

CERMa

centre de recherche  
sur les matériaux avancés



7<sup>e</sup>  
édition

**COLLOQUE ÉTUDIANT  
DU CENTRE DE RECHERCHE  
SUR LES MATÉRIAUX AVANCÉS**

## MOT DE BIENVENUE

Chers collègues,

C'est un grand plaisir de vous accueillir à la 7<sup>e</sup> 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 7<sup>e</sup> édition.

En ouverture du colloque, nous aurons le privilège d'avoir une allocution du directeur Prof Gaétan Laroche, directeur du CERMA. En conférences plénières, 3 professeurs-chercheurs nouvellement membres du CERMA (Prof. Amine Miled, Prof. Nicolas Bertrand et Prof. Tatjana Stevanovic) s'illustrent dans leur domaine d'expertises professionnelles, entre autres, par leur recherche dans les matériaux avancés et ils nous feront l'honneur de venir présenter leurs travaux innovants. En après-midi, nous sommes également fiers d'accueillir deux scientifiques du monde industriel. Pour la première conférence, nous sommes heureux de recevoir un ancien étudiant du CERMA, le Dr Philippe Berrouard, président de *Brilliant Matters inc.*. Il nous entretiendra sur l'évolution de son entreprise et de son expérience de démarrage d'entreprise dans le domaine des polymères conducteurs et de l'électronique organique. Quant à la seconde conférence industrielle, M. Nicolas Duplessis, ing., qui est directeur des partenariats stratégiques chez *Kruger Biomatériaux*, nous expliquera le fonctionnement de son organisation et nous présentera un bioproduit novateur fait à partir de filaments de cellulose et nommé FiloCell<sup>MC</sup> qui a récemment été développé dans sa division.

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 17 de présentations orales dont 3 conférences plénières de professeurs-chercheurs du Centre, de 2 chercheurs industriels et de 12 étudiants de cycles supérieurs. En soirée, il y aura la traditionnelle séance d'affiches scientifiques (plus de 35 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 d'une valeur de 125\$ chacun ainsi que 3 prix pour les meilleures présentations affiches scientifiques d'une valeur de 75\$ chacun. 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, des sciences du bois et de la forêt, de génie électrique et la faculté de médecine, le Centre Québécois des Matériaux Fonctionnels et Mitacs ainsi que nos collaborateurs industriels Kruger Biomatériaux, Brilliant Matters. Nous tenons aussi à remercier nos commandites en nature sans qui les à-côtés n'auraient pas été les mêmes : l'épicerie Quatre-Bourgeois, la Barberie et la fromagerie du campus. Le Comité organisateur tient à remercier M. Philippe Dufour (Université Laval, CERMA) pour son implication dans l'organisation de cet événement.

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***

*Corinne Bouchard, Sébastien Champagne, Philippe Grenier, Morgane Laurent, Thiebaud Meinsohn, Benjamin Martial, Audrey Picard-Lafond, Jean-François Sauvageau et Nicolas Zindy.*

# **PROGRAMMATION**

---

## **SCHEDULE**

## AVANT-MIDI

Modérateurs des séances: Pre Élodie Boisselier et Thiébaud Meinsohn

8h30	<b>Accueil des participants</b>	<b>Local POP-1168</b>
9h00	<b>Mot de bienvenue du Pr Gaétan Laroche</b> , directeur du CERMA	
<b>Nanomatériaux en biomédical</b>		
9h10	<b>Pr Nicolas Bertrand</b> , Faculté de pharmacie, Université Laval <i>Nanomatériaux dans les systèmes biologiques : déchiffrer des phénomènes complexes grâce aux librairies de nanoparticules</i>	
9h50	<b>Philippe Grenier</b> , Faculté de pharmacie, Université Laval <i>Tolérance et immunogénicité des nanoparticules PEGylées</i>	<b>Local POP-1168</b>
10h05	<b>Caroline Royer</b> , Faculté des sciences et de génie, Université Laval <i>Differentiation of mononuclear cells from cord blood in endothelial progenitors cells onto bioactive poly(ethylene terephthalate) film</i>	
10h20	<b>Pause café</b>	
<b>Biocapteurs et biophysique</b>		
10h35	<b>Pr Amine Miled</b> , Faculté des sciences et de génie, Université Laval <i>La « micro-fluidotronique » : une fusion entre la microfluidique et la microélectronique pour une nouvelle génération de biocapteurs</i>	
11h15	<b>Maud Auger</b> , Faculté des sciences et de génie, Université Laval <i>Characterization of a fluorinated peptide: towards the development of a novel ion channel</i>	
11h30	<b>Stéphanie Vanslambrouck</b> , Faculté des sciences et de génie, Université Laval <i>Different covalent immobilization strategies influencing the fibronectin conformation and bioactivity</i>	<b>Local POP-1168</b>
11h45	<b>Kim Potvin-Fournier</b> , Faculté des sciences et de génie, Université Laval <i>Impact du calcium et de lipides chargés sur la recoverine, une neuroprotéine des photorécepteurs sensibles au calcium, étudié par spectroscopie FTIR et RMN à l'état solide</i>	
12h00	<b>Dîner</b> <b>Assemblée générale annuelle du CERMA</b> présidée par Pr Gaétan Laroche	

## APRÈS-MIDI

Modérateurs : Pr Amine Miled et Audrey Picard-Lafond

### Utilisation de macromolécules du vivant

13h15	<b>Pre Tatjana Stevanovic</b> , Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, Université Laval <i>La nouvelle lignine hautement pure issue du procédé organosolv</i>	
13h55	<b>Justine Dionne</b> , Faculté des sciences et de génie, Université Laval <i>Structural investigations of spider dragline silk</i>	
14h10	<b>Juliana M. Vaz</b> , Faculté des sciences et de génie, Université Laval <i>Développement de recouvrement antibactérien de chitosane pour plasma-Greffage</i>	<b>Local POP-1168</b>
14h25	<b>Clayton Souza Campelo</b> , Faculté des sciences et de génie, Université Laval <i>Revêtements à base de chitosane pour des applications en contact avec du sang</i>	
14h40	<b>Pause café</b>	

