

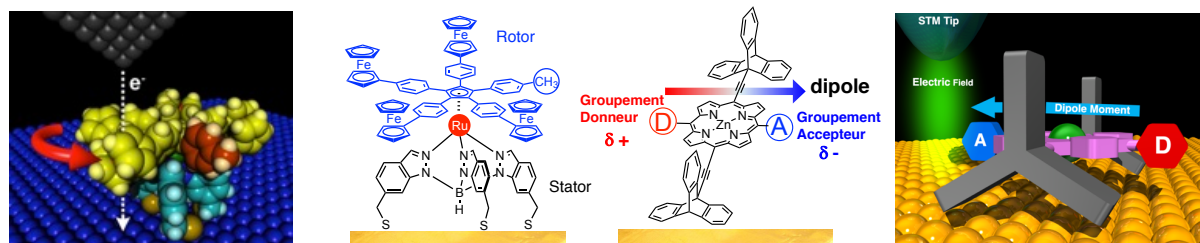
Prototypes de machines moléculaires : Moteurs, engrenages et véhicules

Gwénaël Rapenne

1. CEMES, Université de Toulouse, CNRS, Toulouse, France
2. NAIST, 8916-5 Takayama-cho, Ikoma, Nara 630-0192, Japan
rapenne@cemes.fr

Dans l'évolution constante vers la miniaturisation des dispositifs électroniques et mécaniques, les molécules jouent un rôle de plus en plus important grâce à l'art de la synthèse multi-étapes qui permet aujourd'hui de préparer des molécules avec des mouvements ou des fonctions programmées donnant naissance à des machines artificielles. Ceci a été rendu possible grâce au développement des nanotechnologies qui permettent aujourd'hui d'observer une molécule unique, d'étudier ses mouvements et de la manipuler. Suivant une approche de type « bottom-up », qui consiste à partir d'une molécule la plus simple possible et de lui ajouter des fonctions de plus en plus complexes, il est aujourd'hui possible de synthétiser des moteurs,^[1-3] des engrenages^[3-8] et des véhicules^[9] de quelques nanomètres.

Je présenterai entre autre quelques prototypes comme le moteur de ruthénium^[1] (Figure gauche) dont on peut à volonté faire tourner le rotor dans un sens ou dans l'autre grâce à un flux d'électron à travers une seule molécule isolée et des nanovoitures dipolaires^[9] dont celle qualifiée (Figure droite) parmi les huit qui participeront à la seconde course de nanovoiture qui aura lieu en mars 2022. Je présenterai aussi un moteur d'euprécium^[2] qui à l'échelle de la monocouche auto-assemblée peut voir tous ces rotors tourner de manière synchronisée sous l'effet d'un champ électrique, un treuil^[10] et plusieurs familles d'engrenages moléculaire dont celui qui nous a permis de suivre le transfert d'un mouvement de rotation jusqu'à trois molécules consécutives.^[8]



Références :

1. G. Rapenne, C. Joachim, S.-W. Hla, et al, *Nature Nanotech.* **2013**, *8*, 46.
2. G. Rapenne, S.-W. Hla, et al, *Nature Nanotech.* **2016**, *11*, 706.
3. G. Rapenne, S.W. Hla et al *Nature Commun.* **2019**, *10*, 3742.
4. G. Erbland, S Abid, Y. Gisbert, Nathalie Saffon-Merceron, Y. Hashimoto, L. Andreoni, T. Guérin, C. Kammerer, G. Rapenne, *Chem. Eur. J.* **2019**, 16328.
5. Y. Gisbert, S. Abid, G. Bertrand, C. Kammerer, G. Rapenne, *Chem. Commun.* **2019**, *55*, 14689.
6. S. Abid, Y. Gisbert, M. Kojima, N. Saffon-Merceron, J. Cuny, C. Kammerer, G. Rapenne, *Chem. Sci.* **2021**, *12*, 4709.
7. Y. Gisbert, S. Abid, C. Kammerer, G. Rapenne, *Chem. Eur. J.* **2021**, *27*, 12019.
8. K.H. Yeung, T. Kühnhe, F. Eisenhut, M. Kleinwachter, Y. Gisbert, R. Robles, N. Lorente, G. Cuniberti, C. Joachim, G. Rapenne, C. Kammerer, F. Moresco, *J. Phys. Chem. Lett.* **2020**, *11*, 6892.
9. T. Nishino, C.J. Martin, H. Takeuchi, F. Lim, K. Yasuhara, Y. Gisbert, S. Abid, N. Saffon-Merceron, C. Kammerer, G. Rapenne, *Chem. Eur. J.* **2020**, *26*, 12010.
10. Y. Gisbert, S. Abid, C. Kammerer, G. Rapenne, *Chem. Eur. J.* **2021**, DOI: 10.1002/chem.202103126.