



Colloque annuel du CERMA 2023

2 Mars 2023

Comité étudiant du CERMA

CERMA
centre de recherche
sur les matériaux avancés

Bienvenue au 12^e Colloque annuel du CERMA

Le comité étudiant du CERMA de l'Université Laval est fier de vous accueillir à cette édition 2023 du Colloque annuel du CERMA à l'hôtel Château Laurier à Québec. Nous sommes heureux.euses de vous retrouver en présentiel autour du thème intitulé « DU PUBLIC AU PRIVÉ ».

La journée sera bien remplie, en recevant à la fois des acteurs du public et du privé. Nous avons également l'honneur de recevoir parmi nous Mme Eugénie Brouillet, Vice rectrice à la recherche, à la création et à l'innovation. Nous commencerons la programmation par une présentation de Mme Josyane Turgeon, conseillère principale entrepreneuriat chez 2 Degrés, incubateur en environnement et en technologies propres. Puis, nous accueillerons M. Pierre Des Lierres, directeur du développement des affaires de l'entreprise WattByWatt, spécialisée en énergie renouvelable, Mme Mélissa Dumartin et M. Nadim Noujeim du cabinet ROBIC, qui offrent des services en propriété intellectuelle, et M. Simon Chouinard, directeur général d'Entrepreneuriat Laval. Ensuite, ces divers acteurs participeront à une table ronde pour discuter des enjeux entre le public et le privé ainsi que ceux de la propriété intellectuelle. La modération sera réalisée par M. Cédric Prince, directeur principal des initiatives stratégiques et directeur Bureau de Québec chez Axelys. Nous accueillerons également des présentations étudiantes à l'oral puis par affiche lors du cocktail réseautage. C'est ici l'occasion pour les étudiant.e.s du CERMA de présenter leurs projets et d'augmenter leur visibilité. De super prix seront aussi remis aux gagnant.e.s.

Nous vous souhaitons une excellente journée et un bon colloque 2023 !

L'équipe du Comité étudiant du CERMA



Commanditaires

Platine

GENERAL DYNAMICS

Produits de défense et Systèmes tactiques–Canada



Argent



Bronze



Faculté des sciences et de génie



Programmation et horaire de la journée

AVANT-MIDI

8h45	Mot d'ouverture	<u>Thierry LEFÈVRE (CERMA)</u> & <u>Eugénie BROUILLET</u>
9h00	Présentation <u>2 Degrés</u>	<u>Josyane TURGEON</u>
9h30	Présentation <u>WattByWatt</u>	<u>Pierre DES LIERRES</u>
10h00	<i>Pause</i>	
10h20	Présentations orales	<u>Étudiant.e.s du CERMA</u>
11h05	Posters express	<u>Étudiant.e.s du CERMA</u>
11h30	<i>Pause dîner</i>	

APRÈS-MIDI

13h00	Présentation <u>ROBIC</u>	<u>Mélissa DUMARTIN &</u> <u>Nadim NOUJEM</u>
13h30	Présentation de l'<u>Entrepreneuriat</u> <u>ULaval</u>	<u>Simon CHOUINARD</u>
14h00	Présentations orales	<u>Étudiant.e.s du CERMA</u>
14h30	<i>Pause</i>	
15h00	Table ronde « du public au privé »	<u>Modérateur :</u> <u>Cédric PRINCE</u>
16h45	Mot de clôture	<u>Anthony JOLLY (CERMA)</u>
17h00	Présentations par affiche & Cocktail réseautage	<u>Étudiant.e.s du CERMA &</u> <u>Kiosques commanditaires</u>
18h45	Remises des prix	<u>Anthony JOLLY (CERMA) &</u> <u>Commanditaires</u>

Présentations des entreprises (table ronde)

2 Degrés (représentant.e. : Josyane Turgeon, Conseillère principale entrepreneuriat)

2 Degrés a pour mission d'accompagner, structurer et propulser le développement des technologies propres dans un objectif de réduction de l'empreinte carbone des activités économiques du Québec et de création de richesses durables. Il vise à positionner le Québec comme un leader au niveau mondial en ce qui a trait au développement de technologies propres — un vecteur d'impact et de croissance économique — à travers l'émergence de nouvelles entreprises innovantes, prospères et durables. Lien web : [2Degrés](#)



WattbyWatt (représentant.e. : Pierre Des Lierres, Directeur du développement des affaires)

WattByWatt propose des solutions complètes pour la production, le stockage et la gestion des énergies renouvelables. Son équipe est dédiée à fournir des moyens de produire une énergie efficace et fiable avec une empreinte environnementale minimale. Des appareils électroniques aux installations de production d'énergie, la même vision et les mêmes valeurs animent l'engagement de WattByWatt. Lien web : [WattByWatt](#)



ROBIC (représentant.e.s : Mélissa Dumartin, Ph.D. chimie et Conseillère technique en brevets & Nadim Noujeim, Ph.D. chimie et Agent de brevets, associé)

ROBIC possède une expertise incontestable dans tous les aspects de la propriété intellectuelle et du droit des affaires au Canada, notamment dans les domaines des affaires réglementaires, des brevets, du dessin industriel, du droit d'auteur, du droit des affaires, des litiges, des marques de commerce et des technologies émergentes. Son objectif premier est de trouver des solutions pratiques, créer des stratégies innovantes et pragmatiques et répondre aux besoins juridiques et commerciaux de ses clients afin de bien protéger leurs actifs intangibles et optimiser leurs chances de réussite. Lien web : [ROBIC](#)



