



www.cnrs.fr



UNIVERSITÉ
PARIS-SUD 11



COMMUNIQUÉ DE PRESSE NATIONAL | PARIS | 12 DÉCEMBRE 2008

Nano-objets : les promesses de l'architecture cœur-multicouronnes

En collaboration avec l'Institut de physique et chimie de Strasbourg (CNRS/ULP) et le Laboratoire de physique des solides (CNRS/ Université Paris Sud11), les chercheurs de l'Institut de chimie moléculaire et des matériaux d'Orsay (CNRS/Université Paris Sud 11), ont synthétisé des nanoparticules magnétiques composées d'un cœur et de plusieurs couronnes. La croissance des couronnes est contrôlable à l'échelle du nanomètre et on peut empiler plusieurs couronnes dont la composition chimique est différente. Leurs propriétés magnétiques agissent alors en synergie. D'autres propriétés, notamment optiques et électriques, sont accessibles par cette voie de synthèse, ce qui permet d'envisager de nombreuses applications de ces nano-objets pour réaliser des tâches variées dans des dispositifs miniaturisés.

Les chercheurs de l'Institut de chimie moléculaire d'Orsay travaillent sur les composés de la famille du bleu de Prusse. Au cœur de ces composés, on trouve des métaux de transition¹, responsables de leur couleur (bleue intense dans le cas du bleu de Prusse), et qui peuvent également engendrer d'autres propriétés optiques, électriques et magnétiques. Depuis quelques années, les chercheurs savent préparer des nanoparticules de ces composés magnétiques, en utilisant le fait que, dans certaines conditions, ils s'assemblent spontanément de façon ordonnée pour former des réseaux de taille nanométrique.

Aujourd'hui, en collaboration avec l'Institut de physique et chimie de Strasbourg (CNRS/ULP) et le Laboratoire de physique des solides (CNRS/ Université Paris Sud11), ils ont réussi à empiler plusieurs réseaux magnétiques, formant des couronnes successives autour d'un cœur, chaque couronne étant de nature chimique différente et ainsi susceptible d'apporter une propriété physique différente. Ils espèrent ainsi, en combinant plusieurs propriétés physiques, créer des nano-objets capables de réaliser différentes tâches au sein de dispositifs miniaturisés, tels que le stockage de l'information, le traitement du signal, la transformation d'un signal en une autre forme de signal etc.

Pour comprendre cette avancée, il faut revenir à la structure des composés de la famille du bleu de Prusse : ils sont constitués de métaux de transition, entourés de groupes organiques qui leur sont liés (les « ligands »), le tout formant un réseau de coordination. À partir d'une nano-particule de réseau de coordination, les chimistes ont fait croître un deuxième réseau. Ils ont procédé en solution (dans l'eau), en ajoutant goutte à goutte les constituants du réseau supplémentaire et en veillant à ne jamais atteindre la concentration au-delà de laquelle les nouveaux constituants pourraient s'agréger entre eux. Ils ont par exemple fabriqué un objet formé d'un cœur de 9 nanomètres de diamètre à base de nickel et de chrome²

¹ Une catégorie de métaux de la classification de Mendeleiev qui présentent des propriétés électroniques particulières

² CsNiCr(CN)₆

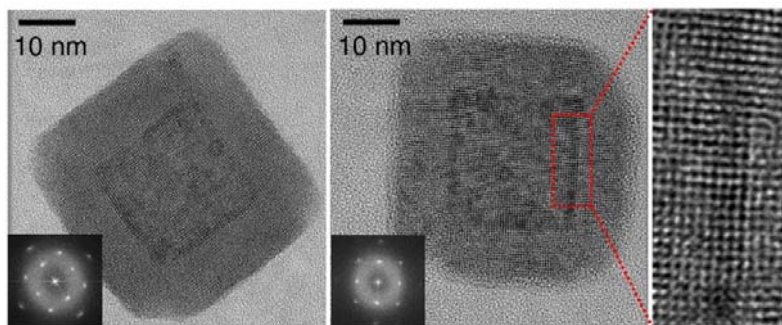


www.cnrs.fr



entouré d'une couronne à base de cobalt et de chrome³ de 1,5 nm d'épaisseur. Cet objet présente une bistabilité magnétique, condition nécessaire pour le stockage magnétique de l'information. Les chimistes ont répété l'opération en ajoutant un troisième réseau. En outre, l'épaisseur de chaque réseau est parfaitement contrôlable à l'échelle du nanomètre.

Avec ce procédé, ils envisagent de synthétiser des nano-objets combinant des propriétés magnétiques modulables par le champ électrique, la température, la lumière et la pression. Ils pensent également à des nano-objets électrochromes (qui changent de couleur en fonction du courant électrique qui les traverse), pour fabriquer des capteurs ou des étiquettes biologiques. Dans une autre logique, ils pourraient, en provoquant la décomposition de leurs nano-objets, obtenir des alliages métalliques autrement inaccessibles, pour fabriquer des catalyseurs par exemple ou des mémoires d'ordinateur à très haute densité.



Nano-particules présentant un cœur et une couronne faits de réseaux de structure cubique. L'agrandissement à droite montre que les réseaux sont en parfaite épitaxie, c'est-à-dire que les constituants du deuxième réseau sont alignés sur ceux du premier réseau. Ces images ont été réalisées avec un microscope électronique à transmission à haute résolution. Le cœur est en $\text{CsFe}[\text{Cr}(\text{CN})_6]$ et la couronne en $\text{Co}[\text{Cr}(\text{CN})_6]$.

© Talal Mallah- Institut de chimie moléculaire d'Orsay.

Bibliographie

Core-Multishell Magnetic Coordination Nanoparticles: Toward Multifunctionality on the Nanoscale, Laure Catala, Daniela Brinzei, Yoann Prado, Alexandre Gloter, Odile Stéphan, Guillaume Rogez, Talal Mallah, *Angewandte Chemie*, DOI 10.1002/anie.200804238, édition du 22 décembre 2008.

Contacts

Chercheur | Guillaume ROGEZ | T 03 88 10 71 92 | Guillaume.Rogez@ipcms.u-strasbg.fr

³) $\text{CsCoCr}(\text{CN})_6$