**IRAMIS : Institut Rayonnement Matlère de Saclay**

**Saclay**

# Vers la détection d'électrons uniques pour l'Optique Quantique Electronique et des qubits volants électroniques

**Spécialité** Physique de la matière condensée

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil**

**Candidature avant le** 29/03/2017

**Durée** 4 mois

**Poursuite possible en thèse** oui

**Contact** GLATTLI Christian
+33 1 69 08 72 43/74 75
christian.glattli@cea.fr

**Autre lien** http://iramis.cea.fr/spec/GNE/

## Résumé

Des sources d'électrons uniques, analogues électroniques des sources à un photons, sont disponibles sous la forme de lévitons.
Des conducteurs balistiques peuvent réaliser des portes quantiques sous la forme de beam-splitters et d'interféromètres électroniques.
La brique manquante, objet du stage, est la détection d'électrons uniques permettant des opérations quantiques en un coup.

## Sujet détaillé

Avec l'Optique Quantique Electronique, les Physiciens cherchent à réaliser avec des électrons l'analogue des opérations quantiques faites avec des Photons, mais en exploitant les propriétés de la statistique de Fermi obéie par les électrons, opposée à la statistique de Bose obéie par les Photons.
Pour ce faire, des sources à électrons uniques très performantes sous la forme de lévitons [1] sont disponibles pour injecter à la demande des électrons volants dans un conducteur balistique quantique. Le conducteur peut fournir toutes les portes quantiques équivalentes à celles utilisées en optique quantique comme le beam-splitter, ou les interféromètres de Fabry-Pérot ou Mach-Zehnder. [2] Ils ont été utilisés pour réaliser des corrélations de type Hon Ou Mandel ou encore de la tomographie quantique d'électrons [3].
Mais, pour une opération quantique complète, en un coup, la brique manquante est le détecteur à un électron et c'est à sa réalisation que le groupe nano-électronique s'attèle dès maintenant.

Durant le stage, l'étudiant participera à la conception d'un détecteur de léviton unique basé sur une détection bolométrique originale et il participera à une nouvelle génération d'émetteurs d'électrons (lévitons) uniques basés sur des pulses de tension Lorentziens. Ces deux activités peuvent conduire à une thèse dont le but sera de combiner émission et détection uniques pour une opération quantique en un coup avec des qubits volants électroniques.

[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 and D. C. Glattli, NATURE 502, 659-663 (2013)

[2] Preden Roulleau, F. Portier, P. Roche, A. Cavanna, G. Faini, U. Gennser, and D. Mailly
Phys. Rev. Lett. 100, 126802 (2008)

[3] Quantum tomography of an electron, T. Jullien, P. Roulleau, B. Roche, A. Cavanna, Y. Jin and D. C. Glattli, Nature 514, 603–607 ( 2014)

**Mots clés**

Physique mésoscopique, information quantique, conducteurs quantiques, nanoélectronique

**Compétences**

Radiofréquences micro-ondes, cryogénie, nano-fabrication

**Logiciels**

python

## Toward single electron detection for Electron Quantum Optics and electron flying qubits

### Summary

Single electron sources, electronic analog of single Photons sources in the form of Levitons are available.
Ballistic conductors can provide quantum gates in the electron beam splitters and electron interferometers.
The missing brick for a full single shot quantum operation is the single electron detector that this internship will address.

### Full description

Electron Quantum Optics is the Field of Condensed Matter where Physicists try to perform with electrons similar quantum operations that are currently made with photons but taking advantage of the Fermi statistics obeyed by electrons compared with the Bose statistics obeyed by ordinary photons.

Very performant single electron sources in the from of Levitons [1] are now available for on-demand injection of electrons flying in a quantum ballistic conductor. The conductor can provide all quantum gates available in photonics like the electron beam-splitter and the electronic Fabry-Perot and Mach-Zehnder interferometer [2]. They have been used to perform Hong Ou Mandel correlation [1] and electronic Quantum State Tomography [3]

For full electronic quantum operation, the missing brick is the single electron detector and this is the project to which the Nanoelectronics team is working on right now.
During the Internship, the student will participate to the design of a single electron detector based on electron bolometric detection adn will participate to a new generation of single electron emitters based on Lorentzian voltage pulses.

These two activities may lead to a thesis work where the mid term goal will be combining single electron emission and detection to perform fully quantum single shot electron flying qubit operations.

[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 and D. C. Glattli, NATURE 502, 659-663 (2013)

[2] Preden Roulleau, F. Portier, P. Roche, A. Cavanna, G. Faini, U. Gennser, and D. Mailly
Phys. Rev. Lett. 100, 126802 (2008)

[3] Quantum tomography of an electron, T. Jullien, P. Roulleau, B. Roche, A. Cavanna, Y. Jin and D. C. Glattli, Nature 514, 603–607 ( 2014)

### Keywords

mesoscopic physics, quantum information, quantum conductors, nanoelctronics

### Skills

microwaves, cryogénie, nanofabrication

### Softwares

python