

Dr Rye Senjen, des Amis de la Terre Australie et Ian Illuminato, des Amis de la Terre USA
NANO AND BIOCIDAL SILVER

Rapport 2009 sur :

**L'inquiétant accroissement de l'utilisation de l'argent et du nanoargent
 comme biocides et de leur dispersion dans l'environnement**

Traduction provisoire en français des pages 2 à 12 et 35 à 37 du rapport.

AVERTISSEMENT : Il y a quelques mois, ce premier jet a été réalisé de manière non professionnelle par des bénévoles. Un grand merci à eux, et notamment à Jacqueline.

Depuis, la catastrophe de Fukushima mobilise hélas tout le temps disponible de la personne qui pensait se charger de la relecture définitive et des compléments de traduction.

Le temps passant, et bien que cette version partielle comporte sans doute encore quelques lourdeurs et inexactitudes, nous avons décidé, vu la gravité et l'urgence du dossier « nanos », de la mettre sans plus attendre à disposition, pour permettre à un maximum de non anglophones d'avoir quand même accès à l'essentiel du contenu de ce rapport de 2009.

Depuis sa parution, et dans la foulée du « débat public » en France sur les nanotechnologies, les Amis de la Terre France ont estimé devoir prendre, en 2010, une Position sur les nanotechnologies (texte aussi disponible sur notre site à la rubrique « Qui sommes-nous ? / Nos positions »). Ce texte de 2010 va un peu au-delà des préconisations du rapport ci-dessous, qui n'en reste pas moins une très précieuse source d'informations sur un sujet trop méconnu.

NB : Si des habitué(e)s de la traduction d'anglais en français ont du temps pour affiner bénévolement cette première mouture, ou traduire les chapitres manquants, ne pas hésiter à contacter mariec@aliceadsl.fr

Synthèse du rapport « Nano & biocidal Silver » des AT USA et Australie

L'argent est connu depuis longtemps comme un puissant agent antibactérien, toxique pour les algues et les champignons, mais on constate ces dernières années un regain spectaculaire de son emploi comme biocide, que ce soit en solution, en suspension ou sous forme de nanoparticules.

Les biocides à l'argent sont utilisés dans des domaines de plus en plus variés : fibres textiles et lave-linge, peintures, teintures et vernis, polymères, applications médicales, éviers et autres céramiques sanitaires, mais aussi produits de consommation courante (désinfectants, cosmétiques, biberons, produits de nettoyage...).

Parmi les articles usuels contenant du nanoargent figurent des produits pour contact alimentaire (tasses, bols, planches à découper...), des cosmétiques et produits d'hygiène, des jouets pour enfants, des articles pour bébés, des compléments diététiques et alimentaires.

Il est avéré que l'argent, et plus spécifiquement le nanoargent, est toxique pour le milieu aquatique et les organismes terrestres, ainsi que pour diverses cellules de mammifères *in vitro*, et qu'il peut nuire à la santé humaine. Même si le nanoargent et l'argent ont une utilité indéniable dans le domaine médical (par exemple pour le revêtement d'instruments ou les soins aux grands brûlés), leur emploi doit être très strictement contrôlé et la formule « *no data, no market* » (pas de données, pas de mise sur le marché) devrait toujours s'appliquer.

La résistance des bactéries aux antibiotiques est un problème planétaire en aggravation constante. Le recours sans discernement à l'argent comme biocide dans de multiples produits de consommation n'est donc pas seulement superflu : il risque d'accroître dangereusement cette résistance bactérienne.

Il existe aussi des indices que l'argent ionique présenterait, sous forme de nanoparticules, une toxicité plus

forte, ou que ces nanoparticules seraient en soi toxiques. La présence dans les eaux usées de résidus de produits contenant des biocides à l'argent soulève donc nombre d'inquiétudes, car les boues de stations d'épuration peuvent être épandues sur des terres agricoles ou bien, une fois séchées, servir de remblais, ou encore finir à l'incinérateur. Or cet argent biocide peut aussi perturber le fonctionnement d'éléments clés de la vie microbienne des sols.

Une étude internationale (EMERGNANO) menée en 2009 par d'éminents nanotoxicologues a passé en revue les données issues de la littérature mondiale récente sur la toxicité des nanoparticules ; elle en conclut qu'il « *existe suffisamment de preuves de la nocivité potentielle des nanoparticules d'argent pour l'environnement et, par conséquent, il convient d'envisager dans ce cas le recours au principe de précaution* ».

Les Amis de la Terre réclament un moratoire immédiat sur la commercialisation de produits contenant des nanoparticules d'argent manufacturées tant que n'aura pas été instaurée une réglementation spécifique aux nanotechnologies visant à protéger le public, les travailleurs et l'environnement des risques associés, et tant que le public ne sera pas réellement impliqué dans les prises de décision.

Cette exigence est conforme aux recommandations du rapport de 2004 sur les nanotechnologies de la Royal Society et de la Royal Academy of Engineering britanniques, selon lesquelles il convient d'interdire tout rejet délibéré de nanomatériaux dans l'environnement tant que la preuve de leur innocuité n'aura pas été faite.

Le principe de précaution est crucial pour tout ce qui touche au nanoargent.

L'ESSOR DES BIOCIDES A L'ARGENT

Les propriétés fongicides, bactéricides et algicides de l'argent sont connues de longue date. On sait depuis des siècles que l'argent tue les bactéries toxiques qui contaminent diverses denrées, dont le lait et l'eau. Dans la Grèce antique, on se servait de récipients en argent pour conserver l'eau purifiée et le vin. Au début du 20^e siècle, les familles américaines mettaient des dollars d'argent dans les récipients contenant du lait pour éviter qu'il ne tourne. Mais ce n'est que récemment que le recours à l'argent comme biocide, que ce soit en solution, en suspension ou sous forme de nanoparticules, a connu un regain spectaculaire.

Les biocides à base d'argent sont employés dans un nombre croissant de domaines, comme le traitement de l'eau, les fibres textiles, les machines à laver le linge, les peintures, vernis et teintures, les polymères, les applications médicales, les céramiques à usage sanitaire et les éviers, ainsi que toutes sortes de produits pour « consommateurs » comme les désinfectants, les cosmétiques, les produits ménagers, les biberons, etc. (Hund-Rinke et al. 2008). On incorpore aussi de l'argent dans les filtres pour purifier l'eau de boisson et nettoyer celle des piscines, mais nous n'aborderons pas ici ces applications, qui dépassent le cadre du présent rapport.

Des volumes d'argent croissants sont utilisés dans les produits industriels et de consommation courante sous forme de « nanoargent ». L'argent à échelle « nano » ou nanoargent est devenu l'un des nanomatériaux les plus employés dans les produits de consommation, principalement en tant que bactéricide. Parmi les produits d'usage courant contenant du nanoargent figurent des produits pour contact alimentaire (tasses, bols, planches à découper), des cosmétiques et produits de soin, des jouets, des articles pour bébés et des compléments alimentaires. En août 2008 le projet d'Inventaire des produits de consommation incorporant des nanotechnologies du Woodrow Wilson International Center for Scholars recensait 235 produits contenant du nanoargent sur les 803 nanoproducts de l'inventaire (Project on Emerging Nanotechnologies 2009).

