

Master 2 "Systèmes Complexes, Optique, Lasers (SCOL)": Research Training 2022-2023

Appel à sujet de stage recherche / Call for research training subject

Laboratory: PhLAM

Supervisor: CHICIREANU Radu

Tél : 03.20.43.41.66, E-mail : radu.chicireanu@univ-lille.fr

Collaborator(s): Last name First Name

Topic: Cold Atoms

Master 2: Master 2 SCOL - Option Complex Systems

Simulations quantiques avec des atomes ultrafroids

Comprendre la dynamique hors équilibre des systèmes quantiques en interaction est l'un des grands défis de la physique du 21^{ème} siècle. En particulier, il est difficile de prédire la dynamique de tels systèmes par des simulations numériques, même sur les ordinateurs (classiques) les plus puissants. Récemment, une nouvelle approche a été adoptée, ouvrant des voies innovantes et prometteuses pour résoudre ces problèmes : concevoir des « simulateurs quantiques », c'est-à-dire des systèmes quantiques synthétiques, à la fois très flexibles (avec un grand espace de paramètres contrôlables) et obéissent au même type d'hamiltonien que nous voulons étudier. Ce faisant, on peut sonder leur comportement dans des situations bien contrôlées, la première étape pour comprendre leur physique sous-jacente.

Dans ce stage *expérimental ou théorique*, le candidat retenu étudiera la physique des condensats de Bose-Einstein (un ensemble très froid de atomes qui, dans certaines situations, se comportent comme une seule macro-particule), pour effectuer des simulations quantiques de certains problèmes paradigmatiques de la matière condensée, en particulier ceux liés aux cristaux désordonnés. Le désordre a un impact profond sur les systèmes quantiques [1], par exemple : sa présence peut soit transformer un métal commun (conducteur) en isolant, soit transformer un très mauvais isolant en un supraconducteur à des températures relativement élevées. Le désordre est également pertinent pour de nombreux autres systèmes physiques - comme dans les domaines de la physique mésoscopique, l'optique, l'acoustique, etc. L'introduction d'interactions accordables, par exemple grâce à l'application des champs magnétiques (« résonances de Feshbach »), peuvent créer des corrélations entre les particules et modifier les effets de désordre [3]. De plus, le contrôle des fondamentaux les symétries de l'hamiltonien [3], telles que le spin, la parité ou l'inversion du temps, ouvrent des perspectives pour la simulation quantique de nouveaux phénomènes liés à la topologie et à l'effet Hall quantique [4].

[1] P. Anderson, physique. Rev.109, 1492 (1958)

[2] D.A. Abanin, et al., Rev. Mod. Phys. 91, 021001 (2019)

[3] C. Hainaut, et al., Nat. Comm. 9 1382 (2028)

[4] Y. Chen et C. Tian, Phys. Rév. Lett. 113, 216802 (2014)

Key words: Gaz quantiques dégénérés, Condensation de Bose-Einstein, Simulations quantiques