

Les nanoparticules sont elles dangereuses pour la santé ?

NANOTECHNOLOGIES

Séminaire DES 27 septembre 2010
Maximilien GUERICOLAS – ISP Amiens

Définitions

Nano-objets : (ISO, 2008)

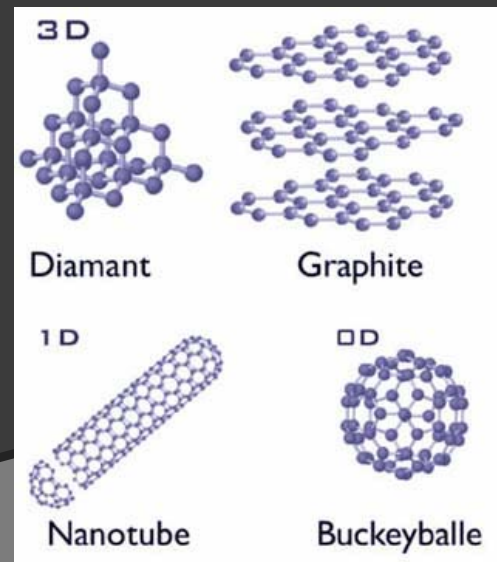
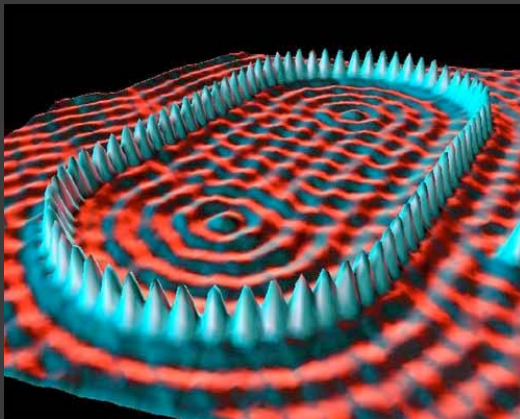
Nano-échelle : gamme de taille allant environ de 1 nm à 100 nm.

Nano-objet : élément dont une, deux ou trois dimensions sont à la nano-échelle.

Nanoparticule : nano-objet ayant ses trois dimensions externes à la nano-échelle.

Nanofilms, nanocouches ou nanorevêtements : nano-objet dont une dimension est à l'échelle nano, et dont les deux autres dimensions sont nettement plus grandes.

Nanofibres, nanotubes, nanofilaments ou nanobâtonnets : nano-objet dont deux dimensions externes sont à la nano-échelle, et dont la troisième est nettement plus grande.



Contexte

L'évolution technologique de 1995 à 2003 dans le monde [\[modifier\]](#)

Au regard de l'article paru dans la revue Nature Nanotechnology¹¹ en 2006, on note l'évolution suivante po

Année	1995	2000	2003
Nombre de brevets pour l'année	950	1 600	2 600

Si ces chiffres représentent une forte évolution, on note également une relative stabilité pour ces deux pér

L'évolution des connaissances fondamentales entre 1989 et 2000 dans le monde [\[modifi](#)

Nous prendrons pour caractériser l'évolution des publications scientifiques, un article¹² utilisant une méth

Périodes	1989-1990	1991-1992	1993-1994	1995-1996	1997-1998	1999-2000
Publications cumulées	1 000	10 000	20 000	35 000	55 000	80 000
Nouvelles publications	1 000	9 000	10 000	15 000	20 000	25 000

Périodes de créations des entreprises concernées par les NST [\[modifier\]](#)

En suivant un rapport¹³ émis par la commission européenne à propos de l'estimation du développement

Périodes de création	Avant 1900	1900-1950	1951-1980	1981-1990	1991-2000	
Nombre d'entreprises concernées		20	60	45	75	230

Les nanomatériaux pour lesquels le groupe de travail a pu identifier des produits finis ou intermédiaires sont les suivants :

- Argent ;
- Argile ;
- Biopolymères ;
- Carbonate de calcium ;
- Carbonate de potassium ;
- Céramique ;
- Dioxyde de titane ;
- Fluoro-carbone ;
- Fluoropolymères ;
- Fullerène ;
- Latex ;
- Nanotubes de carbone (NTC) ;
- Or ;
- Oxyde d'aluminium ;
- Oxyde de cérium ;
- Oxyde de zinc ;
- Oxyde de zirconium ;
- Platine ;
- Résine acrylique ;
- Silicate d'aluminium ;
- Silice.

