

Chers collègues,

C'est un grand plaisir de vous accueillir à la 8^e Édition du colloque étudiant du Centre Recherche sur les Matériaux Avancés (CERMA). Ce colloque se veut un lieu d'échanges et de rencontres autour du thème porteur que sont les matériaux avancés. Afin de privilégier ces échanges, un programme riche de conférences par des chercheurs issus des milieux tant académique qu'industriel vous est proposé. La multidisciplinarité des recherches menées au CERMA et son implication dans le tissu industriel québécois nous ont motivés à faire reconnaître davantage ses qualités en organisant cette 8^e édition. En ouverture du colloque, nous aurons le privilège d'avoir une allocution du directeur Prof Jean-François Morin, directeur du CERMA. En conférences plénières, 4 professeurs-chercheurs (Prof. Véronique Landry, Prof. Hendra Hermawan, Prof. Frederic Heim et Prof. Alex Adronov) s'illustrant dans leur domaine d'expertises professionnelles, entre autres, par leur recherche dans les matériaux avancés nous feront l'honneur de venir présenter leurs travaux innovants.

Rappelons que ce colloque étudiant se veut également une opportunité offerte d'abord et avant tout aux étudiants d'exposer leurs travaux de recherche les plus récents sous forme de présentation orale ou par affiche scientifique.

La programmation de la journée prévoit plus de 16 de présentations orales dont 4 conférences plénières de professeurs-chercheurs et de 12 étudiants de cycles supérieurs. En soirée, il y aura la traditionnelle séance d'affiches scientifiques (plus de 25 affiches) durant laquelle tous pourront se sustenter de bières et de fromages locaux, ce qui permettra avec une plus grande convivialité des discussions scientifiques animées.

Il est à préciser que plusieurs prix seront attribués durant les activités de communications scientifiques. Nous récompenserons en attribuant un total de 5 prix, dont 2 prix pour les meilleures présentations orales chacun présenté par le CQMF, Kruger Biomatériaux et le Bureau de la vie étudiante, ainsi que 3 prix pour les meilleures présentations affiches scientifiques présentés par Brilliant Matters, l'Institut Canadien de Chimie - section matériaux et le Département de chimie. Ces prix seront remis à la fin de la journée pour les présentations orales et les jours suivants pour les gagnants par affiche.

Un merci tout particulier à ceux sans qui cet événement n'aurait pu prendre l'ampleur qu'il acquiert au fil des années, soit nos partenaires financiers: l'Université Laval via ses départements de chimie, de génie des mines, des matériaux et de la métallurgie, la faculté de médecine et le bureau de vie étudiante, le Centre Québécois des Matériaux Fonctionnels, Mitacs et CIC section matériaux (Institut Canadien de Chimie) ainsi que nos collaborateurs industriels Kruger Biomatériaux, Brilliant Matters, Silicycle et Savon A.. Romatiques. Votre présence est importante, elle est la clé du succès de ce type de journées qui sont le reflet du dynamisme propre à ce domaine. Votre participation permet de cultiver un environnement de recherche de premier plan et innovant dans le domaine des matériaux, et ce, à travers le Québec et au-delà de ses frontières.

Bref, que cette journée soit propice à des échanges scientifiques riches et fructueux et à l'émergence de nouvelles collaborations entre les membres et les partenaires du Centre, qu'elle vous permette d'en connaître davantage sur les travaux de recherche en cours au CERMA, qu'elle vous soit des plus prolifiques chers participants.

Nous vous souhaitons un excellent Colloque !

Le comité organisateur étudiant

Jane Gagné, Charles-Olivier Gilbert, Alexe Grenier, Ouassim Hamdi, Florence Masse, Natalia Milaniak, Shimwe Dominique Niyonambaza, Amélie Robitaille et Eliane Soligo

HORAIRE DE LA JOURNÉE

AVANT • MIDI

8h30	Accueil des participants	Local
9h00	Mot de bienvenue du Pr. Jean-François Morin <i>Directeur du CERMA</i>	POP-1168

Macromolécules synthétiques et naturelles

9h10	Pr. Alex Adronov, Département de chimie et de biochimie <i>Strain-Promoted Cycloadditions in the Development of Controlled Polymer Architectures</i>	
9h50	Karine Goudreau, Département de Chimie <i>Une étude de la poly (hétéro)arylation directe par la synthèse d'un polymère asymétrique à base de thiophène</i>	
10h10	Amélie Robitaille, Département de chimie <i>Poly(naphtalène diimide-atl- bithiophène) préparé par Poly (hétéro)arylation directe pour des cellules solaire tout polymère efficaces</i>	Local POP-1168
10h30	Pause-Café	
10h45	Philippe Grenier, faculté de pharmacie <i>Les anti corps anti-PEG dirigés contre différentes architectures de PEG</i>	
11h05	Pr. Véronic Landry, Département des sciences du bois et de la forêt <i>Développer la prochaine génération de produits du bois d'intérieur: la chimie au service du bois</i>	

Nanomatériaux

11h45	Jia Nan, Département de chimie <i>Controlled release of mesoporous silica particles by pH responsive micromembranes: towards intelligent drug release films</i>	Local
12h05	Dîner Assemblée générale annuelle du CERMA <i>Présidée par Pr. Jean-François Morin</i>	POP-1168

APRÈS • MIDI

13h20	Natalia Milaniak, Département de génie des mines, de la métallurgie et des matériaux <i>Development of nanostructured thin films by Atmospheric Pressure Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (AP-PECVD) for biomedical applications</i>	Local POP-1168
-------	--	-------------------

