

PAR MARC FONTECAVE



professeur
au Collège de France

Des catalyseurs biomimétiques pour produire de l'hydrogène

Combinant nanosciences et chimie bio-inspirée, un nouveau matériau pourrait lever un verrou scientifique majeur pour le développement à grande échelle de l'économie à hydrogène facilitant la réalisation des électrolyseurs et des piles à combustible.

REPÈRES

Des micro-organismes ont élaboré des enzymes incroyablement performantes pour collecter les photons solaires, les convertir en énergie chimique et pour catalyser les réactions de transfert d'électrons. Ces systèmes n'utilisent que des métaux très abondants alors que les dispositifs les plus efficaces mis au point par les chimistes utilisés aujourd'hui exigent des métaux nobles comme le platine, très chers car peu abondants dans la croûte terrestre. L'abondance terrestre du platine est de l'ordre de 5 ppm, équivalente à celle de l'or.

■ Point de futur pour une économie à hydrogène si l'on ne sait résoudre les problèmes du coût des catalyseurs. Pour réduire l'eau en hydrogène, les hydrogénases utilisent aujourd'hui du nickel ou du fer. Les enzymes sont une source d'inspiration fascinante pour le chimiste.

Grenoble et Saclay

Une telle chimie bio-inspirée a été mise en œuvre avec succès au Laboratoire de chimie et biologie des métaux (CEA-CNRS-université J. Fourier, au CEA de Grenoble), en collaboration avec une équipe du Laboratoire de chimie des surfaces et interfaces (CEA de Saclay) et une équipe du Laboratoire d'innovation pour les technologies des énergies nouvelles et les nanomatériaux (CEA de Grenoble).

Production en oxydation

En combinant nanosciences et chimie bio-inspirée, il a été mis au point le premier matériau capable, dans des dispositifs électrochimiques, de catalyser, comme le fait le platine, aussi bien la production d'hydrogène à partir de l'eau (pour des électrolyseurs) que son oxydation (pour des piles à combustible). Un petit complexe de nickel sert à reproduire certaines caractéristiques des hydrogénases. Greffé sur des nanotubes de carbone, choisis pour leur importante surface de contact avec le catalyseur et pour leur grande conductivité électrique, et déposé sur une électrode, il se révèle extrêmement stable et capable de fonctionner, sans surtension, en milieu très acide ; ce qui assure sa compatibilité avec les membranes échangeuses de protons (comme le Nafion), utilisées de manière quasi universelle dans les piles à combustible.

Lever un verrou majeur

Même si les densités de courant électrique obtenues sont encore faibles, ce nouveau matériau pourrait lever un verrou scientifique majeur pour le développement à grande échelle de l'économie à hydrogène. ■

Bibliographie

From hydrogenases to noble metal-free catalytic nanomaterials for H₂ production and uptake.
Le Goff A., Artero V., Jousselme B., Tran P. D., Guillet N., Métayé R., Fihri A., Palacin S., Fontecave M. (2009), *Science*, 326, 1384-1387.

**Compatibilité
avec les
membranes
des piles à
combustible**