optimisation rapides, nous accélérons la transition des technologies de laboratoire vers des solutions prêtes pour le marché. Cette présentation mettra en lumière notre démarche visant à améliorer l'efficacité et la durabilité des batteries Aluminium-ion, en abordant les défis spécifiques liés à ces systèmes multi-matériaux pour maximiser leur potentiel industriel.

Histoires à succès

Une réussite technologique issue d'une collaboration stratégique

Sanaz Safa – CÉPROCQ

Depuis plus de cinq ans, Lithion Technologies et CÉPROCQ travaillent main dans la main pour relever un défi majeur : développer un procédé innovant et durable pour le recyclage des batteries lithium-ion (LIB). Grâce à cette collaboration fructueuse, une avancée significative a été réalisée, menant à la mise en place d'un procédé de recyclage optimisé, désormais prêt à être déployé à grande échelle.

L'essor des véhicules électriques a entraîné une croissance exponentielle de l'utilisation des LIB, avec une production de déchets qui devrait atteindre 11 millions de tonnes d'ici 2030. Consciente de cette urgence environnementale, Lithion Technologies a pris les devants en inaugurant en juin 2024 une usine de démantèlement mécanique des batteries au Québec. Cette installation récupère une matière stratégique, la "black mass" (BM), riche en métaux critiques comme le nickel, le cobalt et le lithium. Cependant, la diversité des compositions chimiques des batteries restait un obstacle majeur à leur recyclage efficace.

Grâce aux travaux collaboratifs avec CÉPROCQ, Lithion Technologies a pu améliorer et adapter son procédé pour maximiser l'extraction des métaux stratégiques tout en assurant une meilleure efficacité des étapes de purification. L'optimisation des paramètres opérationnels et des conditions de traitement a permis d'accroître la récupération des matériaux tout en réduisant l'impact environnemental du processus. Aujourd'hui, Lithion Technologies est en mesure de transformer ces résultats en un procédé industriel performant, marquant ainsi une étape déterminante dans l'économie circulaire des batteries. Cette réussite illustre l'impact direct d'une collaboration entre industrie et centre de recherche, où l'innovation scientifique se traduit en solutions concrètes et durables pour l'avenir du recyclage des LIB.

Valorisation de cendres de biomasse en tant qu'ajout cimentaire innovant

Florimond Delobel – CTTEI

Dans le cadre de ses activités de production de panneaux de particules de bois, l'usine d'Uniboard Canada de Sayabec opère une chaudière industrielle à la biomasse. Ce procédé génère environ 6 000 tonnes/an de cendres, qui doivent être gérées par l'entreprise. Dans le but d'améliorer son bilan environnemental, et diminuer les coûts associés à la gestion des cendres, le Centre de transfert technologique en écologie industrielle (CTTÉI), expert en mise en valeur de résidus industriels, en procédés propres et en économie circulaire, a accompagné Uniboard dans ses démarches de valorisation des cendres.

Après caractérisation complète, des essais de fabrication de béton, avec incorporation des cendres en substitution au ciment, ont été réalisés. Les résultats ont démontré que les cendres présentaient des propriétés liantes, avec un caractère pouzzolanique. Ce sont donc 30 % massique de ciment qui ont pu être remplacés par les cendres dans les formulations optimisées, tout en garantissant au béton les propriétés requises par les normes de construction. En plus d'éviter l'enfouissement d'un résidu industriel, ces essais ont permis d'identifier un nouvel ajout cimentaire innovant, qui pourra être utilisé comme ingrédient dans des formulations de bétons bas carbone.

Le contact du réseau industriel local a permis d'identifier un preneur pour les cendres d'Uniboard, qui sont désormais utilisées chez celui-ci pour la fabrication de bétons architecturaux préfabriqués.

Ignis Lithium : Un procédé de rupture pour la production locale et bon marché de LFP / LMFP comme matériau de cathode pour batteries Lithium

Steeve Rousselot – Ignis Lithium

Développé par des chercheurs de l'Université

de Montréal dès 1999 et commercialisé pour la première fois par Phostech Lithium en 2003, le matériau actif de cathode pour batteries Lithium LFP est vu comme le matériau de choix pour les véhicules électriques et les systèmes stationnaires. Il est aujourd'hui produit à hauteur de plus de 2 millions de tonnes dans le monde, dont plus de 95% en Chine. Les prévisions anticipent que près de 60% des véhicules électriques seront équipés de batteries LFP / LMFP d'ici 2035 pour un marché atteignant 130 milliards de dollars.

Sa production actuelle en Chine repose sur le procédé par la voie solide, qui nécessite des réactifs aux caractéristiques spécifiques entraînant la production en grande quantité de déchets. Reproduire ce procédé en Amérique du Nord ou en Europe n'est pas viable d'un point de vue économique et environnemental.

Fondé par des chercheurs de l'Université de Montréal, Ignis Lithium tire sa force de son procédé par voie fondue de synthèse de LFP / LMFP inspiré des technologies centenaires de l'industrie verrière et sidérurgique. La technologie de rupture d'Ignis Lithium permet des réductions de coûts non seulement du point de vue des réactifs, en raccourcissant la chaîne de valeur des mines jusqu'au produit final, mais également du procédé qui permet une production de masse de manière rapide et avec une empreinte environnementale minimale.

Compte tenu de sa localisation géographique, proche des minières de Lithium (Spodumène), de Fer et de Phosphate (Apatite) du Québec, Ignis Lithium est idéalement placé pour valoriser les ressources locales au sein de la filière batterie. En tant que pionniers dans le développement du LFP depuis les années 2000, les fondateurs d'Ignis Lithium entendent ainsi propulser sa production dans le futur grâce au procédé par voie fondue, un nouveau paradigme dans la manière dont les LFP / LMFP sont produits.

Quantum materials research at the Institut quantique de l'Université de Sherbrooke

Karl Thibault – Institut quantique de l'Université de Sherbrooke

In this talk, I will provide a brief overview of the quantum materials research done at the Institut quantique de l'Université de Sherbrooke. This talk will cover many exotic phases of matter, such as high-Tc superconductors, quantum spin liquids and topological semimetals, both from an experimental and theoretical standpoint.

Pitch tes déchets

Polystyrène à profusion dans les laboratoires biorisques niveaux 1&2

Corinne Hoesli – Université McGill

Les laboratoires de biorisques niveau 2 comme le mien (ou niveau 1) génèrent souvent entre 1 à 3 mètres cubes de déchets de polystyrène (pipettes, pétris, flacons). Nous avons déjà discuté de la possibilité de recycler cette matière en monomères ou même en polymères avec des compagnies, mais jusqu'à maintenant ce projet n'a pas réussi à démarrer. Après une preuve de concept les volumes peuvent être considérables pour tous les laboratoires de recherche en culture cellulaire académiques et éventuellement les hôpitaux. Les défis sont au niveau du tri, de l'acheminement et de l'élimination des biorisques.

Cellulose nanocrystals derived from maple leaves as Pickering emulsion stabilizer for food preservation

Yixiang Wang – Université McGill

Canada is known as the land of maple leaf, but the utilization of fallen leaves is limited. Considering the promising applications of nanocellulose as sustainable emulsifiers/stabilizers of Pickering emulsions, we aim to employ fallen maple leaves as the source of cellulose nanocrystals and develop Pickering emulsions to preserve the food with complicated surface structures. Cellulose nanocrystals with different crystalline allomorphs were successfully obtained from maple leaves, while lignin could be removed or partially retained during the isolation of nanocellulose. The prepared CNC I (length: 220.5 nm, diameter: 13.0 nm) and CNC II (length: 66.7 nm, diameter: 6.5 nm) nanocrystals exhibited rod-like shapes, and the lignin-containing cellulose nanocrystals (LCNCs) had tunable hydrophobicity (contact angle of 66.0˚-84.3˚) and high aspect ratios (33 to 46) with average lengths of 409-541 nm, resulting in long-term stability of LCNC-stabilized Pickering emulsions. The obtained emulsions provided good encapsulation and protection of cinnamaldehyde, and the controlled release of cinnamaldehyde promoted sustained antibacterial efficacy against both Gram-positive and Gram-negative bacteria. Both direct-contact and non-contact preservation modes were investigated for fresh shrimp preservation, which effectively inhibited bacterial proliferation and potentially inactivated psychrophilic bacteria responsible for shrimp spoilage during refrigerated storage to extend the shelf life of shrimp. Therefore, this work demonstrates the feasibility to recycle the abundant biomass waste - maple leaves as a new source of nanocellulose and the potential applications in seafood preservation.

Revalorisation des résidus de bauxite par activation alkaline

Pierre Bambier – ETS

Les résidus de bauxite sont des déchets finaux générés par la production d'aluminium, nécessitants d'être traités pour limiter leur pollution passive à cause de leur composition forte en oxydes métalliques. Ils demandent également de grandes surfaces de stockage, avec plus de 150 millions de tonnes produites par an et 4 milliards de tonnes disponibles.

Leur revalorisation en matériaux fonctionnels permettrait de les insérer dans différents processus d'économie circulaire, en tant que matériau de construction ou en adsorbants pour le traitement des eaux usées. L'activation alcaline est une technique qui permet d'améliorer leurs propriétés mécaniques, les rendant solides comme de la brique, et chimique, les permettant d'adsorber le phosphore de rejets d'eaux urbaines. Elle permet de créer des matériaux à bas coûts, utilisant une importante quantité de résidus de bauxite, tout en limitant leurs impacts environnementaux par la fixation des métaux dans une matrice robuste.

Afin de permettre à l'activation alcaline d'être plus exploitée, il est important de partager les connaissances sur son fonctionnement et son utilisation avec des partenaires industriels qui cherchent à réduire ou revaloriser leurs stocks de résidus de bauxite. Il faut également instruire le public et assurer leur sécurité et bien-être

pour agrandir le marché de matériaux fonctionnels faits à partir de déchets recyclés.

Recyclage de la fibre de verre : Un enorme problème avec une solution FibeCycle

Larry Lessard – FibeCycle Materials Corp

43 millions de tonnes de matériaux de pales d'éoliennes seront jetées d'ici 2050. Cependant, des initiatives comme FibeCycle capitalisent sur ce qui est considéré comme des déchets, les transformant en ressources pour une économie circulaire. Nous transformons les déchets de fibre de verre provenant des pales d'éoliennes en matériaux écologiques, qui servent de base au développement de produits durables. Nos matériaux réduisent la dépendance à l'égard du renforcement en fibre de verre vierge et des plastiques à base de pétrole dans la production de polymères renforcés de fibres (FRP), réduisant ainsi l'utilisation de matières premières et les émissions de CO2.