### Électricité et matériaux

14h55	<b>Philippe Berrouard</b> , co-fondateur de Brilliant Matters <i>De l'idée à l'entreprise : la naissance d'une start-up innovante</i>	
15h35	<b>Morgane Laurent</b> , Faculté des sciences et de génie, Université Laval <i>Développement d'une matrice polymère plasma biodégradable par décharge à barrière diélectrique pour applications vasculaires</i>	
15h50	<b>Maude Desroches</b> , Faculté des sciences et de génie, Université Laval <i>De closed-shell à open-shell biradical: le bris de liaisons <math>\pi</math> par mécanochimie</i>	<b>Local POP-1168</b>
16h05	<b>Ivan Rodriguez</b> , Faculté des sciences et de génie, Université Laval <i>PLA surface functionalization: a first step toward targeted bioconjugation for biomedical applications</i>	
16h20	<b>Nicolas Duplessis</b> , Kruger Biomatériaux <i>Créons les matériaux de demain</i>	
17h00	<b>Mot de remerciement du Pr Gaétan Laroche</b> , directeur du CERMA	

## SOIRÉE

17h30	<b>Session d'affiches scientifiques Cocktail dînatoire</b>	<b>Local VCH -Atrium</b>
-------	--	------------------------------

**CONFÉRENCIERS INVITÉS**

---

**KEYNOTE SPEAKERS**

## NANOMATÉRIAUX DANS LES SYSTÈMES BIOLOGIQUES : DÉCHIFFRER DES PHÉNOMÈNES COM- PLEXES GRÂCE AUX LIBRAIRIES DE NANOPARTICULES



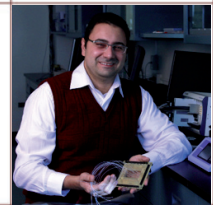
Nicolas Bertrand

*Faculté de pharmacie, Université Laval  
Centre de recherche du CHU de Québec – Université Laval, CHUL*

Nicolas Bertrand est professeur adjoint à la Faculté de pharmacie de l'Université Laval depuis 2015. Pharmacien de formation, il a acquis durant son doctorat (UdeM, 2011) une grande expérience dans la préparation et la caractérisation de matériaux pour la vectorisation de médicaments. Durant son postdoctorat au Massachusetts Institute of Technology dans le laboratoire du Prof. Robert Langer (2011-2015), il a développé une expertise dans la synthèse de nanoparticules biodégradables et les manières dont en étudier les interactions dans les milieux complexes. Son laboratoire de recherche, situé au Centre de Recherche du CHU de Québec (CHUL), s'intéresse au développement de plate-forme technologiques pour améliorer l'efficacité des médicaments et d'autres molécules d'intérêt thérapeutique.



# LA « MICRO-FLUIDOTRONIQUE » : UNE FUSION ENTRE LA MICROFLUIDIQUE ET LA MICROÉLECTRONIQUE POUR UNE NOUVELLE GÉNÉRATION DE BIOCAPTEURS

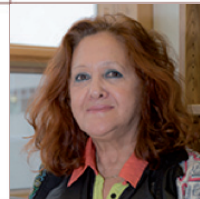


Amine Miled

*Faculté des sciences et de génie, Université Laval*

Le professeur Amine Miled a obtenu son doctorat à l'École Polytechnique de Montréal (Québec), Canada, en 2013. La même année, il s'est joint au département de génie électrique et génie informatique de l'Université Laval à titre de professeur adjoint. Il est aussi membre du Laboratoire de radiocommunications et de traitement du signal (LRTS), directeur du laboratoire de recherche en bioingénierie LABioTRON et co-président du réseau de recherche en microfluidique à l'Université Laval. Prof. Miled est aussi membre du centre de recherche sur les matériaux avancés (CERMA) et du regroupement stratégique en microsysteme du Québec (ReSMIQ).

## LA NOUVELLE LIGNINE HAUTEMENT PURE ISSUE DU PROCÉDÉ ORGANOSOLV



Tatjana Stevanovic

*Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, Université Laval*

Professeure titulaire au Département des sciences du bois et de la forêt de la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique, Tatjana Stevanovic enseigne plusieurs cours qui portent sur les aspects chimie et génie chimiques d'importance pour la transformation du bois. Née à Belgrade, Serbie, elle a fait toutes ses études, de l'école primaire aux universitaires dans sa ville natale. Elle a un diplôme d'ingénieur chimique, ainsi que la maîtrise et le doctorat de l'Université de Belgrade, où elle avait enseigné pendant 19 ans les cours similaires aux cours qu'elle enseigne depuis 1997 à l'Université Laval, mais en langue différente (serbe). Dans ses travaux de recherche Professeure Stevanovic s'intéresse aux lignines, les polymères aromatiques du bois et d'autres plantes vasculaires, ainsi que pour les polyphénols extractibles qui les accompagnent dans les tissus lignifiés. Dans ses projets de recherche Pr Stevanovic étudie ces dernières années les applications des lignines en tant que polymères dans les matériaux. En ce qui concerne les polyphénols extractible ses projets de recherche explorent surtout leurs applications qui reposent sur leur capacité antioxydante.

## DE L'IDÉE À L'ENTREPRISE : LA NAISSANCE D'UNE START-UP INNOVANTE

Philippe Berrouard

*Co-fondateur de Brilliant Matters*

Une grande partie de l'économie d'aujourd'hui est basée sur l'innovation, tant du côté marketing que scientifique. Les universités et les centres de recherche demeurent l'un des vecteurs essentiels des connaissances techniques et théoriques qui permettent l'émergence de nouvelles technologies. Le transfert de ces connaissances est souvent destiné à des entreprises déjà bien établies, mais parfois elles mènent à la création de nouvelles compagnies. Au cours de cette présentation, nous expliquerons comment une idée provenant d'un laboratoire de recherche s'est transformée en la start-up Brilliant Matters.

