



## L'argent (Ag, Nanoag) comme contaminant émergent dans l'estuaire de la Gironde : Evaluations scientifiques et gouvernance des risques

D. Salles, A. Roumezi, L. Lanceleur, J. Schäfer, J.-F. Chiffolleau, D. Auger, G. Blanc, J. Petit, A. Coynel

### ► To cite this version:

D. Salles, A. Roumezi, L. Lanceleur, J. Schäfer, J.-F. Chiffolleau, et al.. L'argent (Ag, Nanoag) comme contaminant émergent dans l'estuaire de la Gironde : Evaluations scientifiques et gouvernance des risques. *Environnement, risques & santé*, John Libbey Eurotext, 2013, 12 (4), p. 317 - p. 327. <10.1684/ers.2013.0634>. <hal-00876275>

**HAL Id: hal-00876275**

**<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00876275>**

Submitted on 24 Oct 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



## **L'argent (Ag, Nanoag) comme contaminant émergent dans l'estuaire de la Gironde : Evaluations scientifiques et gouvernance des risques.**

Silver (Ag, Nanoag), as emerging contaminant in Gironde estuary: Interpreting scientific and risk governance.

**Auteurs: Salles D., Roumezi A., (Irstea Adbx Bordeaux), Lanceleur L., Schäfer J., Chiffolleau JF., Auger D., Blanc G., Petit J., Coynel A. (TGM-UMR-CNRS EPOC 5805, Université de Bordeaux 1)**

Auteur référent : [denis.salles@irstea.fr](mailto:denis.salles@irstea.fr) Tel : 06 07 27 88 43

**Mots clefs** : Environnement, signaux faibles, contaminant émergent, nanomatériaux, gouvernance des risques, interdisciplinarité : géochimie, sociologie, milieux aquatiques estuariens.

### **Résumé**

1 Cet article présente les résultats d'une recherche pluridisciplinaire (géochimie,  
2 sociologie) portant sur l'accroissement observé des concentrations d'argent  
3 sous la forme particulaire et nano particulaire (Ag et nanoAg) dans les milieux  
4 aquatiques de l'estuaire de la Gironde. Il propose conjointement d'analyser les  
5 risques d'une contamination des milieux aquatiques par l'argent et d'observer  
6 le processus de construction sociale et politique de ce risque par les  
7 gestionnaires de l'eau, les autorités sanitaires, les agences et comités  
8 d'expertise et d'évaluation des risques, des associations environnementales et  
9 des industriels utilisateurs d'argent. La mise à jour de quatre types de  
10 construction du risque, permet de comprendre les différentes logiques  
11 d'argumentation mobilisées. Cette coopération scientifique pluridisciplinaire  
12 ouvre des perspectives sur les problématiques santé/environnement en  
13 diffusant des savoirs pour l'action et en favorisant la réflexivité des acteurs  
14 locaux confrontés au problème émergent de la concentration de l'argent dans  
15 les milieux aquatiques.

16

1    **Abstract:**

2    This article presents the results of a multidisciplinary research (geochemistry,  
3    sociology) about the increasing concentrations of silver (Ag and nanoAg) in  
4    the environment and its potential impacts on aquatic environments. This  
5    article investigate the process of social and political construction regarding  
6    silver and nano-silver environmental risk with water managers health  
7    authorities, agencies and experts evaluation committee risk, environmental  
8    associations and potential users of silver or nano-silver. Four updated models  
9    of risk construction allow us to understand the logic of arguments mobilized at  
10   this stage of the Ag emerging risk. This interdisciplinary cooperation show  
11   some issues on health/environment, highlighting the benefits of an approach  
12   that aims to disseminate knowledge for action, promote reflexivity by the local  
13   actors, facing the emerging problem of the concentration of Ag in aquatic  
14   environments.