APRÈS • MIDI

Biomatériaux

- 13h40 Pr. Frederic Heim, Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT)
Heart Valves from Fibers: Remaining Challenges
- 14h20 Souhaila Ghadhab, Département de Génie des mines, de la métallurgie et des matériaux
Greffage de la fibronectine pour favoriser l'adhésion des fibroblastes dermiques sur une prothèse orthopédique intraosseuse transcutanée (ITAP)
- 14h40 Philippe Legros, Département de Génie des mines, de la métallurgie et des matériaux
Contrast-enhanced biocompatible hydrogels for 3D-printed objects visualized in MRI
- 15h00 Pause-Café
- 15h15 Nawel Ghribi, Département de Génie des mines, de la métallurgie et des matériaux
Greffage de peptides sur des implants orthopédiques en titane pour favoriser l'adhésion des cellules épithéliales
- 15h35 Tianyang Deng, Département de Chimie
A microfluidic method with in situ measurement methods for development and characterization of cyanobacteria-based biomaterials Local POP-1168
- 15h55 Amna Amri, Département de Génie des mines, de la métallurgie et des matériaux
Heart valve: Functionalization and optimization of the material
- 16h15 Mirpouyan Zarabadi, Département de Chimie
A Microfluidic Approach for Determining the Combined Effects of Nutrient Concentration and Hydrodynamic Conditions on Electrical Output of Geobacter Sulfurreducens Biofilms
- 16h35 François Paquet-Mercier, Département de Chimie
Formation de structures dans les biofilms étudiée par microscopie confocale et microfluidique
- 16h55 Pr. Hendra Hermawan, Département de Génie des mines, de la métallurgie et des matériaux
An insight on biodegradable metals for medical applications
- 17h35 Mot de remerciement du Pr. Jean-François Morin
Directeur du CERMA

SOIRÉE

- 17h45 Session d'affiches scientifiques Local
Cocktail dinatoire VCH-Atrium

CONFÉRENCIERS INVITÉS

Cycloadditions promues par des souches dans le développement d'architectures polymères contrôlées



ALEX ADRONOV
- Université McMaster
- Département de chimie et
de biochimie

L'utilisation de la chimie de la cycloaddition azide-alcyne (SPAAC) promu par la déformation a attiré beaucoup d'attention en raison de ses conditions de réaction douces, de son orthogonalité et de sa réactivité rapide. Cette stratégie de synthèse a été largement utilisée dans la chimie de la bioconjugaison et dans le développement de certains biomatériaux. Malgré leur utilité, l'utilisation de cyclooctynes tendus a trouvé peu d'applications dans la chimie des polymères et des matériaux. Récemment, nous avons rapporté la synthèse d'un dérivé de diamine de dibenzocyclooctyne (DIBO-NH₂) et sa polymérisation à base de Schiff avec un co-monomère de dialdéhyde, qui a abouti à une polyimine conjuguée contenant du DIBO. Cette nouvelle structure s'est avérée présenter un haut degré de réactivité vis-à-vis divers dérivés d'azote, et peut servir de précurseur pour la préparation de nombreux dérivés de triazole. Nous avons élaboré ce matériau pour la préparation de polymères portant des piliers arènes et une variété d'autres chaînes latérales, et nous avons étudié ces polymères comme blocs de construction pour les gels supramoléculaires et comme agents de dispersion des nanotubes de carbone. En outre, nous avons utilisé des dibenzocyclooctynes comme composants de réticulation dans la préparation d'hydrogels, et comme blocs de construction pour la synthèse de dendrimères. Cette présentation mettra en lumière nos travaux récents dans l'application de cycloadditions promues par des contraintes pour le développement d'architectures polymères contrôlées.

Développer la prochaine génération de produits du bois d'intérieur : la chimie au service du bois



VÉRONIQUE LANDRY
- Université Laval
- Département des
sciences du bois et de la
forêt.

La Chaire de recherche industrielle CRSNG – Canlak en finition des produits du bois d'intérieur (CRIF) vise le développement de solutions de densification et de finition permettant d'accroître l'utilisation du bois, et ce, autant pour des applications résidentielles que non-résidentielles. Une utilisation accrue du bois est intimement liée à l'accroissement de la performance mécanique de surface et incidemment à la diminution de l'usure précoce et des défis reliés à l'entretien. L'amélioration de la performance au feu est un autre enjeu de taille, qui est appelé, de par le resserrement des codes du bâtiment, à prendre une place de plus en plus importante au cours des prochaines années. Le mandat que s'est donné la CRIF est d'améliorer la performance (mécanique, feu et apparence) des produits d'apparence en bois afin que ces derniers se présentent comme des choix évidents pour les décideurs en bâtiment. La programmation de recherche de CRIF portera, en ordre d'importance, sur la densification des produits du bois (axe DENSIFIER), sur le développement de finis à haute performance mécanique et résistants au feu (axe PROTÉGER) et finalement, dans une moindre mesure, sur la modification de l'apparence des surfaces de bois (axe DÉCORER). Dans le cadre de la programmation de recherche de CRIF, des stratégies basées sur l'utilisation de composés à faible teneur en composés organiques volatils (COV), la photochimie, la polymérisation sur commande et les matériaux intelligents seront empruntés. Cette présentation donnera un aperçu de la programmation de recherche de CRIF.

CONFÉRENCIERS INVITÉS

Les valves cardiaques à partir des fibres: les défis restants

Plus de 300 000 valvules cardiaques sont remplacées chaque année dans les pays occidentaux et la thérapie par valvules représente aujourd'hui l'une des interventions chirurgicales les plus courantes dans le monde. Alors que la chirurgie thoracique ouverte reste la norme pour remplacer une valve défectueuse, des approches moins invasives ont été développées au cours de la dernière décennie. En fait, les développements rapides et le succès dans l'implantation de stents vasculaires percutanés au cours des deux dernières décennies pour traiter la sténose vasculaire ont rendu cette technique attrayante aujourd'hui même pour le remplacement valvulaire aortique. Le principe est d'implanter une prothèse à valve stentée en passant par le réseau vasculaire des patients. Avec cette nouvelle technique, les patients ne sont pas exposés aux risques de la chirurgie, et l'implantation de la valve aortique transcathéter (TAVI) est devenue une technique alternative au remplacement valvulaire chirurgical pour plus de 100 000 patients dans le monde entier. Malgré des problèmes mineurs liés à l'implantation de l'appareil, cette technique non invasive est rentable et offre un confort accru aux patients, par rapport à l'implantation de la valve chirurgicale traditionnelle. Actuellement, le matériau de valve utilisé dans TAVI est un tissu biologique, tel que le péricarde bovin ou porcin. Cependant, une fois assemblées à l'intérieur du stent métallique et sertie à un faible diamètre pour l'insertion du cathéter, des études ont montré que les matériaux biologiques peuvent se dégrader. Le polyester textile (PET) pourrait être considéré comme un matériau alternatif pour remplacer les feuillets de valves biologiques TAVI. En particulier, les constructions textiles tissées présentent des propriétés de résistance au pliage et de résistance exceptionnelles et, par conséquent, ces matériaux sont faciles à sertir et à insérer, même dans des dispositifs à profil bas. De plus, les matériaux tissés sont discontinus, ce qui atténue le risque de rupture catastrophique. La propagation de rupture est isolée sur le filament unique. Des travaux récents ont montré que des matériaux textiles tissés pouvaient résister jusqu'à 200 millions de cycles in vitro sous chargement cyclique accéléré et 6 mois des implantations réussies in vivo ont été rapportés avec des prototypes de valves tissulaires implantés dans des modèles de moutons juvéniles. Cependant, malgré le potentiel élevé du matériau, des défis subsistent avant que le textile puisse être considéré comme une solution durable de remplacement de la valve.