Selon une étude internationale de 2009 (EMERGNANO) menée par d'éminents nanotoxicologues qui ont passé en revue toutes les recherches récemment effectuées dans le monde sur la toxicité des nanoparticules, il existe :

« des preuves de la nocivité des nanoparticules d'argent à faibles concentrations pour les invertébrés aquatiques, ce qui suppose que le rejet de nanoparticules d'argent dans l'environnement sera nuisible, et que toute industrie ou laboratoire utilisant des nanoparticules

d'argent devrait envisager de prendre les mesures nécessaires pour réduire, voire éliminer, toute exposition potentielle de l'environnement à ces nanoparticules. [...] Il existe suffisamment de preuves de la nocivité potentielle des nanoparticules d'argent pour l'environnement et, par conséquent, il convient d'envisager dans ce cas le recours au principe de précaution » (Aitken et al. 2009).

L'argent figure sur la liste des polluants prioritaires de l'USEPA (agence américaine de protection de l'environnement) de 1977, qui est toujours en vigueur, et son rejet dans les milieux aquatiques est donc réglementé par l'EPA (Luamo 2008). De fait, des études qui remontent pour certaines à 30 ans ont prouvé que l'argent peut se révéler extrêmement toxique pour les poissons (Hogstrand et Wood 1996), les algues, les crustacés, ainsi que certaines plantes et champignons (Eisler 1996), en particulier pour les hétérotrophes qui fixent l'azote et les chimolithotrophes qui forment le sol.

Si l'élément argent possède des propriétés antimicrobiennes notoires, il pourrait se révéler encore plus puissant sous forme de nanoargent. Des études (Damm et al. 2007, Zeng et al. 2007) ont montré que du nanoargent inclus dans des polymères est deux fois plus efficace pour tuer *Escherichia Coli* (*E. Coli*) que l'argent sous sa forme habituelle. Les mêmes études ont aussi montré que le nanoargent conserve plus longtemps son efficacité bactéricide, faisant ainsi ressortir les usages potentiels de cette technologie pour des applications antimicrobiennes de longue durée.

L'échelle nanométrique

Un nanomètre (nm) est un millième de micromètre (μm), un millionième de millimètre (mm), un milliardième de mètre (m). A titre d'exemples : un brin d'ADN mesure 2,5 nm de diamètre, les protéines environ 5 nm, un globule rouge 7 000 nm et un cheveu humain 80 000 nm de diamètre.

Les nanomatériaux : propriétés nouvelles et risques nouveaux

Les nanomatériaux sont délibérément conçus pour tirer parti des propriétés inédites qui apparaissent à l'échelle du nanomètre. Si ces propriétés nouvelles peuvent paraître désirables, le changement d'échelle n'en engendre pas moins aussi des risques toxicologiques nouveaux. Les nanoparticules ont une très large surface de contact, ce qui se traduit d'ordinaire par un fort accroissement de leur réactivité chimique, de leur activité biologique et de leur comportement catalytique par rapport à des particules plus grosses de composition chimique identique (Garnett et Kallinteri 2006 ; Limbach et al. 2007 ; Nel et al. 2006).

Il est probable que la biodisponibilité des nanomatériaux soit supérieure à celle des particules de taille supérieure, d'où une plus forte absorption dans les cellules, tissus et organes. Les nanomatériaux qui pénètrent dans notre corps pourraient aussi franchir plus facilement les membranes biologiques, envahissant nos cellules, tissus et organes. Des matériaux de dimension inférieure à 300 nm peuvent ainsi se retrouver à l'intérieur des cellules (Garnett et Kallinteri 2006), tandis que les nanomatériaux de taille inférieure à 70 nm peuvent pénétrer jusque dans les noyaux cellulaires, où ils sont susceptibles de causer des ravages (Chen et Mikecz 2005 ; Geiser et al. 2005 ; Li et al. 2003).

Cette réactivité chimique et cette biodisponibilité accrues des nanomatériaux ont donc malheureusement aussi pour effet potentiel une toxicité supérieure des nanoparticules par rapport à une masse équivalente de particules de plus grande taille (Hoet et al. 2004 ; Oberdörster et al. 2005b). Parmi les autres propriétés des nanomatériaux pouvant influencer sur leur toxicité figurent leur composition chimique, leur forme, la structure de leur surface, leur charge électrique de surface, leur comportement catalytique, l'ampleur de l'agrégation ou de la désagrégation des particules, et la présence ou l'absence d'autres composants chimiques fixés au nanomatériau (Brunner et al. 2006 ; Magrez et al. 2006 ; Sayes et al. 2004 ; Sayes et al. 2006).

On peut produire des nanoparticules d'argent par différentes méthodes, telles que l'arc électrique, la réduction électrochimique, l'irradiation de solutions et la synthèse cryochimique. Elles contiennent de 20 à 15 000 atomes d'argent (Chen et Schluesener 2008) et l'on peut s'arranger pour leur donner des formes diverses : sphères, bâtonnets, cubes, fils, films ou couches de revêtement, etc. (Wijnhoven et al. 2009).

APERÇU DES PRODUITS CONTENANT DU NANOARGENT

Ampleur du marché

La production mondiale d'argent a atteint quelque 28 000 tonnes en 2007 (Hund-Rinke et al. 2008), dont environ 500 tonnes par an sous forme de nanoargent (Mueller et Nowack 2008). La majeure partie de cet argent sert dans l'industrie (38,2 %), la bijouterie et l'argenterie (32,5 %), la photographie (23,8 %). Les biocides n'en utilisent encore que très peu (0,5 %, environ 140 tonnes) ; le reste de la production (5 %) est consacré aux placements financiers et à la fabrication de monnaie (Hund-Rinke et al. 2008). Le recours à l'argent en photographie a vite chuté depuis l'introduction de la photo numérique, mais ce déclin semble avoir été plus que compensé par les emplois de l'argent dans l'industrie électronique (pâtes et soudures conductrices).

Dans le cadre hospitalier, on fait un usage considérable de nanoargent dans le traitement des plaies, notamment pour les brûlures, divers ulcères (ulcères des jambes dans la polyarthrite rhumatoïde, ulcères diabétiques...), les nécrolyses épidermiques toxiques, les dons d'organes et les greffes de peau (Wijnhoven et al. 2009).

A lui seul, le marché du traitement des plaies (pommades et pansements) avoisinait en 2004 les 3 milliards de dollars (Biogate 2008). Cette année-là, « Acticoat », de Smith et Nephew, un pansement à base de nanoargent (Nucrust, Wakefield, MA, USA) a capté à lui seul 25 millions de dollars de ventes (Wagner et al. 2006). Et une utilisation croissante d'argent est prévue, puisqu'il sert maintenant dans les industries textile, du plastique et médicale.

Wijnhoven et al. (2009) citent plusieurs études sur la quantité d'argent se retrouvant dans les écosystèmes terrestres ou aquatiques, et concluent qu'il est probable que 300 000 kg d'argent usé pénètre chaque année dans les écosystèmes de la planète.