## CRÉONS LES MATÉRIAUX DE DEMAIN

Nicolas Duplessis

*Directeur, Partenariats stratégiques de Kruger Biomatériaux*

Chez Kruger Biomatériaux, Nicolas établit des partenariats stratégiques avec d'autres industriels innovants pour créer les matériaux de demain en utilisant FiloCell<sup>®</sup>, un nouvel agent de renforcement biosourcé et breveté. Nicolas est ingénieur mécanique de formation et cumule 17 ans d'expérience professionnelle internationale dans le développement des affaires et de nouvelles technologies. Nicolas a travaillé principalement dans les domaines des cleantech et de l'aéronautique.

# **CONFÉRENCES ÉTUDIANTES**

---

**STUDENT LECTURES**

## TOLÉRANCE ET IMMUNOGÉNÉICITÉ DES NANOPARTICULES PEGYLÉES

Philippe Grenier<sup>1,2</sup>, Nicolas Bertrand<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Faculté de pharmacie, Université Laval*

<sup>2</sup>*Centre de recherche du CHU de Québec – Université Laval, CHUL*

*philippe.grenier.4@ulaval.ca*

Les nanoparticules (NP) utilisées comme vecteurs pharmaceutiques interagissent avec les protéines plasmatiques. Cela influence leur devenir dans l'organisme. L'ajout de polyéthylène glycol (PEG) à la surface des NP permet de réduire ce phénomène et de prolonger leur temps de circulation. Dans certaines conditions, une injection de NP PEGylées peut induire la production d'IgM anti-PEG. Ce phénomène survient dans la rate, suite à l'activation directe des cellules B et sans l'aide des lymphocytes T. La présence d'anticorps dans le plasma entraîne la clairance accélérée des doses administrées subséquemment. On connaît relativement peu de choses quant aux facteurs stimulant la production d'anticorps. Objectif : Étudier l'influence des propriétés physicochimiques des nanoparticules sur la production d'anticorps anti-PEG. Méthodologie : Les NP possédant différentes tailles et densités de PEG ont été synthétisées par nanoprecipitation à partir de polymères diblocs de PEG-PLGA (poly(lactic-co-glycolic acid)). Après purification, les nanoparticules ont été administrées à des souris Balb/c saines. Des échantillons de sang ont été prélevés tous les 2 jours, sur une période de 12 jours. La quantité d'anticorps a été dosée par ELISA (enzyme linked immunosorbent assay). Pour les études pharmacocinétiques, les NP ont été marquées au carbone 14 et administrées à des animaux naïfs ou sensibilisés préalablement. Résultats : Lorsqu'elles sont fortement PEGylées, les NP d'un diamètre inférieur à 100 nm (i.e., 55 et 90 nm) produisent plus d'IgM que leurs homologues plus grosses (i.e., 140 et 180 nm). Lorsqu'elles sont faiblement PEGylées, les NP semblent produire moins d'anticorps. La présence d'anticorps augmente la clairance des NP. Conclusion : Les propriétés physicochimiques des NP influencent leur capacité à produire des IgM. Il est possible que la quantité d'IgM produite par les différentes NP dépende de la dose se retrouvant dans la rate.

# DIFFERENTIATION OF MONONUCLEAR CELLS FROM CORD BLOOD IN ENDOTHELIAL PROGENITORS CELLS ONTO BIOACTIVE POLY(ETHYLENE TEREPHTHALATE) FILM

Caroline Royer<sup>1,2</sup>, Laurent Plawinski<sup>1</sup>, Gaétan Laroche<sup>2,3</sup>, Marie-Christine Durrieu<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Chemistry & Biology of Membranes & Nanoobjects (CNRS UMR5248 CBMN), Université de Bordeaux, Bordeaux INP, France*

<sup>2</sup>*Laboratoire d'Ingénierie de Surface, Centre de recherche du CHU de Québec, Hôpital Saint-François d'Assise, Canada*

<sup>3</sup>*Département de génie des mines, de la métallurgie et des matériaux, Centre de Recherche sur les Matériaux Avancés, Canada*

caroline.royer.1@ulaval.ca

Cardiovascular diseases are one of the leading causes of mortality worldwide. Vascular prostheses are used for bypass surgeries and as a material for reconstruction of injured arteries. However, the patency rate of these devices is poor due to the lack of endothelialisation. Accordingly, several researches focus on promoting the endothelialisation of vascular grafts through the conjugation of bioactive molecules on their surfaces to target either endothelial progenitor cells or mature cells. In this context, the strategy used in this work consisted in the co-immobilization of two different bioactive molecules onto biomaterial surface in order to improve recruitment, adhesion and differentiation of endothelial progenitors cells. For this purpose, these two bioactive molecules were either homogeneously conjugated or micropatterned to mimic the extracellular matrix (ECM) organization with the emphasis put on the assessment of these bioengineered materials on mononuclear and endothelial progenitors cells fate. PET films were modified according to a protocol previously described by Chollet et al.<sup>1</sup> The aforementioned biomolecules were selected for their ability to enhance adhesion (GRGDS<sup>1</sup> and GHM<sup>2</sup> peptides) or induce differentiation of endothelial progenitors cells (sitagliptine<sup>3</sup> and SFLLRN<sup>4</sup>). All materials were well characterized using XPS, AFM, contact angle measurements, and fluorescence microscopy. Mononuclear cells were isolated from cord blood according to the procedure reported by Smadja<sup>3</sup>. They were then sorted out by attaching them to anti-CD34+ conjugated microbeads and characterized by flow cytometry prior seeding them on the abovementioned bioengineered materials. The first cell colonies were observed after 12 to 15 days and lead to a confluent monolayer on either GRGDS or SFLLRN conjugated materials. Differentiated cells were characterized by optical and fluorescence microscopies. QRT-PCR analysing CD34, CD133, KDR, vWF, eNOS, and GAPDH markers confirmed the endothelial progenitor phenotype. Additional tests will be performed in matrigel in order to ascertain that the isolated cells are functional EPCs.

