



## Sonder l'effet de proximité supraconducteur dans le graphène avec des électrons uniques

**Spécialité** Physique théorique, mécanique quantique

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil**

**Candidature avant le** 28/04/2017

**Durée** 6 mois

**Poursuite possible en thèse** oui

**Contact** [FLEURY Genevieve](mailto:Genevieve.Fleury@cea.fr)  
+33 1 69 08 73 47  
[genevieve.fleury@cea.fr](mailto:genevieve.fleury@cea.fr)

**Autre lien** <http://iramis.cea.fr/spec/Pisp/preden.roulleau/>

### Résumé

Projet théorique en lien avec des expériences réalisées dans le groupe Nanoélectronique au SPEC. Utilisation de l'algorithme T-Kwant pour calculer le courant et le bruit d'une jonction graphène-supraconducteur, en régime Hall, lorsque des "lévitons" sont injectés un par un dans les états de bord Hall du graphène.

### Sujet détaillé

Les expériences de transport dans des conducteurs quantiques se sont enrichies récemment d'un nouvel outil : les sources cohérentes d'électrons uniques. Les chercheurs du Groupe Nanoélectronique (GNE) du SPEC ont notamment démontré expérimentalement qu'il est possible, en appliquant des pulses de tension GHz  $V(t)$  de forme lorentzienne, de générer dans un conducteur des excitations électroniques minimales résolues en temps, appelées lévitons [1]. Ces nouvelles sources d'électrons uniques à la demande ouvrent à la voie à une myriade d'expériences innovantes permettant de sonder pour la première fois la dynamique interne des dispositifs élémentaires utilisés en nanoélectronique.

Dans ce stage théorique, nous nous intéresserons au transport d'Andreev dans une jonction graphène-supraconducteur, en régime d'effet Hall quantique entier. Nous calculerons le courant et le bruit électroniques de la jonction lorsque des lévitons sont injectés dans les états de bord du graphène. Pour cela, nous exploiterons les outils numériques et le formalisme analytique récemment développés par nos collaborateurs de l'INAC (CEA Grenoble, groupe de Xavier Waintal) pour l'étude du transport électronique résolu en temps [2]. Les résultats obtenus lors du stage permettront de cerner les propriétés des quasi-particules de Bogoliubov (superposition électron/trou) à la sortie de la jonction, l'idée étant par la suite d'utiliser ces objets comme briques élémentaires dans des expériences d'optique quantique électronique [3].

Le stage se déroulera au CEA Saclay, dans le Groupe Modélisation et Théorie (GMT) du SPEC. Il sera encadré par Geneviève Fleury (GMT), en collaboration avec Preden Roulleau (GNE), responsable de la réalisation expérimentale

---

du projet à plus long terme.

Références :

[1] Minimal-excitation states for electron quantum optics using levitons, J. Dubois, T. Jullien, F. Portier, P. Roche, A. Cavanna, Y. Jin, W. Wegscheider, P. Roulleau & D. C. Glattli, Nature 502, 659 (2013)

[2] Numerical simulations of time resolved quantum electronics, B. Gaury, J. Weston, M. Santin, M. Houzet, C. Groth & X. Waintal, Physics Reports 534, 1 (2014)

[3] Nonlocal interference and Hong-Ou-Mandel collisions of single Bogoliubov quasiparticles, D. Ferraro, J. Rech, T. Jonckheere & T. Martin, Physical Review B 91, 075406 (2015)

### **Mots clés**

Optique quantique électronique, transport quantique électronique résolu en temps, réflexions d'Andreev

### **Compétences**

Algorithme T-Kwant en cours de développement (connaissances requises: formalisme de Landauer-Büttiker, fonctions de Green)

### **Logiciels**

Python

---

## Probing the superconducting proximity effect in graphene with single electron sources

### Summary

Theoretical project aimed at describing on-going experiments in SPEC (Nanoelectronics Group). Study of Andreev transport in a graphene-superconductor junction, in the integer quantum Hall regime. Calculations of the current and noise of the junction when "levitons" (minimal electronic excitations) are injected in the quantum Hall edge states. Use of the numerical tools (T-Kwant algorithm) and of the analytical formalism developed by our collaborators in CEA-Grenoble (Group of X. Waintal) for studying time-resolved quantum transport.

### Full description

### Keywords

Electron quantum optics, Time-resolved quantum electronics, Andreev transport

### Skills

T-Kwant algorithm under development (required knowledge: Landauer-Büttiker formalism, Green's functions)

### Softwares

Python