

"Propriétés magnétiques des fermions de Majorana"

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

Type : Thèse.

Les fermions de Majorana ont été prédits par Majorana en 1937. Il s'agit de fermions dont la fonction d'onde est réelle. Ce sont donc des particules qui sont leurs propres antiparticules. Jusqu'à maintenant, on n'a trouvé aucune particule élémentaire qui serait avec certitude un fermion de Majorana. En physique de la matière condensée, plusieurs propositions ont été formulées ces dernières années pour observer des fermions de Majorana. Ils peuvent a priori émerger en tant qu'excitations dans le gap de certains supraconducteurs exotiques (topologiques) ou bien dans des semi-conducteurs à fort couplage spin-orbite à proximité d'un supraconducteur ou dans des systèmes d'atomes magnétiques sur des substrats supraconducteurs, etc. Des signatures expérimentales commencent à émerger.

Le but de ce projet de thèse c'est d'étudier les effets du champ magnétique sur la formation des états de Majorana, et également la structure magnétique de ces états. On sait qu'un champ magnétique Zeeman orienté dans une direction précise contribue à la formation des Majoranas, mais ce n'est pas clair si la direction du champ affecte les conditions dans lesquelles ces états peuvent se former, en particulier en systèmes bidimensionnels. En plus, il semble que les effets orbitaux du champ magnétique peuvent détruire les Majoranas, même si une analyse approfondie n'a pas été effectuée pour le démontrer. Nous voulons effectuer une telle analyse pour les systèmes unidimensionnels et bidimensionnels, et d'établir si les effets orbitaux sont négatifs ou éventuellement bénéfiques pour la formation des Majoranas et dans quelles conditions. La limite extrême de l'effet Hall quantique c'est particulièrement intéressante, et des études préliminaire théorique et expérimentales indiquent la possibilité de générer des états exotiques en présence à la fois de l'effet Hall quantique et de la supraconductivité dans des systèmes comme le graphène. Aussi pour le graphène nous allons investiguer les effets des champs orbitaux générées par des éventuelles courbures du plan du graphène.

Les outils nécessaires pour ce projet sont à la fois analytiques et numériques. Un concept important à appliquer c'est la polarisation de Majorana, développée récemment 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.