

Nanotechnologies
Nanomatériaux
Nanoparticules



Quels impacts ?
sur l'homme
et l'environnement

INERIS

maîtriser le risque |
pour un développement durable |

ACCOMPAGNER L'INNOVATION POUR RELEVER LES DÉFIS DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

L'INERIS est un Établissement Public à caractère Industriel et Commercial, placé sous la tutelle du Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement durables. Il a pour mission d'évaluer et de prévenir les risques accidentels ou chroniques pour l'Homme et l'environnement liés aux installations industrielles, aux substances chimiques et aux exploitations souterraines.

L'INERIS effectue des travaux de recherche destinés à mieux comprendre les

phénomènes dangereux et mettre au point des outils opérationnels au service de l'évaluation et de la prévention des risques. Il apporte un appui technique aux Pouvoirs Publics pour l'élaboration et la mise en oeuvre des réglementations, des normes, des méthodes de référence et des systèmes de certification. Il réalise des prestations pour l'Administration, les entreprises et les collectivités locales et contribue à la culture du risque par sa présence dans des manifestations professionnelles et grand public et la mise à disposition de documents scientifiques et techniques.

L'INERIS conjugue l'approche expérimentale, la modélisation, l'approche méthodologique des risques, ainsi que le retour d'expérience pour une meilleure compréhension des phénomènes à l'origine des risques. L'INERIS est doté de laboratoires d'analyses physico-chimiques et de moyens d'essais parmi les plus importants au plan national.

Institut national de l'environnement industriel et des risques
Parc technologique Alata - BP2
60550 Verneuil en Halatte
Direction de la communication
03 44 55 64 37 • www.ineris.fr



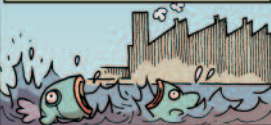
*maîtriser le risque
pour un développement durable*

ET SI LES NANOPARTICULES PÉNÈTRENT DANS NOS CORPS...

J'TE DIS PAS LES RISQUES TOXICOLOGIQUES, IL FAUDRAIT PAS QUE ÇA FASSE COMME POUR L'AMIANTE OU PIRE QUE ÇA ATTEIGNE TON CERVEAU EN TRAVERSANT TON CORPS TELLEMENT C'EST PETIT !



ET PUIS POUR L'ENVIRONNEMENT, ÇA DONNE QUOI LES NANOPARTICULES QUI POURRAIENT SE BALADER DANS LA NATURE ET INTOXIQUER LES ANIMAUX OU LES PLANTES ?



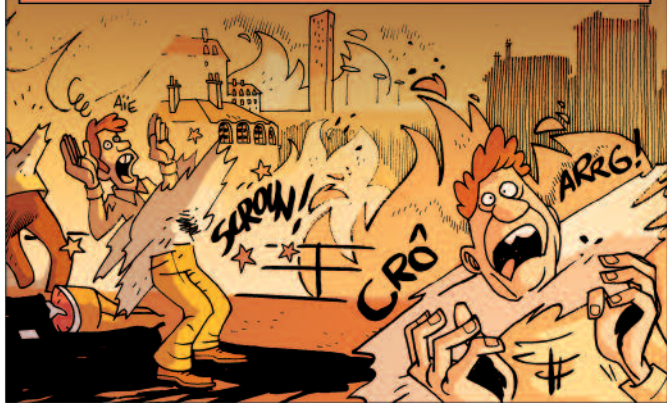
QUANT À LA SOCIÉTÉ, AVEC LA HAUTE TECHNOLOGIE ON A TOUJOURS LE RISQUE DE SE RETROUVER SUPER-SURVEILLÉS !



C'EST POURQUOI, ON MÈNE DES RECHERCHES EN TOXICOLOGIE ET ÉCOTOXICOLOGIE, C'EST LE BOULOT DE MA MÈRE À L'INERIS !



... ET TA MÈRE ELLE ÉTUDIE LES NANOROBOTS QUI VONT UN JOUR PRENDRE POSSESSION DE NOTRE CORPS ET NOUS ASPIRER DE L'INTÉRIEUR ? J'AI VU ÇA DANS UN FILM !