Entrepreneuriat Laval (représentant.e. : Simon Chouinard, Directeur général, Entrepreneuriat Laval de l'Université Laval)

Entrepreneuriat Laval est un incubateur d'entreprises responsables à l'Université Laval. Il propose des programmes d'accompagnement personnalisés et spécialisés aux entrepreneurs et entrepreneuses de la communauté universitaire. Grâce à ses formatrices et formateurs de son réseau d'experts, Entrepreneuriat Laval offre des ateliers de perfectionnement et aide à la recherche de financement. Lien web :

[Entrepreneuriat ULaval](#)



Axelys (représentant.e. : Cédric Prince, Directeur principal des initiatives stratégiques et Directeur Bureau de Québec ; Modérateur de la table ronde)

Axelys est une organisation à but non lucratif dont la mission est de contribuer à la prospérité économique et sociale du Québec en accélérant le développement et le transfert d'innovations à haut potentiel issues de la recherche publique. Elle offre des services-conseils et d'accompagnement en développement, en gestion de la propriété intellectuelle et en transfert de l'innovation aux établissements de recherche publics du Québec. Elle contribue notamment à la création d'entreprises scientifiques issues de la recherche publique. Lien web : [Axelys](#)



Présentations orales des étudiant.e.s

HORAIRE	PRÉSENTATEURS et PRÉSENTATRICES	TITRE de la PRÉSENTATION
10h20	Thomas Lemieux	Des détecteurs de température imprimables pour contrer le gaspillage de nourriture
10h35	Kalvin Durand	Un concept de bioraffinerie : du riz aux nano objets
10h50	Vijay K. Jayswal	Synthesis of fluorescent carbon nanoparticles by dispersion polymerization of acetylene for optoelectronic applications
14h00	Catherine Beaumont	Les polymères conjugués au service du consommateur
14h15	Raynard Christianson Sanito	Highly durable anti-fogging coating resistance of glass: A treatment via dielectric barrier discharges plasma reactor

Présentations orales des étudiant.e.s

Des détecteurs de température imprimables pour contrer le gaspillage de nourriture

Thomas Lemieux (2^e cycle)

Direction : Mario Leclerc

Les capteurs électroniques sont utilisés dans une grande variété de domaines afin de répondre à différents besoins dans notre société. Le développement d'une étiquette « intelligente » permettrait la trace efficace, en temps réel, de produits alimentaires sensibles. Cela assurerait l'intégrité de la chaîne de froid afin de préserver la salubrité et la qualité gustative des aliments. Au cours des dernières années, notre laboratoire a développé des polymères conducteurs pouvant être utilisés dans les détecteurs de température. Ces matériaux sont solubles dans l'eau, ce qui permet leur mise en solution et leur impression. Les détecteurs, développés par l'Institut National d'Optique, sont actuellement imprimés par jet d'encre sur substrat flexible. Cependant, afin de produire ces détecteurs à grande échelle et d'éventuellement les amener sur le marché, l'utilisation d'autres méthodes d'impression, telle que la flexographie, sera nécessaire. Cette méthode permettrait une mise à l'échelle de la production, puisqu'elle est plus rapide que le jet d'encre. Ainsi, mon projet de maîtrise vise à développer une synthèse à plus grande échelle des polymères conducteurs et d'imprimer les détecteurs par flexographie. L'optimisation et la formulation des encres sera essentielle pour permettre un passage harmonieux entre les deux méthodes d'impression.

Présentations orales des étudiant.e.s

Un concept de bioraffinerie : du riz aux nano objets

Kalvin Durand (3^e cycle)

Direction : Tatjana Stevanovic

Dans le contexte actuel de transition d'une société pétro-dépendante vers une société bio-basée, les ressources forestières représentent une alternative idéale, car elles sont une source importante de lignine et de cellulose, des biopolymères susceptibles de remplacer des produits pétro-sourcés. La culture du riz produit chaque année plus de 137 millions de tonnes de balle de riz, un résidu lignocellulosique aux faibles propriétés nutritives, mais ayant une grande concentration en silice et presque imputrescible rendant son utilisation difficile. Ces propriétés en font un candidat idéal pour la production de cellulose, d'hémicelluloses et de lignines ; des biopolymères aussi retrouvés dans le bois. Ces matériaux peuvent ensuite être transformés en matériaux à haute valeur ajoutée. L'approche adoptée dans ce projet de recherche est un concept de bioraffinerie adapté à un agro-déchets. Après analyse de sa composition, une hydrolyse acide est d'abord réalisée pour convertir le xylane de cet agro-déchets en xylose. Le résidu solide restant après l'élimination du xylane est ensuite transformé par un procédé organosolv catalytique breveté en pâte cellulosique et en lignine organosolv.