Les pales d'éoliennes vieillissantes sont généralement jetées comme déchets. Nous évitons qu'ils finissent dans les sites d'enfouissement ou soient incinérés. Nous décomposons les déchets de fibre de verre et récupérons les fibres utiles. Cette « ecoFibre » de FibeCycle est mélangée avec des polymères techniques sélectionnés pour produire de l'ecoFRP qui est ensuite utilisé à la place de matériaux vierges pour la création de produits de tous les jours. Ces matériaux ecoFRP eux-mêmes présentent une excellente recyclabilité, créant ainsi une économie circulaire.

Huiles usagées et impression 3D : vers une seconde vie des déchets

Anthony Jolly – Université de Montréal

Les « plastiques », matériaux synthétiques composés de polymères, sont devenus omniprésents dans notre quotidien. Leur production et leur utilisation ont considérablement augmenté au fil des décennies, soulevant d'importants défis environnementaux, notamment en matière de gestion des déchets plastiques. En 2020, sur les 360 Mt de déchets plastiques produits, 34 Mt ont été recyclés, 245 Mt ont été incinérés pour la récupération d'énergie ou mis en décharge, et 81 Mt ont été mal gérés, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas été éliminés de manière écologiquement rationnelle.1 De plus, la majorité des plastiques produits aujourd'hui proviennent de ressources pétrolières, et les polymères les plus couramment utilisés ne sont pas biodégradables.

Le groupe de la Pre Audrey Laventure se spécialise dans l'étude des relations entre la structure, la mise en forme et les propriétés des matériaux, avec un intérêt particulier pour les applications en impression 3D.

Les huiles végétales représentent une ressource prometteuse pour la fabrication de matériaux polymères. Par exemple, le groupe de Simpson a démontré qu'il était possible de transformer des huiles de friture usagées en polymères.2 Inspirés par cette approche, nous souhaitons collaborer avec des entreprises générant des déchets d'huiles végétales afin de les valoriser en matériaux avancés.

Au-delà des huiles usagées, nous explorons également d'autres types de déchets, liquides ou solides, pour les transformer en ressources adaptées à l'impression 3D.

1. OCDE (2024), Scénarios d'action pour l'élimination de la pollution plastique à l'horizon 2040, Éditions OCDE, Paris, https://doi.org/10.1787/3d74f967-fr.

2. B. Wu, A. Sufi, R. Ghosh Biswas, A. Hisatsune, V. Moxley-Paquette, P. Ning, R. Soong, A. P. Dicks and A. J. Simpson, ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 2019, 8, 1171-1177.

La fabrication de semiconducteurs : mine industrielle

Catherine Marsan-Loyer – C2MI

L'industrie du semiconducteur fabrique ses dispositifs à l'aide des chimies et des matériaux les plus purs. À ce jour, les résidus de procédés sont traités (neutralisés) sur place ou envoyés chez un fournisseur externe qui traite les déchets dangereux. Les matériaux résiduels, en trop faible concentration dans les effluents, ne sont pas valorisés. Le moment est venu de rendre cette industrie plus circulaire.

Du côté des chimies usées, de grandes quantités d'hydroxyde de tetramethylammoniac (TMAH), d'acide fluorhydrique (HF) et d'alcool isopropylique (IPA) sont disponibles pour une seconde vie au lieu de voir leur potentiel gaspillé par la neutralisation ou le traitement comme déchet dangereux. Du côté des matériaux, des projets de recyclage de l'eau à l'intérieur de l'usine viendront concentrer les résidus de silice, cuivre, étain et argent. Comme tous ces matériaux sont de grade semiconducteur à haut niveau de pureté, les gâteaux pressés à partir des eaux traitées seront peut-être petits, mais de grande valeur.

Des déchets aux adhésifs : quand la chimie verte colle à l'avenir

Laura Chrétien, Lucie Dehon – Université Laval

Notre démarche vise à développer des adhésifs biosourcés à base de protéines pour remplacer les résines conventionnelles, souvent dérivées du pétrole et émettrices de formaldéhyde. L'enjeu principal ? Transformer des ressources renouvelables et des sous-produits industriels en matériaux performants et durables. L'accent est mis sur la revalorisation des déchets, notamment les coproduits agricoles, agroalimentaires ou d'abattages / élevages riches en protéines (comme les résidus de la bière, du café ou encore de sang de boeuf/porc). Plutôt que de finir en déchets peu valorisés, ces matières premières deviennent des ingrédients clés pour formuler des adhésifs à faible impact environnemental, adaptés aux industries du bois et des matériaux composites. En plus de limiter le gaspillage, cette approche contribue à une économie circulaire où chaque sous-produit trouve une seconde vie dans des applications à forte valeur ajoutée. À terme, ces nouvelles résines biosourcées pourraient remplacer les colles synthétiques dans des secteurs comme le mobilier, le bâtiment et l'emballage, réduisant ainsi l'empreinte carbone et l'exposition aux composés toxiques. En résumé : Le development adhésifs biosourcés, c'est transformer des déchets en solutions adhésives écologiques et performantes, tout en favorisant une chimie plus verte et durable.

Du déchet à la fabrication de produits imprimés écoconçus

Ngoc Duc Trinh – Institut des communications graphiques et de l'imprimabilité

La production d'imprimés requiert l'utilisation

de consommable à grand volume, et une quantité de gâches est générée pendant la mise en train, les étapes de contrôle qualité et suivant la fin de vie du produit. Depuis plus de 4 ans, l'Institut des communications graphiques et de l'imprimabilité (ICI) travaille afin de revaloriser les déchets de production et de post-consommation pour les réintégrer dans la chaine de valeur de production. Deux exemples seront présentés démontrant nos efforts pour réutiliser les déchets de production pour la fabrication d'imprimés : la matière active des encres usées et les rejets de plastique de différentes sources. De plus, d'autres exemples de projets avec nos partenaires industriels, utilisant des déchets biosourcés, seront mentionnés.

Liste des kiosques

- PRIMA
- Réseau CCTT
- RCPS
- Millenium Québecor (UdeM)
- Bush (vacuum pump)
- Keyence

Liste des affiches

1) Tuning the Interlayer Exciton in Bilayer MoS2 by Means of Self-Assembled Monolayers

Mostafa Shagar – INRS-EMT

The field of study surrounding Transition Metal Dichalcogenides (TMDs), a class of two dimensional materials that can be exfoliated down to a single molecular level, has recently seen large improvements and advancements. Whether in the of study of monolayer properties or in the various possibilities that stacking different materials as heterostructures open up. However, one interesting application of these materials is in their natural homobilayer form. For example, in Molybdenum Disulfide (MoS2), there exists an interlayer exciton that emerges purely out of the interlayer interaction inside the natural homobilayer.

This exciton is unique in its ability to couple to its environment due to having both strong in-plane and out-of-plane dipole sensitivity. This project attempts to leverage this sensitivity by utilizing a method of dielectric tuning that is not commonly used for two dimensional materials, self assembled organic monolayers (SAMs). These SAMs are a group of unconjugated organic molecules that spontaneously assemble in a single molecular layer on top of a substrate. By using SAMs with a strong dipole as its functional group, it is possible to create an effective electric field across the homobilayer to couple with the interlayer exciton without external electrical or optical driving.

In this project, we fabricate homobilayers of MoS2 on two different SAMs, trichloro(1H,1H,2H,2H-perfluorooctyl)silane(PFS) and N-[3-(Trimethoxysilyl)propyl]ethylenediamine(AHAPS). These two molecules will form SAMs with a very strong electrostatic dipole (of opposite sign) in the vertical direction which makes them prime candidates for exerting a local electric field to the bilayer MoS2. We then perform optical reflectance measurements in order to directly probe the interlayer exciton and the effects of the SAM interface. Additionally we perform Raman measurements in order to quantify any changes in the phonon coupling arising from the SAMs. This method of interfacing organic molecules to TMDs is vastly unexplored and opens a new range of possibilities for materials by using two classes of materials both known for their versatility.

2) Optoelectronic Synapse based on InGaN/GaN Multiple Quantum Well LEDs

Arnob Ghosh – INRS

Optoelectronic synapses mimic biological synapses using light-sensitive components. They integrate photoelectric effects with synaptic plasticity, enabling efficient artificial vision and neuromorphic computing. These devices offer high speed, low crosstalk, and superior energy efficiency compared to traditional electronic synapses. The result of this work demonstrates that GaN/InGaN MQW LEDs

can exhibit plasticity, crucial for synaptic function. These findings provide insights into designing efficient optoelectronic synapses for next-generation neuromorphic computing systems.

3) Deterministic III-Nitride Single-Photon Emitters in Nanowires for Quantum Technologies

Fardin Ahmed – INRS

Single photon emitters (SPEs) are critical enablers of numerous applications related to quantum science and technology, such as quantum cryptography, quantum communication, quantum sensing, and quantum information processing. Group III-nitride semiconductor quantum dot (QD) SPEs have recently emerged as a highly promising platform for developing efficient SPEs. QD-in-nanowire structures offer high extraction efficiencies through the waveguiding effect. We aim to demonstrate a fully scalable, industry-compatible, site-controlled III-nitride SPE in nanowire.

4) Exploration de la nano-morphologie et du transport de charges des nanoparticules de semi-conducteurs organiques pour les cellules photovoltaïques

Rossel Liendji Wendji – INRS, Université de Bordeaux

Les cellules photovoltaïques représentent un des moyens les plus prometteurs pour produire de l'énergie renouvelable et remplacer les énergies fossiles à base de carbone. Parmi celles-ci, on cite les photovoltaïques organiques (OPVs) qui permettent de produire des dispositifs légers, flexibles et semi-transparents. Aujourd'hui, des avancées majeures ont été faits dans le domaine pour fabriquer les OPVs à partir de la complémentarité des matériaux semi-conducteurs organiques donneur-accepteur. Cependant, les solvants organiques dans lesquels sont dissoutes ces molécules sont toxiques. Pour venir à bout de ce problème, l'eau est utilisée pour disperser les molécules organiques en présence d'un surfactant pour produire des nanoparticules (NPs). Car l'eau non seulement est non toxique, respectueux de l'environnement, mais aussi en quantité illimitée sur la croute terrestre. La mobilité a effet champs a été mesuré aux températures de frittages comparables de l'industrie soit (130 °C et 200 °C) respectivement. La caractérisation au microscope à force atomique (AFM) de ces NPs est aussi faite pour voir l'impact de la température sur leurs morphologies. L'étude d'un dopage potentiel du surfactant sur la mobilité des porteurs dans le bi-composant (donneur-accepteur) est en train d'être fait.