ARRÊTE... T'EXAGÈRES, LÀ C'EST PLUS DE LA SCIENCE, C'EST DE LA FICTION.



DRILL ! ! ! INNNN ! ! !
LE COURS DE PHYSIQUE C'EST PAS DE LA FICTION.



FINALEMENT, IL Y A BIEN EU INTERRO...

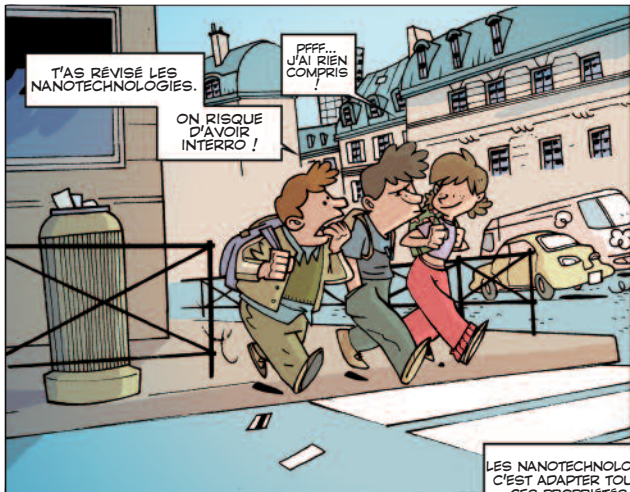


SUPER GÉNIAL,

JE SUIS SÛR D'AVOIR UNE NANONOTE !

ALORS ÇA S'EST BIEN PASSÉ ?

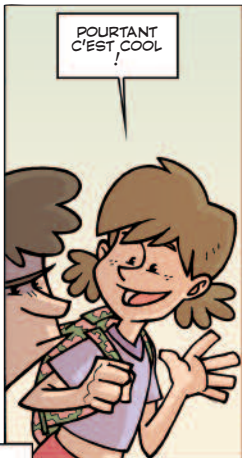




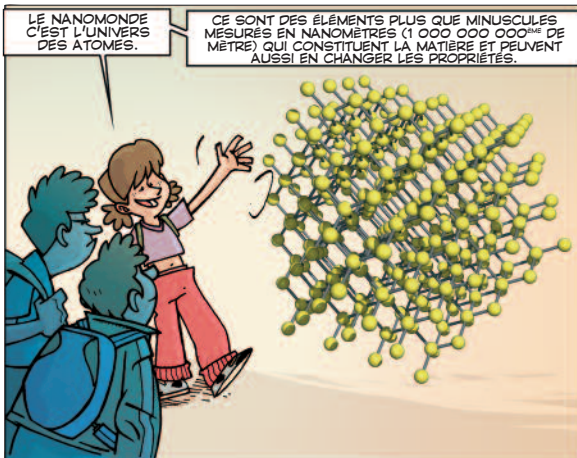
T'AS RÉVISÉ LES NANOTECHNOLOGIES.

PPFF... J'AI RIEN COMPRIS !

ON RISQUE D'AVOIR INTERRO !

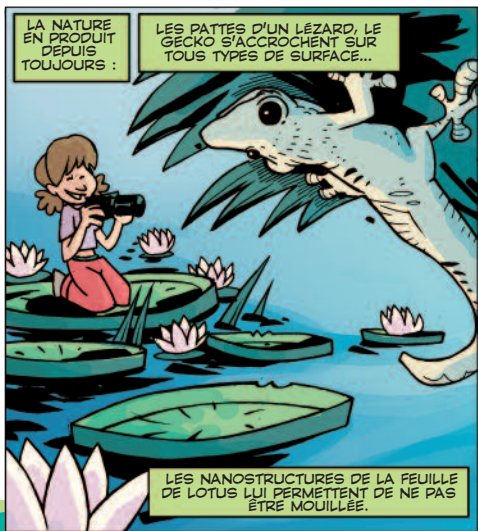


POURTANT C'EST COOL



LE NANOMONDE C'EST L'UNIVERS DES ATOMES.

