

«Micro- et Nano-Patterning de Polymères Conducteurs pour des Applications Biomédicales»

Lundi 16 Octobre 2017 à 14h00 en amphithéâtre, CMP, Gardanne.

Mohammed ElMahmoudy, PhD Candidate, Department of Bioelectronics

Membres du jury :

De Mello John, Imperial College London, Président et rapporteur

Offenhäusser Andreas, Forschungszentrum Jülich, Rapporteur

Dufour Isabelle, Université de bordeaux, Examinatrice

Inal Sahika, King Abdullah University of Science and Technology,
Examinatrice

Gkoupidenis Paschalis, Max Plank Institute for polymer research,
Examineur

Malliaras George, Ecole des mines de Saint-Etienne (précédemment)/
University of Cambridge (actuellement), Directeur de thèse

Sanaur Sébastien, Ecole des mines de Saint-Etienne, Co-directeur de
thèse

Résumé :

La bioélectronique utilise des signaux électriques pour interagir avec des systèmes biologiques.

Les capteurs qui permettent la lecture électrique de marqueurs de maladies importantes et les implants/stimulateurs utilisés pour la détection et le traitement d'activité cellulaire pathologique ne sont que quelques exemples de ce que cette technologie peut offrir.

Du fait de leurs propriétés électro-actives et mécaniques fascinantes, l'électronique organique ou les matériaux conjugués n'ont été largement exploités dans le domaine de la bioélectronique.

L'intérêt pour les matériaux électroniques organiques provient de leur nature douce et flexible qui amortit les désagréments mécaniques à l'interface avec les tissus. Cette surface moins "étrangère" améliore le transfert de signal vers / en provenance des cellules *in vitro*.

Le mélange intéressant entre conductivité électronique et ionique de ces polymères conducteurs permet le couplage entre les charges électroniques présentes dans le volume des films organiques avec les flux ioniques du milieu biologique.

Le matériau prototypique de la bioélectronique organique est le polymère conducteur poly(3,4-éthylènedioxythiophène) (PEDOT) dopé avec du polystyrène sulfonate (PSS). Le PEDOT: PSS, disponible dans le commerce, est un complexe de polymères conjugués qui peut se disperser dans l'eau, être coulé sous forme de films biocompatibles très conducteurs comprenant des trous et des cations, doté d'une bonne capacité de stockage de charge et d'une bonne stabilité chimique.

Dans ce projet, nous étudierons une approche pour moduler les propriétés mécaniques, électriques et électrochimiques du PEDOT: PSS et étudier leur impact sur la performance des transistors électrochimiques organiques.

Par ailleurs, nous évaluerons l'effet de la micro-structuration et du nano-patterning sur l'impédance électrochimique des électrodes recouvertes de PEDOT: PSS utiles pour de futurs enregistrements et stimulations neurales.

Enfin, nous démontrerons l'utilisation du PEDOT:PSS à micro-motifs pour l'adhésion et la migration de cellules.

Abstract:

Bioelectronics uses electrical signals to interact with biological systems. Sensors that allow for electrical read-out of important disease markers, and implants/stimulators used for the detection and treatment of pathological cellular activity are only a few examples of what this technology can offer.

Due to their intriguing electroactive and mechanical properties, organic electronics or π -conjugated materials have been extensively explored regarding their use in bioelectronics applications.

The interest in organic electronic materials stemmed from their soft and flexible nature which dampens the mechanical properties mismatch with tissue. This less "foreign" surface enhances the signal transfer to/from cells *in vitro*. The attractive mixed electronic/ionic conductivity feature of conducting polymers enables coupling between the electronic charges in the bulk of the organic films with ion fluxes in biological medium.

The prototypical material of organic bioelectronics is the conducting polymer poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT) doped with polystyrene sulfonate (PSS). PEDOT:PSS is commercially available, water-dispersible conjugated polymer complex that can be cast into films of high hole and cation conductivity, good charge storage capacity, biocompatibility, and chemical stability.

In the present work we investigate an approach to tailor the mechanical, electrical, and electrochemical properties of PEDOT:PSS and study their impact on the performance of organic electrochemical transistors.

In addition, we study the effect of micro-structuring and nano-patterning on the electrochemical impedance of PEDOT:PSS-coated gold electrodes for future neural recordings and stimulation.

Moreover we demonstrate the use of micro-patterned PEDOT:PSS in cell adhesion and migration.