5) Direct observation of electron-phonon coupling in 2D halide perovskite through Raman analysis

Tufan Paul – INRS-EMT

Conventional 3D organic-inorganic halide perovskites have recently under-gone unprecedented rapid development. However, before they can be commercialized, they still face significant challenges because to their inherent instabilities with respect to moisture, light, and heat. In contrast, due to their exceptional environmental stability, the newly-emerging 2D Ruddlesden-Popper-type perovskites have garnered significant attention

recently. The interaction between the organic cation and the inorganic lattice is a distinct property of halide perovskites that may be important in explaining their extraordinary optoelectronic properties. Recent vibrational investigations on halide perovskites have used techniques such as infrared spectroscopy, Raman spectroscopy, and neutron diffraction to examine these organic inorganic interactions. Raman spectroscopy is a particularly powerful tool for studying the nanostructure of a material by investigating molecular vibrations. Raman studies on MAPbX3 have confirmed the presence of hydrogen bonding between MA cations and the BX6 octahedra, with the strength of the bond being controlled by the halide composition. In this study, we synthesized thin flakes of 2D halide perovskite like phenethylammonium lead iodide ((PEA)2PbI4) and 4-fluorophenethylammonium lead iodide ((PEA-F)2PbI4); and study it's Raman spectroscopy. We have also done the room temperature Raman spectroscopy to understand it's phonon vibration. The effect of a single fluorination of the phenyl spacer on the phonon modes of two extensively used 2D perovskite compounds, PEAI and PEAI-F, was studied in detail and found to have a significant impact on their Raman spectra. Although this study focuses on vibrational modes in 2D layered perovskites, it is important to note that understanding phonons in this novel class of materials is critical for a thorough knowledge of other main physical mechanisms.

1.J. Am. Chem. Soc. 2019, 141, 5972−5979.

2.Adv. Optical Mater. 2022, 10, 2100439

6) Blue MicroLEDs on Bulk GaN substrate with Droop-free External Quantum Efficiency

Christy Giji Jenson – INRS

With rapid advancements in display technologies, microLEDs are suitable candidates for augmented and virtual reality (AR/VR) applications. However, the miniaturization of LEDs leads to a lower efficiency, as the non-radiative recombination (NRC) processes dominate over the radiative recombination. In this work, we utilize free-standing Gan substrate grown using plasma-assisted molecular beam epitaxy (PAMBE), offering a lower lattice mismatch and, thereby lower dislocation densities. We employ top-down nanowire fabrication for the microLED with surface passivation to further reduce the non-radiative recombination effects. We observed a droop-free external quantum efficiency trend for a 20 µm x 20 µm device.

7) Nanoscale pixelation of AlGaN deep ultraviolet light-emitting diodes

Nirmal Anand – INRS

AlGaN-based UV-C LEDs hold promise for applications in disinfection and biosensing but suffer from low external quantum efficiency (EQE) due to poor light extraction efficiency. In this work, we demonstrate nanoscale pixelation of AlGaN UV-C LEDs, achieving a peak EQE of 1.01% for 400 nm diameter pixels. Electron-beam lithography and dry etching were used for fabrication, followed by KOH surface passivation. Our findings demonstrate the potential of top-down nanostructuring in enhancing UV-C LED performance.

8) Adsorption energy as an objective for predicting catalytic efficiency: necessary but not sufficient?

Shahana Chatterjee – Mila

The prediction of catalytic efficiency for critical heterogeneous reactions in green energy production has involved computational methods based on quantum chemical (such as, density functional theory or DFT) and more recently, machine learning techniques. These computational methods have frequently used adsorption energies of reaction intermediates as a key parameter in their analysis. For example, the best catalytic performance for the oxygen evolution reaction is observed when the difference in adsorption energies of two of its keys intermediates O and OH is 1.6 eV. This presentation will explore the large-scale applicability of such adsorption energy guided techniques for predicting catalytic efficiency with machine learning. It will also explore the sensitivity of this approach to computational errors (both from DFT and machine learning), which may impose further limitations on this approach.

9) Hot Hole Driven Artificial Photosynthesis Using Plasmonic Metal /p-GaN Nanostructures

MD Moinul Islam – INRS

Photoelectrochemical (PEC) water splitting using plasmonic Au/p-GaN nanostructures enhances solar-to-hydrogen conversion. p-GaN, with its wide band gap, efficiently collects hot holes from Au via metal-semiconductor heterojunctions. Nanowire (NW) structures improve PEC performance due to enhanced light harvesting and reduced carrier diffusion lengths. Au-deposited p-GaN thin films exhibit a cathodic photocurrent of 40 $\mu A/cm^2$ at -1.5 VRHE. To mitigate surface defects, PEC performance of Au/p-GaN NWs with an ultra-thin Al_2O_3 passivation layer will be explored.

10) Top-Down Fabricated III-Nitride Nanostructured Photocatalysts for Photoelectrochemical Solar Fuel Generation

Md. Afjalur Rahman – INRS

Photoelectrochemical (PEC) water splitting offers a sustainable and eco-friendly route to produce value added solar fuels such as hydrogen (H_2) and other hydrocarbons. Among III-nitride materials, InGaN is a promising photocatalyst owing to its tunable bandgap that enables light absorption over a broad range of the solar spectrum. We report the fabrication of InGaN/GaN nanowires employing top-down etched scalable silica nanosphere lithography technique for PEC applications. The overall goal is to enhance the efficiency of PEC water splitting and CO2 reduction using this novel class of semiconductor-based nanostructured photocatalysts.

11) Monolithic Integration of a-IGZO TFTs with GaN nano-LED Arrays

Dipon Kumar Ghosh – INRS

GaN-based micro light-emitting diodes (μ-LEDs) are the most promising candidates for next-generation augmented reality (AR) and virtual reality (VR) displays owing to their high brightness, stability, long lifetime, and lower power consumption. However, integrating highly dense μ-LEDs with driver thin-film transistors (TFTs) using standard mass transfer technology is very time-consuming and expensive. Therefore, we have demonstrated

the monolithic integration of amorphous indium gallium zinc oxide (a-IGZO)-based TFTs with nano-LED arrays.

12) Catalyst Discovery using Generative Flow Networks

Lena Podina – Mila

Efficient and inexpensive energy storage is essential for accelerating the adoption of renewable energy and ensuring a stable supply, despite fluctuations in sources such as wind and solar. Electrocatalysts play a key role in water-splitting, which allows the energy to be stored as hydrogen gas. However, the development of affordable and high-performance catalysts for these reactions remains a significant challenge. We introduce Catalyst GFlowNet, a generative machine learning model that leverages pretrained predictors of formation and adsorption energy to design crystal surfaces that act as successful catalysts. We demonstrate the model's performance through a proof-of-concept application to the Hydrogen Evolution Reaction, where it successfully identifies platinum as the most efficient known catalyst. In future work, we aim to extend this approach to the Oxygen Evolution Reaction, where current optimal catalysts are expensive metal oxides. This generative modeling framework offers a promising pathway for simplifying the search for novel, efficient catalysts.

13) Croissance épitaxiale de GaAs sur Ge pour la conception de miroirs à faible bruit pour la détection d'ondes gravitationnelles

Audréanne Matte-Landry – Université de Montréal

Le Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO) détecte les ondes gravitationnelles en mesurant d'infimes variations de la distance entre les bras de 4 km d'un interféromètre de Michelson. Cependant, le bruit thermique des miroirs de Bragg actuels situés aux extrémités des bras limite la sensibilité du détecteur. Ce bruit est causé par la réorganisation structurelle spontanée dans les multicouchesamorphes de SiO_2 et de Ta_2O_5 dopé au TiO_2. Une solution prometteuse consiste à remplacer ces matériaux par des multicouches monocristallines de GaAs et AlGaAs. Cela augmenterait la sensibilité par un ordre de grandeur, tout en présentant une absorbance de moins de 1 ppm. Toutefois, les substrats de GaAs actuellement disponibles sur le marché sont trop petits (150-200 mm) pour répondre aux exigences de LIGO, qui requiert des miroirs de 300 mm. Ce projet vise à explorer la croissance par épitaxie par faisceaux chimiques (CBE) de GaAs sur Ge coupé à 6o, un matériau compatible en termes de paramètre de maille et disponible en diamètre de 300 mm. Les premiers échantillons obtenus sont analysés par diffraction des rayons (XRD), microscopie à force atomique (AFM) et par spectroscopie de rétrodiffusion de Rutherford (RBS). L'objectif est d'optimiser les conditions de croissances (température, nettoyage) afin de réduire les défauts cristallins qui compromettent la qualité optique des miroirs.

14) Novel doping strategies for polymer thermoelectrics

Marc Daniel Paulik – INRS-EMT

With the growing demand for electronic devices, the generation of electronic waste is rising, posing significant environmental and

health concerns due to hazardous components such as mercury, lead, and flame retardants. At the same time, energy efficiency remains a critical challenge, as vast amounts of waste heat generated in industrial and electronic applications remain unutilized. Thermoelectric generators (TEGs) offer a promising solution by converting this excess heat into electricity. However, conventional TEGs rely on inorganic materials that often contain rare earth elements and conflict minerals, making them costly and environmentally unsustainable. Organic thermoelectric generators (OTEGs) emerge as a sustainable alternative, offering advantages such as earth-abundant materials, cost-effective processing, mechanical flexibility, and biodegradability. Despite their potential, the low thermoelectric power and long-term stability hinder the integration of these materials and demand novel strategies to improve the performance. Here, we explore the thermoelectric performance of the p-type semiconductor P3HT doped with the novel n-type polymer PBDF through a refined energy scheme. The energies of the frontier orbitals allow for intermolecular doping through charge transfer from PBDF to P3HT. The effect of this strategy is quantified through a significantly improved conductivity and Seebeck coefficient. We demonstrate that molecular design and doping strategies play a key role in improving the thermoelectric properties of OTEGs.

15) Optimisation de la fonctionnalisation du graphène pour les biocapteurs à effet de champ : contrôle électrochimique et caractérisation spatiale

Jade Cimmino, Jeanine Looman, Tony Vuu – Université de Montréal

Les transistors à effet de champ à base de graphène (GFET) sont des plateformes de biodétection prometteuses en raison de leur sensibilité électrique exceptionnelle et de leur chimie de surface modulable (1). Pour immobiliser des récepteurs biomoléculaires spécifiques, le graphène peut être fonctionnalisé avec des molécules telles que le 4-carboxybenzènediazonium tétrafluoroborate (CBDT), formant des liaisons covalentes avec le graphène. Nous avons précédemment démontré un contrôle précis sur le processus de fonctionnalisation covalente (2), mais la réalisation d'une fonctionnalisation uniforme et dense tout en préservant les propriétés électroniques du graphène demeure un défi. Cette étude examine les facteurs influençant la fonctionnalisation CBDT afin d'améliorer le contrôle et la reproductibilité de l'interface des GFETs pour les applications de biodétection.

