

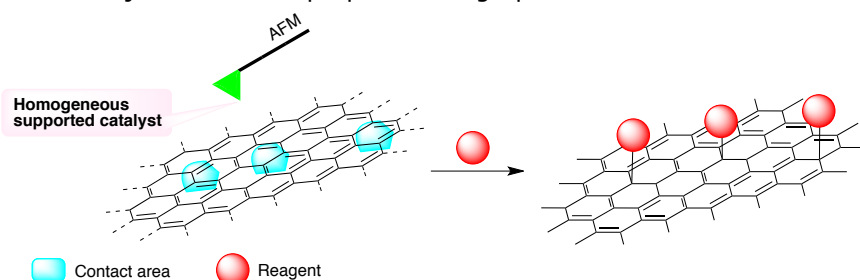
Fonctionnalisation spatialement contrôlée du graphène : Nouvelle méthode de synthèse et analyse par spectroscopie optique

Contexte, Enjeux et Objectifs

En raison de ses propriétés thermiques, mécaniques et électroniques uniques, le graphène est l'un des matériaux les plus prometteurs ouvrant une large gamme d'applications dans l'électronique, les capteurs, la biologie et l'énergie.¹ Malgré son grand potentiel d'application, le graphène possède une bande interdite et une inertie aux réactions qui limitent sa compétitivité dans le domaine des semi-conducteurs et des capteurs. C'est l'une des raisons du nombre considérable de projets de recherche sur la fonctionnalisation du graphène et plus généralement sur la description des interactions covalentes et non covalentes avec le graphène.²

A ce jour, la fabrication de dispositifs électroniques à base de graphène repose principalement sur des méthodes de structuration du graphène à l'échelle micrométrique et submicrométrique. Si on veut descendre au **niveau nanométrique**, il est alors nécessaire d'utiliser d'autres techniques, telle que la lithographie par microscopie à champ proche (Scanning Probe Lithography, SPL).

Ce projet vise à développer une nouvelle méthode de **fonctionnalisation covalente**, basée sur la **catalyse** homogène **contrôlée spatialement** en utilisant la microscopie à force atomique (AFM), et ainsi ouvrir de nouvelles perspectives dans l'ajustement des propriétés du graphène.



- Principe de fonctionnalisation covalente avec une pointe catalytique -

Le projet s'appuie sur les succès récents que nous avons obtenus pour d'autres surfaces que le graphène en associant la catalyse chimique et la lithographie par microscopie à champ proche : nous avons réussi la fonctionnalisation d'une monocouche auto-assemblée avec une résolution spatiale de 30 nm en introduisant un catalyseur organométallique homogène greffé sur la pointe d'un AFM (catalytic SPL, cSPL).³ Dans ce projet, nous souhaitons donc transférer cette méthode à la préparation de graphène fonctionnalisé. Le deuxième objectif est de sonder et de comprendre les processus de fonctionnalisation, en particulier comment les défauts introduits influencent les propriétés structurales, chimiques et électroniques. La spectroscopie Raman, qui sonde les modes de vibrations des atomes (phonons), sera l'outil principal pour contrôler le processus à chaque étape, du graphène nu au graphène fonctionnalisé, en caractérisant les fonctions chimiques et les déformations de la couche de graphène, ainsi qu'en estimant les propriétés électroniques. En particulier, l'équipement multi-longueur d'onde du système Raman sera bénéfique pour obtenir des informations sur les changements de couplage électron-phonon dans les zones de fonctionnalisation. Des résultats préliminaires obtenus récemment viennent de valider ce concept et seront le point de départ de cette étude exhaustive.

Conditions et déroulement :

La thèse se déroulera à l'Institut des Sciences Moléculaires de l'Université d'Aix Marseille (iSm2), équipe STERÉO - (<http://ism2.univ-amu.fr/fr>), et dans le laboratoire « Physique des interactions ioniques et moléculaires » équipe H2M (<http://piim.univ-amu.fr/-H2M-Hydrogene-Molecules-Materiaux->) et se fera en étroite collaboration avec l'équipe Nanostructuration de l'IM2NP impliqué dans le projet. Le (la) candidat(e)

bénéficiera ainsi d'un cadre privilégié pour les synthèses et caractérisations, avec un accès direct aux plateformes d'analyse et de caractérisation de la Fédération des Sciences Chimiques de Marseille.

Le projet débutera au **1^{er} octobre 2018**, et sera financé par Aix-Marseille Université pour une durée de **3 ans**. Grâce à cette thèse, le (la) candidat(e) développera des compétences à la fois en catalyse organique, et dans l'utilisation de techniques de caractérisation avancées (microscopie AFM et spectroscopie RAMAN). Au cours du projet, il (elle) sera amené(e) à interagir avec les deux équipes directement associées au projet, mais aussi avec un troisième partenaire du projet (IM2NP). Salaire net mensuel : 1 450 €.

Profil recherché :

La thèse est ouverte à des candidats ayant suivi une **formation de Master en Chimie organique ou matériaux**. Le (la) candidat(e) devra présenter un fort intérêt non seulement pour la **catalyse organique** et aussi la **physico-chimie organique**, notamment par les techniques optiques. Des connaissances approfondies en microscopie AFM seront vues comme un réel plus.

Le (la) candidat(e) devra également faire preuve d'une forte **motivation** et d'une **capacité à travailler de manière autonome et rigoureuse**. Il (elle) devra aussi présenter d'excellentes compétences pour le travail en équipe, et posséder de très bonnes qualités de communication (orales et écrites), notamment en anglais.

Modalité de candidature :

Cette offre est ouverte à des candidatures nationales et internationales.

Pour candidater, merci d'envoyer un CV, une lettre de motivation, les relevés de notes et classements de Master 1&2 ou 2^{ème} et 3^{ème} années d'école d'ingénieur, une lettre de recommandation de votre directeur de stage de M2 ainsi que les noms de 2 contacts externes (pour recommandation) aux deux personnes suivantes :

| | |
|---|--|
| Co-Directeur de thèse : Dr PARRAIN Jean-Luc Adresse email : jl.parrain@univ-amu.fr iSm2 , UMR7313 AMU CNRS Ecole Centrale Marseille, Marseille | Co-directrice de thèse : Pr ROUBIN Pascale Adresse email : pascale.roubin@univ-amu.fr Laboratoire PIIM , UMR7345 AMU CNRS, Marseille |
|---|--|

Ce projet a été retenu par le collège doctoral dans son appel à projets inter-ED sur critère d'innovation et d'interdisciplinarité. L'obtention définitive de cette bourse se fera après un exposé du candidat et un entretien avec les membres du collège doctoral d'Aix Marseille Université.

Date limite de candidature : 11 Mai 2018

Références

1 - (a) K. S. Novoselov, A. K. Geim, et al., *Science* 2004, 306, 666 (b) K. S. Novoselov, A. K. Geim, et al., *Nature* 2005, 438, 197; Reviews: (c) C. W. Bielawski, R. S. Ruoff et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* 2010, 49, 9336 (d) S. Eigler, A. Hirsch, *Angew. Chem. Int. Ed.* 2014, 53, 7720

2 - R. Zboril, K. S. Kim et al., *Chem. Rev.* 2012, 112, 6156-6214

3 - (a) D.A. Valyaev, S. Clair, L. Patrone, M. Abel, L. Porte, O. Chuzel, J.-L. Parrain, *Chem. Sci.*, 2013, 4, 2815 (b) L. Patrone, M. Abel, J.-L. Parrain, O. Chuzel, S. Clair, *Langmuir*, 2016, 32, 4034.