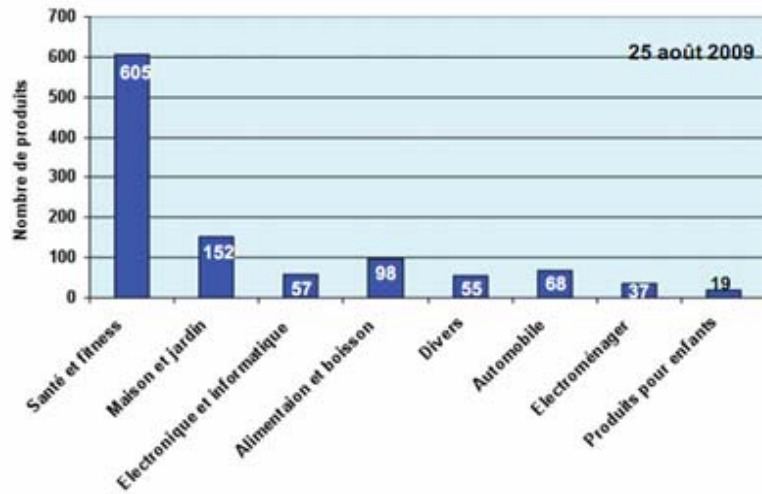


Figure 2 : Répartition des nano-produits par catégories (25 août 2009, extrait du Woodrow Wilson Institute)