Nous avons exploré comment la taille de la surface du graphène, le nombre de couches de graphène et le type d'électrode de grille ont un impact sur le processus de fonctionnalisation. En utilisant différentes configurations de GFETs, nous démontrons que le taux de diminution du courant pendant l'ancrage du CBDT diminue pour les plus grandes surfaces de graphène et les configurations bicouche. De plus, nous montrons que l'électrode de grille Ag/AgCl permet une fonctionnalisation plus reproductible que la grille coplanaire en platine, soulignant son avantage pour le greffage moléculaire contrôlée.

Pour caractériser la distribution spatiale des groupes fonctionnels, nous avons effectué une cartographie Raman sur des GFETs (3) avec différentes dimensions de graphène avant et après fonctionnalisation. Nos résultats

confirment que la modification covalente augmente avec le temps de réaction et que la fonctionnalisation est largement homogène à l'échelle de 100 microns. Cependant, des motifs distincts apparaissent à l'échelle du micron, en particulier le long de caractéristiques structurelles du graphène telles que les fissures et les trous. De plus, l'application d'un biais de tension importante pendant la fonctionnalisation induit un gradient dans la signature Raman, confirmant le rôle du transfert d'électrons dans la modulation de la cinétique de réaction.

Des calculs ab initio complémentaires élucident davantage le mécanisme de transfert d'électrons sous-jacent à la fonctionnalisation CBDT. En comparant l'énergie de dissociation du CBDT neutre et chargé positivement, nous établissons que le transfert d'électrons est essentiel pour que la fonctionnalisation se produise. Nos calculs de l'état fondamental révèlent également comment la charge sur le graphène influence les taux de réaction, concordant avec les observations expérimentales du contrôle de la tension de grille.

Dans l'ensemble, nos résultats fournissent de nouvelles perspectives sur l'optimisation de la fonctionnalisation des GFETs en intégrant la modulation électrochimique, la spectroscopie spatiale et la modélisation computationnelle. Ces avancées contribuent au développement de biocapteurs robustes et adaptables.

1. Béraud A, Sauvage M, Bazán CM, Tie M, Bencherif A, Bouilly D. Graphene field-effect transistors as bioanalytical sensors: design, operation and performance. Analyst. 2021;146(2):403-28.

2. Bazán CM, Béraud A, Nguyen M, Bencherif A, Martel R, Bouilly D. Dynamic Gate Control of Aryldiazonium Chemistry on Graphene Field-Effect Transistors. Nano Lett. 2022 Apr 13;22(7):2635-42.

3. Robert Bigras G, Vinchon P, Allard C, Glad X, Martel R, Stafford L. Probing plasma-treated graphene using hyperspectral Raman, Rev. Sci. Instrum. June 2020 ;91(6):063903.

16) Direct injection of iron acetate solutions in cold plasmas to prepare Fe2O3/TiO2 nanocomposite thin films

Sarah Hekking – Université de Montréal, Université de Nantes

Designing innovative materials that combine low toxicity, abundant elements (e.g. Fe and Ti), and promising photocatalytic properties is essential in building a sustainable future. This work presents a novel approach for the preparation of photocatalysts. We deposited a nanocomposite material composed of Fe_2O_3 nanoparticles embedded in a thin TiO_2 layer, enabling the degradation of organic pollutants in both water and air. TiO2 is a well-studied semiconductor with low fabrication cost, increasing the chance for widespread development on an industrial scale. The anatase variety of TiO2 is used in many energy-storage, photovoltaic and photocatalytic systems but one challenge to overcome is that TiO2 light absorption is limited to the UV region [1]. The current study aims to develop a hybrid process combining a RF plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD) and injection of an iron salt solution allowing the controlled dispersion of Fe2O3 nanoparticles in a TiO2 matrix. Such nanocomposite is expected to evidence a synergetic effect between TiO2 and Fe2O3, extend the absorption spectrum of the material and improve the spatial photogenerated charge separation [2]. To optimize the preparation of the nanocomposite, the work has been divided in two steps: (1)

evaluate the behaviour of an iron salt solution in an oxidizing plasma, (2) injection of a solution containing Fe nanoparticle precursor into an oxygen/titanium isopropoxide plasma.

In this preliminary phase (1), spin-coated films of an iron salt solution (Fe(CH3CO2)2xH2O in propylene glycol (PG)) were treated with a low-pressure O_2/Ar plasma (400 W, 3 mTorr) using a 13.56 MHz inductively coupled plasma (ICP) source. X-ray induced photoelectron spectroscopy (XPS) analysis confirmed promising oxidation states of iron: along the treatment steps, concentrations in Fe^{2+} and Fe^{3+} evolve. Building on these results, the iron salt solution (dissolved in PG and ethanol) was then directly injected into the O_2 plasma, enabling further characterization of the resulting thin films, solvent evaporation dynamics, and plasma-induced reaction kinetics (optical emission spectroscopy, pressure monitoring, ellipsometry). Prospects and future work will be presented as well.

1. Ravisy, William. Nantes Université Thesis, 2021. https://doi.org/10.1088/1361-6463/ac1ec1

2. Liu, Jun, et al. ACS Sustainable Chem. Eng. 2015, 3, 11, 2975-2984
https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.5b00956

17) Integrating Molecular Dynamics and Vibrational Density Analysis for Advanced SiNx Thin Film Characterization

Brahim Ahammou – INRS-EMT

Our study offers a comprehensive analysis of the mechanical properties of silicon nitride (SiNx) thin films. Utilizing molecular dynamics simulations, we explored atomic-level interactions and the structural evolution of SiNx thin films across various stoichiometries, temperatures, and deposition energies, mirroring the conditions of diverse deposition processes. This method enables accurate simulation of the deposition environment for low-hydrogenated SiNx films. To enhance computational efficiency, our simulations omit hydrogen due to its evaporation in chemical vapor deposition processes and its negligible impact on the dynamics of ion bombardment. We focused on the interactions between Si and N, which are crucial for determining the structural and mechanical properties of SiNx films. By employing three-body potentials, our simulations provide insights into the angular dependencies and interactions between atoms, thus shedding light on the film's microstructural development without the direct simulation of chemical reactions. Our methodology aims to clarify how microstructural features, such as bond distributions and density variations, influence the films' macroscopic mechanical properties, including intrinsic stress, Young's modulus, and fracture toughness. Furthermore, by integrating vibrational density analysis with molecular dynamics simulations, our analysis reveals that strain-induced modifications in the vibrational density of amorphous silicon nitride films can be quantitatively mapped to local stress distributions, thereby enabling the precise identification of high-strain regions prone to cracking in electronic and optical applications. These insights are vital for understanding the mechanical stability of SiNx films in photonic applications. Linking simulation results with experimental characterizations—achievable through X-ray diffraction techniques, nanoindentation, and wafer curvature—is possible. This research not only enhances our comprehension of the growth of SiNx films but also presents a framework for optimizing deposition processes to improve film durability against mechanical failures. Combining simulation with experimental characterizations, we have a comprehensive strategy for

developing SiNx films with specialized properties for photonic applications.

18) Opening the Gap in Graphene - Manipulation of Dirac Bands through Covalent Graphene Superlattices

Dominik Dettmann – INRS-EMT

Van der Waals heterostructures, in which different two-dimensional quantum materials are superimposed in a stacked configuration, represent a versatile experimental platform to study fundamental properties for quantum, condensed, and device physics. The unique band structure of graphene attracts significant interest for electronic applications due to the promise of its extremely high carrier mobility. However, the absence of a band gap limits the use of graphene in electronic applications. A band gap can be opened by reducing the width of the graphene sheet to the nanometer scale. However, these ribbons are formed through top-down methods creating rough and undefined edges, or expensive vacuum synthesis. A more elegant approach is the bottom-up synthesis of graphene superlattices - the self-assembly of molecules on graphene. By exploiting molecules with photoactive moieties, we are able to harness the exceptional control of forming ordered molecular networks over graphene and introduce atomically precise and periodic sp3-defects into the graphene through photochemistry - creating a graphene nanoribbon within graphene. We demonstrate that these covalent graphene superlattices exhibit an increased field effect modulation positioning them as promising candidates for applications in electronics.

19) Strontium ferrite under pressure: Potential analog to strontium ruthenate

Azin Kazemi-Moridani – Université de Montréal

Despite nearly three decades of intense study, the unconventional superconductivity of Sr2RuO4 remains a subject of debate. We propose that its isoelectronic counterpart, Sr2FeO4, offers a valuable platform for understanding the underlying physics of Sr2RuO4. While both compounds share an identical crystal structure, Sr2FeO4 exhibits stronger electronic correlations due to its partially filled 3d shell, in contrast to the 4d orbitals of ruthenium. Unlike the metallic Sr2RuO4, Sr2FeO4 is an insulator, a property we attribute to Mott physics rather than ligand-hole effects.

Using DFT+DMFT, we investigate the normal-state phase diagram of Sr2FeO4 within a minimal model that treats all five Fe dd orbitals (t2g + eg) as correlated. Our calculations successfully reproduce the experimentally observed insulator-to-metal transition under pressure. Moreover, we find that the high-pressure metallic phase of Sr2FeO4 exhibits a band structure, Fermi surface, and low energy dispersion similar to those of Sr2RuO4. This suggests that pressurized Sr2FeO4 could serve as an analogue for Sr2RuO4, offering fresh insights into its enigmatic electronic behavior.

20) Synthesis and Etching of Silicon Nitride (SiNx) Thin Films for Photonic Device Integration

Abir Radi – INRS

Silicon nitride (SiNx) has become a key material in integrated photonics due to its exceptional optical properties, low propagation losses, and compatibility with CMOS technology1. However, its integration into photonic circuits requires stringent control over fabrication processes2. Despite significant advancements in this field, synthesizing high-quality SiNx films and developing an optimal etching process remain major challenges due to the formation of cracks generated during high temperature deposition1, as well as issues related to surface and sidewall roughness, that lead to increased light propagation losses3,4.

This study first compares the deposition of SiNx thin films using low-pressure chemical vapor deposition (LPCVD), plasma-enhanced chemical vapor deposition (PECVD), and reactive sputtering deposition (RSD). LPCVD films exhibit low surface roughness and high uniformity across 4-inch wafers but suffer from crack formation beyond 400 nm thickness due to high tensile stress (≈ 1GPa). In contrast, PECVD and RSD films maintain crack-free microstructures even for film thicknesses up to 800 nm but present increased roughness and reduced uniformity. Secondly, this study presents a simultaneous analysis of SiNx etching using inductively coupled plasma (ICP) with a CHF3/O2 chemistry. The influence of etching parameters, such as O2 gas flow, ICP/RF powers, chamber pressure, and substrate temperature, on selectivity over SiO2 hard mask, etch rate and uniformity, surface roughness, and fluoro-carbon polymer deposition was evaluated. This detailed analysis highlights the complex interplay of various parameters within the plasma environment and provide valuable insights for developing an efficient fabrication process for SiN-based photonic devices.