Le marché européen des produits biocides au nanoargent devrait atteindre 110 à 230 tonnes d'argent en 2010 (Blaser et al. 2008). A elle seule, l'Allemagne a utilisé quelque 8 tonnes d'argent en 2007, dont 6 600 kg pour le traitement de l'eau. 1 100 kg ont été employés pour le traitement de surfaces, et incluaient donc potentiellement du nanoargent. Le reste a servi à fabriquer divers autres produits à l'argent. Le traitement de l'eau recourt essentiellement à de l'argent ionique. Dans le textile, l'argent est employé sous diverses formes, dont un simple trempage des tissus dans un bain de sels d'argent et leur imprégnation au nanoargent. On retrouve aussi de plus en plus souvent du nanoargent dans des peintures, des laques et des polymères, et il a fait son apparition dans de nombreux produits de consommation courante. On ignore la quantité d'argent utilisée dans tous ces produits (Hund-Rinke et al. 2008).

Selon la NSF, la Fondation nationale scientifique américaine, on s'attend à ce que le marché des nanotechnologies atteigne les 1 000 milliards de dollars d'ici à 2015 (Roco 2006). En 2008 une requête sur le nanoargent adressée à l'USEPA, l'agence de protection environnementale des Etats-Unis, par le Centre international d'évaluation technologique de Washington DC, identifiait plus de 260 produits déjà commercialisés contenant du nanoargent (appareils et produits ménagers, vêtements, couverts, jouets pour enfants et articles d'hygiène et de beauté ; Kimbrell 2008).

Produits pouvant contenir du nanoargent (liste non exhaustive) :

- Compléments alimentaires, emballages et matériaux pour contact alimentaire
- Appareils ménagers : réfrigérateurs, machines à laver, aspirateurs, filtres à eau, filtres à air
- Matériel médical et hospitalier : implants, pommades et pansements, appareils médicaux
- Peintures, laques, revêtements pour surfaces en spray
- Surfaces dans les espaces publics
- Textiles et chaussures
- Cosmétiques et produits d'hygiène : brosses à dents, savons, produits capillaires, déodorants, articles d'hygiène féminine

- Articles pour la maison et le jardin : literie, revêtements muraux, filtres à air ou à eau, pulvérisateurs pour plantes
- Articles électroniques et informatiques : souris, claviers
- Articles pour enfants
- Produits phytosanitaires, pour le traitement des semences par exemple

Une excellente source d'informations sur les produits contenant du nanoargent est le Woodrow Wilson International Center for Scholars Project on Emerging Nanotechnologies Consumer Products Inventory (<http://nanotechproject.org/inventories/consumer>). Plutôt que de répéter ici les renseignements qu'ils fournissent, nous avons présenté dans l'Annexe 1 une sélection de produits faciles à trouver dans le commerce et par internet en Australie, en Europe et aux Etats-Unis.

Produits pour enfants au nanoargent

De nombreux produits pour les enfants intègrent du nanoargent : poussettes, jouets (peluches), lingettes, tapis, literie, biberons, tétines, doudous... La marque Baby Dream, par exemple, propose quantité d'articles pour bébés au nanoargent, dont un biberon (Baby Dream 2009). On trouve aussi des peluches à mémoire de forme contenant du nanoargent, comme le jouet en peluche Benny l'Ours ou Donny le Chien, commercialisés par Pure Plushy Inc.

Curieusement, avant le 27 février 2008, cette entreprise faisait sur son site internet la publicité suivante, indiquant clairement qu'elle utilisait du nanoargent : « Une étude clinique a prouvé que l'ajout de Nanoparticules d'argent dans nos produits combat les bactéries nocives, les moisissures et les acariens. » (Pure Plushy 2008). Cependant, la firme a récemment cessé de mettre en avant sur son site ce recours au nanoargent. Son site proclame maintenant : « Notre ligne de jouets en peluche possède des propriétés antimicrobiennes qui protègent des moisissures, des acariens et des bactéries. » (Pure Plushy 2009).

En n'indiquant pas clairement la présence de nanoparticules dans ses produits, cette société et d'autres évitent le contrôle de l'Environment Protection Agency prévu par le FIFRA act (loi fédérale sur les insecticides, fongicides et rodenticides). Cependant, il se peut qu'elles fassent aussi obstacle au droit des consommateurs d'effectuer leurs achats en connaissance de cause. Cela confirme, si besoin était, la nécessité d'un contrôle gouvernemental sur la teneur en nanoargent pour veiller à ce que ces produits soient parfaitement sûrs et étiquetés de façon convenable.

L'idée d'intégrer de puissants bactéricides aux produits pour enfants est très préoccupante. Dans un récent article du New York Times sur les avantages pour les enfants du contact avec la saleté et certaines bactéries, l'auteur citait un éminent chercheur, le Dr. Joel V. Weinstock, directeur du service de gastroentérologie et d'hématologie du centre médical Tufts de Boston, selon qui : « *Les enfants élevés dans un environnement ultrapropre ne sont pas exposés à certains organismes qui les aident à développer des circuits de régulation immunitaire appropriés* » (Brody 2009). En exposant les enfants à des quantités croissantes de nanoargent, nous pourrions bien les priver des éléments nécessaires à l'élaboration de leur propre système immunitaire. Par ailleurs, le nanoargent pourrait aussi présenter une certaine toxicité :

« Des manuels entiers ont été écrits sur la toxicité des métaux, et il ne convient pas de perturber les équilibres internes du corps. Il y a des études qui montrent les effets nocifs sur le poids et l'état de santé général d'animaux à qui l'on a fait ingérer du nanoargent. J'aimerais bien voir quels sont les essais effectués sur ces produits, et comment leurs fabricants peuvent prétendre qu'ils sont sans danger pour les enfants. Une même dose d'argent sera moins diluée chez un enfant, car leur organisme renferme moins d'eau. » (Ken Donaldson, titulaire de la chaire de toxicologie respiratoire à l'université d'Edimbourg, cité par Gray 2008).

Une attention toute particulière doit donc être apportée aux interactions des enfants avec le nanoargent, leur métabolisme n'étant pas le même que celui des adultes.

Le nanoargent dans les produits alimentaires ou liés à l'alimentation

Des produits alimentaires contenant des nanoparticules sont à présent sur le marché, principalement sous forme d'emballages ou d'articles pour contact alimentaire qui incorporent des nanomatériaux antimicrobiens. Les aliments et emballages alimentaires ne sont soumis à aucune obligation d'étiquetage spécifique indiquant que des nanomatériaux leur ont été ajoutés. Malgré le nombre croissant de ces produits recourant aux nanotechnologies, les consommateurs sont fort peu informés de la présence éventuelle de nanoparticules dans les aliments qu'ils achètent.