FREDERIC HEIM

- Université de Haute-Alsace, Mulhouse, France
- Laboratoire de Physique et Mécanique Textiles (LPMT)

Un aperçu des métaux biodégradables pour des applications médicales

Les métaux biodégradables ont le potentiel de révolutionner les soins de santé actuels et futurs et ils attirent les chercheurs universitaires et les industries médicales [1]. Parmi les trois types connus de métaux biodégradables (fer, magnésium, zinc), les alliages de magnésium sont les plus élaborés avec des tests cliniques avancés et le développement de produits. Le fer et ses alliages comme premier type sont toujours confrontés au défi de la vitesse de dégradation lente in vivo, alors qu'un nouvel intérêt se manifeste pour le zinc et ses alliages [2]. De nouvelles normes sur les matériaux, les procédés et les procédures d'essai sont en cours de développement [3]. Récemment, au moins trois entreprises ont lancé leurs produits commerciaux. Dans cet exposé, le Dr Hermawan présentera le concept des métaux biodégradables et élaborera son état de l'art, suivi de deux présentations supplémentaires par deux étudiants de doctorat pour présenter ses recherches actuelles.



HENDRA HERMAWAN

- Université Laval
- Département de génie des mines, de la métallurgie et des matériaux

[1] Yun et al. Revolutionizing biodegradable metals. Mater Today 2009;12:22.

[2] Zheng et al. Biodegradable metals. Mater Sci Eng R 2014;77:1.

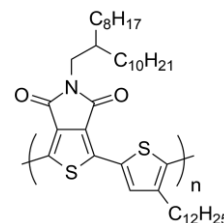
[3] ASTM WK52640: New Guide for In-Vitro Degradation Testing of Absorbable Metals. ASTM International; 2016.

Une étude de la poly (hétéro)arylation directe par la synthèse d'un polymère asymétrique à base de thiophène

Karine Goudreau, Joëlle Perron, Valérie Gauthier et Mario Leclerc.

L'électronique organique est une expertise scientifique en constante évolution. Elle permet la fabrication de dispositifs flexibles, comme des cellules solaires et des transistors, à moindre coût en comparaison avec leurs homologues inorganiques. Les polymères conjugués sont tout indiqués pour des applications en électronique organique puisqu'ils permettent une mise-en-œuvre industrielle simple et rapide, à l'aide de l'impression à jet d'encre par exemple.

Une récente méthode de polymérisation, la poly (hétéro)arylation directe (DHAP), permet de diminuer davantage les coûts de production à grande échelle par un nombre inférieur d'étapes de synthèse en comparaison avec les méthodes classiques comme la synthèse de Suzuki-Miyaura ou de Migita-Stille. Toutefois, les mécanismes menant à l'introduction de défauts structurels ne sont pas totalement compris. Une étude des défauts d'homocouplage a été réalisée à partir d'un composé modèle, le poly(1-(4-dodécylthiophène-2-yl)-5-(2-octyldodécyl)-4H-thiéo[3,4-c]pyrrole-4,6(5H)-dione), poly(TPD-T) (Figure 1). Le monomère de TPD-T a été synthétisé par arylation directe, soit le premier exemple à notre connaissance de monomère asymétrique fait par cette méthode. De plus, la spectroscopie RMN ¹H du polymère modèle a permis de déterminer la quantité de défauts présents dans la structure polymérique. L'optimisation des conditions de réaction a permis de déterminer les facteurs influençant la sélectivité du système catalytique ainsi que de synthétiser un polymère possédant une régiorégularité élevée.



1 : Structure du poly(TPD-T)

Poly(naphtalène diimide-atl- bithiophène) préparé par Poly (hétéro)arylation directe pour des cellules solaires tout polymère efficaces

Amélie Robitaille

Depuis la découverte des propriétés électroniques des polymères π -conjugués par les professeurs MacDiarmid, Heeger et Shirakawa en 1977, beaucoup de développements ont été réalisés afin d'améliorer les performances électroniques de ces plastiques. Ces semi-conducteurs offrent maintenant d'excellentes performances comparables au silicium amorphe, par exemple, en cellules solaires. De plus, les polymères π -conjugués offrent un avantage majeur face aux matériaux inorganiques, car il est possible de solubiliser ces polymères pour formuler des encres permettant la fabrication de dispositifs électroniques flexibles et légers par impression continue, une méthode simple et peu dispendieuse.

Durant des années, la cible des cellules solaires organiques était de convertir 10% de l'énergie solaire en électricité. [3] Les scientifiques travaillaient principalement au développement de nouveaux polymères donneurs qu'ils jumelaient à des matériaux accepteurs dérivés du fullerène comme le Phenyl-C 71 -Butyric- Acid-Methyl Ester (PC 70 BM). Cela a récemment permis d'atteindre des taux de conversion énergétique surpassant les 10%. Malheureusement, les matériaux accepteurs d'électrons dérivés du fullerène possèdent plusieurs inconvénients comme un faible coefficient d'absorptivité molaire ainsi qu'une modification limitée de leurs propriétés optoélectroniques. Finalement, ces matériaux possèdent une faible stabilité et tendent à s'agglomérer pour former des domaines cristallins au sein de la cellule solaire diminuant ainsi les performances des dispositifs au fil du temps.

