

## **1. Projet de thèse : « Synthèse et propriétés optiques de nanoparticules de graphène »**

Cette thèse s'effectuera au sein du LICSEN du CEA-Saclay. Le projet sera mené en collaboration avec d'autres équipes du LUMIN et de l'ENS Paris.

Le graphène est un matériau bidimensionnel issu, à l'origine, du graphite. Une des limites majeures à l'utilisation du graphène notamment en optique et en électronique est l'absence de bande interdite (gap ou bandgap) ; en effet le graphène est un semi-métal. Un des moyens pour ouvrir un « gap » dans le graphène est de réduire une ou ses deux dimensions jusqu'aux échelles nanométriques ; on forme ainsi des nanorubans ou des nanoparticules de graphène. Depuis une dizaine d'année, plusieurs groupes se sont intéressés à la réalisation et à l'étude de ces structures en utilisant l'approche « top-down », c'est-à-dire par la formation de nanostructures à partir du matériau macroscopique par des processus d'oxydation chimique, des attaques plasma, etc...[1-3] L'inconvénient de la méthode « top-down » est qu'elle ne permet pas de contrôler précisément la structure du matériau final. De plus il a été démontré que les propriétés optiques et électroniques sont largement influencées par les effets bords et leur état d'oxydation. Par opposition, la synthèse de matériaux graphéniques par synthèse chimique (approche « bottom-up ») permet de contrôler les structures à l'atome prêt.[4]

En collaboration avec le Laboratoire Lumière, Matière et Interfaces (LUMIN) (CNRS - Université Paris-Saclay - ENS Paris-Saclay), le Laboratoire d'Innovation en Chimie des Surfaces Et Nanosciences (LICSEN, CEA-IRAMIS) a débuté il y a deux ans une collaboration qui vise à étudier les propriétés optiques des particules de graphène synthétisées via l'approche « bottom-up ». Le but de cette collaboration est de comprendre les propriétés optiques intrinsèques des nanoparticules et d'aller vers des émetteurs de photons uniques dans l'infrarouge. Le LICSEN a synthétisé plusieurs nanoparticules et leurs propriétés d'ensembles ont été étudiées au LUMIN. Par la suite nous nous sommes intéressés aux propriétés des molécules isolées : la comparaison de ces objets à d'autres émetteurs quantiques montre qu'ils possèdent à la fois les propriétés intéressantes des molécules (petite taille, grande section efficace d'absorption, possibilité d'accorder leurs propriétés grâce à la chimie organique) et celles d'émetteurs solides comme les centres colorés du diamant (haute brillance et bonne photostabilité).[5]

Le but de ce projet de thèse est donc de synthétiser de nouvelles familles de nanoparticules de graphène de forme allongée et de structures définies que nous pouvons appeler « nanorods » de graphène par similarité aux nanoparticules et « nanorods » d'or et d'étudier leur propriétés d'absorption et d'émission dans l'IR.

Cette thèse demande une formation de chimiste (Master chimie fine ou équivalent). Le/la candidat(e) devra avoir un gout prononcé pour le travail interdisciplinaire et aimer relever des défis.

Personne à contacter :

Stéphane Campidelli, [stephane.campidelli@cea.fr](mailto:stephane.campidelli@cea.fr)

## **2. Techniques ou méthodes utilisées**

Cette thèse est une thèse en chimie organique, les techniques utilisées sont le travail en laboratoire, la purification par chromatographie (Puriflash), la RMN, la spectroscopie d'abs. UV-Vis, MALDI-TOF, etc.

### **3. Références :**

- [1] D. V. Kosynkin, A. L. Higginbotham, A. Sinitskii, J. R. Lomeda, A. Dimiev, B. K. Price, J. M. Tour, *Nature* 2009, 458, 872-877.
- [2] L. Jiao, L. Zhang, X. Wang, G. Diankov, H. Dai, *Nature* 2009, 458, 877-880.
- [3] L. Li, G. Wu, G. Yang, J. Peng, J. Zhao, J.-J. Zhu, *Nanoscale* 2015, 5, 4015-4039.
- [4] A. Narita, X. Y. Wang, X. Feng, K. Müllen, *Chem.Soc.Rev.* 2015, 44, 6616-6643.
- [5] S. Zhao, J. Lavie, L. Rondin, L. Orcin-Chaix, C. Diederichs, P. Roussignol, Y. Chassagneux, C. Voisin, K. Müllen, A. Narita, S. Campidelli, J.-S. Lauret, *Nat.Comm.* 2018, 9, 3470.