## References

- 1) Chollet C. et al., *Biomol Eng.* 2007 Nov;24(5):477–82.
- 2) Veleva A. et al., *Biotechnol Bioeng.* 2007 Sep 1;98(1):306–12.
- 3) Brenner C. et al., *Int J Cardiol.* 2014 Nov;177(1):266–75.
- 4) Smadja D. et al., *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2005 Nov 1;25(11):2321–7.

# CHARACTERIZATION OF A FLUORINATED PEPTIDE : TOWARDS THE DEVELOPMENT OF A NOVEL ION CHANNEL

Maud Auger<sup>1</sup>, Raphaël Godbout<sup>1</sup>, Thierry Lefèvre<sup>1</sup>, Normand Voyer<sup>1</sup>, Michèle Auger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Département de chimie, PROTEO, CQMF, CERMA, Université Laval*

*maud.auger.1@ulaval.ca*

Peptides play major roles in cells. Among others, they can act as chemical messenger, hormone, antimicrobial agents, and ion channels. Peptide can adopt various functional conformations. The group of DeGrado has demonstrated that a  $\alpha$ -helical peptide with 21 residues constituted only of leucine and serine residues can form an ion channel<sup>1</sup>. We have substituted the serine residues by trifluoro-alanines to obtain a more stable peptide assembly due to inter-helix fluorine interactions.

Molecular modelization suggests that incorporation of fluorine atoms in the sequence of the peptide promotes a stable alpha-helical conformation. In the presence of lipid membranes, the peptide LX2 is predicted to auto-assemble into tri- and tetramer ion channels in which the fluorine atoms are located in the center of the channel. This template peptide could be modified to develop novel nanostructures having chemotherapeutic activity. The aim of this study is to investigate the interactions between LX2 and model lipid membranes and to examine experimentally the presence of tetrameric LX2 ion channels.

The synthesis and characterization of a peptide containing 21 amino acids made of 15 leucines and six trifluoro-alanines has been carried out<sup>2</sup>. We will present a structural analysis of the LX2 peptide by circular dichroism, infrared spectroscopy and Nuclear Magnetic Resonance spectroscopy. Ongoing biophysical studies on peptide-membrane interactions will also be presented.

## **References**

- 1) DeGrado, W.F.; Wasserman, Z.R.; Lear, J.D. *Science*. 1989, 243, 622-628
- 2) Lear, J.D.; Wasserman, Z.R.; DeGrado, W.F. *Science*. 1988, 1177-1181.



# DIFFERENT COVALENT IMMOBILIZATION STRATEGIES INFLUENCING THE FIBRONECTIN CONFORMATION AND BIOACTIVITY

Stéphanie Vanslambrouck, Pascale Chevallier, Andrée-Anne Guay-Bégin, Gaétan Laroche

*Laboratoire d'Ingénierie de Surface, Centre de recherche du CHU de Québec, Hôpital Saint-François d'Assise, Canada*

*Département de génie des mines, de la métallurgie et des matériaux, Centre de Recherche sur les Matériaux Avancés, Canada*

*stephanie-sabrina.vanslambrouck.1@ulaval.ca*

Fibronectin is one of the most investigated proteins due to its cell adhesion properties and its contribution to important physiological processes. However, its conformation and, hence, its bioactivity strongly depend on the hydrophilic/hydrophobic character of the surface, but also the immobilization strategies. The original approach of this work is to investigate the effect of both parameters. For that purpose, the grafting of fibronectin onto silicon wafers was performed by using four different crosslinkers with various hydrophilicity to link fibronectin either through its amino groups (lysine) or sulfhydryl functionalities (cysteine). The grafting of all the crosslinkers and the fibronectin onto the surfaces was evidenced by XPS and differences in hydrophilicity were highlighted with the contact angle measurements. Moreover, profiles based on AFM images exhibited different protein conformations. Indeed, hydrophilic spacer arms lead to fibronectin spreading on the surface. These differences in fibronectin conformation, related to its bioactivity, were also supported by enzyme-linked immunosorbent assays (ELISA). In fact, the availability of the cell adhesion domains, using monoclonal anti-RGD antibodies, was also evidenced to be dependent on the crosslinkers. Furthermore, they had an influence on the grafted fibronectin amounts, as shown by ELISA with polyclonal anti-fibronectin antibodies. This work clearly demonstrated that hydrophilic crosslinkers allowed the grafting of a higher amount of fibronectin onto the surfaces as opposed to hydrophobic ones. Moreover, cell binding sequences were more available when fibronectin was grafted via its amino groups rather than its sulfhydryl groups, consequently the fibronectin bioactivity would be improved in this case.

# **IMPACT DU CALCIUM ET DE LIPIDES CHARGÉS SUR LA RECOVERINE, UNE NEUROPROTÉINE DES PHOTORÉCEPTEURS SENSIBLES AU CALCIUM, ÉTUDIÉ PAR SPECTROSCOPIE FTIR ET RMN À L'ÉTAT SOLIDE**

Kim Potvin-Fournier<sup>1,2,3</sup>, Thierry Lefèvre<sup>1,3</sup>, Audrey Picard-Lafond<sup>1,3</sup>, Catherine Marcotte<sup>1,3</sup>, Caroline Dufresne<sup>1,3</sup>, Line Cantin<sup>2,3</sup>, Christian Salesses<sup>2,3</sup>, Michèle Auger<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Département de chimie, CERMA, CQMF, Université Laval

<sup>2</sup>Département d'ophtalmologie et d'ORL-CCF, Faculté de médecine, Université Laval et CUO-Recherche, Centre de recherche du CHU de Québec, Hôpital du Saint-Sacrement, CHU de Québec

