

# Proposition de stage (M1 ou M2)

Pascal Degiovanni

Ce projet de stage s'adresse à des étudiants de M1 ou de M2. Il vise à étudier l'analogie d'un atome artificiel qui pourrait être couplé à certains conducteurs quantiques unidimensionnels. Ce dispositif pourrait servir d'émetteur de photons micro-onde uniques ou bien de détecteur quantique pour caractériser le courant électrique quantique se propageant dans le conducteur.

Ce projet est motivé par le développement de l'optique quantique électronique qui vise à préparer, manipuler et mesurer l'état quantique d'électrons uniques se propageant dans un conducteur mésoscopique [2]. Ce sujet est issu des progrès récents en matière de nanofabrication et de technologies radio-fréquence qui ont permis la réalisation de circuits électriques destinés à manipuler des électrons uniques [1]. Le développement de l'optique quantique électronique est motivé par des questions de physique fondamentale (étude des conducteurs en régime quantique) mais aussi par la réalisation de dispositifs de manipulation de l'information quantique.

Les expériences en cours sont réalisées en utilisant des hétérostructures semi-conductrices à base d'AsGa/AsGaA en régime d'effet Hall quantique. Dans ces conditions, la conduction électrique dans les échantillons s'effectue par les bords du domaine occupé par un gaz bidimensionnel devenu isolant à cause du remplissage des niveaux de Landau électronique. Du fait du champ magnétique, la propagation des électrons le long de ces *canaux de bords* est chirale réalisant ainsi l'analogie d'une fibre optique pour des électrons. Dans un tel canal les excitations électroniques peuvent alors être complètement décrites en termes du courant électrique qu'elles véhiculent. Les modes (bosoniques) de ce courant constituent alors l'analogie de photons se propageant dans une ligne de transmission, ce qui permet d'établir un lien naturel entre l'optique quantique des excitations électroniques et l'optique quantique des photons rayonnés par le courant électrique.

Le but du stage consiste à étudier le couplage entre le composant non linéaire le plus simple (une double boîte quantique) et un canal de bord. On s'attend en fait à ce que ce système soit en fait l'analogie d'un atome artificiel couplé aux excitations bosoniques associés au courant électrique se propageant dans le canal de bord. L'étude de ce dispositif est motivée par les perspectives expérimentales: il serait alors possible de produire des excitations qui s'apparentent à des photons uniques se propageant le long des canaux de bord. Un tel système peut aussi être utilisé comme détecteur quantique des électrons se propageant le long du canal de bord.

## References

- [1] G. Fève, A. Mahé, J.M. Berroir, T. Kontos, B. Plaçais, D.C. Glattli, A. Cavanna, B. Etienne, and Y. Jin, *An on-demand single electron source*, Science **316** (2007), 1169.
- [2] Ch. Grenier, R. Hervé, G. Fève, and P. Degiovanni, *Electron quantum optics in quantum hall edge channels*, Mod. Phys. Lett. B **25** (2011), 1053 – 1073, Proceedings of the Statphys 24 satellite meeting "International Conference on Frustrated Spin Systems, Cold Atoms and Nanomaterials" (Hanoi, 14-16 July 2010).