



Aimants moléculaires à forte coercivité et fonctionnant jusqu'à 242°C

Les aimants sont des composants cruciaux dans les dispositifs de traitement et de stockage de données mais aussi dans un très grand nombre d'objets que nous utilisons tous les jours. Par exemple, ils sont couramment utilisés dans les moteurs électriques qui alimentent la majorité des appareils ménagers et sont essentiels dans les technologies d'énergie renouvelable. Les aimants qui fonctionnent à température ambiante sont généralement des métaux purs, des oxydes métalliques ou des composés intermétalliques. Malgré leur utilisation intensive et leur énorme succès dans les applications technologiques, les aimants conventionnels présentent plusieurs inconvénients, tels qu'une fabrication coûteuse en énergie (par exemple, SmCo et AlNiCo) et une disponibilité limitée de certains éléments clés (par exemple, dans les aimants à base de lanthanides, comment NdFeB et SmCo). Au cours des trois dernières décennies, diverses approches ont été développées pour remédier à ces limitations et cibler de nouveaux aimants. Une stratégie particulièrement intéressante repose sur l'assemblage rationnel de molécules, tels que les ligands organiques, avec des ions métalliques paramagnétiques. Ces matériaux dits moléculaires peuvent présenter un comportement similaire aux aimants traditionnels, mais contrairement aux exemples exclusivement inorganiques, ils bénéficient de la polyvalence synthétique et post-synthétique résultant des chimies moléculaire et de coordination, qui permettent une modulation et une optimisation de leurs propriétés. Afin d'augmenter la température de fonctionnement des aimants moléculaires, les ligands neutres et diamagnétiques peuvent être remplacés ou convertis en radicaux pour relier des ions métalliques paramagnétiques dans des réseaux de coordination 2D ou 3D. La présence d'un moment magnétique sur le radical induit des interactions magnétiques particulièrement fortes avec les centres métalliques, qui peuvent être contrôlées par la nature du radical organique et de l'ion métallique, et le recouvrement de leurs orbitales magnétiques contenant un électron non apparié.

Des chercheurs du Centre de Recherche Paul Pascal (*UMR 5031 CNRS - Université de Bordeaux*), leurs collaborateurs français (*ESRF; Institut de Chimie de la Matière Condensée de Bordeaux UMR 5026; Institute des Sciences Moléculaires UMR 5255; Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine UMR 5798; Institute des Matériaux Poreux de Paris UMR 8004 IMAP – ENS/ESPCI/CNRS/PSL*) et internationaux en Espagne (*University of the Basque Country*), Angleterre (*University of Bath*), Danemark (*Technical University of Denmark*), Finlande (*University of Jyväskylä*) et en Russie (*Kirensky Institute of Physics*) se sont réunis autour de ce projet de recherche. Ils viennent de montrer que la réduction chimique, par addition de 1,2-dihydroacénaphthylénure de lithium $\text{Li}^+[\text{C}_{12}\text{H}_{10}^{\cdot-}]$, de deux réseaux de coordination bidimensionnels, $\text{CrCl}_2(\text{pyz})_2$ et $\text{Cr}(\text{OSO}_2\text{CH}_3)_2(\text{pyz})_2$ (pyz = pyrazine) permet d'augmenter les interactions magnétiques, et ainsi accroître la température critique de la phase ferrimagnétique résultante. La réduction post-synthétique de ces réseaux de

coordination est une approche de synthèse simple et efficace. Les travaux publiés dans la revue scientifique Science, montrent qu'il est ainsi possible d'obtenir des aimants moléculaires ferrimagnétiques (**Figure 1**) fonctionnant jusqu'à 242°C et possédant une grande coercivité de 7500 Oersteds à température ambiante (**Figure 2**). Cette nouvelle stratégie de synthèse offre de larges perspectives pour la préparation d'une toute nouvelle génération d'aimants légers à haute température.

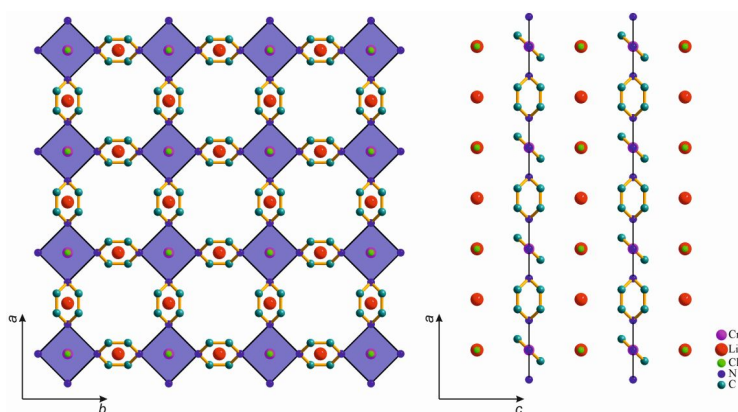


Figure 1 : Vues du modèle structural de $\text{Li}_{0.7}[\text{Cr}(\text{pyz})_2]\text{Cl}_{0.7} \cdot 0.25(\text{THF})$ montrant l'alternance de couches de $\{\text{Li}_{0.7}\text{Cl}_{0.7}\}$ et de réseau neutre bidimensionnel carré $\text{Cr}^{\text{II}}(\text{pyz}^-)_2$ le long de c (à gauche) et de l'axe b (à droite); Cr: violet, N: bleu, C: cyan, Cl: vert, Li: rouge foncé). Les atomes d'hydrogène ont été omis pour plus de clarté.