Le nouveau défi est donc de développer de nouveaux matériaux accepteurs d'électrons plus stables et possédant des propriétés optoélectroniques plus modulables continuer d'améliorer les performances des cellules solaires organiques. Le naphtalène diimide (NDI) et le pérylène diimide (PDI) sont des unités pauvres en électrons fréquemment rencontrés dans la littérature lors du développement d'accepteurs d'électrons. Ces unités sont généralement polymérisées par couplage de Stille qui nécessite l'utilisation d'intermédiaires organométalliques peu stables et toxiques rendant ces polymères moins attrayants pour l'industrie. La polymérisation par hétéroarylation directe (PHAD) est une méthode qui permet d'éviter ces intermédiaires diminuant du même coup le nombre d'étapes de synthèse et le coût de ces matériaux. Cette présentation portera sur le développement de nouveaux polymères accepteurs d'électrons à base de NDI et PDI polymérisés par PHAD avec des unités pauvres en électrons pour obtenir des polymères accepteurs avec des propriétés optoélectroniques intéressantes pour les cellules solaires organiques. Afin de vérifier l'efficacité de conversion énergétique de ces nouveaux matériaux, des prototypes de cellules solaires ont été réalisés et seront présentés.

Les anti corps anti-PEG dirigés contre différentes architectures de PEG

Philippe Grenier, Iara Maira de Oliveira Viana, Eliana Martins Lima, Nicolas Bertrand

Problématique : Le polyéthylène glycol (PEG), un polymère hydrophile, est couramment utilisé en sciences des matériaux. Bien que le PEG ait longtemps été considéré comme non immunogène, des études récentes démontrent qu'environ 20% de la population possède des anticorps pouvant reconnaître le polymère. La reconnaissance, par ces anticorps, de matériaux PEGylés utilisés en sciences biomédicales pourrait contribuer à diminuer leur efficacité et à induire des effets indésirables. Les facteurs régissant la production de ces anticorps et les mécanismes impliqués dans leur reconnaissance de certains matériaux demeurent encore peu connus.

Objectif : Investiguer comment les anticorps anti-PEG présents dans la circulation peuvent reconnaître et avoir un effet neutralisant sur divers systèmes de vectorisation PEGylés destinés à être injectés par la voie intraveineuse.

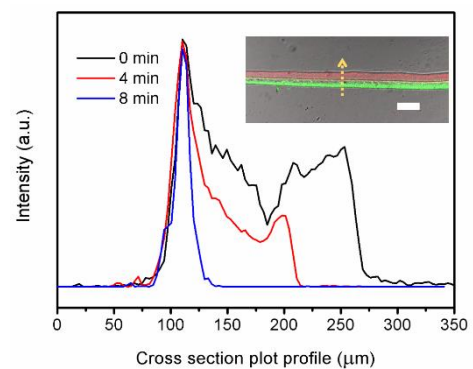
Résultats : L'administration intraveineuse de nanoparticules PEGylées cause une production d'anticorps anti-PEG de type IgM. Dans la circulation sanguine, ces anticorps reconnaissent et augmentent la clairance de certains composés PEGylés (liposomes et nanoparticules), mais pas du polymère libre ou des protéines PEGylées. Ces différences peuvent être expliquées par 1) une affinité accrue des anticorps pour le PEG à la surface des nanoparticules par rapport au polymère libre, et 2) l'activation du système du complément lors de la reconnaissance des nanoparticules par les IgM.

Conclusion : La production d'anticorps par l'injection de nanoparticules PEGylées entraîne des conséquences sur la pharmacocinétique des doses subséquentes de certains types de nanoparticules, mais pas de tous les composés PEGylés. Ces travaux informent sur la manière dont certains anticorps peuvent contribuer à diminuer l'efficacité de certaines approches thérapeutiques.

Controlled release of mesoporous silica particles by pH responsive micromembranes: towards intelligent drug release films

Jia Nan, Erica Rosella, Freddy Kleitz, Jesse Greener

Here, we demonstrate a proof of principle using microfluidics to form well-defined, size-controllable and degradable biopolymer membranes loaded with functionalized mesoporous silica nanoparticles, for controlled release applications. The chitosan membranes were stable under high flow rates of phosphate buffered saline (PBS) buffer, however, they could be steadily eroded by applying solutions with pH values in the range 3.5 to 5.5, causing nanoparticle release. Release profiles could be tuned based on membrane synthesis parameters, distribution of nanoparticles within the membranes, and pH of the trigger solution. Moreover, sequentially release of different nanoparticles can be realized by controlling membrane forming condition to fabricate



multi-layer membrane. The approach has the potential to add smart drug delivery functionality to membranes for special applications in organs on a chip and other areas of regenerative medicine and bioengineering. In next steps, we will focus on develop this drug release films for dental applications.

Development of nanostructured thin films by Atmospheric Pressure Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition (AP-PECVD) for biomedical applications

Natalia Milaniak, Paul Brunet, Françoise Massines, Gaétan Laroche

The importance of creating a stable and functional interface between a material and the environment it will be working in is crucial for assuring its best performance. Surface engineering needs to come into play in order to obtain the desired properties of the exterior part of the material. Proper assessment of requested properties and choice of surface engineering method is an essential step to obtain a material with specific features. Coating a material with a thin film, between few nanometers (10⁻⁹m) to few micrometers (10⁻⁶ m) in thickness, enables developing a wide range of physical, chemical, and mechanical functional properties to improve materials behavior such as water-repellence, self-cleaning, adhesiveness, or even biocompatibility. In order to further diversify and specialize the characteristics of a thin film, the idea of incorporating nanoparticles (NPs) in the coating came up. Those nanoparticles have huge surface-to-volume ratio, hence they themselves carry specific properties, which the same material does not have at the macroscopic scale. They show ability to be controlled, to be used as encapsulators or being functionalized by chemical or physical methods. They have exhibited uses in several fields in medicine, giving rise to names such as: nano-oncology, nanodermatology, nanosurgery and so on. This research focuses on developing a new method for creating thin film coatings with the inclusion of NPs. Furthermore, NPs will encapsulate drugs. This will allow to create thin films, which will be able to controllably release the drug trapped in the NPs, by regulated degradation of the polymer matrix created by EL. Degradation of EL can be governed by the plasma power and type of carrier gas used as shown by Laurent et al.