CE SONT DES ÉLÉMENTS PLUS QUE MINUSCULES MESURÉS EN NANOMÈTRES (1 000 000 000^{ème} DE MÈTRE) QUI CONSTITUENT LA MATIÈRE ET PEUVENT AUSSI EN CHANGER LES PROPRIÉTÉS.



LA NATURE EN PRODUIT DEPUIS TOUJOURS :

LES PATTES D'UN LEZARD, LE GECKO S'ACCROCHENT SUR TOUS TYPES DE SURFACE...

LES NANOSTRUCTURES DE LA FEUILLE DE LOTUS LUI PERMETTENT DE NE PAS ÊTRE MOUILLÉE.

LES NANOTECHNOLOGIES C'EST ADAPTER TOUTES CES PROPRIÉTÉS À NOTRE ENVIRONNEMENT QUOTIDIEN : TRAITEMENTS MÉDICAUX, TECHNOLOGIE MINIATURISÉE, CADRE DE VIE PLUS AGRÉABLE

DES TEXTILES ANTITACHES...

COUP DE CHIFFON ET HOP MA MÈRE N'Y VERRA QUE DU FÉU !



DES VERRES AUTONETTOYANTS POUR DES PARE-BRIS DE VOITURE OU DES IMMEUBLES...

IDEAL AUSSI POUR TATA JACQUELINE !



Ouais mais tu oublies de lui présenter les mégarisques qui craignent...



DES TRAITEMENTS MÉDICAUX...

AÏE

DE L'ÉLECTRONIQUE...

MÉGAKILL EN JEU RÉSEAU SUR UN MICRO PORTABLE !



À L'AUBE D'UN NOUVEAU MONDE

Le nanomonde, le monde de l'atome, est porteur de promesses scientifiques et technologiques gigantesques que ne dément pas le fort développement des nanotechnologies tant au niveau de la recherche que de l'industrie. Pour autant, le souvenir des crises sanitaires, de l'amiante ou des OGM conduit à s'interroger, au nom du principe de précaution, sur les risques éventuels en matière de santé, d'environnement et de sécurité.

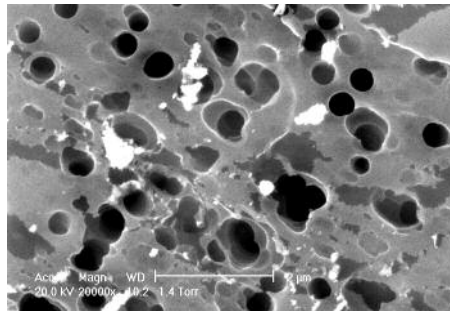
L'homme vit depuis longtemps, voire toujours au contact des nanoparticules naturelles liées aux éruptions volcaniques, aux feux de forêt...

Par ailleurs, il existe dans la nature des nanostructurations de la matière comme par exemple la feuille de lotus qui n'est jamais mouillée ou un lézard nommé gecko qui peut s'accrocher sur tout type de surface. L'homme s'est inspiré de la feuille de lotus pour créer des surfaces autonettoyantes. Il existe aussi des nanoparticules générées par l'homme dans l'atmosphère, il s'agit des produits de la combustion du bois, des particules diesel ou des particules de l'univers domestique créées par les bougies ou les chauffages d'appoint.

Des questions se posent sur les nanoparticules manufacturées. Produites pour être utilisées dans de nombreux domaines technologiques elles peuvent constituer une source d'exposition importante si les promesses de dévelop-

pement se réalisent. En effet, lorsque l'on change d'univers de mesure on change les propriétés ou le comportement des matériaux.

Ces nouvelles propriétés, très prisées lorsqu'il s'agit de les utiliser industriellement, peuvent avoir un impact négatif sur le plan biologique. Le danger pour la santé de l'homme et des espèces est lié à la possible pénétration dans l'organisme par différentes voies respiratoire, digestive ou cutanée. Plusieurs paramètres



peuvent influencer sur la toxicité comme : la diminution de taille, la forme, la surface spécifique. Les nanoparticules induisent des effets toxicologiques qui reposent sur des mécanismes liés à l'inflammation et à la formation de radicaux libres qui peuvent altérer les tissus biologiques environnants si les mécanismes antioxydants de l'organisme ne sont pas en quantité suffisante pour les inactiver.