Compléments alimentaires et produits « diététiques »

Un rapport de 2009 du Centre international d'études Woodrow Wilson sur les nanotechnologies émergentes, qui s'est penché sur les compléments alimentaires et diététiques à base de nanotechnologies et sur leur réglementation aux Etats-Unis, a trouvé qu'au moins une douzaine des compléments commercialisés contenaient du nanoargent. Le rapport demande au Congrès américain « d'adopter une législation autorisant la Food and Drug Administration [l'organisme chargé du contrôle des aliments et des autorisations de mise sur le marché des médicaments] à recueillir des informations complémentaires sur ces produits pour veiller à ce que leur innocuité pour la santé humaine ait été démontrée » (Schultz et Barclay 2009).

Il est extrêmement inquiétant de voir commercialiser des produits contenant des ingrédients aux propriétés biologiques inconnues, avec pour seule garantie les promesses du fabricant. Très peu d'études ont examiné la toxicité des additifs alimentaires sous forme de nanoparticules. Et le fait que les gouvernements omettent d'exiger des tests complets pour contrôler l'absence de risque des nanoadditifs n'est guère rassurant. Le Dr Qasim Chaudhry, qui dirige au Royaume-Uni l'équipe de recherche sur les nanotechnologies du Central Science Laboratory, avertit que les nanoparticules et le nanoencapsulage dans l'alimentation « pourraient avoir des effets imprévus, avec un degré d'absorption bien plus élevé que souhaité, ou une perturbation de l'absorption des autres nutriments » mais que « l'on ne sait quasiment rien sur la question pour l'instant » (Parry 2006).

Emballage/stockage des aliments et matériel de contact alimentaire, dont les appareils ménagers

Une des toutes premières applications des nanotechnologies dans le secteur alimentaire a été l'emballage (Roach 2006). On estime que 400 à 500 produits d'emballage recourant à la nanotechnologie sont actuellement sur le marché, et l'on prévoit que 25 % des emballages alimentaires contiendront des nanoproducts dans la décennie qui vient (Reynolds 2007). Un des objectifs clé de ce recours aux nanos est de prolonger la durée de conservation en rayon, en améliorant la fonction protectrice de l'emballage vis-à-vis des échanges gazeux, de l'humidité et de l'exposition aux UV (Sorrentino et al. 2007). On peut aussi concevoir des nanoemballages capables de libérer des antibiotiques, des antioxydants, des enzymes, des arômes et des nutraceutiques pour prolonger la durée de conservation (LaCoste et al. 2005).

D'autres types d'emballages et de matériaux de contact sont utilisés : ceux-là ne dépendent pas d'un stimulus pour libérer des produits chimiques (par exemple des biocides, en réaction à l'apparition d'une population microbienne, d'humidité ou de toute autre variation du milieu ambiant), mais intègrent des nanomatériaux antimicrobiens qui ne sont pas destinés à être relargués, de sorte que l'emballage lui-même joue le rôle de bactéricide. Ces produits recourent d'ordinaire à des nanoparticules d'argent, bien que certains utilisent du nano-oxyde de zinc ou du nanodioxyde de chlore (AzoNano 2007).

Les emballages alimentaires antibactériens aux nanoparticules et les technologies recourant à des nanocapteurs ont été présentées comme améliorant la sécurité alimentaire, par la détection ou la prévention de la contamination des aliments par des bactéries ou des toxines. Or il se pourrait que des nanomatériaux migrent de l'emballage vers les aliments, créant de nouveaux risques sanitaires. Cela paraît d'ailleurs inévitable dans le cas de films ou emballages conçus pour libérer des molécules antibactériennes à la surface des aliments quand bactéries, champignons ou moisissures y sont détectés.

Ces dernières années, on a mis au point un certain nombre de matériaux pour contact alimentaire « actifs » exploitant les propriétés antibactériennes du nanoargent. Les fabricants de produits de consommation qui en intègrent proclament souvent qu'inhiber le développement des bactéries permettra une meilleure conservation des aliments. Les récipients destinés à contenir de la nourriture en sont un exemple typique.

Pour des raisons analogues, on a incorporé du nanoargent aux surfaces internes de réfrigérateurs domestiques (LG, Samsung et Daewoo) pour tenter, apparemment, de maintenir une ambiance propre et hygiénique dans le réfrigérateur en empêchant les microbes de s'y développer. Ainsi, Daewoo propose un réfrigérateur utilisant « la polytechnologie du nanoargent » qui assure être « le résultat de la recherche permanente de Daewoo pour protéger votre santé et celle de votre famille ».

Parmi les autres appareils ménagers concernés figurent des filtres ou purificateurs d'air et d'eau, des machines à laver le linge et du matériel informatique. De même, on retrouve des revêtements antibactériens au nanoargent sur des ustensiles de cuisine, des planches à découper et de la vaisselle.

Il existe un risque pour le consommateur si des nanoparticules d'argent passent de ces matériaux de contact alimentaire dans la nourriture et dans la boisson, et sont ainsi ingérées. Peu d'études ont été faites sur ce thème, et les travaux préliminaires de Chaudhry et al. (2008) indiquent que des nanoparticules d'argent se retrouvent effectivement dans les aliments, bien que ce soit peut-être dans une très faible proportion. A l'évidence, d'autres études sur la migration des nanoparticules s'imposent avant d'autoriser la mise sur le marché d'emballages à base de nanotechnologies.

Etude de cas

L'utilisation d'argent dans les lave-linge

Les consommateurs préfèrent de plus en plus laver leurs vêtements à l'eau froide, en partie pour réduire leur consommation d'énergie et d'eau, mais aussi parce que les tissus synthétiques modernes l'exigent. Les lessives non polluantes ont également souvent la faveur du public. La combinaison de ces facteurs entraîne une moindre efficacité du lavage contre les bactéries et champignons, d'où l'apparition de biofilms.

Un biofilm est un ensemble de micro-organismes qui adhèrent à de la matière vivante ou inerte. Il existe plusieurs moyens classiques de se débarrasser de ces biofilms, comme faire la lessive à haute température (90°) ou ajouter du vinaigre. L'alternative qu'offre Samsung (et quelques autres fabricants) consiste à inclure dans certains lave-linge un dispositif qui produit des ions d'argent pendant le lavage. Il semblerait que ces ions d'argent, en plus de réduire le biofilm, procurent une impression de « fraîcheur » du linge. Le système « argent actif » proposé par Samsung contient 10 g d'argent (2 plaques de 5 g) qui sont censés durer 15 ans. Les ions d'argent sont libérés dans l'eau par électrolyse. Nonobstant les publicités initiales, il semblerait qu'il n'y ait pas relargage de nanoargent. Selon Samsung (cité par Hund-Rinke et al. 2008) la quantité d'argent émis par lessive est de 0,05 mg/l, soit 2,75 mg d'ions d'argent (en supposant que l'on utilise 55 l d'eau par lessive). D'après le fabricant, entre la moitié et le tiers de ces ions reste sur le linge, le reste (jusqu'à 2 mg) s'écoulant avec l'eau de vidange pour se retrouver dans les égouts (Hund-Rinke et al. 2008).