1. Tareki, A. et al. IEEE Photonics J. 15, 1-7 (2023).

2. Ji, X., et al. APL Photonics 6, 071101 (2021).

3. Buzaverov, K. A. et al. Opt. Express 31, 16227-16242 (2023).

4. Ji, X. et al. Laser Photonics Rev. 17, 2200544 (2023).

21) Le Laboratoire de Micro- et Nanofabrictaion (LMN) : une infrastructure unique dans l'écosystème des nanomatériaux et des nanodispositifs

Boris Le Drogoff – INRS-EMT

Cette présentation donnera un aperçu de l'infrastructure du Laboratoire de Micro et Nanofabrication (LMN) ainsi que la recherche effectuée au 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 près de 60 M$ provenant principalement de subventions majeures octroyées depuis 2004 principalement 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 répartis 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 matériaux avancés, 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 unique au Canada, 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 nanomatériaux et nanostructures.

22) TiO_2-$BiVO_4$ based photocatalysts for water treatment and hydrogen production applications

Ahmed El Hattab – INRS-EMT

Pulsed laser deposition (PLD) was employed to fabricate advanced photocatalytic materials and heterojunctions for sustainable water treatment and hydrogen production. Nitrogen-doped TiO2 films with gradient doping (g-N-TiO2) were fabricated to extend band bending and improve charge separation, achieving superior photocatalytic degradation of sulfamethoxazole (SMX) under simulated solar light.[1] Additionally, BiVO4 deposited on black TiO2 (B-TiO2) nanotube arrays achieved over 80% tetracycline (TC) removal under visible light, with a degradation rate five times higher than bare TiO2. This performance was attributed to enhanced light absorption, a type II heterojunction, and efficient charge separation, as confirmed by toxicity assessments and degradation pathway analysis.[2]

To address unfavorable band alignments in BiVO4/TiO2 systems, tungsten-doped VO2 (W-VO2) interlayer was recently introduced, reversing the internal electric field and enhancing photocurrent density by 145%. This modification also improved TC removal kinetics by 225%, demonstrating the role of band engineering in optimizing photocatalytic efficiency. For hydrogen production, PLD was used to develop a dual photoanode system, combining TiO2 and BiVO4 photoanodes in a back-to-back configuration. This setup achieved 1.72 mA/cm2 photocurrent density and 14.2 µmol cm-2 h-1 hydrogen production, outperforming conventional TiO2/BiVO4 heterojunction. This works demonstrates the versatility of PLD for fabricating high-performance photocatalysts and heterojunctions, offering new insights into applications such as pollutant detoxification, solar fuels, and energy conversion processes.

[1] A. Mirzaei, M. Eddah, S. Roualdes, D. Ma, M. Chaker, Multiple-homojunction gradient nitrogen doped TiO2 for photocatalytic degradation of sulfamethoxazole, degradation mechanism, and toxicity assessment, Chemical Engineering Journal, 422 (2021) 130507.

[2] A. Mirzaei, A. Seck, D. Ma, M. Chaker, Black TiO2 nanotube Array/BiVO4 heterojunction photocatalysts for tetracycline removal with high solution detoxification efficiency, ACS Applied Nano Materials, 5 (2022) 7161-7174.

23) A Novel Reactive Element Doping Strategy for Metal Oxides Using Pulsed Laser Deposition: Demonstration with Sulfur in VO_2

Baptiste San-Nicolas – INRS, Université de Montréal

Vanadium dioxide (VO_2) is a phase transition material with significant potential for applications in electrical and optical devices, thanks to its unique properties, such as a sharp drop in resistivity and infrared transmittance during the phase transition. Lowering the transition temperature (Tc) while maintaining a high transition amplitude is crucial for many applications; however, conventional doping elements often compromise its transition amplitude. Recent simulations suggest that chalcogen doping, particularly with sulfur, could effectively tune Tc without diminishing transition performance. Sulfur doping, however, poses challenges due to its tendency to react with oxygen during VO_2's high-temperature deposition process, forming volatile sulfur oxides that are lost in the vacuum system. To address this issue, this study introduces a novel sulfur doping approach for VO_2 using pulsed laser deposition (PLD) with a V_2S_3 target. By varying the laser repetition rate, sulfur incorporation was precisely controlled without inducing significant defects. Structural and compositional analyses confirmed sulfur doping, suggesting substitutional incorporation at low concentrations and interstitial incorporation at higher concentrations. Sulfur doping reduced Tc by up to 44.3 ˚C/at.%, one of the most efficient reductions reported. However, higher sulfur concentrations led to reduced electrical and optical contrast, attributed to grain boundary strain and disorientation. Lower laser repetition rates facilitated uniform grain growth, sharpening phase transitions and narrowing hysteresis widths. This study underscores the importance of deposition parameters in optimizing VO_2 properties and demonstrates the potential of PLD-based strategies for incorporating reactive elements into metal oxides. Future research should further investigate the distinct mechanisms of sulfur doping to refine material properties for advanced applications.

24) Injection de nanotubes de carbone pendant le dépôt magnétron de couches minces de SiO_2 : Une analyse in plasma de la surface

Louis-Charles Fortier – Université de Montréal

Dans le but de produire des couches minces nanocomposites, une solution de nanotubes de carbone (NTC) est injectée dans un réacteur sur un substrat de silicium pendant un dépôt d'une couche mince de SiO_2 par pulvérisation magnetron. Les NTC sont caractérisés in plasma par spectroscopie Raman, principalement par le biais des bandes D et G. Les dépôts sont également analysés avec des techniques ex-situ afin de caractériser l'état des NTC enfouis dans la matrice, notamment la microscopie à force atomique. Certains aspects de la méthodologie sont présentement réévalués afin d'améliorer la réponse Raman des nanotubes.

25) A Comparative Study of Molecular Dynamics Approaches for Simulating Ionic Conductivity in Solid Lithium Electrolytes

Dounia Shaaban Kabakibo – Université de Montréal, Mila

Accurately predicting ionic conductivity is essential for designing high-performance solid electrolytes in energy storage applications. In this work, we benchmark various molecular

dynamics (MD) approaches for calculating ionic conductivity, using forces derived from Density Functional Theory simulations, machine learning interatomic potentials, or a combination of both. We examine the impact of different factors on conductivity calculations, comparing direct room-temperature simulations with Arrhenius extrapolation, as well as the effect of different temperature ranges, the number of data points in the Arrhenius fit, and statistical uncertainties. Our results highlight the trade-offs between computational efficiency and accuracy across these methods, offering insights for future simulations of lithium solid-state electrolytes.

26) Scanning Probe Microscopy (SPM) at the Laboratory of Characterization of Materials (LCM)

Patricia Moraille– Université de Montréal, Mila

Since 2001, the Laboratory for the Characterization of Materials (LCM) offers Quebec's research community access to a variety of state-of-the-art instruments. Research professionals provide training as well as technical support. We describe here, the various scanning probe microscopy (SPM) options that are available at the LCM. Beyond imaging topography, SPM can use a variety of forces to measure friction, visco-elasticity and compositional variations. SPM as a technique is not bound to specific environmental conditions, It can be performed in vacuum, air or water and at a variety of temperatures. The expertise and savoir-faire of this Lab makes it one of Quebec's specialized infrastructures for the imaging of nanostructured materials and thin films on the nanometer to micron length scales. Our SPM installation is used by more than 100 scientists yearly. Our facilities are opened to all researchers from both academic and industry at affordable rates.

27) The activation-relaxation technique with machine learning on-the-fly

Eugene Sanscartier – Université de Montréal

Methods, such as the Activation-Relaxation Technique Nouveau (ARTn), have proven effective at finding and identifying activated mechanisms pathways in solid-state materials.

The mechanisms discovered are physically accurate within the realm of ab initio calculations. However, due to its computational cost, this method is limited to small systems and a small set of events. However, for most problems of interest, these accurate calculations are out of reach, and empirical potentials must be used, which are notoriously unreliable resulting in qualitative results.

To overcome this limitation, in the last few years, much efforts have gone into developing general machine-learning potentials able to describe interactions for a wide range of structures and phases. Still, as attention turns to more complex materials including alloys, disordered and heterogeneous systems, the challenge of providing reliable description for all possible environment become ever more costly.

In this work, we evaluate the benefits of using specific versus general on-the-fly machine-learning potentials for the study of activated mechanisms. More specifically, we tests three fitting approaches using the moment-tensor potential to reproduce a reference potential

when exploring the energy landscape around a vacancy in silicon crystal and silicon-germanium zincblende structure using ARTn.

We find that a a targeted approach specific and integrated to ARTn generates the highest precision on the energetic and geometry of activated events, while remaining cost-effective. This approach expands the type of problems that can be addressed with high-accuracy ML potentials.

This project is supported through a Discovery grant from the Natural Science and Engineering Research Council of Canada (NSERC). Karl-Étienne Bolduc is grateful to NSERC and IVADO for summer scholarchips. We are grateful to Calcul Québec and Compute Canada for generous allocation of computational resources.

28) Impression 4D des Mélanges Polymères PLA/PETG : Évaluation Complète des Propriétés Thermiques, Mécaniques et de Mémoire de Forme

Karima Bouguermouh – UQTR

L'impression 4D représente une avancée majeure dans la fabrication additive, allant au-delà de l'impression 3D en intégrant une dimension supplémentaire : le temps. Cette approche innovante permet de créer des objets imprimés qui ne sont pas seulement statiques, mais dynamiques, capables de se transformer ou de modifier leur forme au fil du temps.

Dans cette étude, nous explorons les performances thermiques, mécaniques et de mémoire de forme de l'acide polylactique (PLA) et du polyéthylène téréphtalate glycol (PETG) imprimés en 3D, ainsi que de leurs mélanges, afin d'évaluer leur potentiel pour des applications innovantes en impression 4D.

La calorimétrie différentielle à balayage (DSC) révèle des températures de transition vitreuse distinctes pour les mélanges PLA-PETG, confirmant leur immiscibilité. L'intégration du PETG modifie la structure cristalline du PLA, transformant son comportement de fragile à ductile. Cela confirme le rôle du PETG en tant que plastifiant efficace.

La résistance à la traction et le module de Young sont influencés par la composition des matériaux et l'orientation d'impression. Les résultats montrent que le mélange contenant 75 % de PLA et 25 % de PETG présente des propriétés mécaniques améliorées par rapport aux autres mélanges polymères. Les résultats de mémoire de forme démontrent des taux de fixation et de récupération exceptionnels, atteignant 100 %, avec des performances remarquables du mélange à 75 % de PLA sur 15 cycles successives. Ces résultats, associés à une analyse de l'impact de la température de programmation, offrent des perspectives précieuses pour la conception de structures imprimées en 4D dotées de propriétés de mémoire de forme, ouvrant ainsi la voie à des applications innovantes dans divers domaines.

