

Sr₂IrO₄ vu par la diffraction des neutrons polarisésYvan Sidis^a

a. *Laboratoire Léon Brillouin, UMR12, CEA-Saclay, Gif sur Yvette, FRANCE*

Les recherches actuelles sur les matériaux quantiques étudient les propriétés physiques de nouveaux états de la matière condensée, résultant des interactions électrostatiques, du principe d'exclusion de Pauli et du couplage spin-orbite λ (couplage de nature relativiste entre le moment cinétique d'un électron et son spin). En parcourant le tableau de classification périodique des éléments, on observe que la répulsion de Hubbard est forte dans les métaux de transition 3d, avec un couplage spin-orbite faible. C'est dans cette zone que l'on trouve les isolants de Mott, ainsi que les cuprates dopés, supraconducteurs à haute température critique. Le couplage spin-orbite tend à devenir significatif pour les atomes de numéro atomique Z élevé ($\lambda \sim Z^4$). Ainsi l'effet du couplage spin-orbite λ croît pour les atomes à orbitales 4d puis 5d occupées, pour lesquels l'augmentation de la taille des orbitales favorise la délocalisation et diminue l'effet de la répulsion de Hubbard. C'est dans cette zone du tableau de Mendeleïev, de fort couplage spin-orbite et faibles corrélations électroniques, que l'on trouve par exemple les isolants topologiques, matériaux avec une structure de bande électronique isolante en volume, mais développant des états de surface métalliques.

Le composé La₂CuO₄ peut être assimilé à un isolant de Mott, avec un ordre antiferromagnétique des spins $S=1/2$ sur les sites de Cu²⁺ (3d). Par dopage, la structure électronique de ce matériau évolue d'isolant de Mott à métallique et supraconductrice. Les fortes corrélations électroniques sont pressenties comme étant à l'origine de l'état supraconducteur non conventionnel, ainsi que d'un état métallique étrange, comportant entre autre la phase dite de pseudo-gap, de laquelle émerge la phase supraconductrice. Structuralement très proche, le composé Sr₂IrO₄ présente aussi un état isolant de Mott, cette fois-ci sous l'effet combiné d'une forte répulsion coulombienne et d'un couplage spin-orbite significatif. Il présente de plus un ordre antiferromagnétique des pseudo-spins $J_{\text{eff}}=1/2$ localisés sur les sites Ir⁴⁺ (5d). Son diagramme de phase en fonction du dopage fait également ressortir une phase de type pseudo-gap à haute température.

Nous avons réalisé une série de mesures de diffusion des neutrons polarisés sur des monocristaux de Sr₂(Ir,Rh)O₄. Ces mesures [1], combinées avec à celles de génération de seconde harmonique, indiquent la présence d'un ordre caché brisant les symétries de renversement du temps et d'inversion, compatible avec un ordre de boucles de courant comme dans les cuprates supraconducteurs. Par ailleurs, nos cartes de densité d'aimantation [2] montrent un écart au comportement attendu pour un $J_{\text{eff}}=1/2$. En effet, nous devrions observer les orbitales t_{2g} également peuplées, alors que nos cartes indiquent un rôle prédominant des orbitales $5d_{xy}$. Cette observation traduit la présence d'une réponse magnétique très dépendante des orbitales sous-jacentes.

[1] J. Jeong, Y. Sidis, A. Louat, V. Brouet, P. Bourges, Nat. Comm. **8**, 15119 (2017).

[2] J. Jeong, B. Lenz, A. Gukasov, X. Fabreges, A. Sazonov, V. Hutano, A. Louat, S. Biermann, V. Brouet, Y. Sidis, P. Bourges, arXiv:1904.09139.