Le procédé de mise en pâte a été optimisé et les différents paramètres évalués lors processus étaient : le temps et la température d'extraction, le rapport masse de matériau/volume de solvant, la composition du solvant et la concentration en catalyseur. En utilisant une méthode électrospray, la lignine isolée a ensuite été transformée en nanoparticules de forme sphérique ayant un diamètre de 104 ± 24 nm avec un potentiel Zeta de $-31,1 \pm 2,3$ mV. Ces nanoparticules sont donc des candidates pour diverses applications comme la production de divers composites à base de polymère

Les nanoparticules de lignines produites, seules ou associées à d'autres polymères, pourront être utilisées dans des matériaux composites comme sources de molécules antioxydantes et de protection contre les rayons UV et les bactéries.

Présentations orales des étudiant.e.s

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

Vijay K. Jayswal (3^e cycle)

Direction : Jean-François Morin

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

Présentations orales des étudiant.e.s

Les polymères conjugués au service du consommateur !

Catherine Beaumont (3^e cycle)

Direction : Mario Leclerc

Dans un futur proche, les avancées scientifiques et technologiques en sciences des matériaux permettront de développer différentes solutions afin d'améliorer notre quotidien. Parmi ces avancées, le domaine de l'emballage intelligent devrait bientôt permettre d'apposer, sur les emballages des produits périssables, des dispositifs mesurant la température, l'humidité et les vibrations auxquelles le produit est exposé. Ce dispositif permettra d'assurer la bonne conservation du produit jusqu'à son achat par le consommateur. Cependant, les appareils et les dispositifs produits présentement utilisent des métaux conducteurs tels que l'argent, l'or ou le cuivre dans les circuits imprimés. Le rejet de ces métaux dans l'environnement apporte une problématique de taille : les e-déchets. En 2020, sur les 54 Mt rejetés, seulement 17% des e-déchets ont pu être recyclés, c'est pourquoi il est pour l'instant impossible d'envisager une production massive de dispositifs pour l'emballage intelligent, de façon consciencieuse de l'environnement.

L'une des alternatives intéressantes pour pallier l'utilisation des métaux dans les circuits imprimés est l'électronique organique. En effet, l'utilisation de polymères conjugués et conducteurs pourrait permettre de produire les dispositifs intelligents à partir de matériaux dégradables. Ce projet vise à développer une nouvelle génération de polymères conducteurs autodopés. Ceux-ci doivent être solubles dans l'eau, imprimables et conducteurs. Les polymères développés sont ensuite testés comme détecteurs de températures imprimables, en collaboration avec l'Institut national d'optique (INO).

Présentations orales des étudiant.e.s

Highly durable anti-fogging coating resistance of glass: A treatment via dielectric barrier discharges plasma reactor

Raynard Christianson Sanito (postdoctorant) Direction : Gaétan Laroche

Fogging occurs because of the water vapor condenses on a solid surface during the fall of temperature under the dew point where the air and water vapor exist. In medical procedures, it obstructs the glass of endoscopes camera. As a result, it causes difficulties during surgery. The purpose of this study is to create a highly durable anti-fogging coating with specific precursors on the surface of the glass via dielectric barrier discharges (DBD) plasma reactor. This study shows that coating on the surface of glass successfully prevents the fogging. The American Society for Testing and Materials (ASTM) fog-test indicated that more than 96% of transmittance can be obtained after 30 s exposure to 50°C fog of glass from the DBD treatment. Moreover, a wet aging test confirmed that the value is more than 80% of transmittance after 30 s with the variation of temperatures, ranging from 38°C-80°C. Hot-Fog test confirmed 100% of transmittance, representing the maintain of antifogging. Lastly, abrasion washing has no significant impact on the antifogging because of the transmittance value is more than 83%==82.98 in 9 cycles, confirming the resistance of materials. The use of DBD is thus recommended to modify the surface of the glass as a highly durable anti-fogging coating resistance for medical applications.

Présentations par affiche des étudiant.e.s

17h00 – 18h45

NUMÉRO du POSTER	PRÉSENTATEURS et PRÉSENTATRICES	TITRE de la PRÉSENTATION
1	Louis-Philippe Boivin	Biosourced Vanillin-Based Building Blocks for Organic Electronic Materials
2	Samila Leon Chaviano	Contrast-enhanced Alginate Microbeads for MRI Tracking of Encapsulated Islet Implants
3	Tristan Marcoux St-Pierre	De bleu à transparent : une histoire de polymères conducteurs
4	Fabiola Alcalde Garcia	Desorption strategies and reusability of biopolymeric adsorbents and hydrogel composites for water decontamination
5	Souheib Zekraoui	Development of radiopaque PEEK filaments for 3D printing of ocular brachytherapy implants
6	Amrita Dikpati	Evaluating stability of nanomedicines using a novel method informs on their in vivo performance
7	Leon Torres de Oliveira	Every breath you take: a microfluidics CO2 sensor development
8	Alex Destrieux	Evolution of the electrical properties of an atmospheric pressure dielectric barrier discharge for fluoropolymer surface treatment over long-time operation
9	Ayoub Tanji	L'étude des mécanismes de passivation des alliages à haute entropie dans des solutions physiologique artificielles
10	Masoud Dadras Chomachayi	Modification hydrophobe de microfibras de cellulose pour des applications de barrière à la vapeur d'eau