29) Optimisation en temps réel et découpage adaptatif : la puissance des jumeaux numériques au service de l'impression 3D FDM

Abdelhamid Ziadia – UQTR

Face aux défis de l'impression 3D par dépôt de fil fondue (FDM), notamment en termes de qualité de surface, de précision dimensionnelle

et de performances mécaniques, une optimisation en temps réel est indispensable pour les applications de haute précision. Un cadre avancé a ainsi été développé pour améliorer la qualité de chaque couche et les propriétés mécaniques des pièces. La méthode intègre scan 3D, apprentissage automatique et optimisation multi-objectifs, permettant d'ajuster dynamiquement les paramètres d'impression et d'adapter le découpage pour pallier rugosité, imprécision dimensionnelle et faiblesse mécanique. Un jumeau numérique combine les réseaux de neurones et l'algorithme NSGA-III pour optimiser en temps réel le processus d'impression. Les réseaux de neurones analysent en continu les données de fabrication afin d'estimer la rugosité et les performances mécaniques, tandis que NSGA-III exploite ces estimations pour ajuster dynamiquement les paramètres d'impression. Parallèlement, une interface conviviale affiche en temps réel le déroulement des dépôts de filament, les paramètres d'impression et les surfaces des couches imprimées, facilitant ainsi le suivi du processus. Les résultats expérimentaux révèlent une réduction de 30,59 % de la rugosité, une amélioration de 5,33 % de la précision dimensionnelle et une augmentation de 9,12 % de la résistance à la traction par rapport aux paramètres standards. De plus, le modèle CNN-LSTM affiche des valeurs de R^2 de 93,73 % en entraînement et 88,35 % en test pour la prédiction de la rugosité, et de 99,94 % en entraînement et 99,84 % en test pour celle des propriétés mécaniques. Ces avancées ouvrent la voie à une adoption plus large du FDM dans des secteurs exigeant une grande précision, en proposant un cadre robuste pour le contrôle qualité en temps réel et l'amélioration continue des processus de fabrication additive.

30) Exploring polyimides for new photocatalysts: synthesis and functional properties

Luisa Isago Fusinato – UQAM

Polyimides (PIs) are promising photocatalysts due to their tunable molecular structure, which enables performance optimization through precursor and synthesis variations. Their composition, derived from an amine and an anhydride comonomer, introduces electron-rich and electron-deficient moieties that creates a donor-acceptor (D-A) system, enhancing charge separation and improving photocatalytic efficiency. In this study, melem was synthesized from melamine and used as the amine comonomer to produce PIs with benzophenone-3,3',4,4'-tetracarboxylic dianhydride (BTDA) and, for comparison, pyromellitic dianhydride (PMDA), the most studied anhydride in PI photocatalysts. Thermal imidization was performed at different temperatures (250, 275, 300, and 325 ˚C) to optimize performance, identifying 275 ˚C as the optimal condition for methyl orange degradation. Photocatalytic tests were conducted under a white irradiation (Ultra-vitalux, Osram, 300w, 230V), with degradation monitored by the decrease in UV-vis absorbance. The resulting PI demonstrated high photocatalytic efficiency, attributed to its enhanced structural and electronic properties. Comprehensive characterization established correlations between physicochemical features and photocatalytic activity. These findings contribute to the understanding of structure-activity relationships in PIs and highlight their potential as sustainable solutions for environmental remediation.

31) Development of a Carbide Cutting Tool with a High Entropy Alloy Binder

Priscilla Valverde Castillo – Université Laval

In the cutting tool industry, WC-Co cemented carbide has been the most widely used material for over a century due to its excellent mechanical properties. However, the use of Co has been associated with ethical and health concerns. High entropy alloys (HEAs) are solid solution alloys with equal or nearly equal atomic percentages of five or more elements. These alloys exhibit promising properties due to their superior tribological performance in a wide temperature range. This study aims to develop an alternative to WC-Co cemented carbides using HEAs to replace Co to enhance wear resistance, corrosion resistance, thermal stability, and environmental sustainability.

The HEA under study is a near-equiatomic transition metal high entropy alloy. The base elements were melted in a vacuum induction furnace under an argon atmosphere. Subsequently, ultrasonic atomization of the HEA was performed using a plasma torch to ensure complete melting of the alloy. Blended powders were prepared by ball milling the HEA and WC powder to improve the distribution of carbide particles within the matrix and promote better interfacial interaction. The samples will be sintered using spark plasma sintering (SPS) to optimize densification while minimizing grain growth.

This poster presents the characterization results of the initial interaction between the HEA and the WC and the potential effects that this might have on the overall performance. The incorporation of HEAs aims to enhance the performance of cutting tools, facilitating the machining of superalloys such as Inconel and other Ni-based alloys. This improvement is tailored to reduce machining times and extend tool life.

32) Microfluidics coupling with graphene field-effect transistors: advanced materials towards for single-cell analysis

Eve Petit – Université de Montréal

Functional heterogeneity is a consistent feature of most primary stem cell populations and a better understanding of this heterogeneity would provide valuable insights into the development of various biological phenomena including cancer (Gebreyesus et al., 2022; Knapp et al., 2018; Lecault et al., 2011). Studying functional heterogeneity requires performing measurements at a single-cell level. Microfluidics devices have been found useful for this purpose, allowing high-throughput tracking of fundamental cellular properties (proliferation, survival, differentiation) over time by live imaging (Knapp et al., 2017; Lecault et al., 2011). Conversely, graphene field-effect transistors (GFETs) have been developed as sensors for the quantification of bioanalytes, mostly in the form of macromolecules or smaller species (Béraud et al., 2021). [DB1] [DB2] [EP3] However, the electrical detection of entire cells with GFETs remains barely studied [DK4] [EP5] (Ang et al., 2011). While several studies have reported the operation of GFETs in continuous flow (Wang et al., 2019; Xu et al., 2017), the effect of microfluidics design and flow rates on GFET detection metrics has been little investigated (He et al., 2012; Newaz et al., 2012). In this presentation, we will present a microfluidic platform designed to dispense a flow of isolated cells over GFETs circuits, thus

enabling electrical detection and characterization at the single-cell level. Molds for the microfluidic platforms were printed with a commercial 3D printer and high-resolution resin. Polydimethylsiloxane (PDMS), a commercial and biocompatible polymer, was then cast into these molds, and the resulting microfluidic platforms were assembled with GFETs chips. Electrical measurements of GFETs were performed during the flow of cells in the microfluidic circuit, using a custom multiplexed prober previously developed in our lab (Bazán et al., 2022). We will discuss the effect of channel height and flow rates on GFET electrical characteristics and single-cell detection metrics. By coupling GFETs with microfluidics, our goal is to determine the electrical signature of single cells and to discriminate cancerous cells from healthy ones. Electrical profiling of single cells would be highly valuable for developing lab-on-a-chip technologies enabling easier, faster and more accessible cancer diagnosis.

1. Ang, P. K., Li, A., Jaiswal, M., Wang, Y., Hou, H. W., Thong, J. T. L., Lim, C. T., & Loh, K. P. (2011). Flow Sensing of Single Cell by Graphene Transistor in a Microfluidic Channel. Nano Letters. https://doi.org/10.1021/nl202579k
2. Bazán, C. M., Béraud, A., Nguyen, M., Bencherif, A., Martel, R., & Bouilly, D. (2022). Dynamic Gate Control of Aryldiazonium Chemistry on Graphene Field-Effect Transistors. Nano Letters, 22(7), 2635-2642. https://doi.org/10.1021/acs.nanolett.1c04397
3. Béraud, A., Sauvage, M., Bazán, C. M., Tie, M., Bencherif, A., & Bouilly, D. (2021). Graphene field-effect transistors as bioanalytical sensors: Design, operation and performance. Analyst, 146(2), 403-428. https://doi.org/10.1039/D0AN01661F
4. Gebreyesus, S. T., Siyal, A. A., Kitata, R. B., Chen, E. S.-W., Enkhbayar, B., Angata, T., Lin, K.-I., Chen, Y.-J., & Tu, H.-L. (2022). Streamlined single-cell proteomics by an integrated microfluidic chip and data-independent acquisition mass spectrometry. Nature Communications, 13(1), 37. https://doi.org/10.1038/s41467-021-27778-4
5. He, R. X., Lin, P., Liu, Z. K., Zhu, H. W., Zhao, X. Z., Chan, H. L. W., & Yan, F. (2012). Solution-Gated Graphene Field Effect Transistors Integrated in Microfluidic Systems and Used for Flow Velocity Detection. Nano Lett. https://doi.org/10.1021/nl2040805
6. Knapp, D. J. H. F., Hammond, C. A., Hui, T., van Loenhout, M. T. J., Wang, F., Aghaeepour, N., Miller, P. H., Moksa, M., Rabu, G. M., Beer, P. A., Pellacani, D., Humphries, R. K., Hansen, C., Hirst, M., & Eaves, C. J. (2018). Single-cell analysis identifies a CD33+ subset of human cord blood cells with high regenerative potential. Nature Cell Biology, 20(6), 710-720. https://doi.org/10.1038/s41556-018-0104-5
7. Knapp, D. J. H. F., Hammond, C. A., Miller, P. H., Rabu, G. M., Beer, P. A., Ricicova, M., Lecault, V., Da Costa, D., VanInsberghe, M., Cheung, A. M., Pellacani, D., Piret, J., Hansen, C., & Eaves, C. J. (2017). Dissociation of Survival, Proliferation, and State Control in Human Hematopoietic Stem Cells. Stem Cell Reports, 8(1), 152-162. https://doi.org/10.1016/j.stemcr.2016.12.003
8. Lecault, V., VanInsberghe, M., Sekulovic, S., Knapp, D. J. H. F., Wohrer, S., Bowden, W., Viel, F., McLaughlin, T., Jarandehei, A., Miller, M., Falconnet, D., White, A. K., Kent, D. G., Copley, M. R., Taghipour, F., Eaves, C. J., Humphries, R. K., Piret, J. M., & Hansen, C. L. (2011). High-throughput analysis of single hematopoietic stem cell proliferation in microfluidic cell culture arrays. Nature Methods, 8(7), 581-586. https://doi.org/10.1038/nmeth.1614
9. Newaz, A. K. M., Markov, D. A., Prasai, D., & Bolotin, K. I. (2012). Graphene Transistor as a Probe for Streaming Potential. Nano Lett. https://doi.org/10.1021/nl300603v
10. Wang, X., Hao, Z., Olsen, T. R., Zhang, W., & Lin, Q. (2019). Measurements of aptamer-protein binding kinetics using graphene field-effect transistors. Nanoscale, 11(26), 12573-12581. https://doi.org/10.1039/C9NR02797A
11. Xu, S., Zhan, J., Man, B., Jiang, S., Yue, W., Gao, S., Guo, C., Liu, H., Li, Z., Wang, J., & Zhou, Y. (2017). Real-time reliable determination of binding kinetics of DNA hybridization using a multi-

channel graphene biosensor. NATURE COMMUNICATIONS, 8. https://doi.org/10.1038/ncomms14902

33) Composite à mémoire de forme multi-réactif imprimé en 4D pour une récupération d'énergie piézoélectrique améliorée : conception adaptative et modélisation analytique

Amal Megdich – UQTR

Les systèmes de récupération d'énergie adaptatifs alliant multifonctionnalité et haute efficacité suscitent un intérêt croissant pour les applications avancées en robotique et dans les dispositifs de détection. Cependant, concilier simultanément adaptabilité et rendement de conversion énergétique au sein d'une même structure demeure un défi majeur. Cette étude propose un récupérateur d'énergie piézoélectrique composite à mémoire de forme multiréactif imprimé en 4D (MSMC-PEH), capable de reconfiguration dynamique.

