

Nanoparticules apprendre à les utiliser

Entretien avec Jean-Michel Léger,
directeur du laboratoire de catalyse
en chimie organique du CNRS
et de l'Université de Poitiers.

Entretien **Laetitia Rouleau**

Photo **Noémie Pinganaud**



Une part importante de l'activité du Lacco, le laboratoire de catalyse en chimie organique de l'Université de Poitiers (UMR CNRS 6503), est dédiée à l'étude de divers nanomatériaux : nanoparticules, nanostructures et nanotextures. La recherche est à la fois fondamentale et tournée vers des applications dans les domaines de la chimie fine, des carburants, de l'énergie ou de la dépollution. Jean-Michel Léger est le directeur de ce laboratoire au sein duquel travaillent près de 150 personnes, chercheurs et enseignants-chercheurs, techniciens, ingénieurs, doctorants et post-doctorants.

L'Actualité. – Que représentent, pour le chimiste que vous êtes, les nanosciences dans leur ensemble ?

Jean-Michel Léger. – Les nanosciences sont l'étude et la compréhension des phénomènes se produisant par ou en présence d'«objets» de la taille de quelques nanomètres. C'est l'évolution de la recherche scientifique dans de nombreux domaines qui, suite aux progrès des techniques, permet des observations de plus en plus fines. Ce qui est remarquable, c'est que de nouveaux phénomènes, apparemment inexistantes aux échelles macro- ou micro-métriques, sont ainsi

Pour Jean-Michel Léger, «le danger potentiel des nanoparticules est lié à la méconnaissance que nous avons de leurs interactions avec le milieu vivant».

observés. La chimie, qui s'intéresse depuis toujours à l'échelle de l'atome (quelques angströms, donc une échelle dix fois inférieure au nanomètre), est en conséquence partie intégrante des nanosciences. C'est le cas en particulier de la catalyse hétérogène, qui concerne des particules solides de petite taille (la catalyse est l'action d'une substance appelée catalyseur sur une transformation chimique dans le but de modifier sa vitesse de réaction).

Comment les nanotechnologies ont-elle fait évoluer la catalyse ?

En catalyse, notre laboratoire synthétise des particules de catalyseurs de quelques nanomètres (2 à 10 environ). L'étude des propriétés de ces catalyseurs et la possibilité de les observer par la microscopie électronique ont fait fortement progresser la connaissance. On sait aujourd'hui construire des nanoparticules possédant des propriétés particulières et choisies, conduisant à des catalyseurs plus actifs et plus sélectifs pour une réaction donnée.

Quelles sont les exemples développés par le Lacco ?

L'exemple le plus typique est sans doute celui du pot catalytique des voitures. Les nanoparticules utilisées sont plurimétalliques (composées de deux ou trois métaux différents) et le catalyseur est alors apte à réaliser plusieurs réactions simultanément : il est plurifonctionnel. Ces catalyseurs sont déposés sur des supports qui jouent aussi un rôle pendant les réactions chimiques. Un autre exemple est celui des piles à combustibles qui utilisent un catalyseur pour transformer l'énergie chimique en énergie électrique. On peut contrôler le «design» des électrodes contenant ces catalyseurs en synthétisant des nanoparticules et améliorer ainsi fortement leurs performances, tout en diminuant les quantités de métaux précieux impliqués. Cette diminution est essentielle pour une application destinée à être produite à grande échelle.

De nombreux intérêts sont prêtés aux nanoparticules, mais ne sont-elles pas aussi sources d'interrogations quant au danger qu'elles pourraient représenter ?

Du point de vue du chimiste, le premier grand intérêt est lié à leurs propriétés, nouvelles et différentes de celles des particules plus grosses. Le second est économique : il est de réduire considérablement la quantité de catalyseurs, ce qui est essentiel lorsqu'il s'agit de métaux précieux tels que l'or ou le platine. A l'inverse, on peut effectivement émettre diverses retenues quant à l'utilisation sans restriction aucune de ces nanoparticules. Leur danger potentiel est lié à la méconnaissance que nous avons de leurs interactions avec le milieu vivant. De par leur taille extrêmement petite, ces petites particules peuvent a priori pénétrer le corps et les cellules vivantes. Mais il faut cependant bien noter qu'il existe depuis toujours de tels nano-objets dans notre environnement et que nous ne pouvons simplement pas les observer !