L'évaluation de la quantité d'argent rejetée dans l'environnement par ces lave-linge est difficile. Cependant, Hund-Rinke estiment que, rien qu'en Allemagne, jusqu'à 12,2 kg d'argent seraient rejetés dans les cours d'eau chaque année. Cela peut sembler faible, mais il ne faut pas oublier que cette quantité vient s'ajouter à tout le reste du nanoargent issu de textiles et d'autres produits imprégnés.

Sous la pression de diverses ONG, l'EPA, l'agence américaine de protection de l'environnement, a décidé de réglementer les dispositifs de production d'ions d'argent tels que ceux des lave-linge. Si le fabricant déclarait que l'objectif du dispositif était de tuer les bactéries, le dispositif serait considéré comme un pesticide. L'EPA a tout fait pour expliquer qu'il ne s'agissait pas de réglementer les nanotechnologies : c'est l'effet bactéricide de l'argent, et non sa taille, qui avait dicté sa décision.

On peut encore se procurer des lave-linge au « nanoargent » dans de nombreux pays : Autriche, Allemagne, Inde, Suède, Etats-Unis... pour n'en citer que quelques-uns.

Vêtements et textiles

Un certain nombre de produits textiles peuvent contenir du nanoargent : chaussettes, pantalons, shorts, maillots de bain, rembourrages et semelles intérieures de chaussures, pantoufles, vêtements de sport, costumes, blousons, sous-vêtements, chapeaux, gants, serviettes de bain... On trouve aussi des nanoparticules

d'argent intégrées dans des tissus d'ameublement, de la literie, des matelas, et des textiles à usage industriel. Les firmes prétendent que le nanoargent reste à vie dans leurs produits, mais des études suggèrent le contraire. Benn et Westerhoff (2008) ont prouvé que le nanoargent des chaussettes peut aisément disparaître au lavage (voir encadré). Dans un rapport au ministère de l'environnement allemand, Hund-Rinke et al. 2008 ont sérieusement mis en doute la pertinence du recours à des textiles antibactériens, étant donné les millions de bactéries avec lesquelles nous sommes de toute façon quotidiennement en contact, et le fait que notre système immunitaire s'est développé en vue d'y faire face.

Les chaussettes au nanoargent : pieds propres mais environnement sale ?

Nos pieds nous permettent de nous déplacer et nous donnent la liberté de marcher ou de courir mais, étant la partie inférieure de notre corps, ils sont souvent en contact avec des germes et bactéries, surtout quand nous sommes pieds nus. Censément pour y remédier, des firmes proposent maintenant des chaussettes imprégnées de nanoparticules d'argent. Ces produits promettent des pieds inodores, la guérison des mycoses, et même la prévention des infections des pieds pour les patients diabétiques (SoleFresh 2009).

Or l'étude faite en 2008 par Benn et Westerhoff a découvert que, au lavage, ces chaussettes perdaient une quantité préoccupante de nanoargent. Dès lors, non seulement ces produits deviennent ineffices, mais leurs nanoparticules se retrouvent dans les boues des stations d'épuration des eaux usées. Selon les auteurs du rapport, plus de la moitié des nanoparticules incorporées dans les chaussettes se dissolvent en solution d'ions d'argent. Ces ions d'argent partent avec l'eau dans l'environnement, où ils risquent de réagir avec du soufre en formant du sulfure d'argent (la ternissure noire qui se forme sur l'argent lorsqu'il entre en contact avec du soufre ou avec de l'hydrogène sulfuré, un gaz toxique et inflammable). Il est très inquiétant que des nanoparticules d'argent puissent ainsi se retrouver dans l'environnement et y causer des dégâts. Cela confirme la nécessité d'une évaluation et d'une réglementation drastiques de ces produits.

Où pas trace de nanoargent ?

D'un autre côté, tout cela pourrait bien relever de la simple publicité mensongère. Car quand les mêmes chercheurs (Benn et Westerhoff 2008) ont comparé le contenu en nanoargent de 6 paires de chaussettes au nanoargent, ils ont trouvé une quantité de nanoargent variant de 0 à 1,85 mg par chaussette. Une des paires n'en contenait pas du tout : ou bien le fabricant ne savait pas fixer, fût-ce pour une courte période, le nanoargent au textile des chaussettes, ou bien il n'avait pas mis de nanoargent.

Cosmétiques et produits de soins

Cette rubrique comprend notamment les savons, dentifrices, shampoings, masques et crèmes pour le visage, blanchisseurs de peau, tampons et serviettes hygiéniques, sèche-cheveux, produits défrisants et fers à friser, brosses à cheveux et rasoirs électriques.

Une société sud-coréenne vend un savon qui, par son contenu en nanoargent, est « très efficace comme désinfectant et garantit la protection de la peau » (Natural Korea s. d.). La firme Conair proclame avoir créé son propre créneau dans « la catégorie du soin capillaire de qualité supérieure » en proposant des appareils et instruments revêtus d'un film de nanoargent (Conair 2009). On commercialise même des produits qui entrent en contact intime avec le corps, comme des protections périodiques ou des préservatifs. La société australienne Greenhealthy vend ainsi des protections hygiéniques au nanoargent, allant jusqu'à affirmer que « grâce au nanoargent et aux ions négatifs d'aloès, elles régulent des fonctions du corps qui renforcent le système immunitaire » (Greenhealthy Australia Pty Ltd).

Produits pour animaux domestiques

Dans ses efforts pour commercialiser des produits, l'industrie du nanoargent n'a pas oublié nos animaux de compagnie. On trouve du nanoargent dans leurs gamelles, leurs déodorants, leurs assainisseurs d'eau, leurs corbeilles, et dans les vêtements pour animaux. Saywood Inc. propose un purificateur d'eau pour animaux

domestiques qui « offre à votre compagnon une eau propre et saine en éliminant les bactéries grâce à l'effet stérilisateur et antibiotique de la balle au revêtement photocatalytique au nanoargent et de son revêtement photocatalytique » (Saywood 2008).

Applications médicales et en milieu hospitalier

L'utilisation d'argent à des fins médicales remonte à loin. Au XVIII^e siècle déjà, on s'en servait pour soigner les plaies, et l'on traitait les ulcères au nitrate d'argent (AgNO₃). Il a aussi été utilisé pour provoquer des avortements, cautériser des plaies et ôter verrues et callosités. Le recours au nitrate d'argent à des fins abortives peut être mortel, comme l'a rappelé un cas en 1971 : une femme est morte 3 heures après qu'on lui ait administré une solution de nitrate d'argent à 7 %. On a retrouvé des dépôts d'argent dans tout son corps, cerveau compris (Landsdown 2007). L'argent en solution a aussi été employé contre les maladies mentales, l'épilepsie, l'addiction à la nicotine, les gastroentérites et diverses maladies infectieuses, dont la syphilis et la gonorrhée (Wijnhoven et al. 2009).

Au début du XIX^e siècle, les ions d'argent étaient utilisés pour leurs propriétés antimicrobiennes. Ils ont été agréés pour le traitement des plaies par la FDA américaine dans les années 1920. Après l'introduction de la pénicilline dans les années 1940, les antibiotiques ont remplacé l'argent comme traitement standard des infections bactériennes. Les années 1960 ont vu ressurgir l'argent pour le soin des brûlures, sous forme de solution de nitrate d'argent à 0,5 %. En 1968, on a ajouté au nitrate d'argent un sulfamide pour fabriquer la pommade à la sulfadiazine d'argent, qui possède un large spectre antibactérien. Cette pommade est toujours prescrite, surtout pour les brûlés (Chopra 2007).

