



## Manipulation micro-ondes des charge fractionnaires (anyons) de l'effet Hall quantique

**Spécialité** Physique de la matière condensée

**Niveau d'étude** Bac+5

**Formation** Master 2

**Unité d'accueil** [SPEC/GNE](#)

**Candidature avant le** 29/05/2020

**Durée** 4 mois

**Poursuite possible en thèse** oui

**Contact** [GLATTLI Christian](#)  
+33 1 69 08 72 43/74 75  
[christian.glattli@cea.fr](mailto:christian.glattli@cea.fr)

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

### Résumé

Des récents progrès (Science 2019) ont démontré la manipulation micro-onde des anyons de charge  $e/3$  ou  $e/5$  dans le régime d'effet Hall fractionnaire. Le stage portera sur le contrôle d'anyons individuels générés à la demande sous forme de lévitons (Nature 2013). Une telle source unique d'anyons permettrait d'étudier leur statistique ni fermion, ni boson.

### Sujet détaillé

Dans certains états quantique de la matière, le courant peut être transporté par des porteurs de charges ayant une fraction  $e^*$  de la charge élémentaire. C'est notamment le cas de l'Effet Hall quantique fractionnaire (EHQF), une phase quantique topologique ordonnée, qui se produit pour des systèmes électroniques bidimensionnels à basse température et soumis à un fort champ magnétique perpendiculaire. Quand le nombre de quantum de flux en unité  $h/e$  est une fraction du nombre d'électrons, le courant se propage le long des bords de l'échantillon sans dissipation. Les porteurs de charges impliqués dans le transport portent une charge fractionnaire  $e/3$ ,  $e/5$ ,  $e/7$ , etc., ... suivant les conditions. Ces excitations fractionnaires sont prédites obéir à une statistique quantique différente des fermions ou des bosons, mais appelée anyonique. Cependant l'observation de statistique anyonique reste à faire. Nous proposons une méthode originale basée sur la manipulation d'anyons par des micro-ondes comme récemment démontrés par le groupe (Science 2019). L'idée est de réaliser une source d'anyon unique à la demande analogue à la source de lévitons développée par le groupe pour des électrons (Nature 2013, Nature 2014). Combinant 2 sources permettrait de réaliser des interférence quantique à deux anyons et de révéler leur statistique anyonique.

Durant le stage, l'étudiant participera à sur la mise au point de cette source anyonique pour des anyons de charge  $e/3$  et  $e/5$  basée sur la génération de pulses micro-ondes Lorentziens et sa caractérisation par des mesures de bruit quantique électronique.

[1] A Josephson relation for fractionally charged anyons, M. Kapfer, P. Roulleau, I. Farrer, D. Ritchie and D. C. Glattli (SCIENCE (2019) <https://doi.org/10.1126/science.aau3539>)

---

[2] 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. Glatli, NATURE 502, 659-663 (2013)

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

### **Mots clés**

Physique mésoscopique, information quantique, conducteurs quantiques, nanoélectronique

### **Compétences**

Radiofréquences micro-ondes, cryogénie, nano-fabrication

### **Logiciels**

python

---

# Microwave manipulation of fractional charges (anyons) of the Quantum Hall Effect

## Summary

Recently, the microwave control of  $e/3$  and  $e/5$  anyons has been demonstrated in the Quantum Hall Effect regime (Science 2019). During the internship we propose to realize an on-demand source of single anyons generalizing the concept of single Leviton sources (Nature 2013). Having such anyon source will enable the study of the anyonic (not fermionic nor bosonic) statistics.

## Full description

In some quantum matter states, the current may remarkably be transported by carriers that bear a fraction  $e^*$  of the elementary electron charge. This is the case for the Fractional quantum Hall effect (FQHE) that happens in two-dimensional systems at low temperature under a high perpendicular magnetic field. When the number of magnetic flux in units of  $h/e$  is a fraction of the number of electrons, a dissipationless current flows along the edges of the sample and is carried by anyons with fractional charge  $e/3$ ,  $e/5$ ,  $e/7$ , etc. These fractional excitations are believed to be anyons intermediate between fermions and bosons. However the evidence of anyonic statistics is still lacking. We propose an original approach based on the manipulation of anyons by microwave photons as recently demonstrated in the group (Science 2019). The idea is to realize a single anyon source similar to the one developed for electrons based on Levitons (Nature 2013, Nature 2014). Combining 2 such sources would allow the 2-anyon interference required to evidence the anyonic statistics.

During the internship the student will participate to the realization of the on-demand single anyon source using microwave Lorentzian pulses. The characterization will include electronic quantum noise measurements.

[1] A Josephson relation for fractionally charged anyons, M. Kapfer, P. Roulleau, I. Farrer, D. Ritchie and D. C. Glattli (SCIENCE (2019) <https://doi.org/10.1126/science.aau3539> )

[2] 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)

[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, nanoelectronics

## Skills

microwaves, cryogénie, nanofabrication

## Softwares

python