

## Transport quantique dans les matériaux topologiques

**Contact :** Georg KNEBEL DRF//INAC/PHELIQS/IMAPEC [georg.knebel@cea.fr](mailto:georg.knebel@cea.fr) 0438783951

**Stage pouvant se poursuivre en thèse :** Oui

### Résumé :

Le but principal du stage est de comprendre au niveau fondamental les différents phénomènes non conventionnels qui sont présents dans les semimétaux topologiques 3D récemment découverts à l'aide d'études expérimentales originales. Ainsi, le stagiaire sera impliqué dans les mesures de caractérisation (résistivité, pouvoir thermoélectrique, chaleur spécifique?) à très basse température et haut champ magnétique, l'analyse des données, et dans l'amélioration du dispositif expérimental. Il pourra aussi collaborer avec les autres personnes du laboratoire qui font des mesures complémentaires sur ces mêmes composés et il pourra être amené à réaliser des expériences sur grands instruments (LNCMI?).

### Sujet détaillé :

Conventionnellement, la théorie des bandes classe les matériaux comme des isolants, des semiconducteurs ou des métaux se basant sur la présence (ou non) et sur la taille d'un gap d'énergie entre la bande de conduction et la bande de valence. Les semi-métaux sont des métaux qui se situent entre les semiconducteurs et les métaux. Ils se caractérisent par un faible recouvrement en énergie entre la bande de valence et la bande de conduction à des points particuliers de la zone de Brillouin, l'exemple le plus connu étant le graphène (2D). L'équivalent en 3D du graphène est le semi-métal topologique regroupant le semi-métal de Dirac ( $\text{Cd}_3\text{As}_2$ ,  $\text{Na}_3\text{Bi}$ ?) et le semi-métal de Weyl ( $\text{TaAs}$ ,  $\text{NbAs}$ ?). Les points particuliers de la zone de Brillouin pour lesquels les bandes de conduction et de valence se touchent s'appellent des nœuds de Weyl (ou points de Dirac). La dispersion de l'énergie en fonction du vecteur d'onde électronique  $k$  près de ces points est linéaire dans les trois directions d'espace formant des cônes de Dirac. La richesse de ces matériaux vient de la présence de ces nœuds de Weyl autour desquels la fonction d'onde électronique va acquérir une phase exotique de nature topologique ou phase de Berry. Les aspects topologiques des matériaux sont très recherchés actuellement car ils sont à l'origine de phénomènes nouveaux comme les états de surface topologiques et qu'ils pourraient être utilisés pour de futures applications dans le transport quantique et la spintronique. Le but principal de la thèse est de comprendre au niveau fondamental les différents phénomènes non conventionnels qui sont présents dans les semi-métaux topologiques 3D à l'aide d'études expérimentales originales. Il est envisagé de donner la possibilité au thésard de réaliser ses propres cristaux car le laboratoire dispose d'un service de cristallisation très performant. Il est aussi prévu, de réaliser des couches minces de ces matériaux en collaboration. La pression uniaxiale ou hydrostatique va être utilisée pour ajuster le niveau de Fermi. Ainsi, le thésard sera impliqué dans les mesures de caractérisation (résistivité, pouvoir thermoélectrique, chaleur spécifique?) à très basse température et haut champ magnétique, l'analyse des données, et dans l'amélioration du dispositif expérimental. Pour atteindre la limite quantique des expériences à très hauts champs magnétiques dans le laboratoire LNCMI à Grenoble et Toulouse sont nécessaires.

### Compétences requises :

Goût pour l'instrumentation, la physique expérimentale, la physique du solide