

## Les usages du nanoargent

L'argent est utilisé depuis l'Antiquité comme anti-infectieux, notamment sous forme de nitrate d'argent ( $\text{AgNO}_3$ ). Aujourd'hui, l'argent colloïdal, solution de particules d'argent en suspension dans de l'eau, est proposé sous forme de pommades, pansements et sprays par la médecine naturelle<sup>1</sup>. Plus généralement, l'argent est commercialisé comme biocide<sup>2</sup> pour des applications médicales, le traitement de l'eau, le textile, les céramiques, les emballages alimentaires<sup>3</sup>, entre autres. Depuis les années 1990, les fabricants utilisent de plus en plus les nanoparticules (NP) d'argent pour leur puissance bactéricide, plus grande et durable que celle des sels d'argent.

### Origine et mode d'action des NP d'argent

La technique la plus simple et la moins coûteuse de production de NP d'argent est la réduction chimique de nitrate d'argent par l'éthanol ou l'ammoniac. Les NP formées constituent des réservoirs de grande surface spécifique d'ions argent ( $\text{Ag}^+$ ) capables d'en libérer en quantité durant plusieurs semaines et de limiter la multiplication des bactéries, levures, champignons et virus.

### Où trouve-t-on le nanoargent ?

En France, le dernier inventaire de l'ANSES, en 2010, a relevé 21 produits contenant des NP d'argent : chaussettes, tétines, sèche-cheveux, emballage alimentaire, revêtements, peintures, etc. La déclaration obligatoire des nanomatériaux n'a pas permis une vue plus claire car le nanoargent intégré à l'étranger aux produits ne lui est pas soumis<sup>4</sup>. Au niveau mondial, « *il est impossible d'évaluer de manière fiable le nombre et la répartition exacte selon le domaine d'application des produits contenant des nanoparticules d'argent ainsi que le volume de production d'argent sous forme de nanoparticules* »<sup>5</sup>. La « Nanodatabase » européenne réalisée par des organisations danoises<sup>6</sup> recense environ 200 produits à nanoargent sur plus de 1 200 à base de nanomatériaux sur le marché européen. Les principales applications sont médicales, l'hygiène et les textiles.

### Règlementation

Selon le règlement européen sur les produits biocides (BPR, 528/2012), applicable depuis septembre 2013, les substances actives doivent être approuvées par l'Agence européenne des substances chimiques (ECHA). La mise sur le marché des biocides correspondants peut être ensuite autorisée par les Etats membres. Les articles traités avec ces produits doivent être étiquetés comme tels<sup>7</sup>. En cas d'utilisation d'un nanomatériau dans un biocide, les risques pour la santé et l'environnement doivent être examinés séparément des autres substances présentes. L'étiquette doit mentionner les risques spécifiques, ainsi que le nanomatériau suivi du terme « nano » entre crochets. Aux Etats-Unis, le nanoargent doit être également évalué avant commercialisation<sup>8</sup>. Mais selon diverses ONG, aucun produit n'a jamais été évalué en ce sens<sup>9</sup>.

### Exposition aux NP d'argent

Il est difficile de quantifier les expositions aux NP d'argent par rapport aux sources classiques d'exposition à ce métal (production industrielle des métaux, déchets électroniques, érosion naturelle). Inéluctablement, la multiplication des produits contenant du nanoargent devrait

<sup>1</sup> Par exemple <http://www.reponsesbio.com/2014/09/03/un-super-antibiotique-largent-colloidal/>

<sup>2</sup> Biocides : produits utilisés pour combattre des organismes nuisibles par une action autre qu'une simple action physique ou mécanique, les produits phytosanitaires et pharmaceutiques étant mis à part.

<sup>3</sup> L'argent est aussi utilisé comme colorant alimentaire (E174).

<sup>4</sup> <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rapport-nano-2014.pdf>

<sup>5</sup> <https://www.anses.fr/fr/documents/AP2011sa0224Ra.pdf>

<sup>6</sup> <http://nanodb.dk/en/>

<sup>7</sup> <https://www.anses.fr/fr/content/modalit%C3%A9s-de-mise-sur-le-march%C3%A9-des-produits-biocides>

<sup>8</sup> Selon le *Federal Insecticide, Fungicide and Rodenticide Act* (FIFRA),

<sup>9</sup> <http://www.journaldelenvironnement.net/article/aux-etats-unis-haro-sur-le-nano-argent,54109>

augmenter ses rejets<sup>10</sup>. Des travaux de modélisation essaient de les quantifier en prenant en compte le maillage des habitations et des stations de traitement des eaux usées, le transport des NP, leur sédimentation ou encore les variations probables de leur dilution<sup>11</sup>. Si l'on considère la source textile, par exemple, il semble peu probable, d'après certaines mesures expérimentales, que l'on dépasse les seuils réglementaires concernant l'eau potable<sup>12</sup>; en revanche, l'accumulation de l'argent dans les boues des stations d'épuration, réutilisées ensuite comme fertilisants agricoles, pourrait à terme poser problème. Selon le Comité scientifique européen des risques sanitaires émergents et nouveaux (CSRSSEN ou SCENIHR, juin 2014), « la libération du nanoargent d'argent depuis les stations d'épuration dans le sol et les eaux de surface est vraisemblablement faible ; cependant sa libération à des concentrations toxiques pour certaines espèces est possible »<sup>13</sup>. Une étude allemande de 2013 va dans ce sens<sup>14</sup>.

