



CENTRE D'ELABORATION DE MATERIAUX ET D'ETUDES STRUCTURALES  
CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
29, rue Jeanne Marvig, TOULOUSE

## Sujet de stage : électronique flexible basée sur du graphène associé à un polymère thermoplastique

Responsable : Pascal Puech, HDR ([pascal.puech@cemes.fr](mailto:pascal.puech@cemes.fr))

Stage M1-M2 : 2 à 6 mois

Equipe : Benjamin Lassagne, LPCNO, Tom Fournier, CEMES-LPCNO, Sébastien Pinaud, CEMES

L'utilisation du graphène (feuille monoatomique d'atomes de carbone) dans l'électronique flexible transparente est depuis des années explorée mais n'a pas un coût suffisamment bas pour remplacer l'ITO (oxyde d'indium-étain). L'utilisation dans le domaine de la santé est très prometteuse car des coûts bien plus élevés sont acceptables. Par exemple, la start-up française Grapheal travaille sur les pansements intelligents à base de feuille de graphène sur pyralène : l'inflammation d'une plaie est détectée par le graphène via un changement de pH. Dans un autre domaine, l'entreprise Neurolink, bien connue pour avoir instrumenté des cerveaux de singes, utilise des électrodes d'or ou de platine enrobées de polyimide. Les métaux dans le liquide céphalo-rachidien et en contact avec le cerveau ont un certain pouvoir inflammatoire. Tester des alternatives pour fabriquer des électrodes en carbone à l'échelle micrométrique représente par conséquent un enjeu pour l'innovation à l'interface physique/matériau/biologie. Nous proposons de fabriquer des électrodes de graphène sur les thermoplastiques biocompatibles PEEK et Kapton. La complexité majeure est de pouvoir observer les couches sans les contaminer et seules les mesures de conductivité sont pour le moment utilisées. La surface étant rugueuse, voir une différence de hauteur de 0.35nm est illusoire et le graphène modifiant la transparence de moins de 2%, rend impossible la détection optique de la couche. Au CEMES et au LPCNO, nous disposons d'un certain nombre d'instruments pour les micro-manipulations et les mesures nous permettant de mener ces études à leur terme. Dans les étapes envisagées : trouver les conditions pour avoir une adhérence maximale PEEK/Gr/Cu ; trouver des méthodes de marquage sur PEEK comme la perforation ; dissoudre le cuivre par l'électrochimie ; utiliser le plasma oxygène, et/ou hydrogène pour faire des rubans ; recouvrir les bandes conductrices du même polymère, et finalement optimiser la conductivité. Ce travail sera fait dans une équipe motivée, en contact étroit avec un des doctorants financés par l'ANR Gladiator dont ce sujet est partie intégrante du projet.

Collaboration scientifique : séjour transatlantique possible pendant le stage.

Compétences : bonne dextérité pour les manipulations délicates

Localisation : majoritairement au CEMES, en salle blanche



Adresse postale  
CEMES/CNRS  
B.P. 94347  
31055 Toulouse Cedex 4  
France

Téléphone  
+33 (0) 5 67 52 43 57  
+33 (0) 6 75 72 11 69

Facsimile  
+33 (0) 5 62 25 79 99