## 1 **Argent / Nanoargent : Signaux faibles et risque émergent**

2 Depuis une décennie, on assiste à une utilisation croissante de métal argent  
3 sous sa forme ionique et nanoparticulaire (noté respectivement Ag et nanoAg)  
4 pour tirer parti de ses capacités biocides, antibactériennes et  
5 antimicrobiennes. Utilisé dans de nombreux produits manufacturés sous sa  
6 forme ionique et colloïdale, le recours à une forme nanoparticulaire permet  
7 d'améliorer significativement ses performances et constitue un facteur de son  
8 succès croissant [2]. Conjointement à la diffusion commerciale des innovations  
9 nanotechnologiques, on assiste à une montée en puissance de controverses et  
10 d'expertises sur les risques sanitaires et environnementaux de ces produits.  
11 Que ce soit par le biais de discussions institutionnalisées comme le houleux  
12 débat public sur les nanotechnologies organisé en 2009 en France par la  
13 CNDP [3], de mobilisations sociales [4] ou de nombreux rapports d'expertise  
14 d'agences de sécurité sanitaire nationales [5] ou européennes [6], la  
15 problématique controversée des nanotechnologies est entrée dans une phase  
16 de maturation [7]. L'argent en tant que composante de nombreux produits  
17 manufacturés se trouve mis en cause sur deux fronts, d'une part celui des  
18 risques potentiels de son action biocide sur les organismes vivants dans les  
19 milieux aquatiques et d'autre part celui des risques spécifiques liés aux  
20 caractéristiques nanoparticulaires. Ainsi pour le nanoAg « *comme beaucoup*  
21 *d'autres nanoparticules, les incertitudes ont trait aux dangers liés aux*  
22 *substances, mais aussi à leur stabilité dans les organismes et les milieux*  
23 *naturels* »[8]. Illustration de cette incertitude du statut de ces produits, en  
24 2012, l'Environmental Protection Agency aux Etats-Unis a accordé la  
25 première homologation comme pesticide, pour un antimicrobien aux nano-  
26 particules d'argent.<sup>9</sup>

1 La problématique du risque de contamination de l'environnement par l'argent  
2 est abordée ici dans une perspective pluridisciplinaire qui cherche à articuler  
3 des signaux faibles que constitue la détection depuis 2009 d'un accroissement  
4 d'argent dans les milieux aquatiques de l'estuaire de la Gironde avec les  
5 représentations d'acteurs socio-économiques, associatifs et gestionnaires  
6 locaux à l'égard de ce risque environnemental émergent. Ces signaux faibles,  
7 dont les caractéristiques récurrentes sont qu'« *ils sont difficiles à interpréter,*  
8 *informels, improbables et annonciateurs d'évènements* » [10] sont-ils  
9 susceptibles de modifier l'évaluation et la gestion des risques et de  
10 reconfigurer l'enjeu des usages de l'argent ?

11 La recherche s'appuie sur une enquête sociologique conduite en 2012 par  
12 Irstea-ADBX Bordeaux et sur les recherches en biogéochimie (Equipe EPOC-  
13 TGM) développées depuis 2005 sur le suivi des concentrations d'argent dans  
14 les milieux aquatiques. Cette contribution présente dans un premier temps les  
15 résultats de recherche permettant de rendre tangible l'accroissement de la  
16 présence d'argent dans l'estuaire de la Gironde. Dans un second temps, une  
17 typologie des représentations du risque de contamination des milieux par Ag  
18 confronte les argumentations de différentes catégories d'acteurs  
19 (scientifiques, gestionnaires, associations, industriels). Une dernière partie  
20 présente l'évolution récente des principaux modes de gouvernance du risque  
21 émergent Ag.

## 22 **Rendre tangible l'accroissement des concentrations de Ag dans les** 23 **milieux aquatiques**

24 L'équipe « Transfert Géochimique des Métaux à l'interface continent-océan »  
25 (TGM) développe depuis une quinzaine d'années des travaux sur les éléments  
26 traces métalliques dans le continuum-fluvio-estuarien de la Gironde. Ce suivi a