Présentations par affiche des étudiant.e.s

17h00 – 18h45

NUMÉRO du POSTER	PRÉSENTATEURS et PRÉSENTATRICES	TITRE de la PRÉSENTATION
11	Cloé Maranda	Quantification et caractérisation de la mucoadhésion des nanoparticules d'or utilisées en tant que vecteurs de médicaments
12	Gabriela Arias Garcia	Réactions d'oxydation sur des analogues lourds du benzène, arsabenzène et phosphabenzène
13	Carlos Maranje	Self-assembled gold nanorings with tunable optical properties. Synthesis, characterization and optimization
14	Gym Clerc Lentsolo Yalli	Synthèse des nanolatex pénétrants pour le développement des teintures durables pour le bois exposé aux intempéries
15	Maxime Parot	Utilisation du bois pour la synthèse de fibre de carbone
16	William Dupont	Vanillin-Based Materials for Organic Electronic Devices
17	Mahdokht Akbari Taemeh	Optimization of the dosimetric hydrogel formulation for low dose rate brachytherapy

Présentations par affiche des étudiant.e.s

Biosourced Vanillin-Based Building Blocks for Organic Electronic Materials

Louis-Philippe Boivin (3^e cycle)

Direction : Mario Leclerc

Forest biomass is considered the main source of renewable organic carbons. This resource is already used for many industrial applications, but huge quantities of biomass are still trashed and burned, while it could be used. Lignin (one of the main components of biomass) can be treated with different chemical process to yield a wide range of useful organic molecules like vanillin and many others. In our work, we use vanillin as a starting point for the synthesis of many new monomers bearing different heterocycles. Those monomers can then be used for the synthesis of π -conjugated polymer for different application in organic electronic.

Présentations par affiche des étudiant.e.s

Contrast-enhanced Alginate Microbeads for MRI Tracking of Encapsulated Islet Implants

Samila Leon Chaviano (3^e cycle)

Direction : Marc-André Fortin

Introduction: Encapsulation of pancreatic islets within hydrogels is being investigated to protect the cells from the immune system for type-1 diabetes therapy. However, when the cells are implanted in vivo, it is essential to develop strategies to monitor them. MRI is an attractive imaging modality to visualize soft tissues at anatomical resolution, but it is necessary to incorporate a contrast agent. Recently, ultrasmall superparamagnetic iron oxide nanoparticles (USPION) constitute an excellent alternative to gadolinium-based compounds as “positive” contrast agent for enhancing the signal in T1-weighted MRI. Objective: This study aims to develop and demonstrate the retention of PEG-stabilized USPION within alginate microbeads for in vivo MRI follow-up of encapsulated pancreatic β -cells. Materials & Methods: The synthesis of PEG-stabilized USPION was carried out through the thermal decomposition of iron-oleate complex followed by phosphate-PEG(5K)-COOH ligand exchange. The physicochemical and magnetic characterization was done by using DLS, TEM, FTIR, TGA and NMR relaxometer. Nanoparticle-containing alginate microbeads were obtained by an emulsification (water-mineral oil) and internal gelation process (triggered by acetic acid). The nanoparticle’s retention was assessed by relaxivity measurements and T1-weighted MRI. Results: USPION-PEG were successfully synthesized with a size less than 5 nm required to be an effective positive contrast (TEM: 4.8 ± 0.6 nm, DLS: 35 ± 4 nm); which was confirmed by the relaxivity ratio ($r_2/r_1=3.4$). The presence of PEG ligand at the surface of the iron oxide core after the ligand exchange was confirmed by FTIR and TGA. Nanoparticles were retained within the alginate microbeads for 3 months and the microbeads were visible in T1-weighted images with a good contrast. Conclusion: The synthesized PEG-coated USPION demonstrated to provide a positive contrast to alginate microbeads for T1-weighted MRI. Overall, this study demonstrated preliminarily that the obtained MRI contrast-enhanced alginate microbeads could help monitor the outcomes of pancreatic islets transplantation in type-1 diabetes therapy.

Présentations par affiche des étudiant.e.s

De bleu à transparent : une histoire de polymères conducteurs

Tristan Marcoux St-Pierre (2^e cycle)

Direction : Mario Leclerc

La demande croissante de nombreux capteurs et de différents appareils électroniques constituant l'internet des objets a favorisé l'essor de l'électronique imprimée. Actuellement, les encres conductrices communes sont majoritairement composées de nanoparticules de métaux conducteurs comme l'argent, l'or ou le cuivre. Cependant, la toxicité et l'impact environnemental leur étant attribués ont déclenché un engouement pour le développement de matériaux alternatifs. En plus de leur légèreté et leur flexibilité, les polymères conducteurs π -conjugués allient les propriétés des thermoplastiques à celles des métaux.

Ce projet consiste à exploiter la nature unique de l'azulène, une molécule conjuguée, afin de concevoir différents polymères π -conjugués pour des applications en électronique imprimée. Dans la grande famille des hydrocarbures aromatiques polycyclique (HAP), l'azulène se démarque de ses paires majoritairement incolores en étant d'un bleu très prononcé. En introduisant l'azulène dans des polymères, il est possible de tirer profit de son caractère donneur-accepteur lui donnant sa couleur bleue pour moduler les propriétés optoélectroniques des polymères résultants. Afin de comprendre certaines subtilités liées à l'azulène, des méthodes computationnelles ont été utilisées pour modéliser les propriétés optoélectroniques des polymères. Ultimement, l'objectif est de synthétiser des polymères à la fois conducteurs et transparents à partir d'azulène pour les utiliser comme électrodes transparents dans différents dispositifs, tels que les écrans tactiles de nos téléphones.

