

Catalyse bio-inspirée

Marc Fontecave. *Chimie des processus biologiques : une introduction.*

Leçon inaugurale prononcée le jeudi 26 février 2009. Collège de France.

Extraits

Chimie « verte » : toxicologie, (bio)catalyse, catalyse « bio-inspirée »

[...] Une autre approche, pour l'invention de nouveaux catalyseurs, est celle de la chimie dite « biomimétique » ou « bio-inspirée », que nous pratiquons dans mon laboratoire, comme elle l'est dans bien d'autres dans le monde. Il s'agit pour le chimiste d'identifier une réaction biologique d'intérêt, de caractériser le plus complètement possible l'enzyme responsable de cette transformation et plus particulièrement son site actif, c'est-à-dire la toute petite partie de l'enzyme où s'effectue la réaction, et, finalement, de synthétiser une molécule originale – un modèle chimique, qui reproduit aussi fidèlement que possible la structure et la réactivité de ce site actif. [...]

Pour illustrer cette démarche, je voudrais dire quelques mots d'une recherche, récemment démarrée dans mon laboratoire, visant à trouver de nouveaux catalyseurs pour la production et l'utilisation de l'hydrogène, l'un des vecteurs énergétiques de demain. [...] L'hydrogène est un combustible particulièrement intéressant en raison de la grande quantité d'énergie que sa combustion dégage (presque trois fois plus que le pétrole par unité de masse) et parce que cette combustion ne produit pas de CO₂, comme le fait celle du pétrole, mais exclusivement de l'eau. [...]

Évidemment, ce combustible présente un certain nombre d'inconvénients majeurs, sinon il y a bien longtemps que nos voitures fonctionneraient à l'hydrogène. Le premier est que sa combustion, dans ce qu'on appelle les piles à combustible ou piles à hydrogène, nécessite des catalyseurs à base de platine, métal trop cher et en quantités infimes à la surface de la terre. Un autre problème est que l'hydrogène n'existe pas sous la forme utile H₂ et doit être produit, par exemple, à partir d'hydrocarbures ou mieux encore à partir de l'eau, par des processus qui coûtent cher en énergie ou qui nécessitent également des catalyseurs à base de métaux précieux. Le vivant, encore lui, peut nous fournir la solution. Solution chimique particulièrement séduisante et fascinante, puisque des organismes comme des cyanobactéries ou des microalgues ont trouvé comment utiliser du manganèse, du nickel et du fer, au sein d'enzymes extraordinaires, pour produire de l'hydrogène uniquement à partir d'eau et de soleil. [...] nous avons pu par exemple montrer très récemment, au laboratoire, qu'il était possible de mimer, à l'échelle atomique, le site actif des hydrogénases, ces métalloenzymes qui catalysent la transformation de l'eau en hydrogène. Leur site actif contient non pas du platine mais des atomes de nickel et de fer. [...]