1 permis d'observer en continu l'évolution des rejets métalliques dans ce  
2 système aquatique, majeur à l'échelle européenne, et plus particulièrement  
3 dans le Lot en relation avec l'ancienne activité d'exploitation de minerais de  
4 zinc dans le bassin industriel de Decazeville (Aveyron) [11] (Figure n°1 : Carte  
5 de localisation Lot, Garonne et estuaire Gironde). A partir de l'enregistrement  
6 historique des concentrations en Ag dans les sédiments de retenues de  
7 barrages du Lot en aval du Bassin de Decazeville et dans les huîtres prélevées  
8 depuis 1979 par le suivi d'observation de l'IFREMER [12] à l'embouchure de  
9 l'estuaire de la Gironde, a été estimée la quantité d'argent bio-accumulée dans  
10 les huîtres pouvant être attribuée à la source polymétallique de Decazeville  
11 [13]. (Figure n°2 : Enregistrement historique d'argent dans les huitres de la  
12 Gironde). La décroissance régulière des concentrations métalliques (e.g.  
13 cadmium) observée dans les huîtres depuis l'arrêt de l'activité industrielle sur  
14 le Bassin de Decazeville en 1986, ne se vérifie pas pour l'argent dont  
15 l'augmentation des concentrations à partir des années 1990 ne peut  
16 s'expliquer que par l'intervention de nouvelles sources additionnelles. Les  
17 rejets liés à l'industrie photographique (photographie argentique) considérés  
18 comme la source dominante responsable du premier maximum de  
19 concentration dans les années 1990 ont connu un reflux avec l'ère de la  
20 photographie numérique. La récente hausse observée des concentrations (Cf.  
21 figure n°2), pourrait donc être attribuée à des sources multiples dont la  
22 contribution est actuellement mal connue: érosion des sols agricoles,  
23 ensemencement des nuages (solution d'iodure d'argent) pour éviter les  
24 impacts de la grêle sur les récoltes de vigne et l'arboriculture, rejets des eaux  
25 usées des collectivités... Parallèlement à la détermination des sources  
26 potentielles, la caractérisation du comportement géochimique de l'argent dans

1 un système aussi dynamique qu'un estuaire, composé de gradients de salinité  
2 et de turbidité, permet de déterminer la vulnérabilité des organismes  
3 aquatiques [14]. L'étude écotoxicologique de l'exposition des organismes  
4 emblématiques de l'estuaire tels que les crevettes, les huîtres et les anguilles,  
5 considérés comme des modèles biologiques, apporte une information  
6 significative sur les risques environnementaux et les impacts socio-  
7 économiques associés [15].

### 8 Des innovations technologiques comme source potentielle de rejets de nano- 9 argent

10 En quelques années, les innovations technologiques ont permis la production  
11 de nouvelles formes d'argent manufacturées, de nouveaux usages et  
12 d'applications sources de nouveaux rejets potentiels dans l'environnement. En  
13 août 2008, 56 % des 803 nano-produits répertoriés par le site américain  
14 nanotechproject [16] sont fabriqués à partir de nanoAg et sont utilisés dans  
15 plus de 300 produits de consommation courante. Cette évolution  
16 technologique questionne le processus de relargage de nanoparticules  
17 manufacturées tout au long du cycle de vie des objets (fabrication, utilisation,  
18 mise en déchet). En Europe, les nanomatériaux d'argent sont essentiellement  
19 utilisés comme substance antimicrobienne dans les textiles, dans les  
20 revêtements de surface, dans les produits cosmétiques et dans certains  
21 produits de pulvérisation [17]. La quantité d'argent utilisée pour des actions  
22 biocides sous la forme de nanoparticulaire dans différents produits  
23 manufacturés a été multipliée par 500 entre 2000 et 2004 [18]. Cette  
24 croissance devrait être multipliée par un facteur allant de deux à dix d'ici  
25 2015. Ces évolutions conduisent les agences d'évaluation du risque à  
26 consolider leurs travaux d'expertises sur les nanomatériaux (AFSSET 2006-



1 2008-2010 [19], AFSSA 2009, ANSES 2012) et à formuler des  
2 recommandations pour réglementer le risque environnemental lié aux usages  
3 du nanoAg (AFSSET 2010, ANSES 2012, SCENIHR 2013) [20].

