

Concevoir des nanofils électriques grâce à des molécules photosensibles

Les avancées de la Recherche

Aujourd'hui, la réalisation de circuits électroniques de plus en plus petits se heurte à de nombreuses difficultés, parmi elles, on notera surtout la taille des dispositifs, devenue nanométrique. Dès lors, il est nécessaire de prendre en compte les lois de la mécanique quantique et la discrétisation des grandeurs, comme par exemple des porteurs de charge unique. Cette contrainte d'échelle a rapidement amené les scientifiques à vouloir se servir de photons : en utilisant des émetteurs de lumière sous forme de nanofil, on favorise l'efficacité d'extraction des photons et le guidage optique (ce qui par exemple permettrait dans un semi-conducteur ou une structure transistor, un meilleur contrôle de la conductivité).

Une collaboration fructueuse à l'IPCMS

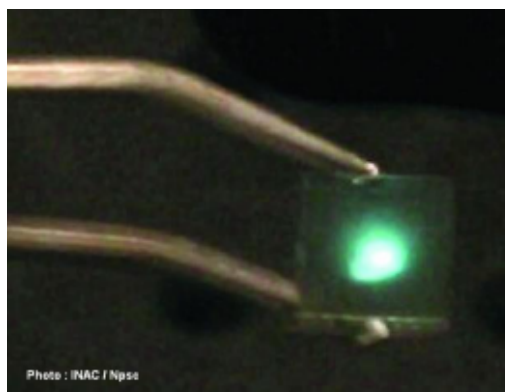


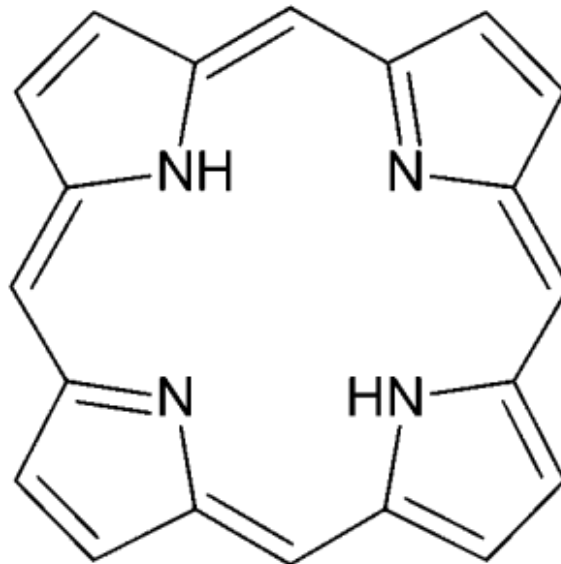
Photo : INAC / Npsa

La lumière émise dans ce bloc est l'œuvre d'un nano-émetteur. © J.Eymeru/INAC Grenoble

Néanmoins, même si sur le papier la solution semble toute trouvée, on voit rapidement apparaître la difficulté de réaliser de telles structures. Ainsi toute nouvelle voie de synthèse est à suivre sérieusement. En Septembre 2016, la revue *Nano Letters* présentait les résultats de la collaboration entre l'**Institut de Physique et de Chimie de Strasbourg (IPCMS, CNRS/Unistra)** et l'**Institut parisien de recherche moléculaire (CNRS/UPMC)** visant à synthétiser de tels composants optoélectroniques (composants électroniques émettant ou interagissant avec la lumière). Leurs travaux a fini par les conduire à synthétiser **une diode électroluminescente nanométrique avec des molécules organiques.**