Quelles sont donc les perspectives d'utilisation des nanoparticules ?

Certaines applications sont d'ores et déjà sur le marché dans des domaines aussi variés que les revêtements, les peintures ou la cosmétique. Des développements sont en cours en électronique et en médecine. Selon moi, il s'agit d'une évolution irréversible. L'homme sera toujours avide de connaissances nouvelles et de la nécessité de comprendre les phénomènes. En ce sens, les nanosciences doivent l'aider à mieux maîtriser des domaines jusqu'ici inexplorés. Cependant, des précautions sont indispensables. Il faut impérativement réfléchir à des modes de recherche puis de productions sans risques. Ce sont des systèmes et des procédés à inventer avec des objets que le chercheur ne savait pas manipuler il y a encore quelques années. ■

SCIENCES ET SOCIÉTÉ

Les nanotechnologies et leurs applications

L'Espace Mendès France prépare une exposition sur les nanosciences et nanotechnologies qui ouvrira le 21 octobre 2010, mais auparavant des journées d'études sont organisées en partenariat avec l'école de l'ADN en Poitou-Charentes, le CNRS et l'Université de Poitiers.

Le sociologue des sciences Dominique Vink était invité à donner la conférence introductive le 10 novembre 2009 (lire pp. 34-36). Des journées d'études ont été consacrées aux nanobiotechnologies (2 décembre) puis aux nanosciences et nanotechnologies (10 mars).

La prochaine abordera les nanotechnologies et leurs applications, le 19 mai de 9 h à 18 h. Après la conférence introductive d'Yves Cenatiempo, professeur de biochimie et biologie moléculaire, directeur scientifique de l'Espace Mendès France, voici les thèmes prévus : l'apport des

nanosciences et des technologies pour le diagnostic précoce et le traitement ciblé du cancer (Noël Magnéa, CEA Grenoble), le pot catalytique (Daniel Deprez, Lacco, CNRS-Université de Poitiers), les systèmes pour les environnements intelligents, la microfluidique et les transports (Philippe Pernod, École centrale de Lille), la propriété intellectuelle (Julie Cenatiempo et Marion Faure, Aquinov), quelle régulation pour les nanotechnologies ? (Stéphanie Lacour, Cecoji, CNRS-Université de Poitiers), nanomatériaux pour un développement durable (Eric Gaffet, Université de technologie de Belfort-Montbéliard).

Le cycle sera clos par une journée d'études le 15 décembre 2010 sur les aspects sociétaux des nanotechnologies.

Contact : anne.bonnefoy@emf.ccsti.eu

DES NANOMATÉRIAUX AU QUOTIDIEN

Des applications issues des nanotechnologies dans la plupart des secteurs existent et sont déjà sur le marché : peintures, ciment, articles de sport (raquettes de tennis), crèmes anti-UV, anti-rides et cosmétiques divers, shampoings, sels de cuisine, sucres, emballages (films plastiques contenant des nanoparticules de silicate, réduisant les échanges gazeux entre l'extérieur et l'intérieur, protégeant des moisissures) et même vêtements (collants hydratants ou amincissants, chaussettes désodorisantes), la liste d'exemples est longue ! Et pourrait ne pas être terminée avant longtemps tant la recherche progresse dans ce domaine.

Les objets nanométriques – nonanocubes, nanosphères, nanocristaux, nanotubes – sont si petits, qu'ils peuvent pénétrer dans l'organisme selon trois voies :

cutanée, respiratoire et digestive. Pourtant, seulement 2 % des études publiées sur les nanomatériaux concernent leur risque éventuel sur la santé et l'environnement à long terme, tout le reste étant consacré à leur développement. Aussi, face aux incertitudes concernant les nanomatériaux présents dans les produits de consommation, un premier pas vient d'être franchi : «Le principe de précaution s'impose» selon l'Agence française de sécurité sanitaire et de l'environnement au travail (Afsset), qui recommande, dans un rapport publié le 24 mars 2010, un étiquetage clair, voire des interdictions (chaussettes anti-bactériennes contenant des nanoparticules d'argent). Dans ce cadre, il reste encore à résoudre le problème de la traçabilité et ceux des importations et de la discrétion de certaines entreprises agroalimentaires sur ce sujet. L. R.