En cadre hospitalier, on utilise très largement le nanoargent, en particulier sur les brûlures, divers ulcères (ulcères des jambes liés à la polyarthrite rhumatoïde, ulcères diabétiques...) et pour la nécrolyse épidermique toxique, ainsi que dans les dons d'organes et les greffes de peau (Wijnhoven et al. 2009). Les pansements à base d'argent prétendent améliorer la gestion du risque infectieux en stimulant la cicatrisation des plaies, en assurant la prophylaxie chez les patients à risque d'infection, et en traitant les plaies gravement colonisées par des germes (Chopra 2007). En milieu hospitalier, on utilise également des cathéters revêtus d'argent pour prévenir la formation de biofilms favorisant les infections bactériennes. Ainsi, les sondes urinaires revêtues d'argent réduisent la fréquence des infections des voies urinaires (Silver et al. 2006).

Quantité de produits nanotechnologiques à l'argent ont été lancés dans le domaine des revêtements antimicrobiens : Bactiguard (Bactiguard AB, Suède), HyProtect (Bio-Gate AG, Allemagne), la plateforme technologique nanocristalline Nucrust (Nucrust Pharmaceuticals Corp., USA), Spi-Argent (Spire Corp., USA), Surfacine (Surfacine Development Company LLC, USA) et SylvaGard (AcryMed Inc., USA) (Wijnhoven et al. 2009). On les utilise comme antimicrobiens médicaux dans des textiles et des revêtements de surface : peintures de murs, blouses et literies autostériles. Bioni Hygienic, créé par la société allemande Bioni CS GmbH (voir bioni.de) est un exemple de revêtement antimicrobien au nanoargent fréquemment utilisé dans les hôpitaux. Le fabricant affirme que son produit crée « une surface antimicrobienne qui empêche le développement des moisissures et champignons, et détruit efficacement même les plus résistantes des bactéries présentes en milieu hospitalier par le recours à une combinaison entièrement nouvelle d'agents actifs basée sur les nanotechnologies » (Bioni 2009). Il assure que ses particules d'argent de 13 nm sont enchâssées en toute sécurité dans une matrice qui lie les particules à la peinture de façon permanente » (Nanovations 2009).

Les nanotechnologies avancées à base d'argent passent aussi pour améliorer les performances des piles des appareils médicaux implantés. Parmi les autres applications proposées du nanoargent (en revêtement, dépôt ou imprégnation) dans le domaine de l'appareillage médical figurent : les ports pour perfusions, les prothèses, les stents ou endoprothèses vasculaires et urologiques, les électrodes, les dispositifs de dialyse péritonéale, les manchettes sous-cutanées, les instruments chirurgicaux et dentaires (voir Wijnhoven et al. 2009 pour une liste exhaustive).

L'éventualité de l'apparition de phénomènes de résistance bactérienne provoqués par une généralisation de l'usage de produits antibactériens à base d'argent pourrait se révéler dramatique (voir encadré). Et, même si aucun utilisateur de dispositifs antibactériens au nanoargent n'a signalé de complications à ce jour, il existe clairement, à long terme et en cas d'exposition à des doses suffisantes, un risque d'effets toxiques incluant potentiellement des atteintes neurologiques (Landsdown 2007).

Résistance à l'argent

L'abus d'antibiotiques, ces dernières années, a conduit à une résistance accrue de certaines bactéries. Selon les Nations unies : « le recours massif aux antibiotiques pour les humains et les animaux, encouragé par les pressions commerciales, risque de provoquer une importante contamination de l'environnement par les antibiotiques et, du coup, l'apparition de résistances » (United Nations System-Wide Earthwatch 2009). De même, la généralisation de l'utilisation de nanoargent dans des produits de consommation et ailleurs pourrait accroître la propension des bactéries à devenir résistantes à l'argent.

A ce jour, une vingtaine de rapports ont été publiés sur la résistance des bactéries à l'argent, mais rares sont ceux qui contiennent des données expliquant les mécanismes d'apparition de ces résistances. En 1975, McHugh et al. (cité par Chopra 2007) a décrit le premier exemple d'une souche de Salmonella typhimurium résistante à l'argent dans un service hospitalier pour grands brûlés. D'autres études cliniques ont identifié une résistance à l'argent chez des enterobactéries et P. aeruginosa, toujours chez des brûlés (Chopra 2007).

La résistance à l'argent peut également être induite en laboratoire : elle « se développe très facilement chez les bactéries ayant déjà manifesté des mécanismes de résistance à des antibiotiques comme le Staphylococcus aureus résistant à la méticilline (SARM), les entérocoques résistants à la vancomycine (ERV), les entérobactéries produisant des bêta-lactamases à spectre élargi (BLSE) et le Pseudomonas aeruginosa multirésistant » (Melhus 2007).

On ne sait pas encore trop évaluer, dans des conditions cliniques, le degré de développement de résistances à l'argent. Il n'existe actuellement aucune méthode standardisée permettant de déterminer la sensibilité d'une bactérie à l'argent. En outre, la grande diversité de ses modalités d'administration médicale et des formulations employées rend les comparaisons difficiles. En effet, les pansements à l'argent libèrent des quantités différentes d'ions d'argent, de différentes façons, suivant les matériaux employés. Il est clair que « les pansements qui libèrent de faibles quantités d'ions d'argent sont potentiellement plus dangereux en termes de sélection de bactéries résistantes, surtout si la concentration d'argent est sub létale. Des pansements à action plus rapide présenteront forcément moins de risques, car les bactéries seront plus probablement tuées, ce qui éliminera la possibilité qu'elles enrichissent la population résistante par division et croissance, en particulier dans un contexte de développement de la résistance par mutation » (Chopra 2007). Mais d'un autre côté, si la dose libérée par le pansement est trop forte, le risque de toxicité pour le patient s'en trouve accru.

Peintures et vernis

Les propriétés antimicrobiennes des peintures et vernis dépendent directement de leur concentration en argent, du type d'argent utilisé et de l'enfermement ou non de la formule de base dans une matrice. Un effet antifongique requiert une concentration en argent très supérieure. Pour l'heure, les fabricants de peintures et vernis n'ont fait porter leurs études que sur l'efficacité des produits, et non sur l'ampleur des transferts d'argent dans l'environnement ni sur la durée d'efficacité (Hund-Rinke et al. 2008).

Le marché potentiel des peintures et vernis contenant de l'argent est actuellement très limité, et devrait rester relativement insignifiant comparé à celui d'autres articles. Parmi les rares produits commercialisés, citons un biocide à l'argent (Tinosan SDC, Irgaguard, de la firme Ciba Specialty Chemicals) qui peut servir d'adjuvant pour plastiques ou de revêtement. Alfred Clouth Lackfabrik produit des vernis pour bois au nanoargent (Cloucryl Nano-Finish Antibak et WL-Nano CB Antibak) dont il vend 3 à 5 tonnes par an. Ces produits contiennent des particules d'argent liées à un film polymère, à la concentration de 100-300 ppm d'argent par kg de vernis (Hund-Rinke et al 2008).