#### 4 **Prise de conscience et émergence du risque**

5 Selon les témoignages de divers scientifiques académiques, comités  
6 d'expertise sanitaire et gestionnaires de l'eau, les arguments « de *mise en*  
7 *visibilité du problème* », « de *prise de conscience* » ou encore « *l'intérêt*  
8 *nouveau que l'on y porte* » permettent de caractériser l'argent comme un  
9 contaminant émergent. Il reste encore à mesurer le degré de priorité accordé  
10 à ces contaminants environnementaux émergents par les gestionnaires  
11 locaux de l'environnement et la santé.

#### 12 **Des représentations différenciées du risque émergent Ag**

13 L'enquête sociologique par entretiens semi-directifs (N=23) réalisée auprès  
14 des divers organismes (laboratoires de recherche, organismes gestionnaires  
15 de l'eau, agences sanitaires, industriels, associations d'environnement...)  
16 permet de dégager quatre principaux types de représentations des risques  
17 environnementaux liés au contaminant argent.

#### 18 **Veille scientifique et vigilance civique**

19 Pour le premier type, qualifié de « veille scientifique », la réalité du risque  
20 émergent Ag est déterminée sur la base d'une première interprétation de  
21 signaux faibles qui ont été traduits en faits tangibles par des résultats de  
22 recherche scientifique publiés (dont notamment ceux cités supra : observation  
23 de l'accroissement des apports de Ag, identification des diverses sources,  
24 mesure des impacts biologiques de la contamination...). Les tenants de ce  
25 modèle de « veille scientifique » privilégient un travail de déconfinement et de  
26 vulgarisation des résultats scientifiques pour interpeller l'attention des

1 décideurs et des gestionnaires de l'environnement. Le type de « vigilance  
2 civique », représenté essentiellement par les associations environnementales,  
3 s'attache à alerter l'opinion publique et les autorités sur les dangers de  
4 l'argent, et en particulier de sa diffusion sous sa forme nanoparticulaire. Ces  
5 interpellations et ces alertes [21] insistent sur la mise en avant du principe de  
6 précaution en réponse aux incertitudes du risque émergent Ag. Cependant,  
7 cet effort de mise en visibilité scientifique et cet appel à la vigilance citoyenne,  
8 ne semblent trouver, dans un premier temps, qu'un faible écho parmi les  
9 gestionnaires de l'eau et les autorités sanitaires.

#### 10 **Le modèle normatif : un risque contrôlé**

11 Le principe argumentatif des gestionnaires de l'eau et des autorités  
12 administratives, vis à vis d'un potentiel risque environnemental Ag, se  
13 construit essentiellement en référence aux normes en vigueur « *il n'y a pas de*  
14 *risque car il n'existe plus de norme pour l'argent dans l'eau* » selon un  
15 gestionnaire de l'eau. Alors que les décrets de 1980 et 1989 [22] relatifs à la  
16 qualité de l'eau destinée à la consommation humaine exigeaient des valeurs  
17 de concentration de Ag inférieures ou égales à 10 µg/l (Ag), cette norme n'est  
18 désormais plus en vigueur dans les dispositifs réglementaires. En l'absence de  
19 faisceaux convergents ou de sources connues sur une contamination de  
20 l'environnement par Ag, le modèle normatif privilégie le statu quo : Ag est  
21 considéré comme une substance indésirable mais non-prioritaire en terme de  
22 gestion de la santé et l'environnement, contrairement aux contaminants  
23 prioritaires par leur abondance et leur toxicité pour les humains. A ce titre le  
24 risque de contamination Ag est placé dans la « file d'attente » des  
25 préoccupations des gestionnaires locaux.