L'architecture novatrice du MSMC-PEH intègre un nanocomposite piézoélectrique PVDF/BT et un composite à mémoire de forme PLA/MWCNT, permettant des transitions fluides entre différentes configurations (porte-à-faux, L, V et U) en réponse à des stimuli électriques ou thermiques. Sa fabrication repose sur l'impression 3D FDM avec des compositions optimisées des matériaux piézoélectriques et à mémoire de forme.

Les résultats expérimentaux ont mis en évidence d'excellents taux de récupération et de fixité de forme, dépassant respectivement 98 % et 99 %. Pour caractériser ses performances énergétiques, un modèle analytique a été développé, puis validé par des simulations numériques et des essais expérimentaux, révélant une forte corrélation entre prédictions et observations. Grâce à sa conception adaptative et reconfigurable, le MSMC-PEH présente une large bande passante couvrant une gamme de fréquences étendue (2 à 120 Hz), démontrant ainsi sa polyvalence et son fort potentiel pour diverses applications technologiques.

34) Study of Hydrogen Absorption and Desorption in Ti-Al-Fe Ternary Alloys

Emilia Mercedes Marin Cordero – UQTR

Hydrogen as an energy carrier is gaining increasing attention in the global transition to renewable energy and the reduction of carbon emissions. Despite its advantages, the widespread adoption of hydrogen faces challenges: storage and distribution. Current storage technologies, such as compressed gaseous hydrogen (CGH2) and liquid hydrogen (LH2), have reached high technological readiness levels (TRLs 8-9). However, these methods come with significant drawbacks—gaseous storage requires high pressures (300-600 bar) and large volumes, while liquid storage demands cryogenic temperatures (−253°C), resulting in high costs and energy losses. Solid-state hydrogen storage in metal hydrides presents an attractive alternative due to its ability to store and release hydrogen under moderate operating conditions.

TiFe is a hydride-forming alloy known for its low cost and favorable working conditions, operating at room temperature and moderate pressures (~15 bar). The TiFe intermetallic compound has a cubic CsCl-type structure, which allows it to reversibly absorb hydrogen. However, its primary limitation lies in its

relatively low gravimetric capacity of 1.86 wt.%, which restricts its broader application in hydrogen storage systems. Alloying with aluminum (Al) presents a promising strategy to address these limitations. Recent studies have reported through CALPHAD simulations of the Al-Ti phase diagram the potential formation of a CsCl-type phase upon Al addition, indicating the possibility of preserving the TiFe structure while incorporating Al.

In this study, three alloys of composition Ti70Al10Fe20, Ti60Al15Fe25, Ti70Al15Fe15 were synthesized by arc-melting. Hydrogen absorption properties were evaluated at room temperature using a Sievert-type apparatus. While the Ti70Al15Fe15 did not absorb hydrogen and presented a single-phase BCC, the Ti70Al10Fe20 and Ti60Al15Fe25 the first hydrogenation was complete in less than 1h. Both alloys in the as cast state presented a two-phase system composed of a BCC phase and a TiFe-like phase. Notably, the Ti70Al10Fe20 alloy exhibited a hydrogen absorption capacity of nearly 2.5 wt.%, while the Ti60Al15Fe25 alloy reached 1.9 wt.%.

These findings demonstrate that the specific stoichiometry in Ti-Al-Fe alloys is crucial, as it can result in alloys with significantly different behaviors—ranging from higher hydrogen absorption capacity compared to TiFe to complete inability to absorb hydrogen.

35) De nouveaux biomatériaux à partir de coproduits naturels peu revalorisés en industrie

Lucie Dehon, Laura Chretien – Université Laval

La mission du Consortium de recherche sur les panneaux composites à base de bois (Corepan-Bois), créé en 2023, vise à contribuer à l'avancement de la recherche dans le domaine des panneaux composites à base de bois, ainsi qu'au support de l'industrie du bois de construction dans la transition écologique durable. Corepan-Bois travaille en collaboration mutuelle entre les organismes de recherche et les acteurs des milieux industriels et gouvernementaux. L'un des axes de recherche se concentre sur le développement de procédés de transformation et de produits innovants, permettant la réduction de composés petrosourcés, nocifs pour la santé et pour l'environnement. Les projets de recherche entrepris par les étudiants en maitrise et en doctorat du Consortium incluent les sujets suivants :

- La revalorisation des résidus résultant de nombreux procédés et transformations industriels et locaux, dans des domaines variés tels que l'industrie du bois de construction et l'industrie agroalimentaire. La recherche inclue le développement de nouveaux biomatériaux, tels que les adhésifs et latex biosourcés à partir de ces coproduits. Le potentiel des adhésifs biosourcés incluant des matières premières naturelles telles que les tannins, la lignine et les saccharides ou encore les protéines issues de coproduits sont investigués.
- L'amélioration de l'impact environnemental des adhésifs via le développement de procédés et traitements innovants permettant la réduction des émissions de composés nocifs, tels que le formaldéhyde, ainsi que l'implémentation de techniques optimales de recyclage des panneaux composites à base de bois.

Les projets de recherche du Consortium permettront aux industriels de la construction en bois au Canada de se positionner comme acteurs principaux de l'industrie dans la

transition écologique, durable et respectueuse de l'environnement et de la santé.

36) Bauxite residue as a promising material

Rhea Guha – ETS

Aluminum is one of Quebec's biggest exports and the material's demand is projected to increase with its increasing usage in renewable energy, satellite construction, and the building industry. Aluminum is processed from alumina, which is produced by the Bayer process. This process leaves a red, highly alkaline, and mineral-rich waste product termed as bauxite residue. This material, rich in iron, rare metals, and aluminosilicates, is currently stored in large embankments with a global stockpile of over four billion tons.

One of the proposed solutions is to bind the material, along with fly ash, calcium hydroxide, and sodium-based alkalis, into an alkali activated material. This creates a cementitious material that has applications as an adsorbent in wastewater treatment or as a construction material. The binding of bauxite residue also prevents the material from leaching its components and neutralizes its alkalinity. The material can be made porous with the addition of a pore-forming agent, such as hydrogen peroxide, which expands its applications as an adsorbent.

Industries working with wastewater treatment, effluent adsorption, and the construction industry might find this waste material as a promising alternative to conventional materials such as activated carbon and zeolites.

37) Développement d'une résine biosourcée pour les assemblages microélectroniques

Frédéric Banville – Université de Sherbrooke

Le développement durable est un enjeu central de la planification stratégique des industries, orientant les avancées technologiques vers des alternatives plus respectueuses de l'environnement. Couramment utilisées comme adhésifs dans l'encapsulation des composants électroniques pour leurs propriétés performantes, les résines époxy sont majoritairement synthétisées à partir de composés dérivés du pétrole.

Les résines époxy biosourcées offrent une alternative plus écoresponsable aux résines traditionnelles. Cependant, leur utilisation en microélectronique est freinée par des critères de performance très exigeants. En effet, les propriétés de ces résines sont encore peu explorées et nécessitent une évaluation approfondie. Ainsi, l'opportunité de proposer une alternative plus verte et moins toxique aux résines dérivées de composés pétroliers mérite d'être approfondie.

Ce projet a pour objectif d'évaluer la viabilité et l'impact des composés d'une résine époxy biosourcée, dérivée de la biomasse forestière, pour des assemblages microélectroniques. Les propriétés physicochimiques et mécaniques des mélanges époxy, synthétisés avec des durcisseurs écoresponsables, ont été analysées dans une étude préliminaire et comparées à celles d'époxy commerciales. Les résultats ont montré que la résine époxy biosourcée présente des performances comparables, notamment une forte adhésion, une dureté élevée et une bonne stabilité thermique.

38) Quantification de la structure de matériaux moléculaires

Myriam Lessard – Université de Montréal

Les verres moléculaires, des petites molécules organiques pouvant adopter une phase amorphe, sont des matériaux émergents dans plusieurs domaines tels que les industries alimentaire et pharmaceutique et l'optoélectronique. En effet, la phase amorphe possède des propriétés intéressantes qui sont absentes dans la phase cristalline, comme sa malléabilité, sa transparence et sa solubilité plus élevée. Cette phase de la matière est toutefois métastable et les verres moléculaires ont tendance à cristalliser à long terme. Dans ce contexte, le trempage (dip-coating) est une technique qui permettrait de préparer des films minces et ultraminces de verres moléculaires plus résistants à la cristallisation. Le trempage comporte plusieurs avantages par rapport à d'autres méthodes de dépôt de couches minces, tels que sa simplicité, sa versatilité et son faible coût, et permet d'avoir un bon contrôle sur l'épaisseur des films.

Dans ce travail, nous avons étudié la stabilité amorphe de films d'un verre connu pour être cinétiquement stable, possiblement grâce à des ponts H. Les films ont été préparés en vue d'obtenir différentes épaisseurs, soit en variant la vitesse de retrait du substrat, la volatilité du solvant et sa capacité à faire des ponts H ou interactions π-π avec le verre. L'application d'un modèle chimiométrique Purity sur les spectres infrarouges (IR) des films de verre a révélé une augmentation des ponts H avec l'épaisseur des films (de l'ordre du nanomètre), mesurée par ellipsométrie spectroscopique (SE), et l'atteinte d'un plateau aux épaisseurs élevées. Finalement, les solvants étudiés ont généré des résultats inattendus quant à la quantité de ponts H formés au sein des films de verre à épaisseur constante.