Présentations par affiche des étudiant.e.s

Desorption strategies and reusability of bio-polymeric adsorbents and hydrogel composites for water decontamination

Fabiola Alcalde Garcia (3^e cycle)

Direction : Marie Josée Dumont

Adsorption is a promising technique for the removal of persistent contaminants since it is a relatively cheap process with low energy requirements and does not produce secondary contamination. However, as these materials are often single-use, the constant requirement for synthesis of new adsorbents limits their use and increases the cost for large scale applications. Therefore, the reusability of adsorbent materials is a key characteristic to consider. To be reused, the adsorbent should be regenerated by a desorption step without compromising the chemical and physical stability of the matrix. The efficiency of these methods depends greatly on the chemical characteristics of the contaminants, the nature of the adsorbents, and the adsorption mechanisms responsible for the adsorbent/adsorbate interactions. Regeneration strategies present different efficiencies as well as specific advantages and drawbacks that need to be considered to select the most suitable method. This review focuses on the desorption strategies used for the regeneration of bio-based hydrogels and hydrogel composites. Therefore, this review provides an overview of the most common chemical and physical methods, including the use of desorption agents, photochemical regeneration, CO₂ bubbling, as well as thermal and ultrasonic treatments.

Présentations par affiche des étudiant.e.s

Development of radiopaque PEEK filaments for 3D printing of ocular brachytherapy implants

Souheib Zekraoui (3^e cycle)

Direction : Marc-André Fortin

Introduction: Uveal melanoma (UM) is the most common type of eye cancer in adults, and episcleral plaque brachytherapy (EPB) is the gold standard to treat this cancer. However, episcleral plaques are available in limited geometries, that do not consider the specific anatomy of a patient. As a result, there is often a poor conformity between dose patterns and tumor contours, leading to side effects on the healthy tissues (e.g., damages to the optical nerve). Episcleral plaques made by additive manufacturing (3D printing) with biocompatible polyether ether ketone (PEEK), could improve the precision of the treatment. To enable this, PEEK filaments must be produced by extrusion, including certain additives (metallic microparticles), prior to their insertion in the 3D printer. Typically, an EP contains a ¹²⁵I photon emitter ($E = 28 \text{ keV}$), and 99% of the photons must be blocked by the radiopaque PEEK. The amount of additives directly influences the filament mechanical characteristic. In this context, it is essential to investigate the most promising additives to incorporate into PEEK filaments.

Materials & Methods: In this project, seven radiopaque additives were considered, namely bismuth oxide, gold, tungsten, tantalum, palladium, tin and silver. The expected attenuation coefficients of these additives were determined using the NIST XCOM tool.

Results: The highest photon attenuation was found with silver and palladium, in the energy range of 20-30 KeV. Tungsten, tantalum, and gold have similar shielding capabilities due to their high density. Both tungsten and silver were chosen for the extrusion of radiopaque filaments due to their relatively low concentration and cost.

Conclusion: In this study, radiopaque additives were investigated and selected to be incorporated into PEEK for the extrusion of a radiopaque filaments. Future work aims to extrude radiopaque PEEK filaments containing W or Ag additives as well as to evaluate their printability and shielding efficiency.

Présentations par affiche des étudiant.e.s

Evaluating stability of nanomedicines using a novel method informs on their in vivo performance

Amrita Dikpati (3^e cycle)

Direction : Nicolas Bertrand

PROBLEM: Regulatory agencies recommend assessing the stability and biodegradation of polymeric nanoparticles during the preclinical phases of drug product development. There is a need for developing methods that can measure the in vitro stability of nanoparticles to anticipate their performance in vivo and ascertain their efficacy and safety as nanomedicines.

HYPOTHESIS: SERP (Size Exclusion of Radioactive Polymers) technique can measure stability of polymeric nanoparticles that traditional characterization techniques like DLS (Dynamic Light Scattering) cannot.

OBJECTIVE: To evaluate the suitability of SERP (Size Exclusion of Radioactive Polymers) technique for measuring the in vitro stability and in vivo biodegradability of model PLGA-PEG (poly(-lactic-co-glycolic acid)-b-poly(ethylene glycol)) nanoparticles.

METHODOLOGY: [¹⁴C] labeled PLGA-PEG nanoparticles were degraded under controlled conditions in vitro. Kinetic modelling (Arrhenius's model) was applied to predict the stability of nanoparticles in different temperature conditions. The in vivo pharmacokinetic performance of the degraded nanoparticles (blank and drug containing) in Wistar rats was compared to in vitro degradation measured via SERP.

RESULTS: Different formulations of PLGA-PEG nanoparticles (with and without drugs) degraded faster when suspended in phosphate buffer compared to water. As compared to DLS, the evaluations of in vitro stability done via SERP were similar to their pharmacokinetic behavior in vivo. Storage stability of nanomedicines has a direct effect on their in vivo therapeutic efficacy.