At first, a careful analysis of the colloid stability (aggregation and sedimentation of particles) has been made, where it has been concluded that fumed silica NPs form a stable dispersion in ethyl lactate for many days. After, FSK modulation was used to create nanostructured thin films. This method for obtaining nanocomposite with specific properties was shown to work in a plane-to-plane DBD configuration. Analysis of the nanostructured thin films has shown that less NPs are deposited on the substrate while increasing the DC. In addition, bigger contribution of low frequency within the DC results in a greater number of NPs deposited. An opposite phenomenon was observed when looking at the frequency changes from the perspective of ethyl lactate polymerization. Indeed, it was shown the precursor dissociation increased with the excitation frequency, therefore resulting in a higher plasma polymer deposition rate on the substrate. Also, the frequency can be used as a filter to select the size of the NPs to be inserted within the plasma polymer, as lower frequencies led to larger NPs deposition. This method could show promise for biomedical applications, such as drug delivery and drug release, as it allows a controlled deposition of both NPs and polymer matrix and grants the possibility to regulate the ratio between the two.

Greffage de la fibronectine pour favoriser l'adhésion des fibroblastes dermiques sur une prothèse orthopédique intraosseuse transcutanée (ITAP)

Souhaila Ghadhab, Andrée-Anne Guay-Bégin, Pascale Chevallier et Gaétan Laroche

Les prothèses intraosseuses transcutanées (ITAP) représentent une alternative prometteuse par rapport aux orthèses orthopédiques actuellement utilisées en clinique puisqu'elles pourront diminuer grandement la douleur chez les patients. Par contre, l'infection constitue une problématique majeure en chirurgie orthopédique. L'objectif de ce projet de recherche est d'améliorer la performance des prothèses orthopédiques en scellant efficacement la partie de l'implant, qui sort de l'os, avec les cellules de la peau pour réduire l'infection. Une stratégie élaborée consiste donc à favoriser l'attachement dermique sur la surface du matériau à l'aide de la fibronectine (Fn), protéine de la matrice extracellulaire reconnue pour favoriser l'adhésion et la prolifération des cellules. Pour ce faire, la Fn a été greffée de façon covalente par ces résidus lysine (Lys) sur les surfaces en titane via deux différents bras d'ancrage, soit les phosphonates ou la polydopamine (Figure 1a). Nous avons ensuite déterminé l'efficacité du greffage et les propriétés physicochimiques du matériau à l'aide de différentes techniques de caractérisation de surface (spectroscopie photoélectronique induite par rayons X (XPS) et angle de contact). Des tests ELISA ont également été effectués afin de déterminer l'effet de la stratégie de greffage sur la bioactivité de la Fn (Figure 1b). Enfin, l'adhésion et la prolifération des fibroblastes dermiques seront testées sur ces différentes surfaces modifiées. Les résultats préliminaires montrent que la Fn a été greffée de façon covalente et stable sur les substrats en titane via les deux bras d'ancrage, et que ces derniers influencent l'activité biologique de la protéine.

En effet, en ELISA, les sites d'adhésion cellulaire (RGD) de la Fn sont plus disponibles quand elle est greffée par les phosphonates que par la dopamine ou lorsqu'elle est simplement adsorbée (Figure 1b). Ces résultats démontrent donc l'importance de greffer de façon covalente la fibronectine sur les substrats en titane. De plus, la stratégie de greffage influence la bioactivité de la Fn, ce qui pourrait modifier de façon significative l'interaction titane-tissu. Ce résultat suggère que le greffage de la Fn par les phosphonates pourrait favoriser l'attachement des fibroblastes et des kératinocytes. Cette hypothèse sera confirmée par des tests d'adhésion et de prolifération avec ces cellules.

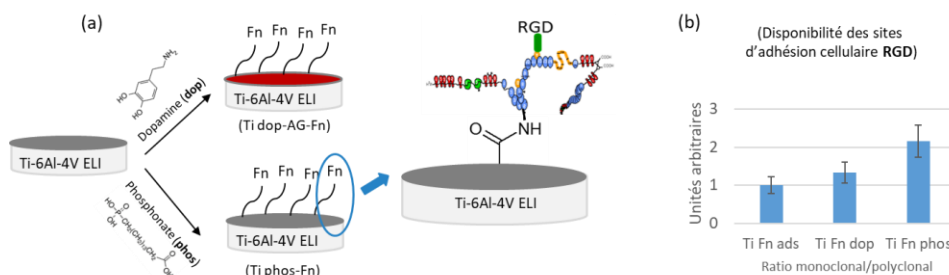
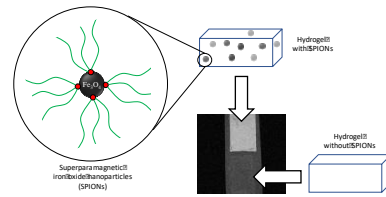


Figure 1 : (a) Fonctionnalisation de la surface du Ti6Al4V avec la Fn via deux stratégies de greffage, (b) Résultats ELISA

Contrast-enhanced biocompatible hydrogels for 3D-printed objects visualized in MRI

Philippe Legros, Gabrielle Gauvin-Rossignol, André Bégin-Drolet, Marc-André Fortin

Hydrogels are used in several applications of regenerative medicine (e.g. post-surgery procedures, wound healing, tissue reconstruction). More specifically, hydrogel scaffolds formed by 3D printing technologies are needed for cell scaffolds and cell embedding strategies in general. These new technologies are increasingly used in surgical procedures and necessitate a follow-up *in vivo* by imaging modalities such as magnetic resonance imaging (MRI). MRI is the imaging technology of choice for soft tissues; however, hydrogels cannot be visualized efficiently (with high contrast with biological tissues) unless they integrate a specific contrast agent. There is an urgent need to develop an imaging methodology to visualize with MRI the shape integrity of implanted hydrogels over time. This presentation will describe the main mechanisms guiding contrast in MRI, and strategies to embed biocompatible MRI contrast media into biomedical hydrogels used in hydrogel 3D printing.



