

Les Nanoparticules : quels impacts sur notre santé ?

Catégorie encore peu connue de substances chimiques, les nanoparticules peuvent légitimement être suspectées d'avoir des conséquences graves sur notre santé et notre environnement. Quelles sont-elles ? Où les trouve-t-on ? Quels sont leurs effets sur la santé ? Comment pouvons-nous les éviter et en assurer la prévention ?

Géraldine BRIAND, Ingénieur, ACFCI⁽¹⁾ -CFDE⁽²⁾
André PICOT, toxicochimiste, CNRS⁽³⁾, ATC⁽⁴⁾



Les nanoparticules, éléments de taille comprise entre 1 et 100 nanomètres⁽⁵⁾, sont partout (textiles, cosmétiques, biocides, équipements sportifs, matériaux de construction...). Impossible aujourd'hui d'y échapper. Il existe plus d'un millier de types de nanomatériaux, dont plus d'une centaine est peut-être introduite dans l'alimentation et le plus souvent à notre insu (par exemple, le ketchup peut contenir du lycopène nanométrique pour le colorer et de la silice nanométrique pour l'épaissir !).

Si ces particules ultrafines s'avèrent utiles dans de nombreux domaines, tant industriels que domestiques, il est particulièrement important d'en éva- **III**

III luer leurs impacts sur la santé et l'environnement.

Ces dernières années, elles ont envahi progressivement notre vie quotidienne sans qu'aucune réglementation n'ait été jusqu'à présent mise en place. Aujourd'hui, la loi Grenelle 2 souhaite plus de transparence. Elle prévoit que les fabricants, importateurs ou distributeurs de substances nanoparticulaires déclarent périodiquement à l'autorité administrative leurs identités, quantités et usages ainsi que la destination finale des produits. Il en est de même pour toutes les informations disponibles relatives aux dangers de ces substances (article 185 insérant les articles L. 523-1 et suivants dans le Code de l'environnement).

Cosmétiques au dioxyde de titane...

Prenons l'exemple du dioxyde de titane (TiO_2). Cet additif minéral, considéré comme chimiquement inerte, se retrouve dans la composition de certains cosmétiques, pour ses propriétés réfléchissantes de la lumière.

Pourtant, il a été mis en évidence que chez les rats, les nanoparticules de TiO_2 (30 nanomètres de diamètre environ) entraînent une réaction inflammatoire des bronches beaucoup plus importante qu'avec des particules classiques. En effet, de par leur taille extrêmement petite, ces Nanoparticules peuvent se glisser entre les cellules des alvéoles pulmonaires, passer ainsi directement dans le sang et se propager dans tous les organes du corps : foie, reins, poumons, thymus, testicules, cerveau... Ces Nanoparticules peuvent également

traverser le placenta, éventuellement s'y accumuler pour ensuite atteindre l'embryon ou le fœtus. Une fois dans l'organisme, ces nanomatériaux minéraux peuvent intervenir comme des catalyseurs d'oxydation très puissants, d'où les atteintes inflammatoires observées.

Tout comme les vapeurs de mercure élémentaire (Hg^0), par exemple celles émises par les thermomètres ou les amalgames dentaires⁽⁶⁾, les nanoparticules de dioxyde de titane peuvent également pénétrer dans l'organisme lors de l'inhalation, dès la cavité nasale⁽⁷⁾, et se répandre ensuite dans le cerveau ou les reins. Il est intéressant de remarquer que les ouvriers fabriquant ces nanostructures sont équipés de tenues de protection proches des scaphandres des cosmonautes ! Notons que le dioxyde de titane, présent dans les produits de beauté et les crèmes solaires, ne pénètre pas dans une peau saine... mais attention aux conséquences sur les peaux lésées (acné, plaies...) [1].

Textiles au nanoargent...

Intéressons nous à un autre exemple, celui du nanoargent, puissant bactéricide aux propriétés toxiques encore mal identifiées [2].

Sans connaître la nature exacte du nanoargent, il était utilisé, sans le savoir, depuis le 19^{ème} siècle sous le nom d'argent colloïdal pour désinfecter les plaies, notamment celles des grands brûlés. En fait l'argent colloïdal, préparé couramment par électrolyse avec des électrodes en Argent pur, est en général constitué de 80 % de nanopar-

ticules d'argent métal (Ag^0) et de 20 % de cations monovalents d'argent (Ag^+). Cet argent nanoparticulaire se révèle extrêmement toxique pour les animaux à sang froid (poissons, mollusques, batraciens...), même à très faible dose mais semble par contre peu toxique pour les animaux à sang chaud, ce qui demande à être confirmé. Le nanoargent serait donc, après le mercure, le métal le plus toxique pour la faune et la flore aquatiques. Cet élément, rejeté comme déchet dans l'environnement, conserve une forte activité antimicrobienne et peut donc interférer notamment avec la flore bactérienne des stations d'épuration [3]. On estime à environ 500 tonnes la quantité de nanoargent produite par an dans le monde, dont 200 tonnes en Europe. La majorité de ce nanoargent en fin de vie se retrouve aujourd'hui dans les milieux aquatiques sans réelle possibilité de contrôle. Par conséquent, il apparaît très urgent d'en réglementer l'usage.

