



## Fonctionnalisation optique du graphène par auto-assemblage de molécules organiques

**Spécialité** Physique de la matière condensée

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil** [SPEC/LEPO](#)

**Candidature avant le** 12/04/2021

**Durée** 6 mois

**Poursuite possible en thèse** oui

**Contact** [CHARRA Fabrice](#)

+33 1 69 08 97 22/19 76

[fabrice.charra@cea.fr](mailto:fabrice.charra@cea.fr)

**Autre lien**

<https://www.cnrs.fr/fr/une-unite-mixte-internationale-franco-coreenne-en-chimie-inauguree-seoul>

### Résumé

L'objectif du stage est d'explorer les possibilités offertes par l'auto-assemblage de molécules organiques pour la réalisation d'hétérostructures de matériaux 2D basées sur le graphène, en vue d'applications en photonique.

### Sujet détaillé

Les matériaux 2D tels que le graphène présentent des propriétés originales. Les empilements de feuillets 2D différents, appelés hétérostructures de van-der-Waals, attirent particulièrement l'attention en vue d'applications innovantes en électronique et en photonique. Malheureusement le nombre de matériaux 2D susceptibles d'être mis en œuvre est actuellement très limité et ne permet pas d'aller au-delà de démonstrations de principe. Le stage s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche collaboratif entre équipes de physiciens (CEA Saclay, Institut Néel Grenoble) et de chimistes (laboratoire international 2D-FUEL, CNRS et Université Yonsei, Seoul, Corée) visant à introduire des matériaux 2D variés et aux propriétés ajustables constitués d'un feuillet de graphène sur lequel est adsorbé un réseau organisé de molécules organiques. Nous nous intéresserons plus particulièrement aux propriétés photoniques d'hétérostructures de van-der-Waals basées sur ces systèmes. Le stage se basera sur des premiers résultats publiés récemment par les partenaires du projet : N. Kalashnyk et al., Functional hybrid multilayered van derWaals heterostructures from graphene and self-assembled supramolecular 2D crystals. *2d Materials* 6, (2019) <https://doi.org/10.1088/2053-1583/ab2ba7> ; N. Kalashnyk et al., Electronic effects of the Bernal stacking of graphite on self-assembled aromatic adsorbates. *Chemical Communications* 54, 9607-9610 (2018) <https://doi.org/10.1039/C8CC05806G> ; A. St John et al., Computer modeling of 2D supramolecular nanoporous monolayers self-assembled on graphite. *Nanoscale* 11, 21284-21290 (2019) <https://doi.org/10.1039/C9NR05710B>.

Les travaux de stage consisteront à la réalisation des structures (transfert de feuillets de graphène, fonctionnalisation par auto-assemblage en solution ou par dépôt sous vide), à la caractérisation structurale (microscopies à sondes locales STM, AFM) et optique (microspectroscopie d'absorption, de luminescence, diffusion Raman).

---

L'équipe d'accueil est le groupe Nanophotonique du SPEC/LEPO (<http://iramis.cea.fr/spec/LEPO/>). Pour les besoins de ses recherches, le groupe a développé un savoir-faire important dans le couplage de mesures optiques avec des microscopies à sondes locales. L'équipe dispose ainsi de plusieurs bancs expérimentaux de ce type, fonctionnant à l'air ou sous ultravide. Le stagiaire sera aussi amené à participer aux discussions avec les partenaires du projet pour développer les techniques de réalisation des hétérostructures et participer au design des molécules organiques.

### **Mots clés**

Matériaux 2D, matériaux organiques, auto-assemblage, nanosciences, nanotechnologies, photonique, microscopies à sondes locales

### **Compétences**

Manipulation de matériaux 2D (transfert par voie humide), auto-assemblage moléculaire en solution, dépôt sous vide, microscopies à sondes locales (STM, AFM), microspectroscopie d'absorption, de luminescence, diffusion Raman.

### **Logiciels**

---

## Optical functionalization of graphene by self-assembly of organic molecules

### Summary

The objective of the master project is to explore the possibilities offered by the self-assembly of organic molecules for the realization of 2D-material heterostructures based on graphene, with a view to applications in photonics.

### Full description

2D materials such as graphene exhibit original properties. The stacks of different 2D atomically-thin layers, called van-der-Waals heterostructures, are attracting particular attention for innovative applications in electronics and photonics. Unfortunately the number of 2D materials that can be processible in such 2D heterostructures is currently very limited and does not allow to go beyond proofs of principle simple demonstrators. The internship will take place in the framework of a collaborative research project between teams of physicists (CEA Saclay, Institut Néel Grenoble) and chemists (2D-FUEL international laboratory, CNRS and Yonsei University, Seoul, Korea) aiming to introduce Various 2D materials with adjustable properties consisting of a graphene sheet on which an organized network of organic molecules is adsorbed. We will be particularly interested in the photonic properties of van-der-Waals heterostructures based on these systems. The internship will be based on the first results published recently by the project partners: N. Kalashnyk et al., Functional hybrid multilayered van derWaals heterostructures from graphene and self-assembled supramolecular 2D crystals. *2d Materials* 6, (2019) <https://doi.org/10.1088/2053-1583/ab2ba7> ; N. Kalashnyk et al., Electronic effects of the Bernal stacking of graphite on self-assembled aromatic adsorbates. *Chemical Communications* 54, 9607-9610 (2018) <https://doi.org/10.1039/C8CC05806G> ; A. St John et al., Computer modeling of 2D supramolecular nanoporous monolayers self-assembled on graphite. *Nanoscale* 11, 21284-21290 (2019) <https://doi.org/10.1039/C9NR05710B> ).

The student contribution will consist in the realization of the structures (transfer of graphene sheets, functionalization by self-assembly in solution or by vacuum deposition), in the structural characterization (local probes techniques such as STM, AFM) and determination of optical properties by microspectroscopy (absorption, luminescence, Raman scattering).

The host team is the Nanophotonics group of SPEC / LEPO <http://iramis.cea.fr/spec/LEPO/> . For the purposes of its research, the group has developed significant know-how in the coupling of optical measurements with local probe microscopies. The team research is based on several experimental benches of this type, operating in air or under ultra-high vacuum. The student will also participate in discussions with the project partners to develop techniques for producing heterostructures and participate in the design of organic molecules.

### Keywords

2D-materials, organic materials, self-assembly, nanosciences, nanotechnologies, photonics, local-probe techniques

### Skills

Processing of 2D materials (humid transfer techniques), solution molecular self-assembly, vacuum deposition, scanning probes (STM, AFM), microspectroscopy (absorption, luminescence, Raman scattering).

### Softwares