Bioni est le seul fabricant à produire une peinture antimicrobienne contenant des nanoparticules d'argent, surtout utilisée en milieu hospitalier. Bio-Gate AG (une société issue de l'université d'Erlangen) produit HyGate 4000, HyGate 9000 et HyGentic 4000 et 9000, ainsi que des ingrédients pour plastiques et vernis antimicrobiens utilisés en médecine, en cosmétique et dans divers produits de consommation. Les nanoparticules d'argent, d'une dimension de 5 à 50 nm, servent de base pour l'émission permanente d'ions d'argent. Selon Bio-Gate (citée par Hund-Rinke et al. 2008), la concentration d'argent reste inférieure à 100

ppm ou 100 mg par litre. Vu cette concentration et la quantité annuelle de peinture Bioni au nanoargent vendue, Hund-Rinke et al. ont estimé à 12 kg par an la quantité de nanoargent correspondante (dans 20 à 30 tonnes de peinture). Quant à la proportion de ce nanoargent qui se retrouvera finalement dans l'environnement, elle reste un point d'interrogation.

[...]

Chapitres restant à traduire :

- p. 13 **Argent élémentaire, ionique, colloïdal, ou nanoargent ?**
- p. 15 **Toxicité probable des nanoparticules d'argent sur divers organismes**
- p. 20 **Effets de l'argent et du nanoargent sur l'environnement**
- p. 26 **Problèmes réglementaires**

[...]

L'ESSOR DES BIOCIDES A L'ARGENT : UN PHÉNOMÈNE ECONOMICO- CULTUREL ?

Il est bien établi qu'argent et nanoargent sont toxiques pour les organismes aquatiques et des sols, qu'ils sont persistants et que, dans certaines conditions, ils s'accumulent. Nos connaissances restent fragmentaires sur ce point, et l'on manque aussi grandement de données sur la nature des organismes qui sont particulièrement menacés (Luamo 2008). Beaucoup de questions restent sans réponse, notamment sur la remobilisation de l'argent lié et sur la biodisponibilité de l'argent chez les organismes vivants.

Il n'est donc pas surprenant qu'une étude internationale qui a passé en revue les données produites par la recherche mondiale récente sur la toxicité des nanoparticules conclue qu'il « *existe suffisamment de preuves de la nocivité potentielle des nanoparticules d'argent pour l'environnement et, par conséquent, il convient d'envisager dans ce cas le recours au principe de précaution* » (Aitken et al. 2009).

S'il s'agit clairement d'une alerte pressante quant aux effets de la dispersion de nanoargent dans l'environnement, il existe aussi des indices d'effets négatifs de l'argent sur la santé humaine, surtout compte tenu de l'essor spectaculaire de son emploi ces derniers temps. Outre le spectre évident du développement de résistances bactériennes à l'argent — Hollinger (1996, cité par Luamo 2008) a avancé que les pansements à l'argent pourraient bien retarder la cicatrisation des plaies — il importe d'approfondir les recherches sur la possibilité d'une accumulation d'argent dans des organes particuliers. On ne peut nier l'utilité de certaines applications médicales de l'argent ou du nanoargent (en tant que revêtement d'instruments, ou pour les soins aux brûlés, par exemple) mais leur emploi doit être strictement contrôlé et la maxime *no data, no market* (pas de données, pas de mise sur le marché) devrait toujours s'appliquer. Dans ce cadre, il faut arrêter la commercialisation à tort et à travers de pansements imprégnés d'argent pour l'usage courant.

Une des questions qui se posent est : « D'où vient cette soudaine popularité de l'argent ? » Et, dans la foulée, il faut aussi se demander : « Pourquoi avons-nous si peur des microbes et de la saleté ? » Tomes (2009) établit des parallèles entre notre actuelle crainte obsessionnelle des microbes et une période analogue d'intense anxiété au sujet des agents pathogènes qui prévalut de 1900 à 1940. Elle affirme que cette « nouvelle » peur des germes reflète notre inquiétude quant à la mondialisation et à l'état de l'environnement, ainsi que notre méfiance à l'égard des autorités et des discours d'experts.

Au plan économique, avec la mutation de l'industrie photographique, les producteurs d'argent avaient désespérément besoin de nouveaux débouchés. Il semble que leur quête ait été couronnée de succès car, outre l'augmentation continue du recours aux biocides à l'argent, les applications industrielles de l'argent dans l'électronique et ailleurs ont largement compensé cette perte (Wijnhoven 2009).

A bien des égards, l'utilisation croissante du nanoargent est un exemple caractéristique de ce que Kenneth

Gould a appelé « le roulement technologique sans fin (*treadmill*) de la production ». L'objectif de ce roulement est la croissance, sous forme d'une hausse de la rentabilité des entreprises au détriment des travailleurs et de l'environnement, et il « dépend directement de l'innovation technologique pour remplacer le travail humain par du capital et augmenter la capacité de transformation de ressources naturelles en marchandises ». Ce « roulement » accroît ainsi conjointement les profits et les menaces pour l'environnement, tout en réduisant les bénéfices sociaux (emplois, salaires...) « provoquant ainsi un accroissement constant des inégalités sociales et environnementales » (Gould 2005). La marque de fabrique de ce roulement technologique de la production est que, nonobstant toutes les proclamations en sens inverse, les bénéfices économiques des nanotechnologies sous toutes leurs formes iront aux grandes entreprises et aux gouvernements, tandis que leurs coûts économiques seront supportés par les citoyens et l'environnement.

Le besoin de bactéricides absolus :

pourquoi avons-nous donc si peur de la saleté ?

Un récent article du New York Times évoquait une étude scientifique montrant que les bactéries présentes dans la « saleté » ordinaire sont bonnes pour nous — essentielles même — et surtout pour les enfants, dont le système immunitaire est en construction (Brody 2009). D'autres études suggèrent aussi que l'exposition à certains germes alimentaires et orofécaux peut réduire la sensibilité aux allergies respiratoires (Matricardi et al. 2000). Combinées aux observations épidémiologiques, ces études laissent émerger une curieuse hypothèse : l'accroissement significatif, aux Etats-Unis et dans d'autres pays développés, de troubles du système immunitaire tels que la sclérose en plaques, le diabète de type 1, les maladies inflammatoires de l'intestin, l'asthme et les allergies pourrait bien être dû à notre récente entrée en guerre contre les bactéries (Matricardi et al. 2000).

