

PROPOSITION DE SUJET DE STAGE M2 / THESE

Nom Laboratoire : Laboratoire Collisions Agrégats, Réactivité (LCAR, Toulouse)

CNRS identification number : UMR5589

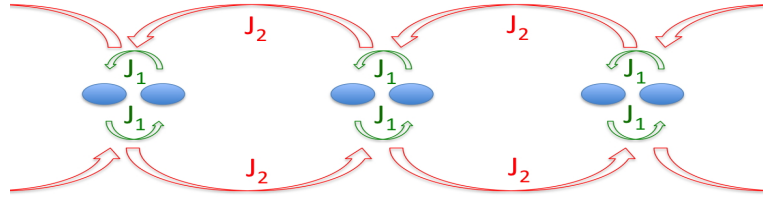
Nom du responsable de la thèse : D. Guéry-Odelin et J. Billy

e-mail : dgo@irsamc.ups-tlse.fr & billy@irsamc.ups-tlse.fr

téléphone : 05 61 55 83 21

page web: <http://www.quantumengineering-tlse.org/>

Titre : Etude d'un nouveau type de chaîne de jonctions Josephson avec des atomes froids



Les jonctions Josephson constituent en physique mésoscopique l'équivalent du système à deux niveaux pour la physique atomique. La physique d'une jonction Josephson peut être simulée avec des atomes froids grâce à deux puits séparés par une barrière tunnel comme démontré par le groupe de Heidelberg en 2005 [1]. Dans ce système, la physique est dominée par une compétition entre deux échelles d'énergie, l'énergie d'interaction U et l'énergie tunnel J_1 . Le comportement de ce système est dicté par le rapport sans dimension U/J_1 . L'expérience [1] n'a permis d'étudier qu'un domaine assez restreint de variation U/J_1 .

Dans le stage expérimental (puis la thèse) que nous proposons, nous souhaitons explorer un nouveau type de jonction Josephson avec une approche radicalement différente : le rapport U/J_1 pourra être varié sur plusieurs ordres de grandeur et le double puits sera réalisé *dynamiquement* par modulation temporelle de l'amplitude d'un réseau optique. Le paramètre J_1 présente ainsi plusieurs résonances avec la fréquence de modulation, qui résultent de l'effet tunnel assisté par le chaos [2]. Dans un premier temps, il s'agira d'étudier une seule résonance de ce type. La distribution de ces résonances en fonction de la fréquence de modulation sera ensuite établie ; une loi de Cauchy a été prédite. Les études porteront ensuite sur l'influence des interactions sur l'effet tunnel dynamique, un domaine inexploré à ce jour. Dans un deuxième temps, ces jonctions individuelles seront connectées entre elles par d'autres barrières tunnels assistées par le chaos (paramètre J_2 de la figure). L'étude portera sur les caractéristiques de leurs résonances et sur le transport quantique contrôlé le long de cette chaîne.

Ces travaux permettront d'étudier la physique **d'un nouveau système quantique à N corps hors d'équilibre** présentant de nombreuses caractéristiques communes avec plusieurs grandes problématiques issues de la matière condensée. L'extension à des systèmes de dimension plus élevée sera au cœur du travail de thèse effectué dans le sillage de ces premières expériences. Des systèmes constitués d'ensembles de puits agencés dans différentes géométries (triangle, carré) et connectés entre eux pourront être considérés.

Ce programme de recherche bénéficie du soutien théorique de plusieurs physiciens théoriciens (B. Georgeot et G. Lemarié) du Laboratoire de Physique Théorique de Toulouse, spécialistes de physique mésoscopique et de chaos quantique.

[1] *Direct Observation of Tunneling and Nonlinear Self-Trapping in a Single Bosonic Josephson Junction*, M. Albiez, R. Gati, J. Fölling, S. Hunsmann, M. Cristiani, and M. K. Oberthaler, *Phys. Rev. Lett.* **95**, 010402 (2005).

[2] *Observation of Chaos-Assisted Tunneling Between Islands of Stability*, D. A. Steck, W. H. Oskay, and M. G. Raizen, *Science* **293**, 274 (2001).