Des nanofils aux macromolécules

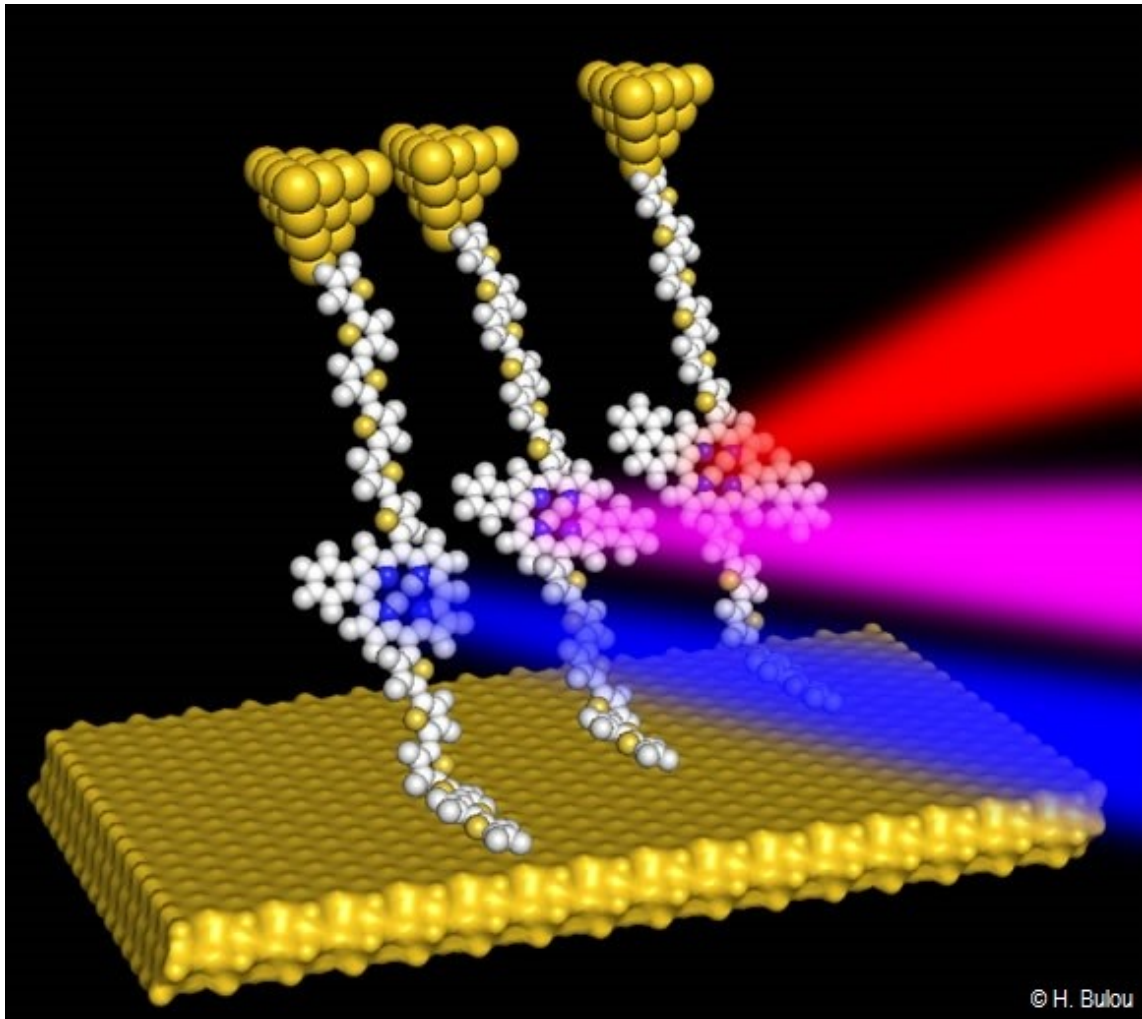
Utilisant l'approche ascendante "bottom-up" (partir d'atomes et de molécules et les assembler directement) au sein d'un microscope à effet tunnel, les scientifiques sont parvenus à **assembler ces différents nanofils en créant des macromolécules.** Ces fils/chaînes sont composé(e)s de molécules photosensibles réalisées à partir de dérivés de la porphyrine (famille de molécules cyclique photosensibles, jouant un rôle important dans le transport du dioxygène ou la photosynthèse) que l'on a pu modifier pour la rendre sensible à différentes longueurs d'onde (la porphyrine absorbant habituellement la bande de Soret vers 400 nm).



La porphine, structure de porphyrine la plus simple,
©L.Mižoch/Wikipedia

Une fois ces nanofils réalisés, ils sont ensuite suspendus entre la pointe du microscope à effet tunnel ainsi qu'une surface d'or (un isotope de l'or à 111 neutrons créé par la superposition de 16 atomes d'or en 4 couches) servant d'électrode. Enfin, on diffuse un courant électrique via la pointe du microscope à effet tunnel dans cette jonction afin d'exciter les molécules de porphyrine et d'étudier leur émission lumineuse.

Les résultats de cette luminescence montrent que **ces nanofils moléculaires présentent bel et bien des raies d'émission lumineuses très intenses et étroites** mais aussi à une longueur d'onde unique (celle-ci dépendant de la porphyrine présente dans la chaîne). En plus de cette raie principale, on distingue aussi des émissions de faibles intensités dans le rouge et le bleu. Ces dernières correspondent respectivement à l'empreinte digitale de la porphyrine (région en dessous des 1500 cm^{-1}) et les vibrations des différents états excités de la molécule.



Nanofils moléculaires liés à une molécule active de porphyrine émettant à différentes longueurs d'onde, © H.Bulou

Vers la prochaine génération de composants électroniques

Les caractéristiques présentées ci-dessus rendent ces nanofils indubitablement intéressants pour développer la prochaine génération de composants électroniques (par exemple pour les écrans de télévisions voire de smartphones). Il ne reste donc plus qu'à suivre avec intérêt les avancées de ces recherches, afin de voir si ces nanofils parviendront un jour à franchir le pont entre la synthèse en laboratoire et la production industrielle.

En savoir plus sur l'Institut de Physique et de Chimie de
Strasbourg : <http://www.ipcms.unistra.fr/>

En savoir plus sur l'Institut Parisien de Recherche
Moléculaire : <http://www.ipcm.fr/>

Article de référence :



Ordinary and Hot Electroluminescence from Single-Molecule
Devices: Controlling the Emission Color by Chemical
Engineering

Publication Date (Web): September 21, 2016