

Actionneurs électromécaniques : les complexes de fer se rebiffent !

Mots-clés : Complexes à transition de spin, actionneurs moléculaires, muscles artificiels

Les actionneurs souples capables de se tordre, de se plier, de se déplacer ou d'adapter leur forme afin d'accomplir des tâches mécaniques spécifiques offrent de réelles perspectives pour le développement de matériaux actifs pour la robotique. Le défi commun de ces nouveaux dispositifs résulte de la nécessité de combiner des propriétés aussi radicalement opposées que la puissance et la souplesse ou la précision et l'adaptabilité. Ainsi, les matériaux composites constituent une approche efficace pour contourner ce paradoxe intrinsèque aux actionneurs souples.

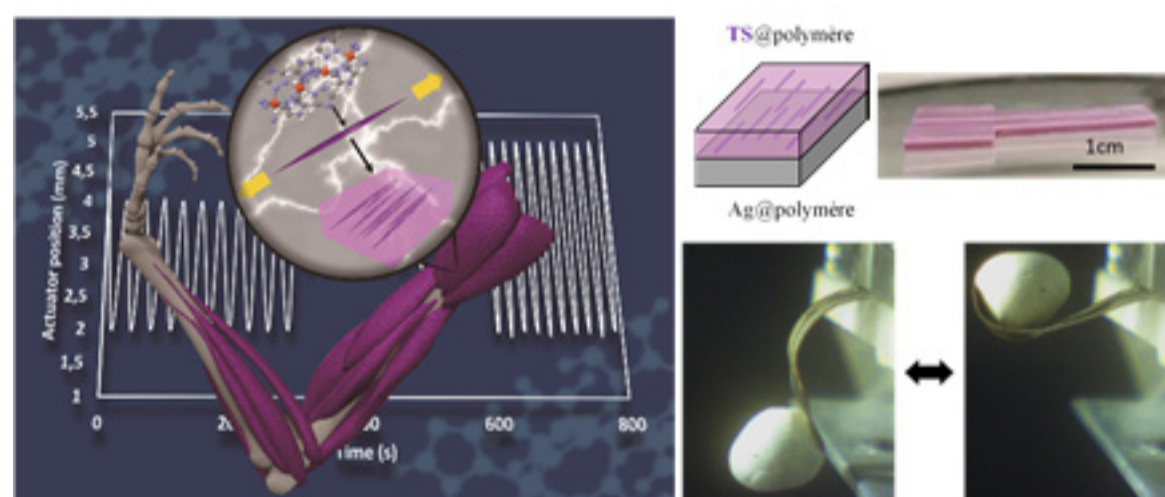
Dans ce domaine, les chercheurs ont montré qu'une amplification substantielle de la déformation de nouveaux actionneurs souples peut être dérivée d'interactions élastiques sur mesure entre une matrice molle et des particules rigides commutables. Les composés actifs mis en œuvre sont des complexes du fer(II), bistables, dits à transition de spin (TS), qui peuvent basculer entre deux états électroniques sous l'influence d'un stimulus externe. Ce phénomène s'accompagne d'un changement de volume significatif (de l'ordre de 10%) qui est exploité au sein de ces actionneurs.

Des particules de composé à TS à fort rapport d'aspect ont été synthétisées et alignées dans

une matrice polymérique afin de canaliser la déformation associée au phénomène de transition de spin principalement dans la direction longitudinale. Cette approche pionnière s'est avérée puissante et a permis d'obtenir des déformations exacerbées dans ces matériaux composites (TS@polymère) qui sont supérieures à la déformation maximale observable dans le matériau actif pur.

La densité de travail élevée ($\sim 4 \text{ J.cm}^{-3}$) et le coefficient de dilatation thermique colossal ($\sim 4000 \text{ ppm/K}$) qui en résultent sont exploités dans des dispositifs bilames monolithiques macroscopiques actionnés électro-thermiquement par le biais d'une couche composite d'argent (Ag@polymère). La figure ci-dessous montre l'actionnement électro-thermo-mécanique d'un tel dispositif bilame embarquant une charge équivalente à 9 fois son propre poids.

Il a été également montré l'excellente contrôlabilité des actionneurs au moyen d'un simple contrôleur PID (proportionnel-intégrale-dérivée), qui a permis une grande précision de positionnement ($>99 \%$) sur des périodes prolongées (jusqu'à 12 jours) et de nombreux cycles d'actionnement (plus de 35000).



© Santiago PIEDRAHITA-BELLO / LCC Toulouse
Reproduit avec la permission de la « Royal Society of Chemistry »

Référence

Colossal expansion and fast motion in spin-crossover@polymer actuators, Piedrahita-Bello M., Angulo-Cervera J. E., Enriquez Cabrera A., Molnár G., Tondou B., Salmon L.,* Bousseksou A.,* *Materials Horizons*, **2021**, Nov 1;8(11):3055-3062. DOI: [10.1039/d1mh00966d](https://doi.org/10.1039/d1mh00966d).

Collaborations

- LAAS, UPR 8001 CNRS
- Université de Toulouse (UPS, INSA)

Financements

- Bourse de Piedrahita-Bello de l'Université Fédérale de Toulouse et de la Région Occitanie
- Agence Nationale de la Recherche (ANR-19-CE09-0008-01)

Équipe

Matériaux moléculaires commutables