CONCLUSION: SERP is more sensitive than DLS to monitor in vitro degradation of a library of polymeric nanoparticles under different conditions. SERP can measure the in vitro stability of polymeric nanoparticles which can predict their in vivo performance.

Présentations par affiche des étudiant.e.s

Every breath you take: a microfluidics CO₂ sensor development

Leon Torres de Oliveira (3^e cycle)

Direction : Jesse Greener

CO₂ detection and monitoring in microfluidic applications can be challenging in applications in which the goal is to monitor it in dissolved form, mainly due to low concentrations and its equilibrium with carbonic acid. This work aims to develop a spectroscopy-based CO₂ sensor that can circumvent these issues while providing real-time information about CO₂ levels in-flow. The sensor is an ensemble of an attenuated total reflection element (ATR) for Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) measurements coated with a composite polymer-adsorbent micron-thin membrane, which allows for removal of undesirable peaks from detection while allowing for CO₂ accumulation in the detection range. This sensor presents a flexible design and is currently tailored towards microbial respirometry and reaction monitoring.

Présentations par affiche des étudiant.e.s

Evolution of the electrical properties of an atmospheric pressure dielectric barrier discharge for fluoropolymer surface treatment over long-time operation

Alex Destrieux (3^e cycle)

Direction : Gaétan Laroche

Atmospheric pressure dielectric barrier discharges (APDBD) are recently gaining a lot of interest for several applications due to the varieties of non-equilibrium regimes that can be produced. The possibility to operate APDBDs at room temperature make them suitable for surface modification of different thermosensitive materials such as polymers. Compared to low pressure plasmas, where expensive pumping system and closed environment limit the amount of material that can be treated, atmospheric pressure systems enable in-line modifications and are more suitable for industrial applications.

The physical phenomena as well as the chemistry occurring in APDBD are very sensitive to the gas composition, the electrodes' geometry, or the electrical excitation used. This strongly affects the surface modifications of the plasma-treated materials and highlights the importance to gain more insight, with different diagnostics, in the physical phenomena of the discharge.

One of the diagnostics widely employed for plasma characterization at atmospheric pressure is the electrical measurements. Electrical signals such as the applied voltage, the current or the charge flowing through the discharge enable to retrieve the dissipated power or the capacitances of the system. In this work, the longtime operation of an APDBD in nitrogen is investigated by using electrical diagnostics. Results show that, over long-time treatment, no modification of the power is observed. However, modification of several electrical quantities, such as the breakdown voltage, the current, the deposited charge, the gas voltage or the capacitances of the system evolve over time. This suggests that the plasma properties are changing, which can lead to a different treatment of the substrate, effect that is not desirable for any industrial application.

Présentations par affiche des étudiant.e.s

L'étude des mécanismes de passivation des alliages à haute entropie dans des solutions physiologique artificielles

Ayoub tanji (3^e cycle)

Direction : Hendra Hermawan

Dans ce travail, nous visons à révéler les mécanismes qui régissent les processus de passivation de deux HEA , $\text{Al}_{20}\text{Cr}_5\text{Fe}_{50}\text{Mn}_{20}\text{Ti}_5$ et $\text{Al}_{17}\text{Cr}_{23.26}\text{Fe}_{23.26}\text{Co}_{23.26}\text{Ni}_{23.26}$, dans une solution de Hanks à 37°C, sur la base d'analyses combinées des données obtenues à partir de tests électrochimiques (polarisation potentiodynamique, polarisation potentiodynamique cyclique, spectroscopie d'impédance électrochimique et test de polarisation potentiostatique). En révélant les caractéristiques du film passif dépendant de la microstructure par des études de modélisation complémentaires (champ électrique, dissolution anodique et croissance du film ainsi que les modèles de défauts ponctuels), qui démontrent le processus de contrôle pendant la passivation et la corrosion localisée. Nous avons constaté que l' $\text{Al}_{17}\text{Cr}_{23.26}\text{Fe}_{23.26}\text{Co}_{23.26}\text{Ni}_{23.26}$ possède une résistance à la corrosion plus élevée que l' $\text{Al}_{20}\text{Cr}_5\text{Fe}_{50}\text{Mn}_{20}\text{Ti}_5$ en raison de son homogénéité microstructurale et de la formation d'un film passif de type p conduisant à une faible concentration de lacunes et à une conductivité ionique limitée, tandis que l' $\text{Al}_{20}\text{Cr}_5\text{Fe}_{50}\text{Mn}_{20}\text{Ti}_5$ possède un film passif de type n qui favorise l'adsorption des ions chlorure.

Présentations par affiche des étudiant.e.s

Modification hydrophobe de microfibras de cellulose pour des applications de barrière à la vapeur d'eau

Masoud Dadras Chomachayi (3^e cycle)

Direction : Pierre Blanchet

Un pare-vapeur est généralement une feuille de plastique ou d'aluminium qui empêche la migration de l'humidité à travers les murs, les planchers, les plafonds ou le toit, empêchant sa condensation et la formation de moisissures, de la pourriture du bois et la détérioration des matériaux de construction. Dans un climat froid, les pare-vapeur doivent être installés du côté chaud de l'isolation. La présente étude vise à développer des composites bois-plastique entièrement biosourcés présentant des propriétés de barrière pour les applications d'enveloppe de bâtiment.