<sup>3</sup>PROTEO, Université Laval

*kim.potvin-fournier.1@ulaval.ca*

La recoverine est une protéine périphérique présente dans les photorécepteurs. C'est un membre de la famille des neuroprotéines sensibles au calcium (NCS). La conformation de plusieurs NCS varie en fonction de la concentration en calcium. À faible concentration en calcium, elles sont cytosoliques avec leur groupement myristoylé séquestré dans une poche hydrophobe. Cependant, la liaison de 1 à 4 ions calcium résulte en l'extrusion du groupement myristoylé. Ce phénomène s'appelle calcium myristoyl switch. Les photorécepteurs ont une composition lipidique particulière, soit plus de 60% de lipides polyinsaturés, ainsi que ~20% de lipides chargés négativement. Ainsi, l'objectif est d'analyser ce qui permettrait de moduler l'interaction membranaire, la liaison et l'agrégation de la recoverine. La conformation de la recoverine en présence de lipides a été étudiée par spectroscopie infrarouge. L'interaction entre la recoverine et les lipides avec différentes longueurs de chaînes acyles a été étudiée en combinant la spectroscopie infrarouge et de résonance magnétique nucléaire à l'état solide. Les lipides chargés lient les ions calcium et réduisent ainsi la stabilité thermique de la recoverine. La recoverine augmente la température de transition de phase des lipides chargés négativement et réduit la formation des complexes entre ces lipides et le calcium. L'hydratation et l'ordre des chaînes acyles sont influencés en présence de recoverine et du calcium. La recoverine en présence de calcium mais en absence de complexes entre le lipide chargé et le calcium présente plus d'interactions avec le lipide et retrouve sa stabilité thermique. Finalement, l'interaction membranaire de la recoverine est modulée par la quantité de calcium libre qui assure sa stabilité thermique et lui permet d'interagir plus fortement avec les membranes de lipides chargés négativement.

# STRUCTURAL INVESTIGATIONS OF SPIDER DRAGLINE SILK

Justine Dionne<sup>1</sup>, Thierry Lefèvre<sup>1</sup>, Michèle Auger<sup>1</sup>

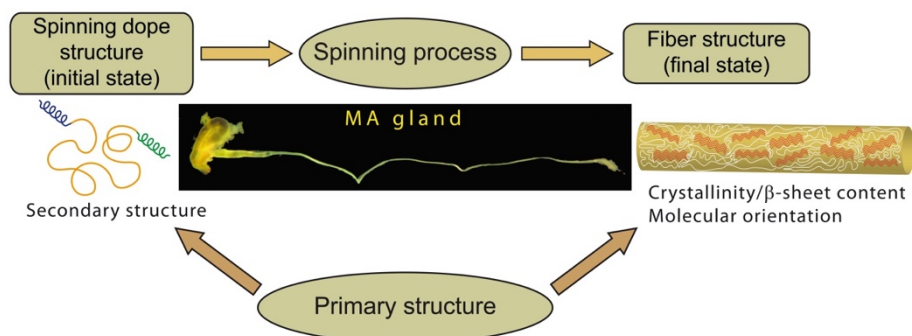
<sup>1</sup>Département de chimie – PROTEO – CERMA – CQMF, Université Laval

justine.dionne.1@ulaval.ca

Spider dragline silk is a semicrystalline polymer of great interest in material science due to its exceptional mechanical properties and biocompatibility<sup>1</sup>. Dragline silk is therefore a promising biomaterial for various industrial and medical applications<sup>2</sup>. In order to fully benefit from its properties and its potential to manufacture green materials, the structure of spider silk has to be known accurately.

At the molecular level, spider silk is composed of fibrous proteins organized into crystalline nanodomains embedded in an amorphous matrix<sup>3</sup>. Silk thread structure is determined by the protein sequence characteristics and spinning process. Even though the importance of both factors has been emphasized, their relative contributions to the final state remain unclear<sup>4</sup>.

To this aim, the molecular structure of the major ampullate silk of *Araneus diadematus* and *Nephila clavipes* has been compared quantitatively in the liquid and fiber states using Raman spectromicroscopy. This technique has long been proven to be a useful tool to probe silk<sup>5</sup>.



## References

- 1) Gosline, J. M.; Demont, M. E.; Denny, M. W. *Endeavour* **1986**, 10, (1), 37-43.
- 2) Kluge, J. A.; Rabotyagova, U.; Leisk, G. G.; Kaplan, D. L. *Trends Biotechnol.* **2008**, 26, (5), 244-251.
- 3) Termonia, Y. *Macromolecules* **1994**, 27, (25), 7378-7381.
- 4) Dionne, J.; Lefevre, T.; Auger, M. *Int. J. Mol. Sci.* **2016**, 17, (8).
- 5) Lefèvre, T.; Paquet-Mercier, F.; Rioux-Dubé, J.-F.; Pézolet, M. *Biopolymers* **2012**, 97, 322-336

# DÉVELOPPEMENT DE RECOUVREMENT ANTIBACTÉRIEN DE CHITOSANE POUR PLASMA-GREFFAGE

Juliana M. Vaz<sup>1,2</sup>, Pascale Chevalier<sup>1</sup>, Marisa Beppu<sup>2</sup>, Diego Mantovani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Biomatériaux et de Bioingénierie, Université Laval, Québec, Qc, Canada

<sup>2</sup>Université de Campinas, Campinas, SP, Brésil

*juliana.miguel-vaz.1@ulaval.ca*

Au Canada, 220 000 personnes développent chaque année des infections nosocomiales pouvant entraîner la mort. Ces infections surtout d'origine bactérienne (70% des cas) engendrent des dépenses d'environ \$106 millions<sup>1</sup>. Afin de limiter la propagation des infections, il est important d'avoir des surfaces antimicrobiennes stables, à large spectre d'action et ne développant pas de résistance. Un revêtement à base de chitosane apparaît donc comme une alternative intéressante car c'est un biopolymère, non-toxique, biocompatible et possédant des propriétés antibactériennes. Cette étude consiste donc à obtenir une surface antibactérienne sur des tissus utilisés dans le domaine hospitalier, tel que le polyester. Afin d'optimiser la méthodologie et faciliter les analyses, des surfaces de polytétrafluoroéthylène (PTFE) ont d'abord été utilisées. Ces surfaces sont aminées par plasma N<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>, puis trois bras d'ancrage différents, choisis pour leurs propriétés spécifiques, sont utilisés avant de greffer différents chitosanes avec différents poids moléculaires et degré de déacétylation<sup>2</sup>. Ces revêtements ont été ensuite caractérisés par différentes analyses de surface. Les résultats montrent l'influence du bras d'ancrage sur l'efficacité du greffage du chitosane mais aussi sur les propriétés antibactériennes. Le développement de revêtements à base de chitosane pourra ensuite être étendu à une vaste gamme d'applications dans le domaine des matériaux pour la santé.