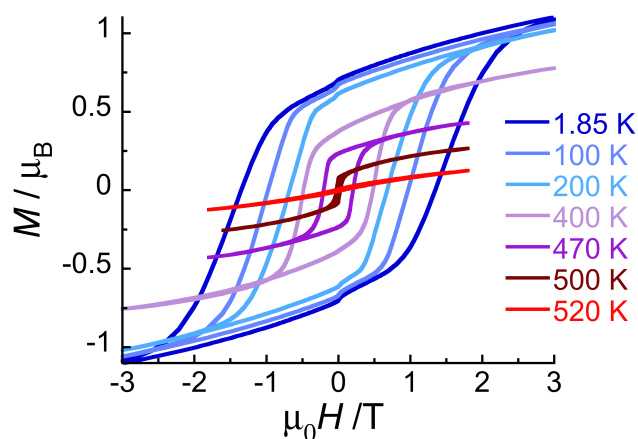


Figure 2 : Propriétés magnétiques de $\text{Li}_{0.7}[\text{Cr}(\text{pyz})_2]\text{Cl}_{0.7} \cdot 0.25(\text{THF})$: variation de l'aimantation en fonction du champ magnétique appliqué montrant effet mémoire (hystérèse magnétique).

Source :

Metal-organic magnets with large coercivity and ordering temperature up to 242°C

Panagiota Perlepe^{1,2}, Itziar Oyarzabal^{1,3*}, Aaron Mailman⁴, Morgane Yquel^{1,2}, Mikhail Platunov^{5,†}, Iurii Dovgaliuk^{6,‡}, Mathieu Rouzières¹, Philippe Négrier⁷, Denise Mondieig⁷, Elizaveta A. Suturina⁸, Marie-Anne Dourges⁹, Sébastien Bonhommeau⁹, Rebecca A. Musgrave¹, Kasper S. Pedersen^{1,10}, Dmitry Chernyshov⁶, Fabrice Wilhelm⁵, Andrei Rogalev⁵, Corine Mathonière² and Rodolphe Clérac^{1*}

[1] Univ. Bordeaux, CNRS, Centre de Recherche Paul Pascal, UMR 5031, F-33600, Pessac, France.

[2] CNRS, Univ. Bordeaux, Bordeaux INP, ICMCB, UMR 5026, F-33600 Pessac, France.

^[3] Chemistry Faculty, University of the Basque Country, UPV/EHU, 20018, Donostia-San Sebastián, Spain.

^[4] Department of Chemistry, University of Jyväskylä, P.O. Box 35, Jyväskylä, Finland.

^[5] ESRF-The European Synchrotron, CS 40220, F-38043 Grenoble Cedex 9, France.

^[†] Adresse actuelle : Kirensky Institute of Physics, Federal Research Center KSC SB RAS, Akademgorodok 50, bld. 38, 660036 Krasnoyarsk, Russia.

^[6] Swiss-Norwegian Beamlines at the European Synchrotron Radiation Facility, F-38000 Grenoble, France.

^[‡] Adresse actuelle : Institut des Matériaux Poreux de Paris, UMR 8004 CNRS, Ecole Normale Supérieure, Ecole Supérieure de Physique et de Chimie Industrielles de Paris, PSL Université, 75005 Paris, France.

^[7] Univ. Bordeaux, CNRS, Laboratoire Ondes et Matière d'Aquitaine, UMR 5798, F-33400 Talence, France.

^[8] Department of Chemistry, University of Bath, BA2 7AY, UK.

^[9] Univ. Bordeaux, CNRS, Bordeaux INP, ISM, UMR 5255, F-33400 Talence, France.

^[10] Department of Chemistry, Technical University of Denmark, DK-2800 Kgs. Lyngby, Denmark.

Science. 2020; 30 Octobre; DOI: 10.1126/science.abb3861

Contact Chercheur :

Rodolphe Clérac Univ. Bordeaux, CNRS, Centre de Recherche Paul Pascal, UMR 5031, F-33600, Pessac, France. clerac@crpp-bordeaux.cnrs.fr

Contact Communication Chimie :

webmaster.chimie@ens.psl.eu

Département Chimie ENS (www.chimie.ens.psl.eu)