Présentations par affiche des étudiant.e.s

Quantification et caractérisation de la mucoadhésion des nanoparticules d'or utilisées en tant que vecteurs de médicament

Cloé Maranda (2^e cycle)

Direction : Elodie Boisselier

PROBLÉMATIQUE : La majorité des médicaments utilisés pour traiter les maladies de l'œil est administrée à l'aide de gouttes oculaires. Cependant, l'œil est équipé de plusieurs barrières physiologiques permettant la protection de ses tissus contre les poussières, virus, pathogènes et autres molécules qui peuvent se présenter à sa surface. Lorsqu'une goutte médicamenteuse est administrée, moins de 0,02% des molécules actives rejoindront leur site d'action si celui-ci se situe dans la partie antérieure de l'œil. Il est donc essentiel de développer des vecteurs de médicaments mucoadhésifs pour augmenter le temps de rétention des médicaments à la surface de l'œil et donc leur efficacité. Le laboratoire d'accueil pour ma maîtrise a démontré pour la première fois le caractère mucoadhésif des nanoparticules d'or (AuNPs). Mon projet de recherche repose donc sur l'hypothèse qu'il est possible de moduler les propriétés mucoadhésives selon les différents types de nanoparticules. **OBJECTIFS :** Mon objectif général est de caractériser la mucoadhésion de différents types de nanoparticules et d'étudier l'influence de la présence de médicaments encapsulés sur ces propriétés, afin d'optimiser les vecteurs de médicaments pour différentes muqueuses cibles. **MÉTHODES :** La mucoadhésion des nanoparticules est caractérisée par différents protocoles de colorimétrie, de spectroscopie UV-visible et de fluorescence. Les médicaments ciblés sont le kétorolac et le flurbiprofène, encapsulés à différents ratios (AuNPs : médicament) afin d'observer l'influence de ces médicaments sur la mucoadhésion. **RÉSULTATS :** La méthode de colorimétrie révèle une interaction entre les AuNPs et les mucines. Le caractère mucoadhésif des AuNPs avec du kétorolac encapsulé est plus grand que celui des AuNPs avec du flurbiprofène encapsulé. **CONCLUSION :** Les nanoparticules d'or ultrastables interagissent différemment avec les mucines selon si elles contiennent des médicaments encapsulés ou non. Il est donc possible de moduler leurs propriétés mucoadhésives selon les conditions expérimentales choisies.

Présentations par affiche des étudiant.e.s

Réactions d'oxydation sur des analogues lourds du benzène, arsabenzène et phosphabenzène

Gabriela Arias Garcia (2^e cycle)

Direction : Bélanger-Chabot

Les groupements fonctionnels oxydants à base d'azote et oxygène tels que les nitro, nitrite, nitroso et nitrate ont été largement étudiés car ils ont tendance à conférer des propriétés fascinantes aux molécules qui les contiennent. En particulier, lorsqu'ils sont présents dans des molécules aromatiques comme le benzène, celles-ci montrent des propriétés optoélectroniques intéressantes (optique non-linéaire). Ces composés ont également d'autres propriétés qui rendent possible leur application dans des domaines très variés, comme la chimie des explosifs, l'industrie pharmaceutique, des pigments, et en synthèse organique. D'autre part, le fait que même présentant des hétéroatomes si différents du carbone, les hétérobenzènes "lourds" du groupe 15, arsabenzène et phosphabenzène, conservent un certain degré d'aromaticité, a retenu l'attention des chercheurs depuis longtemps. Ce caractère aromatique donne aux benzènes "lourds" une réactivité rappelant celle du benzène mais qui est toutefois fortement modulée.

Malgré l'intérêt que représentent ces analogues "lourds" du benzène et la grande utilité des groupements fonctionnels oxydants, jusqu'à présent, il n'existe que très peu de développement de la chimie de ces structures combinées. Les raisons fondamentales pour cette rareté d'exemples est la tendance à l'oxydation (à un ou deux électrons) des éléments du groupe 15, en addition de la propriété oxophile de l'atome de P.

Ces problèmes indiquent des restrictions importantes dans l'exploration de la chimie des groupements oxydants avec ces éléments, et c'est précisément ce défi qui nous rend extrêmement curieux d'apprendre et de développer la chimie de ces molécules fascinantes.

Dans ce travail, nous parlerons de la synthèse de quatre précurseurs analogues "lourds" du benzène, ainsi que des progrès dans les réactions d'introduction de groupements oxydants de type NO_x. Nous parlerons aussi d'autres types de réactions qui permettront de mieux connaître la chimie des analogues "lourds" du benzène, arsa- et phosphabenzène.

Présentations par affiche des étudiant.e.s

Self-assembled gold nanorings with tunable optical properties. Synthesis, characterization and optimization

Carlos Maranje (2^e cycle)

Direction : Anna Ritcey

Noble metal nanoparticles have been extensively studied because of the ease of their synthesis and the diverse relationship structure – properties they have. Specifically, optical properties can be tuned by modifying the nanoparticle composition, size and shape. Gold nanoparticles (AuNPs) are particularly interesting because their surface plasmon resonance (SPR) can be tuned in almost all range of visible spectra. Additional modulation of optical properties can be achieved through the preparation of organized nanoparticle assemblies. In gold nanorings, the SPR band is determined not only by the properties of individual nanoparticles, but also by the ring diameter and the interparticle coupling. This allows us to modify the optical properties by changing the ring dimensions which is particularly useful given that for a same AuNP diameter we could have rings with different dimensions and thus different SPR bands. Also, this versatility allows us to modify the system properties post-synthesis which makes them excellent candidates for the dynamic detection of different ions and molecules.