## **Références**

- 1) Cloutier, M.; Mantovani, D.; Rosei, F. *Trends Biotechnol* 2015; 33, 637–652.
- 2) Vaz, J. M.; Michel, E. C.; Chevallier P, Beppu M. M. , Mantovani D. *J Biomater Tissue Eng* 2014, 4, 915–924.

# REVÊTEMENTS À BASE DE CHITOSANE POUR DES APPLICATIONS EN CONTACT AVEC DU SANG

Clayton Souza Campelo<sup>1</sup>, Pascale Chevallier<sup>1</sup>, Rodrigo Silveira Vieira<sup>2</sup>, Diego Mantovani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Min-Met-Materials Engineering, Laval University & University Hospital Research Center, G1V 0A6, Quebec City, QC, Canada*

<sup>2</sup>*Federal University of Ceará, Department of Chemical Engineering, Campus do Pici - Bloco 709, Fortaleza, Ceará 60455-760, Brazil*

*clayton.souza-campelo.2@ulaval.ca*

La thrombose et la calcification constituent les principaux problèmes cliniques des dispositifs sanguins lorsqu'ils sont implantés dans le corps<sup>1</sup>. Les revêtements polymère bioactifs représentent une stratégie reconnue pour moduler les interactions entre la surface du matériau et l'environnement. Le chitosane sulfoné apparaît avoir un bon potentiel pour permettre de répondre à cette problématique, puisqu'il a été démontré qu'il permettait de diminuer l'adsorption des protéines, la thrombogénicité et de limiter la calcification par rapport au chitosane non modifié<sup>2,3</sup>.

Ainsi, le présent travail vise à recouvrir des surfaces métalliques avec du chitosane et du chitosane sulfoné, en utilisant de la dopamine et du PEG comme bras d'ancrage, et d'étudier l'effet de ces surfaces greffées sur l'adhésion de plaquettes, la coagulation et la calcification.

L'efficacité du greffage et les propriétés biologiques ont été ensuite évaluées. Les résultats ont montré que le revêtement à base de chitosane sulfoné permettait de limiter l'adsorption du calcium et donc la formation de dépôts, l'activation des plaquettes ainsi que le processus de formation de caillot. Le revêtement a donc un bon potentiel pour être utilisé comme matériau en contact avec le sang.

## **Références**

- 1) Dee, KC; Puleo, DA; Bizios, R. *An Introduction to Tissue-Biomaterial Interactions*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 2002.
- 2) Lima, PHL et al., *Colloid Surface B*, 2013, 111, 719–725.
- 3) Campelo. CS et al., *Mat Sci Eng C*, 2016, 59, 241–248.

# DÉVELOPPEMENT D'UNE MATRICE POLYMÈRE PLASMA BIODÉGRADABLE PAR DÉCHARGE À BARRIÈRE DIÉLECTRIQUE POUR APPLICATIONS VASCULAIRES

Morgane LAURENT<sup>1,2,3</sup>, Edouard Desjardins<sup>4</sup>, Maximilian Meichelboeck<sup>2,3</sup>, Nicolas Naudé<sup>1</sup>, Luc Stafford<sup>4</sup>, Nicolas Gherardi<sup>1</sup>, Gaéтан Laroche<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>LAPLACE, Université de Toulouse, CNRS ; F-31000 Toulouse, France

<sup>2</sup>Laboratoire d'Ingénierie de Surface, CERMA, Département de génie des mines, de la métallurgie et des matériaux, Université Laval, Québec, Canada

<sup>3</sup>Axe médecine régénératrice, Centre de recherche du CHU de Québec, Québec, Canada

<sup>4</sup>Laboratoire de physique des plasmas, Département de physique, Université de Montréal, Montréal, Québec, Canada

morgane.laurent.1@ulaval.ca

Aujourd'hui encore, la partie non-obstruée des prothèses artérielles synthétiques de petits diamètres ne dépasse pas les 50% à 5 ans après l'implantation. La complication principale, appelée hyperplasie néointimale, entraîne l'obstruction du vaisseau due à la prolifération de cellules sur la paroi interne de la prothèse. L'une des solutions envisagées pour limiter cette réaction consiste à libérer localement un médicament qui inhiberait spécifiquement la croissance de ces cellules.<sup>1</sup>

De nos jours, les technologies plasma permettent de revêtir la surface de biomatériaux afin d'en améliorer la biocompatibilité.<sup>2</sup> Un polymère plasma aux propriétés définies par la structure du précurseur et les conditions expérimentales peut être déposé en utilisant l'énergie d'un plasma pour polymériser un précurseur gazeux.

Dans ce contexte, ce projet utilise une décharge à barrière diélectrique pour synthétiser un polymère plasma biodégradable utilisable comme système à libération contrôlée de médicaments. Le lactate d'éthyle est utilisé comme précurseur afin d'obtenir un dépôt similaire à l'acide polylactique couramment utilisé dans le domaine biomédical. L'influence des conditions de dépôt du précurseur sur le plasma puis sur la chimie et cinétique de dégradation du revêtement est étudiée. Finalement, un réacteur plasma cylindrique est développé afin de permettre le traitement de véritables prothèses artérielles synthétiques.