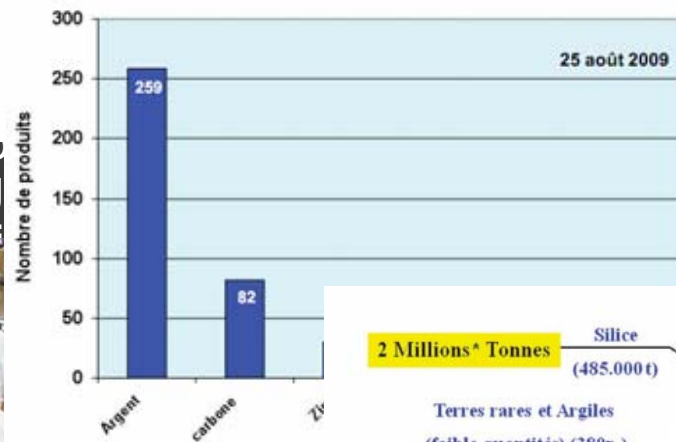


Figure 5 : Classement des nano-produits

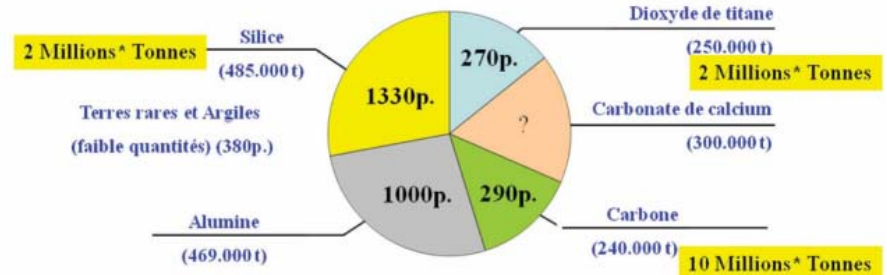
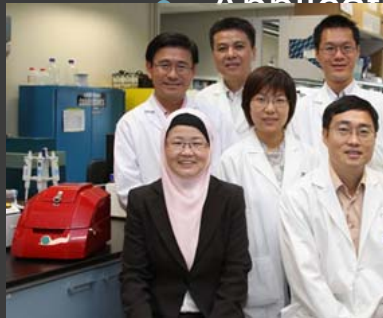
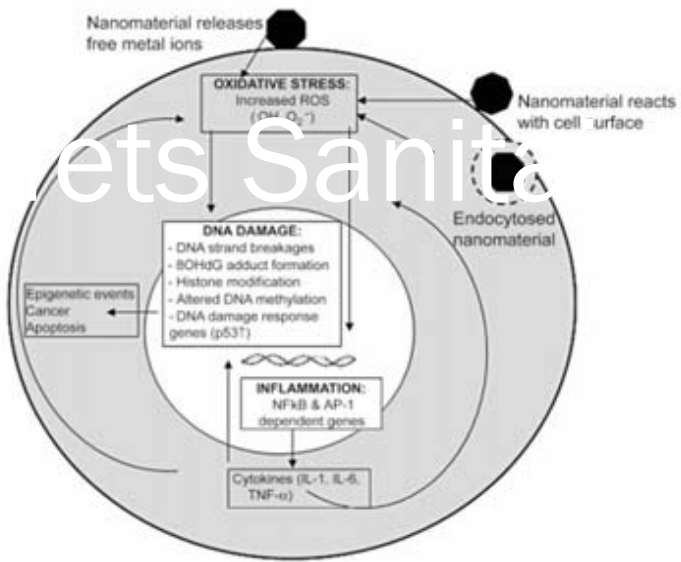


Figure 6 : Production nationale française de nanoparticules (en fonction de leur nature chimique). En encadré la production mondiale (selon rapport Afsset, Juillet 2008)

on ;
mécaniques,



ets Sanita

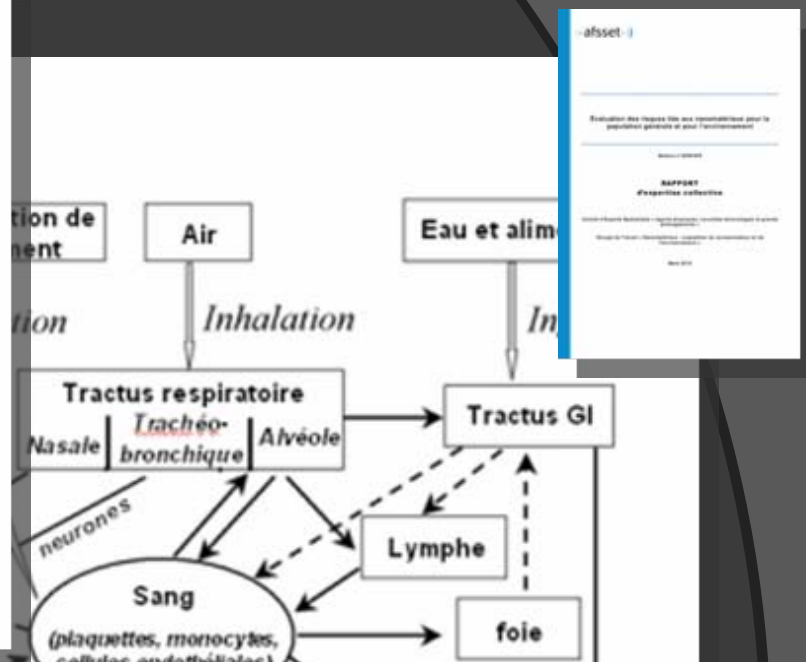


Figure 16 : Mécanismes indirects qui peuvent conduire à la génotoxicité (d'après Singh N., 2009).