26

## 1                   **Les hésitations du modèle marchand**

2   Le type qualifié de « marchand », qui représente essentiellement des  
3   professionnels qui utilisent l'argent dans le cadre de leur activité économique,  
4   mobilise l'argument connu et contesté du *safety by design* [23] pour lequel les  
5   garanties apportées par la modernisation des procédés industriels limiteraient  
6   les risques environnementaux. A l'opposé de la critique radicale vis à vis des  
7   nanomatériaux (dont nanoAg) observée dans le type de la « vigilance  
8   civique », le modèle « marchand » s'inscrit dans un programme global et une  
9   compétition technico-industrielle pour maîtriser le monde dans ses processus  
10  les plus fins [24]. Les controverses croissantes autour des nanotechnologies  
11  contribuent cependant à freiner l'ardeur des discours prométhéens des  
12  industriels sur les nanomatériaux. Un nombre croissant d'entreprises retire  
13  délibérément le nanoAg de leurs produits en justifiant l'insuffisance des  
14  « bénéfiques utilisateurs » (comme l'argent dans les textiles par exemple) ou,  
15  se rangent derrière le principe de précaution pour éviter le risque commercial  
16  d'une stigmatisation de leurs produits. La fin des années 2000 correspond  
17  même à un renversement de l'argumentation marketing de l'utilisation de  
18  nanoAg. Vantée, il y a encore quelques années pour améliorer la qualité des  
19  produits (cosmétiques, antibactériens...) la présence de nanoAg est désormais  
20  passée sous silence et l'on observe même, dorénavant, une multiplication de  
21  produits étiquetés « sans nano-argent » [25].

## 22                   **La gouvernance du risque argent**

23  Pour palier au constat de lacunes des dispositifs de prévention des risques sur  
24  les nanoparticules (dont nanoAg), le règlement REACH (CE n°1907/2006)  
25  prévoit de nouvelles mesures sous l'impulsion des agences nationales (dont  
26  l'ANSES), du comité européen d'expertise SCENIHR et de l'implication

1 d'associations de protection de l'environnement. Depuis 2013, REACH réduit  
2 de une tonne à cent grammes par an, le seuil d'obligation pour la déclaration  
3 des nanomatériaux produits ou importés dans l'Union Européenne.  
4 En France, depuis le 1<sup>er</sup> mai 2013, une « déclaration annuelle obligatoire des  
5 nanomatériaux » (Décret n° 2012-232 du 17 février 2012) doit être envoyée à  
6 l'Anses, qui s'est dotée d'un nouveau groupe d'experts sur les nanomatériaux  
7 pour dresser cet état des lieux annuel. Une méthodologie d'évaluation des  
8 risques spécifiques aux nanoparticules est en cours de définition. Le règlement  
9 biocide (Règlement n°528/2012 du Parlement européen, 22 mai 2012) qui  
10 entre en vigueur le 1<sup>er</sup> septembre 2013 pour une première série de substances  
11 actives et en 2020 pour les autres substances, constitue une autre étape de  
12 normalisation concernant la mise sur le marché et l'utilisation des produits  
13 biocides. Enfin, un dispositif d'étiquetage des nanomatériaux biocides, avec  
14 mention des risques spécifiques, devrait voir le jour en fonction de la  
15 progression des expertises.

## 16 **Conclusion**

17 L'identification d'un accroissement régulier de Ag dans les milieux aquatiques  
18 de l'estuaire de la Gironde et la mise à jour de quatre types d'argumentations  
19 différenciées du risque émergent Ag, peuvent être interprétés comme une  
20 séquence provisoire significative, de la construction d'un risque  
21 environnemental fondé sur des signaux faibles. Les scientifiques cherchent à  
22 consolider la robustesse de leur connaissance, à renforcer leur potentiel et à  
23 développer le financement de leur recherche par une sensibilisation des  
24 autorités publiques ; les associations assument leur rôle de vigilance et  
25 d'alerte ; les gestionnaires de l'environnement hiérarchisent leurs capacités de  
26 contrôle au gré des priorités réglementaires et les industriels évaluent l'intérêt

1 stratégique de valoriser commercialement les innovations technologiques du  
2 nanoAg. Cette étape émergente est marquée par la persistance de  
3 divergences et d'incertitudes sur les définitions et la caractérisation de Ag, sur  
4 les quantités produites et utilisées, sur les impacts environnementaux.