## Références

- 1) Vallières, K.; Petitclerc, É.; Laroche, G. *Vascul. Pharmacol.* **2009**, *51*, 50–56.
- 2) Kulaga, E.; Ploux, L.; Balan, L.; Schrodj, G.; Roucoules, V. *Plasma Process. Polym.* **2014**, *11*, 63–79.

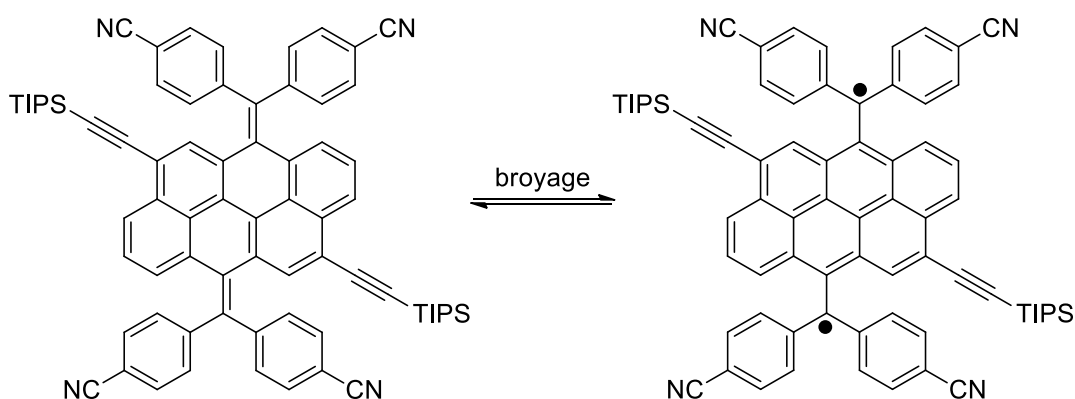
# DE CLOSED-SHELL À OPEN-SHELL BIRADICAL : LE BRIS DE LIAISONS $\pi$ PAR MÉCANOCHEMIE

Maude Desroches<sup>1</sup>, Joël Boismenu-Lavoie<sup>1</sup>, Juan Casado<sup>1</sup>, Jean-François Morin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Département de chimie – CERMA – CQMF, Université Laval

desroches.maude@gmail.com

Un nouvel aromatique polycyclique en forme quinodiméthane basé sur le 4,10-dibromoanthrhone est rapporté. À la température pièce, le composé est stable en couche fermée, mais peut être excité en un état biradicalaire en appliquant une faible pression à l'état solide ou en augmentant la température en solution. La congestion stérique entraîne le bris de liaisons  $\pi$ , ce qui permet le réarrangement de la géométrie de type papillon quinodiméthane à une structure aromatique plane. Nous avons aussi démontré que la formation du biradical dépend de la nature des substituants localisés sur les phényles en périphérie.



# PLA SURFACE FUNCTIONALIZATION : A FIRST STEP TOWARD TARGETED BIOCONJUGATION FOR BIOMEDICAL APPLICATIONS

Ivan Rodriguez Duran<sup>1,2</sup>, Stéphanie Vanslambrouck<sup>1,2</sup>, Pascale Chevallier<sup>1,2</sup>, Corinne Hoesli<sup>3</sup>, Gaétan Laroche<sup>1,2</sup>

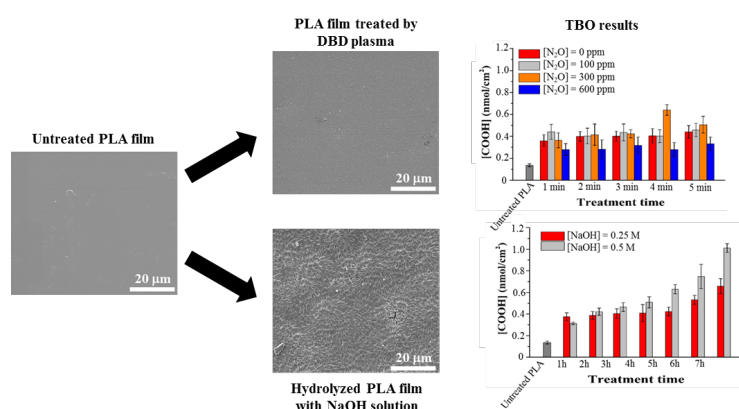
<sup>1</sup>Laboratoire d'Ingénierie de Surface, CERMA, Département de génie des mines, de la métallurgie et des matériaux, Université Laval, Québec, Canada

<sup>2</sup>Axe médecine régénératrice, Centre de recherche du CHU de Québec, Québec, Canada

<sup>3</sup>Stem Cell Bioprocessing Laboratory, Department of Chemical Engineering, McGill University, 3610 University Street, Montreal, Canada

ivan.rodriguez-duran.1@ulaval.ca

Polylactic acid (PLA) is a biodegradable aliphatic polyester which is widely used in the pharmaceutical and biomedical industries. Typical applications comprise reabsorbable sutures, drug and growth factors delivery systems, stents, scaffolds for tissue engineering and bone fixation devices<sup>1</sup>. Nevertheless, the PLA surface features are far from being optimal if the cell/implant interaction is deemed. As a matter of fact, the hydrophobicity and low surface energy, both arising from the presence methyl groups in the polymer structure, adversely affect cell attachment, spreading, and proliferation<sup>2</sup>. Poor cell adhesion and proliferation can induce inflammatory response, infection, and in the worst case, implant rejection. Therefore, it is imperative to modify the PLA surface characteristics to overcome these issues. To this end, an atmospheric pressure plasma treatment operating under N<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>O mixtures and hydrolysis protocol in NaOH solutions<sup>3</sup> were implemented on PLA in order to increase surface wettability and hence cell adhesion<sup>4</sup>, through the formation of hydrophilic carboxyl groups.