Même si peu d'études préalables toxicologiques et écotoxicologiques ont été menées à ce jour, le nanoargent est déjà utilisé dans de nombreux domaines, et ceci en quantités croissantes. On le trouve, en effet, dans certains textiles (antitranspirants...), dans les revêtements des tambours des machines à laver, dans les parois des réfrigérateurs et des aspirateurs sans sac, dans les cosmétiques, les déodorants, et même les préservatifs... Il est également, semble-t-il, utilisé aux Etats-Unis comme contraceptif vaginal féminin.

III



Centre de Formation et de Documentation sur l'Environnement



Formations en environnement industriel

Depuis 40 ans

Réglementation • eau • air • énergie • déchets • sites et sols pollués • risques sanitaires • risques technologiques • management

01 40 69 37 36
www.cfde.cci.fr

- III Concernant la santé humaine, des interrogations fortes persistent, notamment sur la toxicité des faibles doses de nanoparticules argentiques. Certains experts craignent notamment une augmentation des résistances bactériennes à certains antibiotiques spécifiques et des effets à long terme peut être insoupçonnés.

La surveillance et la détection des Nanoparticules

Dans le domaine de l'évaluation des risques en matière d'hygiène et de sécurité, la surveillance des atmosphères contenant des nanoparticules se révèle particulièrement délicate car les techniques classiques de contrôle des expositions ne sont pas utilisables en l'état.

Pour détecter et doser ces nanoparticules, il existe bien aujourd'hui des compteurs sophistiqués, mais ils sont onéreux et restent destinés à la recherche. En outre, l'interprétation des résultats reste délicate.

REACH[®], une solution ?

Le règlement REACH adopté par l'Union européenne en décembre 2006, vise à tester et étiqueter, d'ici à 2018, 30 000 molécules chimiques (hors nanoparticules) mises sur le marché. Un certain nombre d'entre elles sont considérées comme cancérigènes ou suspectées de l'être, par le CIRC⁽⁹⁾. Elles devront donc disparaître pour être remplacées par des produits dont l'innocuité devra être prouvée par les fabricants et reconnue par les experts de l'Union européenne.

Sur la question des nanoparticules, l'Union européenne, dans le prolongement de REACH, devrait très prochainement s'engager dans une démarche de réglementation sur les nanomatériaux. Elle envisage déjà pour 2012-2013 une obligation d'étiquetage pour les cosmétiques contenant des nanoparticules. Il est à noter que les experts hollandais en charge du dossier sur les nanoparticules ont pris comme modèle le nanoargent afin d'en faire une évaluation type [4].

Dans ce domaine, nous suivons donc avec grand intérêt les travaux de l'ANSES⁽¹⁰⁾, née le 1^{er} juillet 2010 de la fusion de l'AFSSA⁽¹¹⁾ et de l'AFSSET⁽¹²⁾ [5], qui a fixé dans ses chantiers prioritaires la qualité de l'eau et en particulier l'évaluation sanitaire des nanomatériaux. ■

Notes :

1. Assemblée des Chambres Françaises de Commerce et d'Industrie. <http://www.cci.fr>.
2. Centre de Formation et de Documentation sur l'Environnement. www.cfde.cci.fr.
3. Centre National de la Recherche Scientifique. Association Toxicologie-Chimie. <http://atctoxicologie.free.fr>.
4. Un nanomètre est un milliardième de mètre, soit environ un millionième de fois plus petit qu'une tête d'épingle.
5. Il y a environ 1 gramme de Mercure élémentaire par plombage.
6. Par l'intermédiaire du nerf olfactif.
7. REACH : Registration, Evaluation and Autorisation of CHemicals.
8. Centre International de Recherche sur le Cancer (IARC, Lyon).
9. Agence Nationale chargée de la Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'Environnement et du travail qui a pour vocation d'évaluer, de

prévenir et de protéger les citoyens et les consommateurs contre des risques de plus en plus complexes et multiples [6].

10. Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments.

11. Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail.

Bibliographie

[1] Long T.C, Saleh N, Tillon R,D, Lowry G, Verosini. 2006 « Titanium dioxide (P25) Produces Reactive Oxygen Species in Immortalized Brain Microglia (BV2): Implications for Nanoparticle Neurotoxicity. » *Environ Sci. and Tech.* June 7, 40, (14), 4346-4352

[2] Association Toxicologie Chimie
[2a] Fiche FRTEC n°13. Argent Élémentaire. Juillet 2010, ATC, Paris.

[2b] Fiche FRTEC n°14. Nanoargent. Juillet 2010, ATC, Paris. <http://atctoxicologie.free.fr>

[3] Alvarez P.J.J, Li Q, Mahendra S, Lyon D.Y, Brunet L, Liga M.V. 2008 « Antimicrobial nanomaterials for water disinfection and microbial control : Potential applications and implications. » *Water Research*, 42, (18), 4591-4602

[4] M.E.J. Pronk et coll. 2009. *Nanomaterials under REACH. Nanosilver as a case study.* Report 601780003/2009 National Institute for Public Health and the Environment. RIVM. Bilthoven, The Netherlands. www.rivm.nl

[5] AFSSET. Mars 2010. *Evaluation des risques liés aux nanomatériaux pour la population générale et pour l'environnement.* Rapport d'expertise collective. Saisine n°2008/005. AFSSET, Maisons Alfort. www.afsset.fr

[6] Communiqué de presse ANSES. 2 juillet 2010. *Fusion Afssa-Afsset. Naissance au 1er juillet de la plus grande Agence de Sécurité sanitaire en Europe.* www.anses.fr