



# Institut de physique

Actualités scientifiques

## Comment construire une molécule multi-usages

Février 2018

La manipulation d'un atome et d'une molécule à l'aide d'un microscope à effet tunnel a permis la construction d'un nano-objet dont les propriétés électroniques et mécaniques sont modulables en fonction de la position de l'atome dans la molécule.

L'objectif des nanotechnologies est d'explorer, de comprendre et de contrôler la matière à l'échelle atomique, afin de concevoir et fabriquer des nano-objets avec différentes fonctionnalités. Ainsi, de nombreuses molécules de plus en plus complexes sont synthétisées pour réaliser une fonctionnalité particulière lorsqu'elles sont déposées sur une surface. Une avancée dans ce domaine vient d'être réalisée en construisant par manipulation atomique à l'aide d'un microscope à effet tunnel (STM) un système simple dont les propriétés électroniques et mécaniques peuvent être modulées à volonté.

Dans ce travail, des chercheurs du laboratoire Matériaux et phénomènes quantiques (CNRS/Univ. Paris Diderot) et du Service de physique de l'état condensé (CNRS/CEA) ont utilisé une molécule isolée de porphyrine sur une surface d'or. La porphyrine est une molécule qui est constituée de deux types de cycles carbonés (phényles et pyrroles), et d'un macrocycle central porteur de deux atomes d'hydrogène. Par contact physique avec la pointe d'un STM, il est possible de déplacer cette molécule et

de la mettre en contact avec des atomes d'or simplement déposés à la surface, donc plus mobiles que ceux de la surface elle-même. Le positionnement d'un atome d'or sous un cycle phényle ou pyrrole de la molécule induit alors un transfert de charges de la surface vers la molécule, ce qui conduit à un dopage en électrons de celle-ci.

Une étape supplémentaire de manipulation permet d'amener l'atome d'or au centre de la molécule et d'enlever un atome d'hydrogène pour obtenir une structure capable de tourner sous l'effet du passage d'un courant tunnel généré par le microscope. On obtient ainsi un rotor moléculaire dont l'axe de rotation est l'atome d'or, ce dernier étant tout à la fois lié à la surface et à la molécule. La structure de ce rotor a été identifiée par comparaison avec des calculs théoriques qui ont en particulier permis de mettre en évidence la déshydrogénation de la molécule (voir Figure).

Enfin, une nouvelle étape de manipulation permet de déshydrogéner complètement la molécule et conduit à une structure capable de se déplacer sur la surface d'or sous l'effet du champ électrique de la pointe STM tel un véritable mobile moléculaire.

Ce travail montre qu'il est possible de moduler volontairement les propriétés électroniques et mécaniques d'un nano-objet simple comme une molécule unique, afin d'en exploiter différentes fonctionnalités mécaniques mais aussi des fonctions électriques (interrupteur, fil), réalisant ainsi un véritable « couteau suisse » moléculaire.

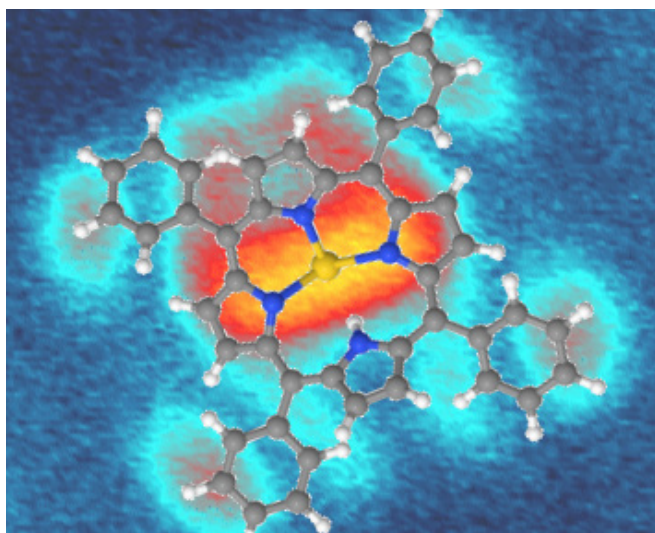


Image STM (conductance) de 2.8 nm de côté d'un rotor moléculaire construit en insérant un atome d'or au centre d'une molécule de porphyrine. La structure calculée de la molécule a été superposée à l'image. © Jérôme Lagoute, MPQ (CNRS/Univ. Paris-Diderot)

## En savoir plus

[Tuning the electronic and dynamical properties of a molecule by atom trapping chemistry](#)

V. D. Pham, V. Repain, C. Chacon, A. Bellec, Y. Girard, S. Rousset, E. Abad, Y. J. Dappe, A. Smogunov et J. Lagoute

*ACS Nano* (2017), doi:10.1021/acsnano.7b05235

## Contacts chercheurs

Jérôme Lagoute, chercheur CNRS

Yannick Dappe, chercheur CNRS

## Informations complémentaires

Matériaux et phénomènes quantiques (MPQ, CNRS/Univ. Paris Diderot)

Service de physique et de l'état condensé (SPEC, CNRS/CEA)

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

Illustration du bandeau : © Cyril FRESILLON / Daumet / CNRS Photothèque