The results showed that the wettability of PLA films and the amount of carboxyl groups, which were quantified by means of the toluidine blue O method, significantly increased after the plasma treatments and were very similar than after alkali hydrolysis. Furthermore, SEM images revealed that almost no damages were observed on the PLA films after plasma treatment in contrast to the films functionalized in alkali solutions. Besides, PLA functionalized surfaces can be used in a subsequent bioconjugation with peptides and proteins such as enzymes and

antibodies, by means of covalent binding in order to drive specific interaction with biological systems.

## References

- 1) Narayanan, G., et al. *Adv. Drug Deliv. Rev.* (2016).
- 2) Poncin-Epaillard, F., et al. *Mater. Sci. Eng. C* **33**, 2526–2533 (2013).
- 3) Guo, C., et al. *Materials Letters* **140**, (2015).
- 4) Jacobs, T., et al. *J. Mater. Sci. Mater. Med.* **24**, 469–478 (2013).



**PRÉSENTATIONS D’AFFICHES**

---

**POSTER PRESENTATIONS**

## **1. Incorporation of Multi-Walled Carbon Nanotubes to Enhance Performance of Microbial Fuel Cells**

Mehran Abbaszadeh Amirdehi, Mirpouyan Zarabadi, Jesse Greener

## **2. A microfluidic device for constraining upstream spreading of bacterial biofilm**

Farnaz Asayesh, Jesse Greener

## **3. Synthèse de polymères à base de pyromellitique diimide pour applications en batteries Lithium-ion**

Catherine Beaumont, Nicolas Zindy, Mario Leclerc

## **4. Synthèse et caractérisation de composés stables à caractère biradicalaire**

Joël Boismenu-Lavoie, Maude Desroches, Jean-François Morin

## **5. Tri-culture of vascular cells from cellularised collagen-based scaffolds for vascular tissue engineering**

Dimitria Bonizol Camasao, Caroline Loy, Lucie Levesque, Jayachandran Kizhakkedathu, Diego Mantovani

## **6. Cellularized Collagen Gels for Tissue Engineered Vascular Wall: *in vitro* Models Alternative to *in vivo* Testing**

Francesco Copes, Caroline Loy, Sébastien Meghezi, Dawit G Seifu, Nina Bono, Daniele Pezzoli, Audrey Lainé, Lucie Levesque, Bernard Drouin, Diego Mantovani

## **7. Amélioration de la solubilité de stéroïdes bioactifs contre le cancer à l'aide de structures dendrimériques**

Patrick Darveau, René Maltais, Donald Poirier, Jean-François Morin

## **8. Surface modification and bare metal functionalization of cobalt chromium alloys for biomolecule grafting**

Sergio Diaz-Rodriguez, Carlo Paternoster, Pascale Chevallier, Diego Mantovani

## **9. Greffage de la fibronectine et du peptide RGD sur des prothèses en titane pour limiter les infections**

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

## **10. Étude de la poly (hétéro)arylation directe par la synthèse de poly(3-octyloxy-4-méthylethiophène)**

Karine Goudreau, Mario Leclerc

## **11. Biofabrication of two-dimensional nano-bio hybrid materials with controllable properties using microfluidics**

Nan Jia, Erica Rosella, Freddy Kleitz, Jesse Greener

## **12. Biosensor Based on Molecularly Imprinted Polymers for Neurotransmitter Detection**

Praveenkumar Kaveri, Amine Miled, Elodie Boisselier

## **13. Biocompatible Micropump for Very Low Pressure Devices for Drug Delivery**

Hamza Landari, Marc-André Dussault, Jean Ruel, André Begin-Drolet, Amine Miled

## **14. Intratumoral injections of low-energy photon-emitting gold nanoparticles: a microdosimetry assessment**

Myriam Laprise-Pelletier, Yunzhi Ma, Jean Lagueux, Marie-France Côté, Luc Beaulieu, Marc-André Fortin

**15. Caractérisation d'une nano-couche d'oxyde amorphe pour l'amélioration de la résistance à la corrosion de l'acier inoxydable pour applications médicales.**

Gabriel Morand, Mahrokh Dorri, Maxime Cloutier, Stéphane Turgeon, Nicolas Brodusch, Raynald Gauvin, Diego Mantovani

**16. Preliminary cytotoxicity study of biodegradable metals on normal human urothelial cells for urinary stent application**

Devi Paramitha, Sébastien Champagne, Stéphane Chabaud, Stéphane Bolduc, Hendra Hermawan

**17. Synthèse de nanoparticules de carbone par polymérisation en dispersion**

Audrey Picard-Lafond, Jean-François Morin

**18. Spectroscopic imaging in microchannels for studies of biofilms**

Mohammad Pousti, François Paquet-Mercier, Raphaël Vicent-Langlois, Jesse Greener

**19. Développement de nouveaux polymères de type n (strong acceptor-weak acceptor) comportant des unités de Naphatalène diimide et de Perylène diimide pour la fabrication de pile photovoltaïques tout-polymère**

Amélie Robitaille, Josyane Turgeon, Maxime Guérette, Mario Leclerc

**20. Caractérisation des nanoparticules de platine, palladium et rhodium synthétisées par plasma atmosphérique par décharge à barrière diélectrique (DBD)**

Jean-François Sauvageau, Marc-André Fortin, Stéphane Turgeon, Pascale Chevallier

**21. Hydrodynamic Effects on Biofilms at the Biointerface Using a Microfluidic Electrochemical Cell: Case Study of *Pseudomonas sp.***

Mirpouyan Zarabadi, François Paquet-Mercier, Steve Charette, Jesse Greener

# Merci à nos partenaires !



UNIVERSITÉ  
LAVAL



brilliant matters  
organic electronics



MICROBRASSERIE  
coopérative de travail



Épicerie Quatre-Bourgeois



Mitacs

RETROUVEZ-NOUS SUR :  
[WWW.CERMA.ULaval.CA](http://WWW.CERMA.ULaval.CA)