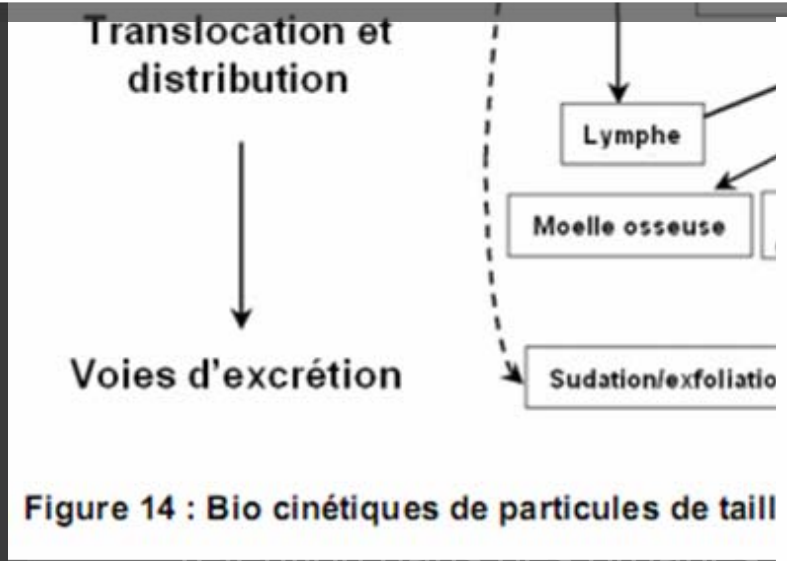


Figure 14 : Bio cinétiques de particules de taille

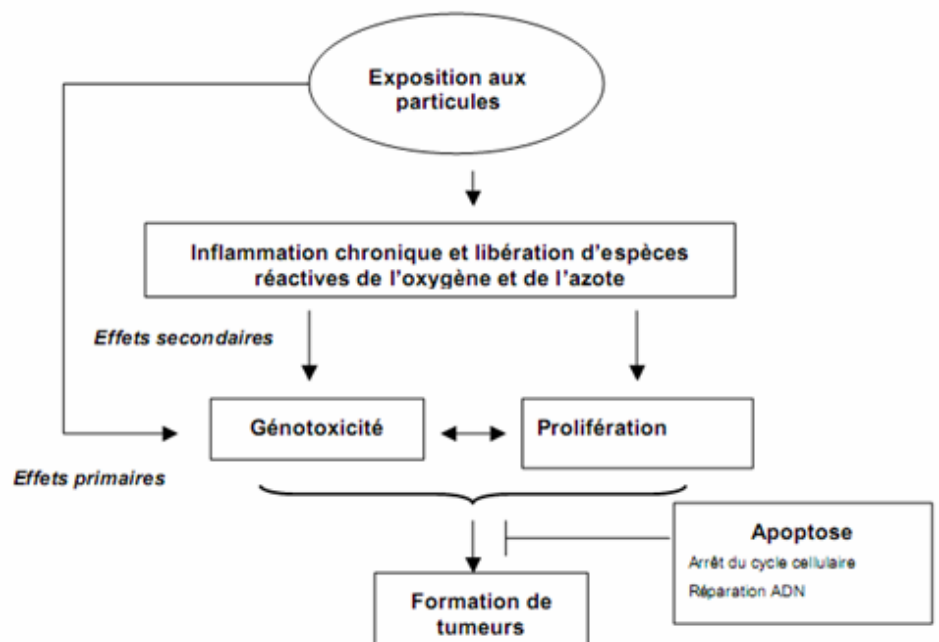


Figure 15 : Voies de génotoxicité primaires et secondaires impliquées dans la cancérogénicité des particules (D'après (Schins R.P.F., Knaapen A.M.,2007).