Les questions posées par les nanoparticules manufacturées dépassent largement le cadre de la stricte évaluation du rapport bénéfique / risque d'un produit ou d'une technologie. Elles conduisent à s'interroger sur les conséquences sociétales des applications liées à la traçabilité par exemple.

QUELS IMPACTS SUR L'HOMME ET L'ENVIRONNEMENT ?

IMPACTS SANITAIRES

Le risque sanitaire dépend de la dangerosité des produits c'est-à-dire la toxicité intrinsèque et du niveau d'exposition. Pour évaluer quantitativement l'exposition des personnes et le risque encouru, il faut identifier les produits en cause, les mesurer dans l'atmosphère et en déduire la quantité à laquelle la personne a réellement été exposée.

C'est pourquoi l'INERIS mène des programmes de recherche qui concernent la métrologie des nanoparticules, leur toxicité et l'expologie qui vise à connaître les niveaux d'exposition d'une personne à des produits qui en contiennent. Des premiers résultats *in vitro* montrent que la taille des particules joue un rôle important dans la toxicité pulmonaire et dans la neurotoxicité. *In vivo* il a été observé une élimination lente des nanotubes de carbone par voie pulmonaire. Enfin, des études sont en cours sur des modèles pharmacocinétiques pour apprécier le devenir des substances dans l'organisme.

LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

Les produits mis à la disposition des consommateurs et contenant des nanoparticules sont de plus en plus nombreux : accessoires sportifs, cosmétiques, appareils électroniques, automobiles... Il existe peu de données sur le comportement des nano-objets dans l'environnement et sur leur écotoxicité. Cette dernière peut être le résultat d'un effet direct ou liée à la présence de polluants sur la surface de la nanoparticule. L'INERIS participe à des programmes de recherche qui ont pour objectifs l'évaluation des expositions expérimentales et la mise au point de méthodologies pour évaluer le risque environnemental. Des premiers résultats montrent que les nanoparticules s'agglomèrent. De nouveaux dispositifs et protocoles sont donc à développer.

RISQUES ACCIDENTELS

Au risque sanitaire lié à la toxicité des nanoproduits s'ajoutent les risques d'incendie et d'explosion bien connus pour les poussières traditionnelles. L'INERIS étudie, dans le cadre du projet européen Nanosafe 2, les conditions de sécurisation des installations de production vis-à-vis de ces risques. Des premiers résultats montrent qu'il est difficile d'extrapoler les résultats obtenus avec des micropoudres aux nanopoudres qui ont tendance à s'agglomérer. Un des prochains enjeux sera de proposer de nouvelles techniques qui permettront d'évaluer les caractéristiques d'explosion dans des conditions nanométriques.

LÉGENDES DES PHOTOGRAPHIES

Couverture :
Copyright : CNRS Photothèque
Photographe : BACHTOLD Adrian
Laboratoire : UMR8551 - LABORATOIRE PIERRE AIGRAIN - PARIS

Deux nanotubes de carbone (C) qui se croisent et qui sont contactés électriquement à 4 électrodes en or (Au). Les nanotubes de carbone peuvent être les composants électroniques du futur, car la miniaturisation atteindra ses limites proches de l'échelle des atomes, et il faudra repenser l'architecture des composants électroniques.

Photo de fond :
Copyright : CNRS Photothèque
Photographe : PILENI Marie-Paule
Laboratoire : URA1662 - STRUCTURE ET REACTIVITE DES SYSTEMES INTERFACIAUX (SRSS) - PARIS
Organisation de nanoparticules d'argent orientées, comme dans un cristal, selon une structure cubique face centrée. Agrandissement successif d'un "pseudo cristal".

Intérieur :
Copyright : INERIS
Nanoparticules de silice.