

Institut de physique

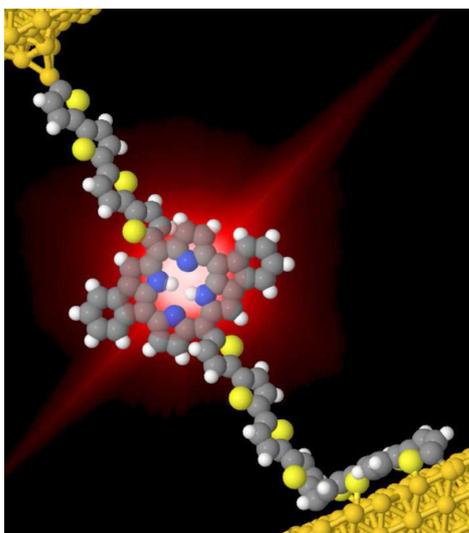
Actualités scientifiques

Convertir des électrons en plasmons à l'aide d'une seule molécule

Avril 2016

Une première étape importante visant à utiliser une molécule unique comme convertisseur entre circuits électroniques et plasmoniques vient d'être franchie !

Unissant onde électromagnétique et excitation électronique à la surface d'un métal, les plasmons de surface peuvent être guidés et confinés à l'échelle du nanomètre, et potentiellement permettre le développement d'une électronique ultra miniaturisée et ultra rapide. A cette échelle de taille, une solution idéale pour produire et détecter des plasmons est d'utiliser une unique molécule. Toutefois, le contact direct entre une molécule et les électrodes censées l'exciter est fatal pour les propriétés optiques et électroniques de cette dernière. Il reste possible d'utiliser des molécules en solution excitées optiquement, ou bien une molécule isolée du métal par une fine couche d'isolant et excitée par un microscope à effet tunnel. Déjà mises en pratique, ces solutions ne s'avèrent toutefois pas exploitables pour des applications et notamment pas propices à la réalisation de composants hybrides couplant circuits électriques et plasmoniques. Pour la première fois, des équipes de physiciens et de chimistes de l'Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg (CNRS/Univ. Strasbourg) et de l'Institut Parisien de Chimie Moléculaire (CNRS/UPMC) viennent d'intégrer une molécule de porphyrine dans un circuit électronique à l'aide de fils moléculaires. Ils sont alors parvenus à faire émettre à cette dernière des plasmons en faisant circuler un courant électrique dans le circuit ainsi créé. Ce travail, qui permet d'envisager la réalisation de transducteurs couplant des circuits électroniques traditionnels à des circuits plasmoniques ultra miniatures et ultra rapides, est publié dans la revue *Physical Review Letters*.



Vue artistique de l'émission de lumière d'une molécule unique de porphyrine.
© IPCMS/CNRS

Pour commencer, les chercheurs ont synthétisé chimiquement leur dispositif à la surface d'un substrat d'or (Au111). Ils ont déposé par évaporations successives deux sous-parties de la structure organique finale. La première est une molécule de porphyrine capable d'émettre de la lumière, la seconde, un fil organique (ici du polythiophène) capable de conduire efficacement le courant électrique. Un chauffage de l'échantillon a permis la réalisation de chaînes composées d'une succession de molécules émettrices et de fils conducteurs, via un processus de polymérisation. Ensuite, en travaillant dans des conditions de vide et de très basses températures, l'extrémité de l'un des fils de polythiophène a été saisie avec la pointe d'un microscope à effet tunnel (par simple contact physique) et soulevée (de 2 nanomètres), afin d'éloigner la molécule émettrice la plus distante dans la chaîne du substrat. Le fil de thiophène permet ainsi le passage des électrons qui génèrent l'excitation (le circuit), mais également l'éloignement de la partie émettrice des électrodes, ce qui évite de fait l'hybridation avec les orbitales du substrat. Une fois la molécule suspendue dans la jonction, les chercheurs ont appliqué une différence de tension entre les électrodes. Le courant qui traverse la jonction moléculaire provoque l'excitation de la molécule. La lumière émise lors du retour à l'état non excité a été collectée par une lentille qui redirige le signal vers une caméra CCD munie d'un spectromètre. Ce système permet de résoudre en énergie la lumière émise. La « désexcitation » de cet émetteur conduit à l'observation d'une raie d'émission lumineuse intense, à une longueur d'onde caractéristique de la fluorescence de la molécule. Les physiciens ont alors comparé cette longueur d'onde au spectre des plasmons qu'ils ont mesuré par ailleurs. Ils ont constaté que l'émission de la molécule était réduite aux fréquences pour lesquelles les plasmons étaient intenses. Cela signifie qu'au lieu d'être émise sous forme de lumière, une partie de l'énergie cédée à la molécule a été convertie en plasmons. Autrement dit, nous avons ici la preuve d'une émission efficace de plasmons lorsque les conditions de résonance sont vérifiées.

En savoir plus

[Narrow-line single-molecule transducer between electronic circuits and surface plasmons,](#)

Michael C. Chong, Gaël Reecht, Hervé Bulou, Alex Boeglin, Fabrice Scheurer, Fabrice Mathevet et Guillaume Schull,

Physical Review Letters, le 21 janvier 2016

Contact chercheur

Guillaume Schull, chargé de recherche CNRS

Informations complémentaires

¹ Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg (IPCMS)

² Institut Parisien de Chimie Moléculaire (IPCM)



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