

Spécialité : PHYSIQUE / Physique de la matière condensée

[Laboratoire : /SPEC/GNE](#)

## Expérience Hong Ou Mandel dans le graphène

Responsable de stage : ROULLEAU Preden

preden.roulleau@cea.fr

Tel : +33 1 69 08 73 11

Stage pouvant se prolonger en thèse : Oui

Durée du stage : 5 mois

### Résumé:

Dans ce stage, nous proposons de réaliser la première expérience d'interférométrie à deux électrons dans le graphène: l'expérience d'Hong Ou Mandel.

### Sujet :

Ce stage aborde un sujet central à la croisée de l'information quantique, du transport quantique et des matériaux 2D : la physique de l'électronique de vallée. En plus de la charge électronique fondamentale, l'électron porte un spin. Le contrôle de ce spin a ouvert un nouveau domaine, la spintronique, qui exploite le spin afin de coder l'information pour certaines applications comme le transfert et le stockage des données.

Dans le graphène, en raison des deux sous-réseaux, un nouveau degré de liberté interne apparaît : l'isospin de vallée. La robustesse de l'isospin de vallée contre le bruit électrostatique suggère que l'électronique de vallée, qui code les informations dans l'isospin de vallée, a un grand potentiel pour des applications en physique fondamentale mais aussi dans l'industrie de haute technologie. La feuille de route pour la technologie et l'innovation du graphène (Graphene Flagship) décrit le graphène comme une plateforme potentielle pour l'électronique de vallée.

Récemment, nous avons réussi à contrôler l'état de vallée électrostatiquement sur un bord de graphène. En utilisant deux grilles latérales comme une paire de lames séparatrices de faisceaux de vallée, nous avons réalisé un interféromètre de Mach Zehnder et démontré des opérations quantiques de base d'un qubit de vallée. Nous avons montré en outre que la cohérence du qubit de vallée dépasse largement les valeurs rapportées pour le qubit de charge dans les semi-conducteurs 2D à haute mobilité.

Dans ce stage, nous proposons d'aller plus loin et de réaliser la première expérience d'interférométrie à deux électrons dans le graphène: l'expérience d'Hong Ou Mandel.

---

## Hong Ou Mandel experiment in graphene

### Abstract:

In this internship, we propose to realize the first two-electron interferometer in graphene: the Hong Ou Mandel experiment.

### Subject :

This internship addresses a central topic at the cross between quantum information, quantum transport, and 2D materials: the physics of valleytronics. In addition to the fundamental electronic charge, electron carries spin. The development of spin control has opened and extended a large field, spintronics, which exploits spin to encode information for some applications in data transfer and storage. In graphene, because of the two sublattices, a new internal degree of freedom pops up: the valley isospin. Robustness of the valley isospin against electrostatic noise suggests that valleytronics, which encodes information in the valley isospin, has great potential for tremendous applications in fundamental physics but also high-tech industry. The Graphene Technology and Innovation Roadmap (Graphene Flagship) describes graphene as a potential platform for valleytronics.

Recently, we succeeded in controlling the degree of the valley scattering at a small side gate on a graphene edge. Using two side gates as a pair of valley beam splitters, we have realized an electronic Mach Zehnder interferometer and demonstrated basic quantum operations of a flying valley qubit, that is, quantum control of the superposition of spatially co-propagating but opposite-valley-isospin channels along a graphene PN junction. We moreover show that the coherence of the flying valley qubit largely surpasses state of the art values of charge qubit in high-mobility 2D semiconductors.

In this internship, we propose to go one step further and to realize the first two-electron interferometer in graphene: the Hong Ou Mandel experiment.

---