

Missions : Thèse de Doctorat en cotutelle entre l'Université de Sherbrooke (Département de Physique) et l'Université de Paris (Laboratoire MPQ)

Contacts : alain.sacuto@univ-paris-diderot.fr
louis.taillefer@USherbrooke.ca

Activités :

Exploration du diagramme de Phase des cuprates supraconducteurs par des mesures combinées de spectroscopie optique et de transport thermique

La véritable nature des ordres électroniques qui sous-tendent le diagramme de phase (température –dopage) des oxydes de cuivre supraconducteurs (dits cuprates) reste à ce jour une question fondamentale non résolue de la physique des matériaux quantiques. Pour parvenir à identifier la nature de ces ordres et, en particulier, la phase dite de pseudogap d'où émerge la supraconductivité des cuprates, nous proposons dans cette thèse, en cotutelle entre l'équipe (du Pr. L. Taillefer de l'Université de Sherbrooke (Canada) et du Pr. A. Sacuto et Pr. Y. Gallais de l'Université de Paris (France), de mener des mesures conjointes de spectroscopie optique Raman et de transport thermique sur des matériaux modèles que sont les composés de Nd-LaSrCuO et Eu-LaSrCuO. Ces matériaux sont uniques dans le sens où leur température de transition supraconductrice étant basse, (de l'ordre de la dizaine de Kelvin), ils permettent l'exploration de la phase de pseudogap qui se forme au-dessus de T_c à relativement basse température (10-100K). Ceci permet de révéler les signatures propres de cette phase qui à plus haute température au-delà de 200 K seraient brouillées par les excitations thermiques. Les pistes que nous proposons d'explorer, seront les liens que développe la phase de pseudogap avec des phases que l'on peut identifier explicitement par des mesures thermiques et de spectroscopie Raman telles que les phases de liquides de spins, la phase nématique (distorsion du gaz électronique) ou encore les ondes de densité de charges.

Références :

A. Legros, et al. « Universal T-linear resistivity and Planckian limit in overdoped cuprates », *Nature Physics* **15**, 142 (2019).

B. Michon, et al. “Thermodynamic signatures of quantum criticality in cuprate superconductors” *Nature* **567**, 218 (2019).

B. Loret et al. « Intimate link between charge density wave, pseudogap and superconducting energy scales in cuprates ». *Nature physics* **15**, 771 (2019).

N. Auvray et al. « Nematic fluctuations in the cuprate superconductor $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$ ” *Nature Comm.* **10**, 5209 (2019).

G. Grissonnanche et al. “Giant thermal Hall conductivity in the pseudogap phase of cuprate superconductors, *Nature* **571**, 376 (2019).

Compétences

Une bonne connaissance de la physique fondamentale des matériaux au niveau Master 2 (physique quantique, physique statistique, physique du solide), un goût prononcé pour les

expériences avec une capacité à comprendre les développements théoriques pour l'analyse et la compréhension des résultats.

Contexte de travail

Le projet côté Sherbrooke consistera à effectuer des mesures de transport électrique et thermique, pour élucider la nature du phase pseudogap. L'étudiant(e) travaillera sur des techniques novatrices comme l'effet Hall thermique, et notamment son développement et son utilisation dans un réfrigérateur à dilution, ainsi que l'effet Seebeck, en particulier le long de l'axe c (perpendiculaire aux plans CuO_2 des cuprates). Des découvertes récentes de notre équipe montrent que ces deux techniques, encore très peu utilisées dans les cuprates, sont très prometteuses.

Au laboratoire MPQ à Paris, l'étudiant (e) commencera par apprendre à maîtriser la spectroscopie Raman électronique à basse température et sous tension uni-axe pour révéler les signatures des fluctuations nématiques sur les composés Nd-LaSrCuO et suivre leur évolution en fonction du dopage en porteurs de charge jusqu'au voisinage du point critique quantique où la phase de pseudogap se termine. Cette analyse permettra d'identifier les liens entre pseudogap et nématicité. Dans un second temps, nous analyserons les signatures des ondes de densités de charge par spectroscopie Raman, en fonction du dopage mais aussi en fonction de la pression dans Nd-LaSrCuO et Eu-LaSrCuO afin d'observer leur connexion avec la phase pseudogap.

Contraintes et risques

Thèse en cotutelle : Les travaux de recherche seront partagés pour moitié à l'Université de Paris (France) et pour l'autre moitié à l'université de Sherbrooke (Canada).