

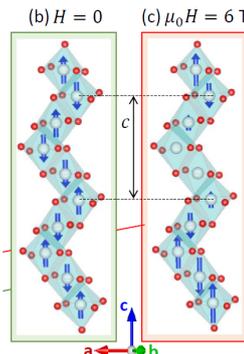


## Les chaînes de spin 1/2 : exemple emblématique de la « matière quantique »

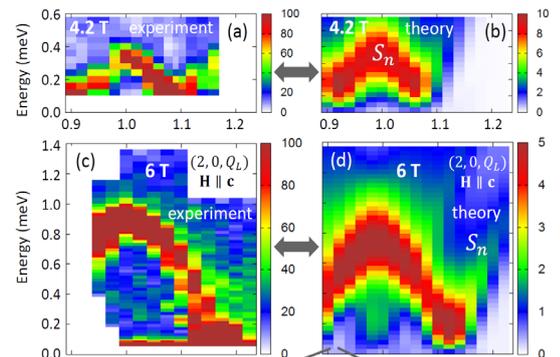
Sylvain Petit : tél : 01.69.08/60.39, [sylvain.petit@cea.fr](mailto:sylvain.petit@cea.fr)

La recherche de nouveaux états de la matière est un domaine en plein essor en physique. Les chaînes de spin 1/2, couplés par un échange antiferromagnétique en constituent un exemple emblématique. En raison du caractère unidimensionnel, les fortes fluctuations quantiques empêchent la formation d'un ordre classique, tandis que les excitations de spin sont décrites comme des particules aux nombres quantiques fractionnaires, sans équivalent classique. En collaboration avec des chercheurs du CNRS (Institut Néel), de l'Université Grenoble-Alpes et de l'Université de Genève, sans oublier la participation de scientifiques du centre de neutronique du PSI en Suisse, nous nous sommes intéressés à l'un de ces matériaux quantiques unidimensionnels, un oxyde de cobalt de formule  $\text{BaCo}_2\text{V}_2\text{O}_8$ , afin de tester de manière quantitative les modèles théoriques. En parfait accord avec la théorie de Tomonaga-Luttinger, nous avons pu montrer par des mesures de diffusion des neutrons, que  $\text{BaCo}_2\text{V}_2\text{O}_8$  présente une modulation longitudinale incommensurable de la densité de spin, au-dessus d'un champ critique de 3.9 T (Figure de gauche). Nos expériences de

diffusion inélastique des neutrons établissent en outre la forme du spectre des excitations de spin (Figure de droite). Elles ont permis en particulier de mettre clairement en évidence le caractère longitudinal de ces excitations, une signature directe de leur nature éminemment quantique.



Vision schématique de la structure modulée incommensurable de  $\text{BaCo}_2\text{V}_2\text{O}_8$ .



Spectres de diffusion inélastique des neutrons (à gauche) comparés aux calculs théoriques (à droite), dans la phase modulée.

nanosciences & innovation

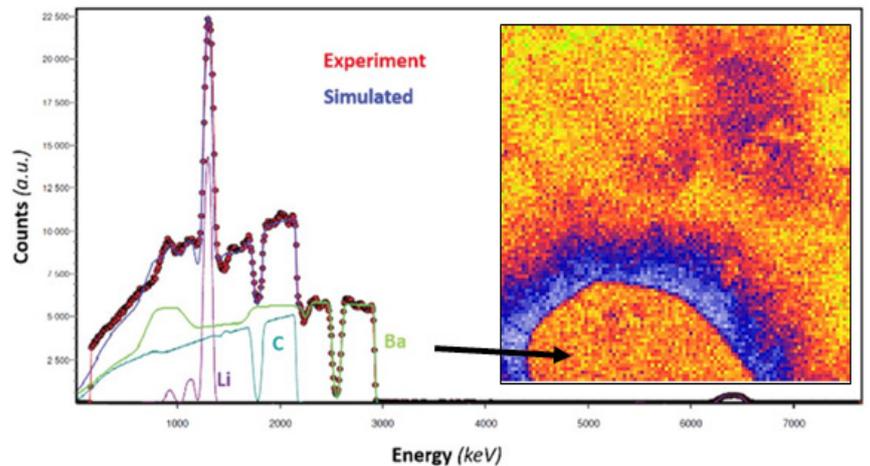


## Les alcalino-terreux et les terres rares s'insèrent aussi à cœur

Pascal Berger : tél : 01.69.08/85.12, [pascal.berger@cea.fr](mailto:pascal.berger@cea.fr)

La structure lamellaire du graphite lui permet d'accueillir entre ses plans une grande variété d'espèces chimiques. L'insertion de métaux par exposition à une vapeur métallique, par exemple, peut conduire à la formation de composés supraconducteurs ou présentant des propriétés magnétiques remarquables. Par cette méthode, les alcalins lourds (K, Rb, Cs) s'intercalent facilement, tandis que les alcalino-terreux (Ca, Sr, Ba) ne conduisent qu'à des mélanges avec du graphite vierge. Quelques lanthanides (Sm, Eu, Yb) peuvent également s'intercaler, mais seulement de manière superficielle. L'équipe animée par Claire Hérold à l'Institut Jean Lamour (Nancy) poursuit l'exploration des possibilités d'obtention de nouveaux composés co-insérés, avec un métal alcalin combiné à un tiers-élément fortement électropositif. Cette équipe a récemment mis au point une nouvelle méthode de synthèse où le métal à insérer est dissous dans un eutectique liquide LiCl-KCl. Les caractérisations 3D réalisées à la microsonde nucléaire du Laboratoire d'Etude des Eléments Légers (NIMBE/LEEL) ont pour la première fois révélé la formation à cœur de  $\text{SrC}_6$  et de  $\text{BaC}_6$ , ainsi que celle de  $\text{YbC}_6$ , plus superficielle et limitée à de petits domaines. La carte présentée ci-contre, construite

à partir d'un signal profond de diffusion élastique sur le baryum, met en évidence la présence d'inclusions bien délimitées. Le spectre correspondant montre la superposition de plaquettes de  $\text{BaC}_6$  de plusieurs microns d'épaisseur, séparées par des filons de lithium métallique.



Spectre de diffusion élastique de protons d'une inclusion présente dans un graphite intercalé par du baryum dans un mélange fondu LiCl-KCl. La carte correspond à la répartition latérale du baryum localisé une dizaine de microns sous la surface (200 x 200  $\mu\text{m}$ ).