Haut Conseil de la santé publique

- **Recommandation de vigilance relative à la sécurité des nanoparticules d'argent - 12 mars 2010 :**
 - études disponibles et les données actuelles insuffisantes, ne permettent pas une évaluation des risques
 - il n'existe pratiquement pas d'informations sur exposition chronique or, les expositions humaines semblent principalement liées à :
 - produits d'hygiène corporelle
 - textile
 - médecine
 - alimentation (emballages alimentaires, traitement de surface des réfrigérateurs entre autres) ;
 - augmentation croissante de l'utilisation dans les biens de consommation courants
 - capacités de diffusion et de dissolution dans les milieux sont mal connues à l'heure actuelle ;
 - peu d'informations sur la tenue en usage des produits contenant ; on ignore s'il existe une corrélation entre la teneur des produits et les formes ou quantités relarguées ;
 - les voies les plus probables de la contamination sont l'inhalation, la voie cutanée en cas de lésions, que les autres voies possibles de contamination sont la voie urogénitale et, en particulier, la voie digestive
 - récentes études de toxicocinétique par inhalation [4], [5] et par voie orale [6] chez le rat mettent en évidence
 - un passage des nanoparticules d'argent à travers les barrières pulmonaire et digestive vers le sang,
 - une distribution systémique et une accumulation faible mais détectable dans le foie, les reins, la rate, le cerveau et le cœur ;
 - études récentes sur cellules provenant de différents tissus (cellules souches, respiratoires, intestinales, hépatiques, nerveuses, fibroblastes, macrophages) montrent une capacité d'accumulation intracellulaire, un stress oxydant, une génotoxicité et une cytotoxicité par apoptose (mort cellulaire programmée)[3] ;
 - l'accumulation de nano Ag dans l'environnement peut avoir un effet sur les populations de micro-organismes, en particulier les bactéries (sélection, résistance) ;
 - les industriels producteurs ou utilisateurs du Nano Ag estiment que l'utilisation depuis de nombreuses années de l'argent colloïdal dans des préparations à usage médical sans risque avéré pour l'homme donne des arguments suffisants pour ne pas reconsidérer sa toxicité [8] ;



Effets Sociétaux

- ◎ **«convergence» :**
 - lien entre la biologie, la physique, la chimie, la médecine ou les sciences de l'information
 - technologies dotées de propriétés du vivant et de la matière inerte
- ◎ **Impact sur la santé, l'environnement et la société :**
 - une atteinte aux libertés publiques et individuelles
 - les risques sanitaires et environnementaux associés à la création et à l'utilisation manipulation du vivant
- ◎ **Problème de l'identité même de l'homme**
 - coexistence entre «humains augmentés» et «humains»
- ◎ **Risque de détournement des usages**
 - Nécessité d'une réglementation cohérente

Règlementation

- AFNOR (Association Française de Normalisation) a mis en place, en juin 2005, une commission consacrée aux nanotechnologies.
- Représentants dans CEN (Comité européen de normalisation) et à l'ISO (Organisation internationale de normalisation).
- REACH...
 - Seulement applicable à des substances produites par tonnes

Conclusion

- ⊙ Une situation d'incertitude radicale et intrinsèque
 - Complexité des systèmes et des modes d'industrialisation
 - Contexte de mondialisation des activités de production
 - Rythmes d'obtention des résultats scientifiques
 - Démultiplication des expositions possibles aux nanoparticules
 - Dissémination, accumulation
- ⊙ Nécessité de multiplier les études toxicologiques
 - Multiplication des études toxicologiques et écotoxicologiques
 - 2 % des publications sur les nanomatériaux concernent les risques
 - Difficile application des modèles traditionnels d'évaluation des risques :
 - Absence de **standardisation** des procédés de production industrielle
 - Variation, parfois très importante, des nanomatériaux pendant leur **cycle de vie**
 - Propriétés fonction de leur **taille**, leur **forme**, leur recouvrement de **surface**, etc

Références

- p36 : Utilisation croissante des nanoparticules : Quels sont les risques encourus ?
 - Le praticien et l'environnement - Pr. Francelyne MARANO – Université Paris V
- p105-143 : Rayonnements – OGM – Nanotechnologies : Danger ou Progrès ?
 - Ed. Vuibert
- Évaluation des risques liés aux nanomatériaux pour la population générale et pour l'environnement
 - RAPPORT d'expertise collective – AFSSET - Mars 2010
- [Communiqué de presse : présentation du plan nanotechs](#)
 - Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Nanotechnologie>
- <http://fr.wikipedia.org/wiki/Nanoparticule>
- http://www.debatpublic-nano.org/informer/dossier-maitre-ouvrage.html?id_document=19&pointer=3
- <http://www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosnano/>
- <http://www.nanowerk.com/>
- <http://www.vivagora.org/>
- [Haut Conseil de la Santé Publique](#)
- http://www.debatpublic-nano.org/informer/contribution-du-nanoforum.html?id_document=14
- <http://www.nanotechproject.org/>