Water-dispersible PEG-functionalized iron oxide nanoparticles (SPIONs) were successfully prepared using a thermal decomposition method followed by a very effective ligand exchange. Physico-chemical properties of SPIONs were investigated as well as longitudinal (T1) and transversal (T2) relaxation time and relaxivities (r_1 and r_2). Then, SPIONs were incorporated into hydrogel (alginate) structures and their brightness was investigated by MRI follow-up. Finally, as proof of concept, MRI was performed on a complex 3D-printing hydrogel having fluidic channel embedding SPIONs to demonstrate the full potential of MRI to characterize hydrogel structures. The addition of SPIONs in hydrogels, enabled a good contrast in MRI, and the possibility to finely delineate fluidic channels embedded in the structures.

Greffage de peptides sur des implants orthopédiques en titane pour favoriser l'adhésion des cellules épithéliales

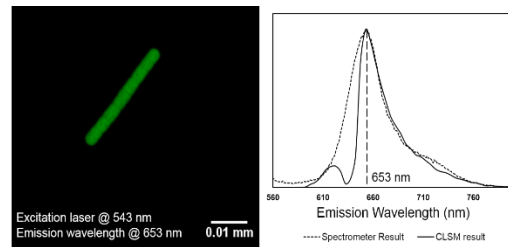
Nawel Ghribi, Andrée-Anne Guay-Bégin, Pascale Chevallier et Gaétan Laroche

En 2014, 227 000 Canadiens ont été amputés d'un membre. Les prothèses intraosseuses transcutanées (ITAP) représentent une alternative prometteuse par rapport aux prothèses orthopédiques actuellement utilisées en clinique puisqu'elles pourraient diminuer grandement la douleur chez les patients. Cependant, l'infection, surtout à l'interface implant / peau, constitue une complication majeure en chirurgie orthopédique. Le but de ce projet de recherche est donc de promouvoir l'adhésion des cellules de la peau sur une prothèse en alliage de titane (Ti6Al4V ELI), ce qui permettrait de sceller la partie de l'implant qui sort de l'os et ainsi limiter les infections. Dans le cadre de ces travaux, deux approches ont été établies. Celles-ci consistent à greffer de façon covalente et stable deux peptides d'adhésion, soit le KRGDS et le KYIGSR. Pour ce faire, les surfaces de Ti6Al4V ELI ont d'abord été fonctionnalisées avec des phosphonates ou le couple polydopamine/anhydride glutarique pour permettre le greffage covalent des deux peptides choisis. Ces surfaces ont ensuite été caractérisées par spectroscopie photoélectronique induite par rayons X (XPS) et par angle de contact. D'une part, les mesures d'angle de contact montrent une augmentation de l'hydrophilicité des surfaces après greffage des peptides KRGDS ou KYIGSR, ce qui indique qu'il y a eu modifications de surface. D'autre part, en XPS, l'augmentation du pourcentage d'azote en survols et de l'aire de la composante correspondant aux liens peptidiques en haute résolution du carbone confirment la présence des deux peptides sur les surfaces modifiées par les phosphonates et la polydopamine. Enfin, différents tests de rinçage effectués après greffage des peptides ont permis de démontrer que les deux peptides ont bel et bien été greffés de façon stable sur les substrats de Ti6Al4V ELI fonctionnalisés par les phosphonates et par la polydopamine. Des tests en culture cellulaire sont actuellement en cours afin de vérifier l'impact des deux peptides sur l'adhésion, l'attachement et la prolifération des fibroblastes dermiques.

A microfluidic method with in situ measurement methods for development and characterization of cyanobacteria-based biomaterials

Tianyang Deng, Jesse Greener et Warwick Vincent

Cyanobacteria in Arctic region and elsewhere play a critical role in local ecology as autotrophs and primary carbon and nitrogen fixers. It is interesting and necessary to learn their reciprocal interaction with environment especially at this moment that they are facing challenges like temperature shifting, decrease of water body and pollution. In addition, cyanobacteria offer a new approach to solar energy conversion based on the highly efficient photosystems. These systems include chlorophyll a P680 and excited chlorophyll a P700, excited states of which are, respectively, the strongest biological oxidizing and reducing agents and can drive electrochemical processes that power the cells. New microbial photovoltaic cells use cyanobacteria as an electroactive material in which surplus current is siphoned off to generate usable power. To understand and potential optimize cyanobacteria as a new energy material, microfluidics can be a powerful tool based on its inherent capability to precisely and dynamically control liquid phase properties with excellent spatial and temporal resolution. Controllable factors include hydrodynamics such as flow velocity and shear forces; control over mass and heat transfer, and chemical conditions such as concentration and type of dissolved molecular species. However, in situ characterization remains a challenge. In this work we demonstrate the use of standardized characterization techniques into a microfluidic format. Fluorescence spectroscopy and other related measurements can now assess photosynthetic performance of individual cells. Under confocal laser scanning microscope (CLSM), light beam with high intensity can bombard and that with low intensity can probe each every cell within a selected filament to gain photosynthesis information of each like traditional PAM. Infrared spectroscopy (IR) quantitatively reflects information of its chemical components such as hazardous excreted toxins or lipid as biofuel products. Electrochemical approach may demonstrate its potential as energy source, leading toward harnessing cyanobacteria and thus building up a harmonious relationship with Arctic ecological system. Our preliminary experiment has successfully inoculated a strain of cyanobacteria and confirmed its continuous survival in such system. Both single and multiple cells monitoring was achieved, characterizing its population density and more importantly their photosynthesis activity.