5 La démarche mobilisée, articulant géochimie et sociologie est porteuse  
6 d'enseignements et de promesses. Cette confrontation des connaissances  
7 permet d'éviter l'écueil d'une interprétation de sens commun des résultats de  
8 chaque discipline. Alors que la controverse sur les nanotechnologies est  
9 souvent médiatisée aux niveaux national et européen, l'observation d'une  
10 configuration locale concrète permet une analyse conjointe de la mesure de la  
11 contamination argent dans un écosystème estuarien et de la dynamique du  
12 système d'action de la gestion des risques environnementaux. A ce titre, cette  
13 approche vise à promouvoir des savoirs ayant prise sur les représentations et  
14 les actions des différents acteurs locaux, interrogeant par là même la  
15 performativité de la connaissance scientifique diffusée.

16

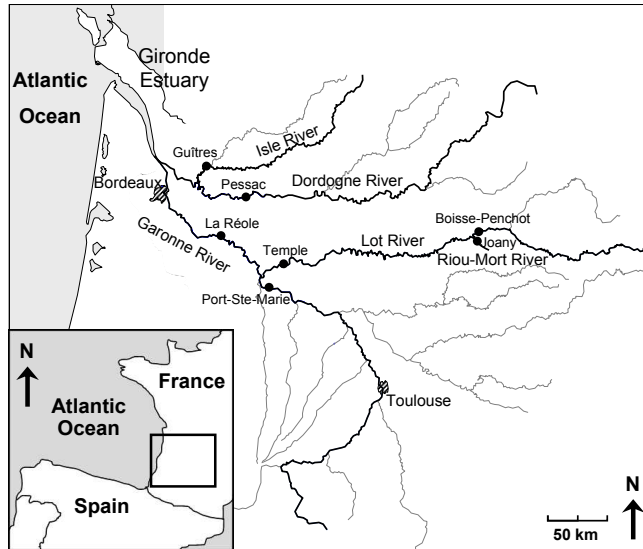
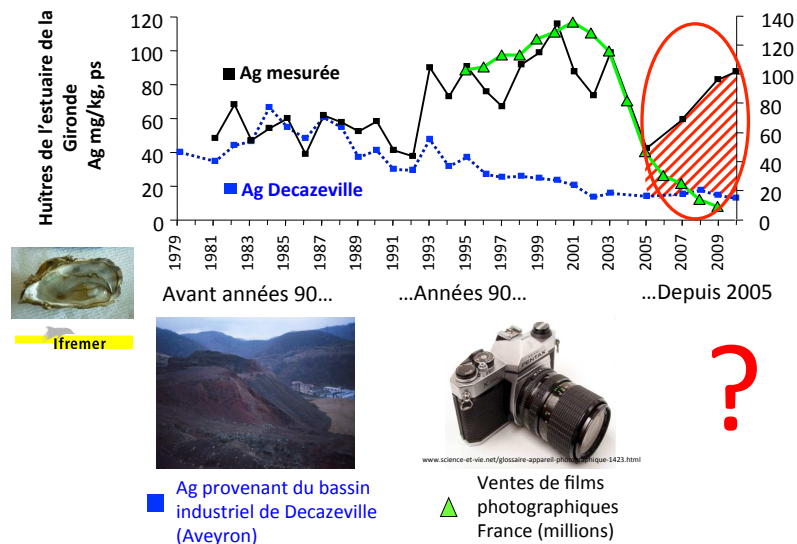


Figure 1 : Carte localisation Lot, Garonne et estuaire Gironde

1  
2  
3  
4

**Enregistrement historique d'argent dans les huîtres de la Gironde**



Lanceleur et al. 2011. Long-term records of cadmium and silver contamination in sediments and oysters from the Gironde fluvial-estuarine continuum – Evidence of changing silver sources. *Chemosphere*

Figure 2

5  
6  
7

<sup>1</sup> **IRSTEA ADBX** : *Unité Aménités et Développement des Territoires Ruraux. Institut National de Recherche en Sciences et Technologies pour l'Environnement et l'Agriculture. Centre de Bordeaux*

**TGM- UMR EPOC** *Equipe Transferts Géochimiques des Métaux, Unité Mixte de Recherche CNRS EPOC 5805. Université de Bordeaux 1*

