

"L'utilisation de la Polarisation de Majorana et d'autres paramètres d'ordre locaux pour prédire et détecter la formation des états exotiques dans la physique des solides"

Directrice : **Cristina Bena** (cristina.bena@cea.fr).

Type : Thèse.

Au cours des dernières décennies, le développement de diverses techniques expérimentales telles que la microscopie à effet tunnel, ainsi que l'amélioration des techniques de fabrication pour obtenir des surfaces bidimensionnelles propres, ont donné lieu à un tout nouveau point de vue dans l'étude de la physique des solides. Ainsi, outre les normes d'or du transport électrique et thermique et de l'ARPES, un nouvel ensemble de sondes locales est désormais considéré comme indispensable à la caractérisation d'un système. Parmi ces sondes, on peut citer bien entendu la densité locale d'états (LDOS) et, de manière correspondante, la "Fourier-transform" spectroscopie tunnel qui s'est avérée être la plus utile pour l'étude du graphène et des supraconducteurs à haute température. Diverses améliorations et accès à plus d'informations ont été obtenus en modifiant ces techniques par exemple pour utiliser des pointes supraconductrices ou ferromagnétiques. Cependant, le domaine des sondes locales dans les systèmes de la matière condensée est encore en cours de développement, et de nombreuses améliorations et étapes spectaculaires sont attendues à l'avenir de ces techniques, à la fois en ce qui concerne le progrès technique et conceptuel.

Nous présentons ici un développement conceptuel possible de ces techniques, applicable à l'étude des systèmes topologiques, ainsi qu'à d'autres systèmes exotiques susceptibles d'être étudiés par des outils similaires. Ainsi, nous introduisons d'abord une nouvelle sonde locale que nous désignons comme la polarisation de Majorana. Cette quantité décrit la superposition électron-trou de même spin pour un état donné, et capture ainsi la formation des états de Majorana dans un système donné. Le premier objectif de ce projet est de démontrer son applicabilité à un large éventail de systèmes physiques, en particulier en présence de champs magnétiques inhomogènes et d'interactions, ainsi que de trouver des méthodes pour détecter expérimentalement cette quantité. Nous avons également l'intention de comparer la caractérisation des différents états via la MP avec celle basée sur leur "braiding", et de faire le lien entre les deux. Le troisième objectif est d'utiliser un paramètre d'ordre local plus standard, tel que la LDOS et la LDOS polarisée en spin pour obtenir des informations sur les systèmes topologiques exotiques tels que les semi-métaux de Weyl, ainsi que sur ses nouveaux systèmes hybrides précurseurs d'états topologiques tels que le graphène dopé avec des ad-atomes magnétiques.

Les outils nécessaires pour ce projet sont à la fois analytiques et numériques. Le concept de polarisation de Majorana, a été développée récemment (Phys. Rev. Lett. 108, 096802 (2012), Phys. Rev. B 92, 115115 (2015)) pour étudier la formation des états de Majorana. Une bonne connaissance de la théorie quantique des champs, des fonctions de Green, et de la physique des solides est nécessaire.