



# Institut de physique

Actualités scientifiques

## Contrôler des molécules magnétiques bistables auto-organisées avec de la lumière

Octobre 2016

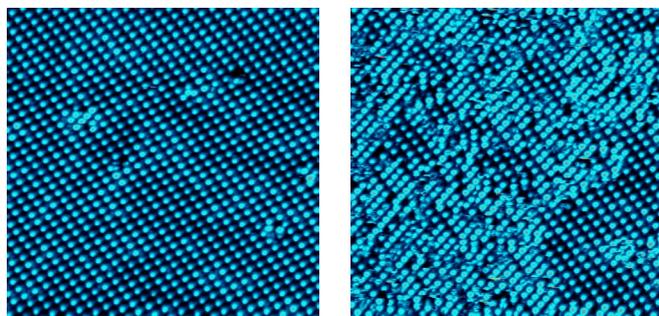
En collaboration avec des chimistes, des physiciens viennent de montrer qu'une fois déposées sur une surface d'or, des molécules magnétiques bistables, c'est-à-dire capables de basculer d'un état non magnétique à un état magnétique, se regroupent en îlots et s'auto-organisent en une structure périodique. Ils ont également mis en évidence qu'une excitation lumineuse permet le changement d'état de ces molécules.

Les molécules magnétiques bistables s'avèrent particulièrement intéressantes pour la spintronique moléculaire, car le passage d'un état à l'autre peut être piloté par un stimulus extérieur tel que la température, la pression ou l'absorption de lumière. Toutefois, si cette propriété est bien connue lorsque ces molécules forment un solide ou lorsqu'elles sont en solution, persiste-t-elle lorsque les molécules sont adsorbées sur une surface ? Pour répondre à cette question, des physiciens du laboratoire Matériaux et phénomènes quantiques (MPQ, CNRS/Univ. Paris Diderot) et du Service de physique de l'état condensé (SPEC, CEA Saclay), ainsi que des chimistes de l'Institut de chimie moléculaire et des matériaux d'Orsay (ICMMO, CNRS/Univ. Paris Sud/Univ. Paris Saclay) ont étudié des molécules bistables à base de fer, déposées sur un substrat métallique. Des mesures réalisées au microscope à effet tunnel révèlent que ces molécules s'organisent en un réseau régulier composé d'un tiers des molécules dans l'état magnétique et deux tiers dans l'état non magnétique.

Les chercheurs ont également réussi à commuter ces molécules, c'est-à-dire à les faire transiter d'un état à un autre, à l'aide d'une lumière bleue. Ce travail fait l'objet d'une publication dans *Nature Communications*.

En premier lieu, les chimistes ont synthétisé la molécule de  $\text{Fe}^{\text{II}}[(3,5\text{-CH}_3)_2\text{Pz}]_2\text{BH}_2$  (Pz = pyrazoly), qui présente une bistabilité en volume, facilement sublimable sous ultraviolet. Lorsque la température est supérieure à 150 Kelvin, cette molécule se trouve dans l'état magnétique ; à température inférieure, elle se trouve dans l'état non magnétique. Dans un second temps, les physiciens ont déposé ces molécules sur une surface d'or, puis les ont observées par microscopie à effet tunnel à très basse température, de l'ordre de 5 Kelvin. Les molécules apparaissent sous forme d'une couche épaisse et s'organisent en îlots dont la taille typique s'élève à quelques centaines de nanomètres et comportant quelques dizaines de milliers de molécules. A l'intérieur de ces îlots, les molécules sont au contact les unes des autres et s'organisent en un réseau périodique. En changeant la tension d'imagerie du microscope, les chercheurs ont mis en évidence un sous-réseau régulier au sein duquel un tiers des molécules s'avèrent plus conductrices – elles se trouvent dans l'état magnétique – que les autres (non magnétiques). La combinaison de mesures par spectroscopie tunnel et de calculs *ab initio* confirme la coexistence des deux états magnétique et non magnétique sur la surface. En éclairant la jonction tunnel par une lumière bleue, le changement d'état des molécules a pu être suivi en direct.

Ce travail démontre pour la première fois la possibilité d'induire la photocommutation de molécules en contact avec une surface métallique, de l'état non magnétique vers l'état magnétique.



Images de microscopie à effet tunnel de 50 nm de côté de la même zone qui montrent à gauche l'auto-organisation des molécules avec un tiers d'entre elles qui apparaissent plus brillantes (état magnétique) avant irradiation lumineuse et à droite la phase photoexcitée avec plus de molécules dans l'état magnétique (irradiation lumineuse en cours).

## En savoir plus

Molecular-scale dynamics of light-induced spin cross-over in a two-dimensional layer

K. Bairagi, O. Iasco, A. Bellec, A. Kartsev, D. Li, J. Lagoute, C. Chacon, Y. Girard, S. Rousset, F. Miserque, Y. J. Dappe, A. Smogunov, C. Barreteau, M.-L. Boillot, T. Mallah et V. Repain

*Nature Communications* (2016), doi:10.1038/ncomms12212

## Contact chercheur

Amandine Bellec, chargée de recherche CNRS

Marie-Laure Boillot, directrice de recherche CNRS

## Informations complémentaires

Laboratoire Matériaux et Phénomènes Quantiques (MPQ)

Institut de Chimie Moléculaire et des Matériaux d'Orsay (ICMMO)

Service de l'Etat Condensé (SPEC)

cnrs

www.cnrs.fr

Institut de Physique

CNRS - Campus Gérard Mégie

3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16

T 01 44 96 42 53

inp.com@cnrs.fr

www.cnrs.fr/inp