<sup>2</sup> Laurent B. *Democracies on trial, Assembling nanotechnology and its problems. Doctorat de l'école nationale supérieure des mines de Paris, Spécialité socio-économie de l'innovation, 2011 ; .549 p.*

[http://pastel.archives-ouvertes.fr/docs/00/71/64/28/PDF/these\\_BriceLaurent.pdf](http://pastel.archives-ouvertes.fr/docs/00/71/64/28/PDF/these_BriceLaurent.pdf)

<sup>3</sup> <http://www.debatpublic-nano.org/>

<sup>4</sup> Senjen R, Illuminato I. Nano & Biocidal silver, Extreme germ killers present a growing threat to public health. *Friends Of the Earth Australia & USA*, 2009 ; .46 p.

Rapport sur l'accroissement de l'utilisation de l'argent et du nanoargent comme biocides et de leur dispersion dans l'environnement :

[http://www.amisdela terre.org/IMG/pdf/nanoargent\\_rapport\\_foei .pdf](http://www.amisdela terre.org/IMG/pdf/nanoargent_rapport_foei .pdf)

Pièce et main d'œuvre. Aujourd'hui le nanomonde #17, Le présent a-t-il besoin de nous ? *Le Monde* 22 juillet 2012 ; .19 p.

[http://www.piecesetmaindoeuvre.com/spip.php?page=resume&id\\_article=381](http://www.piecesetmaindoeuvre.com/spip.php?page=resume&id_article=381)

<sup>5</sup> Rapport d'expertise collective AFSSET. Évaluation des risques liés aux nanomatériaux pour la population générale et pour l'environnement. Saisine n°2008/005, 2010; .207 p.

Expertise sur 4 produits contenant des nanoparticules d'argent : <http://www.afsset.fr/index.php?pageid=452&newsid=546&MDLCODE=news>

<sup>6</sup> SCENIRH. European parliament request for a scientific opinion on nanosilver: safety, health and environmental effects and role in antimicrobial resistance, 2012 : [http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/emerging/docs/scenirh\\_q\\_027.pdf](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenirh_q_027.pdf)

<sup>7</sup> Chateauraynaud F., Debaz J. (2011) Processus d'alerte et dispositifs d'expertise dans les dossiers sanitaires et environnementaux, Rapport final. Observatoire informatisé de veille sociologique. <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/66/25/01/PDF/note7.pdf>

<sup>8</sup> Laurent B. Les politiques des nanotechnologies, Pour un traitement démocratique d'une science émergente, Paris, *Charles Léopold Mayer*, 2010 ; .245 p.

<sup>9</sup> [http://www.merid.org/en/Content/News\\_Services/Nanotechnology\\_and\\_Development\\_News/Articles/2012/Feb/22/EPA.aspx](http://www.merid.org/en/Content/News_Services/Nanotechnology_and_Development_News/Articles/2012/Feb/22/EPA.aspx)

<sup>10</sup> Brizon A. Compréhension et gestion des signaux faibles dans le domaine de la santé-sécurité. Thèse à l'école des Mines ParisTech, Spécialité sciences et génie des activités à risques, 2009 ; 312 p. [http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/40/36/23/PDF/BRIZON\\_these.pdf](http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/40/36/23/PDF/BRIZON_these.pdf)

<sup>11</sup> Lancelleur, L, Schäfer J, Coyne A, Bossy C, Blanc G (2011a). Dissolved and particulate silver transport at the watershed scale – anthropogenic component and fluxes into the Gironde Estuary (1999-2009). *Applied Geochem.* 26:797-808.

<sup>12</sup> Chiffolleau et al., Distribution of silver in mussels and oysters along the French coasts : Data from the national monitoring program, *RNO-ROCCH*. IFREMER : L'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer. 2005

Le réseau de biosurveillance de la qualité du milieu marin mis en place par Ifremer en 1979 (RNO : Réseau National d'Observation) a été renommé depuis la DCE 2000, ROCCH : Réseau d'Observation des contaminations chimiques du milieu marin.

