

Proposition de stage
Master 2^{ème} année
Année 2025

Date de la proposition : 04 octobre 2024

Responsable du stage :			
Nom :	Adriano	Prénom :	Cris
Tél :	Courriel : cris.adriano@usherbrooke.ca		
Nom du Laboratoire : Groupe Adriano, Institut Quantique			
Etablissement :	Université de Sherbrooke	Code d'identification :	IRL CNRS-Sherbrooke
Site Internet :			
Adresse :	Sherbrooke, Québec, Canada		
Lieu du stage : Département de physique			
Montant du financement de stage : 2 000 \$ / mois + déplacement France-Sherbrooke remboursé			

Titre du stage : Croissance et étude de la structure de bande électronique des matériaux quantiques

CONTEXTE

Des percées dans le domaine des matériaux fonctionnels et de la conception de matériaux ont été réalisées grâce à la capacité de créer et de valider expérimentalement des prédictions générales sur leurs propriétés. Deux développements technologiques et scientifiques essentiels ont joué un rôle crucial dans cette démarche: la production de matériaux monocristallins de haute qualité et l'émergence de méthodes théoriques computationnelles, notamment les calculs de la théorie de la fonctionnelle de la densité (DFT). Bien que les calculs DFT aient facilité les prédictions théoriques pour diverses fonctionnalités des matériaux, c'est la synthèse de monocristaux de haute qualité qui permet de tester ces prédictions théoriques.

Les limitations inhérentes au paradigme conventionnel de conception des matériaux sont étroitement liées à notre compréhension actuelle de la structure électronique des matériaux, principalement déterminée par des calculs de type DFT. Cependant, de nombreux matériaux présentent des structures électroniques et des propriétés fonctionnelles qui divergent considérablement des prédictions DFT en raison de fortes corrélations électroniques découlant des interactions de Coulomb entre électrons. Ces matériaux, connus sous le nom de systèmes électroniques corrélés ou matériaux quantiques, remettent en question notre compréhension du comportement électronique. Dans les matériaux corrélés, les électrons ne sont pas de simples particules indépendantes ; leurs interactions donnent lieu à des excitations collectives appelées quasiparticules, influençant fondamentalement les propriétés physiques du matériau. La corrélation électronique peut induire des instabilités à la surface de Fermi et provoquer des fluctuations électroniques, conduisant potentiellement à de nouvelles phases quantiques caractérisées par des symétries brisées. Des exemples de ces phases incluent des ordres magnétiques complexes, la supraconductivité, des ondes de densité de charge, des ondes de densité de spin, des ordres nématiques et une topologie non triviale. Pour faire progresser le développement scientifique et technologique dans ces domaines critiques, une compréhension microscopique approfondie de ces phénomènes émergents en matière condensée est essentielle, et cette compréhension repose sur la préparation d'échantillons de haute qualité.

Le but de ce projet est de réaliser la croissance de matériaux quantiques et d'étudier l'évolution des propriétés physiques en fonction de la substitution chimique, ainsi que leur interrelation avec l'observation des oscillations quantiques et les modifications de la structure de bande et de la surface de Fermi en présence d'un champ magnétique intense.

SUJET DE STAGE

L'objectif de ce projet est la croissance d'échantillons de haute qualité cristalline à l'Université de Sherbrooke, dans le groupe de la Professeure Adriano. Pour la croissance, des techniques comme le flux métallique ou le transport chimique en phase vapeur seront utilisées, et les caractérisations seront réalisées par des techniques telles que la diffraction des rayons X, le transport électrique, la magnétisation et la chaleur spécifique. Des mesures sous de forts champs magnétiques seront réalisées au Laboratoire National des Champs Magnétiques Intenses à Toulouse en collaboration avec le Professeur Cyril Proust.

ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL

À Sherbrooke la ou le stagiaire travaillera dans le laboratoire de croissance de matériaux de la Pre Adriano et effectuera les mesures de caractérisation dans les laboratoires de collaborateurs au département de physique et de chimie.

L'équipe est actuellement composée d'une professeure, d'une technicienne, de deux doctorants et d'un postdoctorant.

DOCTORAT

Ce stage peut mener à une thèse au doctorat.

En particulier, il y a des possibilités de thèse en cotutelle avec des groupes de recherche en France, dans le cadre du nouvel *International Research Lab (IRL) Frontières Quantiques*, créé par le CNRS le 1^{er} janvier 2022.

Ce stage pourra-t-il se prolonger en thèse ? OUI

Si oui, financement de thèse envisagé ou acquis ?

Financement acquis pour une thèse à Sherbrooke.

Possibilité de thèse en cotutelle Sherbrooke-France ? OUI

Si oui, avec quel(s) groupe(s) de recherche en France ?

Professeur Cyril Proust (Toulouse)

Si oui, financement de thèse envisagé ou acquis ?

Demi-bourse acquise côté Sherbrooke ; Demi-bourse possible côté France