

Photosynthèse artificielle

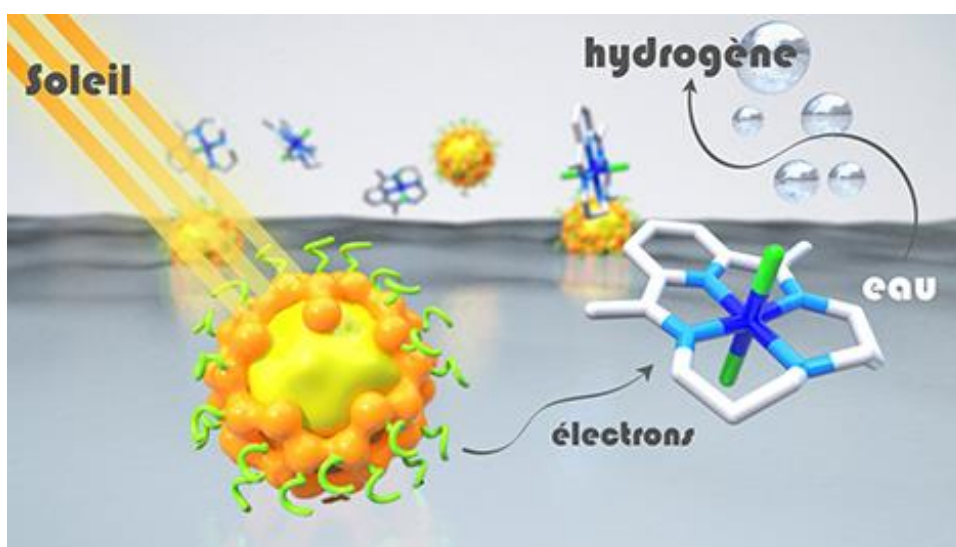
<http://www.cnrs.fr/fr/des-capteurs-de-lumiere-moins-chers-moins-toxiques-et-recyclables-pour-la-production-dhydrogene>

Cadmium-free CuInS₂/ZnS quantum dots as efficient and robust photosensitizers in combination with a molecular catalyst for visible light-driven H₂ production in water. M. Sandroni, R. Gueret, K. D. Wegner, P. Reiss, J. Fortage, D. Aldakov and M.-N. Collomb

Mimer la photosynthèse des plantes pour convertir, grâce à la lumière, des molécules stables et abondantes comme l'eau et le CO₂ en carburant hautement énergétique (l'hydrogène) ou en produits chimiques d'intérêt pour l'industrie, est aujourd'hui un défi majeur de la recherche. La réalisation d'une photosynthèse artificielle en solution reste cependant limitée par l'utilisation, pour capturer la lumière, de composés à base de métaux coûteux et toxiques. [...].

Dans les systèmes de photosynthèse artificielle, les chromophores, ou "photosensibilisateurs", absorbent l'énergie lumineuse et transfèrent les électrons au catalyseur, qui active la réaction chimique. Alors que de nombreux progrès ont été réalisés ces dernières années dans le développement de catalyseurs sans métaux nobles, les photosensibilisateurs reposent encore, pour la plupart, sur des composés moléculaires à base de métaux rares et coûteux, comme le ruthénium ou l'iridium, ou sur des matériaux semi-conducteurs inorganiques contenant du cadmium, un métal toxique*.

Pour la première fois, des chercheurs du Département de chimie moléculaire (CNRS/Université Grenoble Alpes) et du SyMMES (CNRS/CEA/Université Grenoble Alpes) ont démontré, en combinant leurs expertises en ingénierie des matériaux semi-conducteurs et en photocatalyse, qu'il est possible de produire très efficacement du dihydrogène en associant des **nanocristaux semi-conducteurs (ou quantum dots) inorganiques** constitués d'un cœur de sulfure de cuivre et d'indium, protégé d'une coquille de zinc et de soufre, à un **catalyseur moléculaire à base de cobalt**. Ce dispositif "hybride" combine les excellentes propriétés d'absorption de la lumière visible et la stabilité des semi-conducteurs inorganiques à l'efficacité des catalyseurs moléculaires. En présence d'un excès de vitamine C, qui fournit les électrons au système, il montre une activité catalytique remarquable dans l'eau, la meilleure obtenue à ce jour avec des quantum dots sans cadmium. Les performances de ce système sont bien supérieures à celles obtenues avec un photosensibilisateur à base de ruthénium, grâce à la très grande stabilité de ses matériaux inorganiques, qui peuvent être recyclés plusieurs fois sans perte notable d'activité. Ces résultats mettent en évidence le grand potentiel de tels systèmes hybrides pour la production d'hydrogène issue de l'énergie solaire.



