



Proposition de sujet de thèse

Titre : Transition de Phase quantique superradiante

Laboratoire : [Laboratoire de Physique et Modélisation des Milieux Condensés \(CNRS-UGA GRENOBLE\)](#)

Directeur de thèse : Pierre Nataf (porteur du projet financé IRS).

Co-directeurs de thèse : Denis Basko et Thierry Champel.

Début: Octobre 2020.

Contact : pierre.nataf@lpmmc.cnrs.fr.

Mots clés : Physique théorique, Electrodynamique quantique en cavité, couplage lumière-matière, Effet Hall quantique, Transition de phase.

Formation : M2 en physique théorique ou matière condensée ou physique quantique.

Compétences requises : Mécanique quantique; calculs analytiques. Facultatif : un peu de numérique.

Description : L'électrodynamique quantique en cavité s'est considérablement développée récemment grâce à l'avancement des technologies de fabrication. Parmi les modèles paradigmatiques de l'électrodynamique quantique en cavité, le modèle de Dicke, qui décrit le couplage de N atomes au même mode de cavité peut donner lieu, *sous certaines conditions*, à la transition de phase quantique dite « superradiante » [1]. Cette transition est prédite pour une valeur du couplage lumière-matière relativement élevée, mais qui a été atteinte dans certains systèmes ces cinq dernières années, comme les circuits supraconducteurs et les polaritons de Landau [2,3]. Mais alors même que la technologie est mûre, la transition superradiante n'a jamais encore été observée à l'équilibre thermodynamique. Car l'observation de la phase « superradiante » requiert aussi une énergie diamagnétique inférieure à un certain seuil [4].

Très récemment, nous avons découvert dans notre laboratoire LPMMC (CNRS-UGA) Grenoble, que le couplage spin-orbite de Rashba pouvait permettre aux polaritons de Landau, système hybride constitué d'un gaz d'électrons bidimensionnel sous champ magnétique perpendiculaire et de photons d'une cavité résonante, de subir la transition superradiante [5].

Nous proposons dans ce projet de thèse de développer cette thématique novatrice en étudiant les conditions d'apparition de la phase superradiante dans les polaritons de Landau. Par son étude **théorique** approfondie, le (la) doctorant(e) considérera les ingrédients physiques non étudiés jusqu'alors (couplage Zeeman, interaction Coulombienne, désordre, couplage multibande) afin d'orienter au mieux les expérimentateurs.

Le (La) doctorant(e) aura alors le maximum de chances d'être à l'origine et à l'inspiration de la première expérience réalisant la transition de phase superradiante à l'équilibre.

Références bibliographiques :

- [1] C. Emary and T. Brandes, *PRE*, **67**, 066203 (2003).
- [2] D. Hagenmüller, S. De Liberato, and C. Ciuti, *PRB*, **81**, 235303 (2010).
- [3] G. Scalari *et al.*, *Science*, **335**, 1323 (2012).
- [4] P. Nataf and C. Ciuti, *Nat. Comm.*, **1**, 72 (2010).
- [5] P. Nataf, T. Champel, G. Blatter and D. Basko, *PRL*, **123**, 207402 (2019).