Heart valve: Functionalization and optimization of the material

Anna Anri, Pascale Chevallier, Simon Soulié, Andrée-Anne Guay-Bégin, Frédéric Heim et Gaétan Laroche

With over 150 000 implantations performed over the world, transcatheter aortic valve replacement (TAVR) has become a surgical technique, which largely competes open surgery valve replacement for an increasing number of patients 1 . The success of the procedure favors the research towards synthetic valve leaflet materials as an alternative to biological tissues, which durability remains unknown. In particular, fibrous constructions have recently proven durability in vivo over a 6 months period in animal sheep models 2 . Exaggerated fibrotic tissue formation remains, however, a critical issue to be addressed. This work investigates two strategies to limit the fibrotic tissue ingrowth:

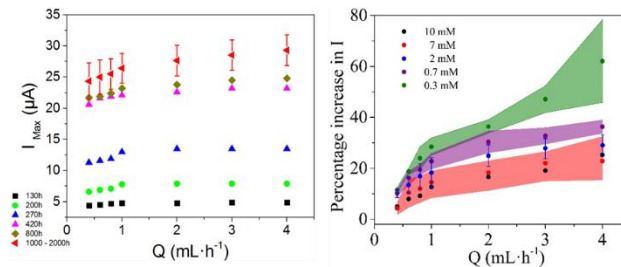
(1) The design of a composite fibrous construction combining a woven polyethylene terephthalate (PET) layer and a non-woven PET mat, which are expected to provide respectively strength and appropriate topography towards limited fibrotic tissue ingrowth. For that purpose, a specific equipment has been developed to produce slight non-woven PET mats (force spinning system). These mats were assembled with woven PET substrates using various assembling techniques in order to obtain hybrid fibrous constructions. The physical and mechanical properties of the obtained materials were assessed, and valve samples were manufactured to be tested in vitro for hydrodynamic and durability performances.

(2) The surface functionalization of the woven PET with poly(ethylene glycol) (PEG), because the hydrophilic and inert PEG creates a steric barrier on the surface and minimizes protein binding 3 which results on acquiring a cell repellent properties (antifouling surface) and therefore less fibrosis.

A Microfluidic Approach for Determining the Combined Effects of Nutrient Concentration and Hydrodynamic Conditions on Electrical Output of *Geobacter Sulfurreducens* Biofilms

Mirpouyan Zarabadi and Jesse Greener

During the last 10 years research in the field of microbial and biomaterial electrochemistry and electroactive bacteria, many achievements have been accomplished. To date, however, a deep study on hydrodynamic effects on electricity production is lacking. Here we present a three-electrode microfluidic device and methodology for obtaining in situ electrochemical measurements under different hydrodynamic and acetate concentrations. [1] *Geobacter sulfurreducens* was used as electroactive bacteria, which was grown in an anaerobic environment on a graphite electrode with electrochemical potential controlled technique. Flow rate was modulated in the range of 0.2 to 4 mL·h⁻¹ during different growth times (0 to 420 h) of the *Geobacter* biofilm. Increases to flow rate showed an increase to electrical current from the electrode adhered biofilm, which can be explained by pH mitigation and nutrient availability for biofilm. [2] This was conducted on mature biofilm at several different acetate concentrations and the results were the same. The net current increase became higher with biofilm age but, surprisingly, the percentage increase over the background current remained constant at all times. We will present this data along with explanations related to kinetics of bacterial respiration in different nutrient concentrations. Finally, we will discuss how these finding can lead to new avenues for improvement of microbial fuel cells.



a) shows I_{max} vs Q at different time of growth and b) percentage increase in I vs Q at different concentration of nutrient for mature biofilm.

Formation de structures dans les biofilms étudiée par microscopie confocale et microfluidique

François Paquet-Mercier et Jesse Greener

Les biofilms peuvent être formés par la majorité des microorganismes et sont largement répandus dans la plupart des écosystèmes terrestres. Ils peuvent être utiles ou nuisibles pour la santé humaine, l'industrie et l'agriculture. Les biofilms sont composés de bactéries sessiles qui sont immobilisées à une surface. Pendant la croissance du biofilm, elles produisent une matrice extracellulaire composée entre autres de polysaccharides, de protéines, d'ADN et d'ARN. La structure tridimensionnelle et les propriétés mécaniques de la matrice rendent le biofilm résilient à son environnement. Dans le cadre de ces travaux les biofilms bactériens formés par la bactérie *Pseudomonas sp. CT07* ont été étudiés. Le but principal du projet est de concevoir de nouvelles méthodologies analytiques pour suivre les biofilms afin de mieux comprendre leur structure et ce qui les influence. La microfluidique a été utilisée puisqu'elle permet d'avoir un ratio aire-volume élevé et qu'elle permet de bien contrôler l'environnement physique et chimique. Dans un microcanal il y a des différences importantes dans les conditions hydrodynamiques retrouvées au centre du canal et sur les côtés. Cet effet est plus prononcé dans les coins. Les mesures effectuées par microscopie confocale permettent de suivre la formation de différentes structures complexes formées par les biofilms. Dans le coin du microcanal, nous avons observé la formation d'un biocanal à l'intérieur du biofilm qui pourrait favoriser le transport des nutriments dans le biofilm. Lors de la formation de structures plus compactes et répétitives est observée lorsqu'ils sont formés à partir d'un milieu de culture minimal. La formation de structures filamenteuses (streamers) est aussi observée lorsque ces biofilms sont formés à partir d'un milieu de culture complexe obtenu à partir d'extraits de levure. Les méthodologies utilisées pour ces travaux pour obtenir et suivre ces différentes structures pourront être dans le futur appliquées à d'autres systèmes plus complexes. Le contrôle précis de l'écoulement ainsi que les mesures in situ par microscopie confocale sont des outils importants pour trouver des indices cruciaux sur la croissance des biofilms et les méthodes pour les contrôler.