39) Utiliser du bois pour éteindre le feu : Fabrication d'un gel à base de filaments de cellulose pour la lutte contre les incendies

Maxime Parot – Université Laval

La fréquence et l'intensité croissante des feux de forêt sont apparues comme une conséquence importante du changement climatique, constituant de graves menaces pour les écosystèmes, la biodiversité et la sécurité humaine. Alors que le changement climatique continue d'accroître la vulnérabilité des forêts aux incendies, le besoin de solutions de lutte contre les incendies efficaces et durables n'a jamais été aussi urgent. Les méthodes actuelles de lutte contre les feux de forêt comprennent principalement l'utilisation de l'eau ou de produits ignifuges. L'utilisation de l'eau peut vite trouver ses limitations en termes d'efficacité tandis que les produits ignifuges, bien plus efficaces, peuvent avoir des effets néfastes sur l'environnement, contaminer le sol et les sources d'eau et nuire à la faune.

Dans ce projet novateur, la cellulose, qui représente environ 50 % de la masse du bois, est utilisée pour former un gel à base d'eau aux propriétés ignifuges. Enrichi en composés phosphorés et azotés, ce gel constitue une barrière efficace contre la propagation du feu. L'azote et le phosphore sont apportés sous forme de diammonium phosphate, un engrais largement utilisé en agriculture, ce qui permettrait une régénération accélérée des sols après un incendie.

Les essais au cône calorimètre révèlent des résultats prometteurs : ce gel réduit

considérablement la vitesse de propagation des flammes. Par ailleurs, l'ajout de lignine - constituant environ 20 % du bois - augmente significativement le taux de carbone résiduel du gel d'après les analyses thermogravimétriques. Cette couche de char résiduel offre une meilleure protection physique aux arbres lors de l'incendie.

Bien plus qu'un simple retardateur de flamme, ce gel innovant entièrement biodégradable, allie performance et respect de l'environnement. Il représente une alternative prometteuse aux produits nocifs traditionnellement utilisés dans la lutte contre les incendies, offrant une solution durable et écoresponsable.

40) High-throughput Design of New Superionic conductor Halide Materials for All-Solid-State Lithium Batteries

Pablo Roseiro – McGill

Solid electrolytes (SE) are developed as a key element in all-solid-state lithium batteries. Recently, studies have put forward halides as a promising family of SEs [1,2]. The main drawbacks of the best performing halides (e.g., Li3InCl6) are the high synthesis cost, the narrow electrochemical stability window, and the instability against lithium metal, motivating the need to develop better halides [2]. Exploring new materials using computational high-throughput screening have proven to be more efficient than the conventional trial-and-error approach, allowing the investigation of extensive chemical spaces, at a fraction of the time used experimentally [3].

In this work, we use machine learning and DFT to perform a high-throughput design of new halide materials. Using Li3InCl6 as structural framework, we explore a simple targeted chemical space to reduce cost and improve performances [2]. This short computational study focuses on 102 materials to showcase the efficiency of a high-throughput workflow and to introduce promising new halide SE candidates.

[1] M. Ma et al. Mater. Chem. Front. 7, 1268-1297 (2023).

[2] B. Tao et al. Chem. Sci. 14, 8693 (2023).

[3] C. Chen et al. J. Am. Chem. Soc. 146, 29, 20009-20018 (2024).

41) Influence du type de synergie entre les phases CC et C14 sur les propriétés d'hydrogénation des Alliages à Haute Entropie biphasés

Gregue Ceruthi Tsoumou – UQTR

Les Alliages à Haute Entropie (AHEs) constituent une nouvelle classe d'hydrures métalliques. La majorité de ces matériaux nécessitent un traitement préliminaire avant leur première hydrogénation à la température ambiante. Cependant, des études ont montré que les AHEs présentant une structure biphasée CC/C14 peuvent absorber l'hydrogène à température ambiante sans traitement préalable, une propriété attribuée à la synergie entre les phases. Cette étude se concentre sur l'analyse comparative des propriétés de première hydrogénation dans un AHE biphasé. Deux approches sont étudiées, l'une où les phases de l'alliage sont coulées ensemble, et l'autre où elles sont mélangées par broyage mécanique. Lorsque les phases CC et C14, de compositions respectives $Ti_{8.6}V_{51.1}Cr_{20.9}Ni_{2.5}Mn_{16.9}$ et $Ti_{24.1}Zr_{7.9}V_{18.8}Cr_{8.2}Ni_{18.6}Mn_{22.4}$, sont coulées ensemble, le système obtenu absorbe l'hydrogène à température ambiante, atteignant

une capacité de 1.9 % en poids en deux heures. Lorsque les deux phases sont mesurées séparément, aucune d'elles n'absorbe l'hydrogène. Lorsqu'elles sont mélangées par broyage mécanique, le nouveau système ainsi obtenu absorbe l'hydrogène à température ambiante, atteignant une capacité de 1.9 % en poids après 10 heures de réaction. La synergie entre les phases CC et C14, lorsqu'elles sont coulées ensemble, offre une meilleure cinétique d'hydrogénation. Cette étude apporte une nouvelle compréhension de l'influence du type de synergie entre deux phases sur les propriétés d'hydrogénation des systèmes biphasés.

42) Flexible Sensors for Real-Time Monitoring in Food Safety and Healthcare

Ahmad Al Shboul – ETS

This study presents the development and integration of flexible sensors into prototypes for two critical applications: food safety and healthcare. Both domains utilize advanced sensor technologies for real-time, non-invasive monitoring, addressing contemporary challenges in ensuring food freshness and advancing personalized health management.

Food Safety and Meat Freshness Monitoring

Food insecurity, exacerbated by significant food waste, highlights the urgent need for innovative solutions in food management. Intelligent packaging, equipped with integrated sensors, offers a transformative approach to monitoring meat freshness. Our lab-developed prototype incorporates advanced sensors (Figures 1A-C) to detect key environmental parameters,[1] including hydrogen sulfide (H2S) gas,[2,3] temperature,[4] and relative humidity (RH).[5] These sensors, fabricated using sustainable materials and innovative printing techniques such as aerosol jet and screen printing, exhibit exceptional sensitivity and stability under varying conditions.

Initial testing on both fresh and expired meat products validates the prototype's ability to detect spoilage indicators (Figure 1D). For example, the H2S sensor (Figure 1A), based on indium oxide nanoparticles (In2O3 NPs), reliably detects gas concentrations below 100 ppb. Similarly, the temperature (Figure 1B) and RH (Figure 1C) sensors demonstrate rapid responses to environmental changes, providing robust monitoring capabilities. Notably, tests on fresh chicken meat revealed distinct response patterns in all three sensors, correlating with different stages of spoilage. The system detected significant changes in gas and RH levels, underscoring its practical utility in the supply chain. Future research will focus on enhancing sensor longevity and stability to ensure reliable, long-term applications across various meat types and storage conditions.

Healthcare and Breath Analysis

Non-invasive diagnostic tools are increasingly crucial for improving patient outcomes. Breath analysis, a promising approach for early disease detection, benefits from monitoring exhaled biomarkers such as H2S gas, RH, and temperature. Our flexible sensor-enabled breath analysis prototype integrates (Figures 1E-F) cutting-edge sensors for real-time detection of these parameters. By analyzing variations in breath metrics among healthy individuals, this tool provides insights into hydration status, dietary influences, and potential health conditions.

The H2S sensor (Figure 1A), previously validated for its high sensitivity, demonstrated remarkable performance in distinguishing breath variations

linked to dietary intake. For instance, a participant following a ketogenic diet exhibited elevated H2S levels after consuming garlic and green onion, highlighting the impact of diet on volatile sulfur compound emissions. Similarly, temperature (Figure 1B) and RH (Figure 1C) sensors identified hydration needs and respiratory function, reinforcing their potential in clinical applications. Tests involving multiple volunteers revealed consistent baseline measurements, emphasizing the system's reliability and reproducibility.

Technological and Societal Implications, and Future Directions

Both prototypes represent significant advancements in sensor technology, emphasizing sustainability and innovation. The use of green graphene-based RH sensors, polystyrene-graphite temperature sensors, and In2O3 NPs-based H2S sensors aligns with environmental responsibility while enhancing performance. These devices embody a convergence of chemistry, materials science, and engineering, offering scalable solutions to pressing global challenges.

In food safety, the meat packaging prototype addresses supply chain inefficiencies, reduces waste, and ensures quality assurance, contributing to sustainable consumption practices. In healthcare, the breath analysis tool exemplifies the potential of personalized medicine, enabling early diagnosis and tailored treatment strategies. By bridging the gap between technology and real-world applications, these innovations pave the way for industry-wide transformations in both domains.

Ongoing research will focus on refining these prototypes for broader applicability. In food safety, efforts will concentrate on calibrating sensors for diverse environmental conditions, assessing material safety, and conducting large-scale tests in collaboration with industry partners. In healthcare, future work will aim to incorporate additional sensors for gases such as ammonia and nitrogen monoxide, enhancing diagnostic capabilities for various diseases. Cross-disciplinary partnerships with medical experts will further validate the breath analysis tool's clinical relevance.

Collectively, these advancements highlight the transformative potential of flexible sensor technology. By fostering interdisciplinary collaboration and sustainability, these innovations promise to reshape the landscapes of food safety and healthcare, delivering impactful solutions to global challenges.

1.Al Shboul, A.; Izquierdo, R. Wearable Sensor-Enabled Meat Packaging For Freshness Monitoring and Assurance. FLEPS 2024 - IEEE Int. Conf. Flex. Printable Sensors Syst. Proc. 2024, 1-4, doi:10.1109/FLEPS61194.2024.10603772.

2.Al Shboul, A.; Izquierdo, R. Copper-Based Pairs Modulation for High-Sensitivity H 2 S Detection in In 2 O 3 NPs Sensor. In Proceedings of the 2024 IEEE International Conference on Flexible and Printable Sensors and Systems (FLEPS); IEEE, June 30 2024; pp. 1-4.

3.Al Shboul, A.M.; Ketabi, M.; Mechael, S.S.; Nyayachavadi, A.; Rondeau-Gagné, S.; Izquierdo, R. Hydrogen Sulfide Gas Detection in Ppb Levels at Room Temperature with a Printed, Flexible, Disposable In 2 O 3 NPs-Based Sensor for IoT Food Packaging Applications. Adv. Mater. Technol. 2023, 8, 1-11, doi:10.1002/admt.202201086.

4.Al Shboul, A.M.; Ketabi, M; Ngai, J; Skaf, D; Rondeau-Gagn, S; Izquierdo, R. Fully Printed Flexible Polystyrene/Graphite-Based Temperature Sensor with Excellent Properties for Potential Smart Applications. ACS Omega 2025, doi:10.1021/acsomega.4c09548.

5. Ketabi, M.; Al Shboul, A.; Mahinnezhad, S.; Izquierdo, R. Aerosol-Jet Printing of Flexible Green Graphene Humidity Sensors for IoT Applications. In Proceedings of the 2021 IEEE Sensors; IEEE, October 31 2021; pp. 1-4.