© Damien Jouvenot, Département de chimie moléculaire (CNRS/Université Grenoble Alpes).

* Cadmium (Cd) : interdit dans les composants électroniques - directive européenne RoHS.

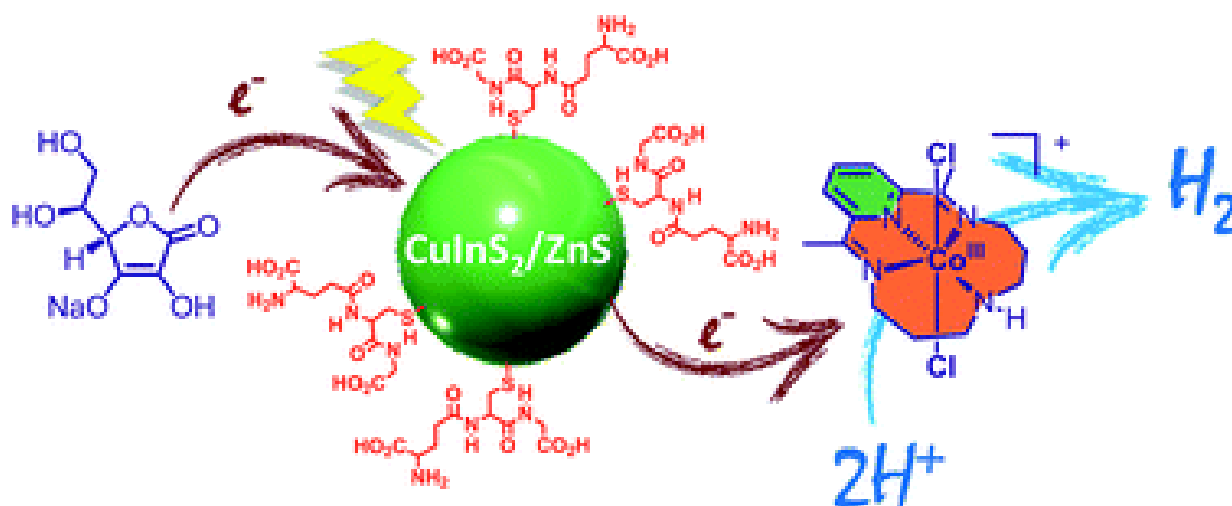


Cadmium-free CuInS₂/ZnS quantum dots as efficient and robust photosensitizers in combination with a molecular catalyst for visible light-driven H₂ production in water

M. Sandroni, R. Gueret, K. D. Wegner, P. Reiss, J. Fortage, D. Aldakov and M.-N. Collomb

Abstract

We demonstrate that cadmium-free core–shell CuInS₂/ZnS quantum dots (QDs) are very efficient and robust visible-light absorbing photosensitizers for photocatalytic hydrogen production in a fully aqueous solution when associated with a molecular catalyst, a cobalt tetraazamacrocyclic complex. In the presence of ascorbate as a sacrificial electron donor, this new hybrid system exhibits a remarkable activity for hydrogen production under visible light irradiation at pH 5.0 [...] with an initial turnover frequency per QD of 1.59 mmol_{H₂} g_{QD}⁻¹ h⁻¹. These are the best performances reported so far with cadmium-free QDs in combination with a molecular catalyst, highlighting the great potential of ternary chalcopyrite nanocrystals as efficient and robust materials for solar fuel production.



Nous démontrons que les points quantiques (QD) CuInS₂/ZnS sans cadmium sont des photosensibilisateurs très efficaces et robustes absorbant la lumière visible pour la production d'hydrogène photocatalytique dans une solution entièrement aqueuse lorsqu'ils sont associés à un catalyseur moléculaire, un complexe tétraazamacrocyclique de cobalt. En présence d'ascorbate comme donneur d'électrons sacrificiel, ce nouveau système hybride présente une activité remarquable pour la production d'hydrogène sous irradiation par la lumière visible à pH 5,0 [...] avec une fréquence de renouvellement initiale par QD de 1,59 mmol_{H₂} g_{QD}⁻¹ h⁻¹. Ce sont les meilleures performances rapportées à ce jour avec des QD sans cadmium en combinaison avec un catalyseur moléculaire, soulignant le grand potentiel des nanocristaux de chalcopyrite ternaire en tant que matériaux efficaces et robustes pour la production de carburant solaire.