PRÉSENTATIONS PAR AFFICHES

- 1) **Mehran Abbaszadeh Amirdehi and Jesse Greener**
Materials and microfluidics for improved performance of microbial fuel cells
- 2) **Gabrielle Boivin, Anna Ritcey, Véronique Landry**
Influence du choix d'initiateur sur l'incorporation et le lessivage de nanoparticules d'argent
- 3) **Linda Bonilla-Gameros, M. Cloutier, S. Turgeon, V. Montaña-Machado, P. Chevallier, D. Mantovani**
Plasma surface engineering for the controlled release of silver ions for antibacterial applications
- 4) **Dandan Miao, Jean-François Morin**
Bottom-up Photochemical Synthesis of structurally defined GNRs
- 5) **Jane Gagné, Thierry Lefèvre, Michèle Auger**
Effet de la vitesse de filage sur la structure moléculaire d'une fibre de soie d'araignée native et supercontractée
- 6) **Charles-Olivier Gilbert, Maxime Daigle et Jean-François Morin**
Confection de nanostructures par clivage contrôlé de groupements tert-butoxycarbone et polymérisation des unités butadiynes
- 7) **Lingling Gong, Mehran Abbaszadeh. Amirdehi, Amine Miled and Jesse Greener**
The response of microbial fuel cells to rapid change of temperature
- 8) **Alexe Grenier, Audrey Bélanger, André Pichette, Jean Legault, Roxane Pouliot**
Évaluation du potentiel antipsoriasisique de molécules d'origine naturelle grâce au génie tissulaire
- 9) **Anthony Jolly**
Synthesis of π -conjugated polymer by photochemical reaction.
- 10) **Hamza Landari, Marc-André Dussault, Jean Ruel, André Begin-Drolet, Amine Miled**
Biocompatible Compact Micropump with Integrated Unidirectional Microvalves for Very Low Pressure Microfluidic Applications
- 11) **Morgane Laurent, N. Naudé, N. Gherardi and G. Laroche**
Building Atmospheric Pressure Plasma Reactors to Treat Vascular Grafts
- 12) **Mathieu Mainville, Eliane Soligo, Thomas Bura et Mario Leclerc**
Development of New Fluorinated Dithienyldiketopyrrolopyrrole-Based Polymers as Donor Material for Polymer Solar Cells
- 13) **Benjamin Martial, Thierry Lefèvre, Émilie Bruneau, Laurie Bédard, Thierry Buffeteau and Michèle Auger**
Structural study of α -synuclein 71-82, a peptide derived from a protein involved in Parkinson's disease: interactions with model membranes
- 14) **Florence Masse, Mathieu Ouellette et Elodie Boisselier**
Encapsulation d'un médicament contre le glaucome au sein de nanoparticules d'or

- 15) **Gabriel Morand, S. Diaz-Rodriguez, P. Chevallier and D. Mantovani**
Plasma amination of bare metal of L605 CoCr alloys by low-pressure MW-plasma to covalently graft molecules
- 16) **Shimwe Dominique Niyonambaza, Élodie Boisselier, Aminw Miled et Mounir Boukadoum**
Using Gold Nanoparticles to Design Optical Sensors for Continuous Neurotransmitter Measurements: Preliminary Results
- 17) **Mahmoud Omar, Pascale Chevallier, Jean Lagueux and Marc-André Fortin**
Mesures à Haute Sensibilité du Passage de Contaminants Nanométriques à Travers les Gants de Protection, par Imagerie Médicale
- 18) **Mohammad Pousti, François Paquet-Mercier, Jesse Greener**
Linear scan Infrared Spectroscopy for Parallel Assays and 1D-spatial maps of bacterial-based biomaterials
- 19) **Émilie Prouvé, Bernard Drouin, Pascale Chevallier, Gaétan Laroche, Marie-Christine Durrieu**
Control on hydrogel mechanical properties to direct hMSCs osteogenic differentiation
- 20) **Md Ramim Tanver Rahman, Dominic Larivière, Jesse Greener**
Rapid Prototyping of Monolith Integrated Plastic Microfluidic Devices for Food Sample Analysis: Coupled with ICPMS
- 21) **Jean-François Sauvageau, Marc-André Fortin**
Synthesis of Gold Nanoparticles from Aqueous Solutions by Dielectric Barrier Discharge (DBD) Plasma Treatment
- 22) **Saeideh Shokrollahi, S. Vanslambrouck, C. Hoesli, G. Laroche**
Investigating surface modification of PLA with polydopamine for grafting biomolecules
- 23) **Eliane Soligo, Mathieu Mainville, Thomas Bura et Mario Leclerc**
Développement de nouveaux copolymères de dicétopyrrolopyrrole fluoré pour applications en cellules solaires
- 24) **Pedram Sotoudeh Bagha, Mehrdad Khakbiz, Saeed Sheibani, Hendra Hermawan**
Influence of Ag on corrosion behaviour of biodegradable Fe-Mn alloy produced by spark plasma sintering
- 25) **Simon Soulié, P. Chevallier, N. Naudé, G. Laroche**
Étude du potentiel de l'asclépiade en ingénierie tissulaire osseuse
- 26) **Stéphanie Vanslambrouck, Roberta Dagher, Aurélien Hermann, Marie Mottoul, Chloé Paquet, Juliette Triquet, Jérémy Winninger, Véronique Landry**
Développer la prochaine génération de produits du bois d'intérieur : la chimie au service du bois
- 27) **Nicolas Zindy, Catherine Beaumont, Julien Michaud-Valcourt, Terence Blaskovits, Hamid Saneifar, Daniel Belanger and Mario Leclerc**
Nouveaux copolymères à base de pyromellitic diimide et leur application en tant que matériau actif au sein de cathode de batterie Li-ion.

MERCI À NOS PARTENAIRES

Partenaires Platine



Partenaires Or



Faculté des sciences et de génie
Département de chimie



UNIVERSITÉ
LAVAL



Chemical Institute of Canada | *For Our Future*

Partenaires Argent

Faculté des sciences et de génie
Département de génie des mines, de la métallurgie et des matériaux



UNIVERSITÉ
LAVAL

Faculté de médecine



UNIVERSITÉ
LAVAL



Partenaires Bronze



SERVICES DE CAFÉ
VAN HOUTTE