CE QU'IL FAUT FAIRE, ET CE QUE VOUS POUVEZ FAIRE

Nous exigeons un moratoire immédiat sur les produits nanotechnologiques à l'argent

Les Amis de la Terre réclament un moratoire immédiat sur la commercialisation de produits contenant du nanoargent manufacturé, tant qu'une réglementation spécifique sur les nanotechnologies n'aura pas été mise en place pour protéger le public, les travailleurs et l'environnement de leurs risques, et tant que l'ensemble des citoyens ne seront pas partie prenante des décisions. Conformément aux recommandations du rapport de 2004 sur les nanotechnologies de la Royal Society et de la Royal Academy of Engineering britanniques, le relâchement intentionnel de nanomatériaux dans l'environnement doit être prohibé tant que l'on n'aura pas prouvé son innocuité. En matière de nanoargent, adopter une démarche de précaution est essentiel.

Dans un rapport de 2008 sur les nanotechnologies, la commission royale britannique sur la pollution de l'environnement a fortement recommandé que l'on réglemente et contrôle les nanomatériaux. Cette commission préconise que les autorités gouvernementales compétentes « se concentrent plus spécifiquement sur les propriétés et fonctionnalités des nanomatériaux, plutôt que sur leur taille. Comme ces propriétés et fonctionnalités diffèrent souvent notablement de celles du matériau brut, la stricte équivalence chimique n'exclut en rien le besoin d'une évaluation distincte des risques » (Royal Commission on Environmental Pollution 2008). La Commission exprime aussi ses inquiétudes concernant le nanoargent, dont elle estime qu'il « manifeste une toxicité tout à fait différente de celle de la forme métallique habituelle ». Les Amis de la Terre souscrivent à ces recommandations. Nous demandons en outre que les autorités évaluent le nanoargent comme un produit chimique nouveau, et mettent en œuvre une réglementation qui se concentre sur les propriétés du nanoargent plutôt que sur les allégations des publicitaires et producteurs. Il faut classer les nanoparticules d'argent parmi les déchets dangereux, et soumettre l'emploi de nanoparticules d'argent dans des produits de consommation à une batterie de nouveaux tests de risque approfondis.

Les Amis de la Terre USA et Australie ont de surcroît demandé le rappel de toute la gamme des appareils Samsung contenant de l'argent (lave-linge, aspirateurs, réfrigérateurs, appareils à air conditionné, etc.) jusqu'à ce que des études publiques et vérifiées par des scientifiques indépendants démontrent leur absence de risques pour l'environnement et la santé humaine. Nous considérons que des mesures analogues devraient être prises pour les vêtements et tous les autres produits contenant du nanoargent.

Les agences américaines sont entravées par leur autorité limitée et souvent conjointe sur les produits

Les Amis de la Terre USA demandent aussi que l'EPA, l'agence américaine de protection de l'environnement, accède intégralement à la récente requête de réglementation du nanoargent en tant que pesticide. L'EPA doit évaluer les risques pour la santé humaine et l'environnement présentés par la présence de nanomatériaux dans les produits de consommation. Elle doit retirer immédiatement du marché tous les produits au nanoargent et en interdire la vente tant qu'une évaluation sérieuse des risques associés n'aura pas été effectuée.

L'EPA devrait aussi analyser les risques potentiels pour la santé humaine et l'environnement de l'argent à l'échelle nanométrique, adopter contre les produits actuels au nanoargent des mesures réglementaires conformes à la Loi fédérale FIFRA sur les insecticides, fongicides et rodenticides, et prendre toutes les autres mesures prévues par la loi FIFRA qui paraîtront opportunes concernant les produits au nanoargent. En outre, les produits contenant du nanoargent doivent être étiquetés en tant que tels, afin d'éclairer dûment les consommateurs et leurs choix.

Ce que doivent faire les gouvernements au niveau international

- **Légiférer de manière exhaustive et protectrice pour prendre en compte les risques liés aux nanotechnologies en général, et au nanoargent en particulier.**
- **Tous les nanomatériaux manufacturés doivent faire l'objet de nouvelles évaluations des risques en tant que substances nouvelles, même quand les propriétés de leurs homologues à une échelle supérieure sont bien connues.**

Evaluation

- Tous les nanomatériaux manufacturés doivent faire l'objet d'études d'impact sur la santé et l'environnement spécifiques aux nanotechnologies, et leur innocuité doit être démontrée avant toute autorisation de commercialisation.
- Les évaluations doivent reposer sur le principe de précaution, et la charge de la preuve de l'absence de risque doit incomber aux fabricants. **Pas de données, pas de mise sur le marché.**
- En matière de sécurité, l'évaluation doit se baser sur le contenu en nanos des produits, et non sur les allégations publicitaires.
- L'évaluation des risques doit porter sur la totalité du cycle de vie des produits.

Transparence

- Toutes les données pertinentes pour l'évaluation de la sécurité ainsi que les méthodologies employées pour les obtenir doivent relever du domaine public.
- Tous les nano-ingrédients manufacturés devront figurer clairement sur les étiquettes des produits, pour permettre au consommateur de faire des choix en toute connaissance de cause concernant l'usage de ces produits.

Association du grand public aux prises de décision

- Le grand public, et notamment toutes les organisations concernées, doit être associé à tous les aspects des prises de décisions concernant l'usage des nanotechnologies.

Ce que doivent faire les industriels du secteur

Les fabricants et revendeurs de nanoargent ou de produits au nanoargent doivent respecter les droits des citoyens à des produits sûrs, et leur droit de faire des achats en connaissance de cause.

Les fabricants et revendeurs doivent cesser toute commercialisation de produits au nanoargent tant qu'une réglementation spécifique aux nanotechnologies n'aura pas été instaurée pour protéger le public, les travailleurs et l'environnement des nouveaux risques potentiels de toxicité à l'échelle nanométrique.

Evaluation

- Les fabricants doivent collaborer avec les législateurs pour garantir que leurs produits auront bien subi les tests de sécurité requis, et ils devront fournir toutes les données utiles concernant la sécurité environnementale et sanitaire de leurs produits. **Pas de données, pas de mise sur le marché.**

Transparence

- Toutes les données utiles aux évaluations d'inocuité, ainsi que les méthodologies employées pour les obtenir, doivent être mises dans le domaine public.
- Tous les produits alimentaires et phytosanitaires contenant des nanomatériaux manufacturés devront être clairement étiquetés pour permettre au public et aux agriculteurs de faire leurs choix en connaissance de cause.

Ce que peuvent faire chacun et chacune d'entre nous, ainsi que les organisations sensibilisées à ce problème

Obligez le gouvernement, les élus et les industriels à vous rendre des comptes en matière de nanoargent !

- Ecrivez à vos élus locaux, régionaux et nationaux pour qu'ils exigent un moratoire sur l'utilisation du nanoargent.
- Exigez une réglementation nationale stricte et un étiquetage rigoureux des produits contenant du nanoargent manufacturé, avant toute commercialisation ultérieure.
- Insistez pour que gouvernement et industriels prennent au sérieux les risques liés à l'exposition professionnelle aux nanomatériaux. Parlez avec vos collègues ou vos délégués syndicaux de la possibilité d'actions collectives pour garantir la sécurité sur votre lieu de travail.
- Contactez des organisations de la société civile dont vous pensez qu'elles seraient susceptibles de mener des actions en faveur de l'application du principe de précaution dans l'utilisation du nanoargent.