<sup>13</sup> Lancelleur L, Schäfer J, Chiffolleau JF et al (2011b). Long-term (30 years) records and relationships of cadmium and silver contamination in sediment and oysters from the Gironde fluvial-estuarine continuum. *Chemosphere* 85:1299-1305.

<sup>14</sup> Lancelleur L, Schäfer J, Blanc G et al. Silver behaviour along the salinity gradient of the Gironde Estuary. *Environ. Sci. Poll. Res.* 2012.

<sup>15</sup> Les connaissances sur les transferts d'argent dans le système girondin actuellement disponibles sont le fruit de différents projets de recherche en cours ou terminés (e.g. EEL - scope ANR-07-VULN-003, GAGILAU PERIMETRE, Marie Curie ISOGIRE, etc.).

<sup>16</sup> Nanotechproject du Woodrow Wilson Institute: Produits recensés contenant des nanoargent : [http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/search/?keywords=silver&company=0&country\\_origin=0&categories=0&subcategories=0&created=&modified=&search=1](http://www.nanotechproject.org/inventories/consumer/search/?keywords=silver&company=0&country_origin=0&categories=0&subcategories=0&created=&modified=&search=1)

<sup>17</sup> BFR (équivalent allemand de l'ANSES). Nanosilver : progress in the sphere of analysis, gaps in toxicology and exposure, 2012 :

[http://www.bfr.bund.de/en/press\\_information/2012/08/nanosilver\\_progress\\_in\\_the\\_sphere\\_of\\_analysis\\_gaps\\_in\\_toxicology\\_and\\_exposure-128942.html](http://www.bfr.bund.de/en/press_information/2012/08/nanosilver_progress_in_the_sphere_of_analysis_gaps_in_toxicology_and_exposure-128942.html)

Pour une traduction française : <http://amqar.blog.processalimentaire.com/?p=23529>

- 
- <sup>18</sup> Gaffet E. L'analyse bénéfiques/risques appliquée aux nanotechnologies : l'exemple du nano-argent. Compte-rendu de nanoforum d'avril 2009, CNRS ; .28 p. : [http://www.vivagora.fr/images/stories/dwl/pdf/Compte-rendu\\_Nanoforum\\_2-avril-2009.pdf](http://www.vivagora.fr/images/stories/dwl/pdf/Compte-rendu_Nanoforum_2-avril-2009.pdf)
- <sup>19</sup> Rapport d'expertise collective AFSSET (Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail). Évaluation des risques liés aux nanomatériaux pour la population générale et pour l'environnement. Saisine n°2008/005, 2010; .207 p.  
Expertise sur 4 produits contenant des nanoparticules d'argent : <http://www.afsset.fr/index.php?pageid=452&newsid=546&MDLCODE=news>
- <sup>20</sup> A.R.S : Agence Régionale de Santé  
ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail  
SCENIHR : Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR)  
SCENIRH. European parliament request for a scientific opinion on nanosilver: safety, health and environmental effects and role in antimicrobial resistance, 2012 : [http://ec.europa.eu/health/scientific\\_committees/emerging/docs/scenihr\\_q\\_027.pdf](http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/emerging/docs/scenihr_q_027.pdf)
- <sup>21</sup> Chateauraynaud F, Torny D. Les sombres précurseurs. Une sociologie pragmatique de l'alerte et du risque, Paris, eds *EHESS*, 1999 ; .476 p.
- <sup>22</sup> Décret n° 89-3 du 03/01/89 relatif aux eaux destinées à la consommation humaine à l'exclusion des eaux minérales naturelles : [http://www.ineris.fr/aida/consultation\\_document/3239](http://www.ineris.fr/aida/consultation_document/3239)
- <sup>23</sup> Chateauraynaud F., Debaz J. (2011) op. cit.
- <sup>24</sup> Laurent B., (2010) op. cit.
- <sup>25</sup> Sustainability Council. The Invisible Revolution: Nanotech commercialisation racing ahead of safety regulation, New Zealand, 2010 ; .25 p. : <http://www.sustainabilitynz.org/docs/TheInvisibleRevolutionJune2010.pdf>