### Les risques toxiques

Le nanoargent est toxique car il libère une grande quantité d'ions Ag<sup>+</sup> et produit des espèces réactives de l'oxygène qui peuvent se lier à des protéines ou à l'ADN<sup>15</sup>. De plus les NP interagissent avec les récepteurs biologiques des cellules, peuvent pénétrer dans celles-ci et y exercer un « stress »<sup>16</sup>. Il semble donc que l'argent puisse être toxique dans les écosystèmes aquatiques à la fois par un effet ionique et par un effet de taille particulière<sup>17, 18</sup>. Chez l'homme, l'effet toxique le plus connu de l'argent est l'argyrie, une dermatose se traduisant par une coloration grise des gencives, de la peau ou des yeux, essentiellement chez des travailleurs exposés sur une longue période.

### Résistance bactérienne

En théorie, les ions Ag<sup>+</sup> provoquent rarement une résistance bactérienne car ils agissent simultanément sur plusieurs sites des cellules bactériennes. Toutefois, des études *in vitro* ont révélé des résistances chez certaines bactéries. On ne sait pas si l'utilisation des NP accentue ce risque.

### Risques-Bénéfices

Une analyse socio-économique des coûts et des bénéfices associés à la présence de NP d'argent dans les réfrigérateurs domestiques a conclu que les coûts excèdent les bénéfices dans ce cas particulier<sup>19</sup>. La question est posée pour d'autres produits<sup>20</sup>.

---

<sup>10</sup> Avicenn, Risques associés aux nanoparticules d'argent.

<http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=RisquesNanoArgent>

<sup>11</sup> E. Dumont *et al.* Environ Poll. 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2014.10.022>

<sup>12</sup> [http://cohesion.rice.edu/centersandinst/icon/emplibrary/ICON-Backgrounder\\_NanoSilver-in-the-Environment-v4.pdf](http://cohesion.rice.edu/centersandinst/icon/emplibrary/ICON-Backgrounder_NanoSilver-in-the-Environment-v4.pdf)

<sup>13</sup> [http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/emerging/docs/scenihr\\_o\\_039.pdf](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_o_039.pdf)

<sup>14</sup> K.Schlich *et al.* *Environmental Sciences Europe* 2013, 25:17. <http://dx.doi.org/10.1186/2190-4715-25-17>

<sup>15</sup> D. McShan *et al.* 2014. *J Food Drug Anal.* 22 :116-127. <http://www.jfda-online.com/article/S1021-9498%2814%2900011-8/pdf>

<sup>16</sup> <http://www.inrs.ca/english/actualites/breakthrough-nanotoxicology-inrs-researchers>

<sup>17</sup> Li L *et al.* *Nanotoxicology.* 2014 Nov 11:1-10.

<sup>18</sup> [http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/risk\\_to\\_aquatic\\_ecosystems\\_from\\_silver\\_nanoparticles\\_394na1\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/risk_to_aquatic_ecosystems_from_silver_nanoparticles_394na1_en.pdf)

<sup>19</sup> R. Tello *et al.* 2011. Institut pour une Culture de Sécurité Industrielle.

[www.foncsi.org/fr/publications/collections/cahiers-securite-industrielle/ACB-nanoparticules-argent-frigos/CSI-ACB-nanoargent-frigos.pdf](http://www.foncsi.org/fr/publications/collections/cahiers-securite-industrielle/ACB-nanoparticules-argent-frigos/CSI-ACB-nanoargent-frigos.pdf)

<sup>20</sup> [www.bfr.bund.de/en/overview\\_of\\_the\\_presentations\\_at\\_the\\_bfr\\_conference\\_nanosilver\\_on\\_8\\_february\\_2012-129022.html](http://www.bfr.bund.de/en/overview_of_the_presentations_at_the_bfr_conference_nanosilver_on_8_february_2012-129022.html); [www.nanodiode.eu/news/italian-user-committee-on-safe-by-design-of-nanosilver/](http://www.nanodiode.eu/news/italian-user-committee-on-safe-by-design-of-nanosilver/); [www.foe.org/system/storage/877/b3/3/636/Nano\\_and\\_biocidal\\_silver.pdf](http://www.foe.org/system/storage/877/b3/3/636/Nano_and_biocidal_silver.pdf)