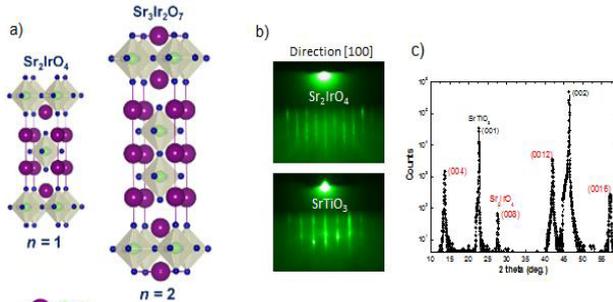




## Nouveaux états électroniques dans les iridates

Dorothee Colson : tél : 01.69.08/7314, [dorothee.colson@cea.fr](mailto:dorothee.colson@cea.fr)  
 Jean-Baptiste Moussy : tél : /7217, [jean-baptiste.moussy@cea.fr](mailto:jean-baptiste.moussy@cea.fr)

La dernière décennie a été marquée par la redécouverte du couplage spin-orbite dans différents domaines de la physique du solide. Beaucoup d'exemples proviennent de semi-conducteurs faiblement corrélés comme  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  pour les propriétés d'isolants topologiques ou GaAs pour des applications en spintronique. Un fort couplage spin-orbite (CSO) est une caractéristique générale des éléments lourds mais son impact dans le domaine des systèmes corrélés a été très peu étudié. Parmi les systèmes corrélés ayant un fort CSO, les iridates attirent actuellement une grande attention. Ces oxydes peuvent cristalliser sous différentes formes où l'ion iridium garde en général 5 électrons dans sa couche externe. Ceci permet de former un état demi-rempli pour lequel les corrélations et les fluctuations magnétiques quantiques sont renforcées et susceptibles de donner naissance à des propriétés physiques originales comme l'état supraconducteur à haute température critique ou



a) Exemples de structure des iridates. b) Clichés de diffraction d'électrons de haute énergie (RHEED) d'un film mince de  $\text{Sr}_2\text{IrO}_4(001)$  déposé sur substrat de  $\text{SrTiO}_3(001)$  par ablation laser pulsée. c) Spectre de diffraction X attestant de la qualité cristalline du film déposé.

l'état d'isolant topologique. La mise en évidence d'une phase topologique dans les iridates permettrait en particulier d'explorer de nouvelles façons de manipuler le spin des électrons, point clef pour les applications en spintronique. Actuellement nous élaborons différents composés ( $\text{Sr}_2\text{IrO}_{4+\delta}$ ,  $\text{Sr}_3\text{Ir}_2\text{O}_{7+\delta}$ ) sous forme de monocristaux et de films minces et essayons de les doper par substitution chimique. L'objectif est d'étudier différents aspects de leurs propriétés physiques en traitant les degrés de liberté structuraux, de charge, de spin et orbitaux, en combinant différentes techniques : résonance magnétique nucléaire (LPS-Orsay), photoémission haute énergie résolue en angle (synchrotron SOLEIL) et spectroscopie Raman (MPQ-Paris7) dans le cadre d'un projet de recherche collaboratif financé par l'ANR.

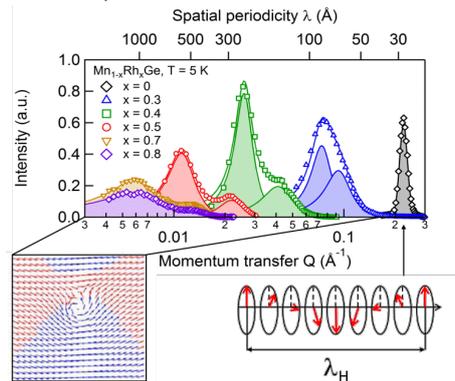


## Quand le désordre permet d'atteindre de nouvelles formes d'ordre

Nicolas Martin : tél: 01.69.08/97.02, [nicolas.martin@cea.fr](mailto:nicolas.martin@cea.fr). Isabelle Mirebeau : tél : 01.69/6089, [isabelle.mirebeau@cea.fr](mailto:isabelle.mirebeau@cea.fr)

L'un des sujets majeurs de la recherche sur la matière condensée moderne concerne l'effet du désordre, responsable des écarts entre les prévisions théoriques (décrivant le comportement d'un système idéal) et les résultats de la mesure (réalisée sur un matériau réel et donc imparfait). Pour explorer la richesse de ce type de physique, nous avons étudié par diffusion de neutrons aux petits angles (DNPA) la série d'aimants chiraux  $\text{Mn}_{1-x}\text{Rh}_x\text{Ge}$ . Les échantillons sont synthétisés sous haute pression (jusqu'à 8 GPa) et haute température, puis trempés pour obtenir des poudres présentant la structure cristallographique non-centrosymétrique  $\text{P2}_13$  (Institut of High Pressure Physics de Moscou, Russie). La structure magnétique du composé pur ( $\text{MnGe}$ ) se compose d'hélices de spin dont la périodicité spatiale  $\lambda_H$  est relativement courte ( $\approx 30 \text{ \AA}$ ). Sous l'effet du dopage en ions Rh non magnétiques, nous avons observé par DNPA que  $\lambda_H$  pouvait augmenter d'un facteur proche de 40, pour atteindre un ordre quasi-ferromagnétique ( $\lambda_H \rightarrow \infty$ ) pour  $x \geq 0.7$ . Plus surprenant, au-

delà d'une concentration en Rh proche de 0.3, un nouveau type de structure apparaît, révélé par l'apparition d'un pic supplémentaire dans le motif de diffraction (voir figure). Cette structure est caractérisée par une modulation bidimensionnelle du paramètre d'ordre. Elle présente des similitudes avec la phase à « joints de grain tordus » (Twisted Grain Boundary ou TGB) connue dans les cristaux liquides et observée à l'interface entre la phase cholestérique (dont l'analogue magnétique est l'hélice de spin) et la phase smectique (correspondant à l'ordre ferromagnétique). Des théoriciens de l'IFW Dresden (Allemagne) ont montré que le cœur de ces TGB se compose de paires de défauts topologiques connus sous le nom de skyrmions. La nature de ces objets permet d'envisager leur manipulation par des courants électriques faibles, une hypothèse qu'il conviendra de vérifier expérimentalement. En l'état, notre étude fournit un exemple clair de système dans lequel le désordre permet de fabriquer un nouveau type d'ordre.



Spectres de DNPA de  $\text{Mn}_{1-x}\text{Rh}_x\text{Ge}$  mesurés sur l'instrument PA20 du LLB. L'ordre magnétique du composé pur ( $x = 0$ ) donne lieu à un seul pic de diffraction centré sur  $Q_H = 2\pi/\lambda_H$ , alors que les structures plus complexes (observées pour  $x \geq 0.3$ ) se traduisent par deux pics parfaitement résolus.