The aim of our research is to develop and optimize a process that allows an easy and reproducible fabrication of gold nanorings that can be used as plasmonic sensors. The procedure involves three main stages: AuNP synthesis, self-assembly of the nanoparticles around polymer micelles and deposition on a thin film using the Langmuir-Blodgett (LB) technique and finally growing the AuNPs after the deposition until the desired size. The system has been characterized by transmission electron microscopy (TEM), UV-Visible spectrophotometry (UV-Vis) and by atomic force microscopy (AFM).

Présentations par affiche des étudiant.e.s

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

Gym Clerc Lentsolo Yalli (3^e cycle)

Direction : Landry & Ritcey

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

Présentations par affiche des étudiant.e.s

Utilisation du bois pour la synthèse de fibre de carbone

Maxime Parot (3^e cycle)

Direction : Tatjana Stevanovic

La fibre de carbone est un matériau innovant de plus en plus utilisé dans le domaine des matériaux composites. Toutefois, elles sont actuellement très chères car synthétisées à partir d'une molécule issue du pétrole. Ces dernières années, de nombreux chercheurs tentent de trouver des alternatives aux ressources fossiles, comme, par exemple changer le précurseur de la fibre de carbone par une molécule biosourcée. Pour cette application, la lignine du bois possède des propriétés très intéressantes.

C'est dans ce contexte que le projet présenté ici entre en jeu : valoriser les déchets issus du bois, pour les transformer en fibre de carbone. Cette revalorisation se fait en trois étapes : l'extraction de la lignine par un procédé Organosolv, la synthèse de fibres de lignine par électrofilage, puis la carbonisation de ces fibres. Afin de s'orienter vers une valorisation plus complète, les sous-produits issus du procédé Organosolv tels que les hémicelluloses ou la cellulose ont été étudié pour diverses applications.

Dans ce projet, le procédé Organosolv a été optimisé afin d'extraire 72% en lignine avec une pureté inégalée dans la littérature. Les résultats de l'optimisation ainsi que la caractérisation de la lignine obtenue (une lignine de haute pureté, sans unité syringyle et sans cendres) sont décrits dans un article publié. La lignine a ensuite été utilisée en électrofilage pour synthétiser des fibres de lignine. Pour cela chaque paramètre en électrofilage a été optimisé afin de filer de la lignine pure. Ces résultats sont novateurs car, à ce jour, aucun chercheur n'a réussi jusqu'alors à électrofiler de la lignine Organosolv de résineux sans ajout d'additif. Ces résultats ont fait l'objet d'un deuxième article publié. Les fibres ainsi produites seront stabilisées puis carbonisées en fibres de carbone et testées comme renfort dans des matériaux composites.

Présentations par affiche des étudiant.e.s

Vanillin-Based Materials for Organic Electronic Devices

William Dupont (2^e cycle)

Direction : Mario Leclerc

Lignocellulose is one of the main components of forest biomass and the most abundant biobased material on earth. Since it is also renewable, it is regarded as a promising alternative for the sourcing of aromatic compound to alleviate the constantly decreasing reserves of non-renewable petroleum. It can be treated by different chemical processes to yield a wide range of added value chemicals. This biosourced vanillin is already produced at the ton scale by Borregaard. In previous works, we used their vanillin as a starting point for the synthesis of various new monomers. This project aim at using these renewable monomers for the synthesis of π -conjugated polymers for diverse applications in organic electronics.

Présentations par affiche des étudiant.e.s

Optimization of the dosimetric hydrogel formulation for low dose rate brachytherapy

Mahdokht Akbari Taemeh (3^e cycle)

Direction : Marc-André Fortin

Today, large wood structures are made possible by the presence of highly developed engineered wood materials on the market. Generally, all these structural materials and their constituents are rectangular in shape, full and straight, or curved. It is rare to encounter a periodic geometry, such as the wavy shape, in these wood-based materials, whereas this geometry is very common in metal structures and advanced composite materials (Dayyani et al., 2015). The corrugated configuration is considered to be a very effective mechanical strengthening mechanism to improve the bearing capacity and stability of a thin flat structure (Jiaoa, 2017). This mechanism is highlighted in this research project, which aims to develop a wood-based corrugated panel structural composite to promote the use of bio-based materials in construction in Canada.

Among the possible development options, the Corrshield and Corrpac products from the Corruven company constitute basic raw materials allowing the present project to design a new structural composite material. First, the mechanical properties of the corrugated panels were characterized in order to explore the potentials and limitations of these products. In addition, the potential structural applications of the composite based on these panels were identified. In a second step, a specification was established for a product with a structural function. Then, a design of different possible structural products will be carried out using numerical modeling tools. This design will be accompanied by prototypes of the new structural composite, which will be tested in order to characterize them. The optimized composite material will be fully characterized according to its potential application in the building (mechanical, thermal, fire, acoustic, etc.).