

Les dossiers du Grappe asbl

NANOTECHNOLOGIES

**Les nanoparticules sont parmi
nous...**



Les nanotechnologies : un nouveau et redoutable défi pour l'humanité !

1. De quoi s'agit-il ?

Le préfixe nano désigne un milliardième d'unité. Un nanomètre (nm) est un milliardième de mètre. Pour situer cette dimension infime, on peut faire remarquer qu'un cheveu humain a une épaisseur de 80.000 nm, qu'une cellule sanguine a une largeur de 7000 nm, qu'un virus a une taille de l'ordre de 100.000 nm, soit l'équivalent de l'épaisseur d'une feuille de papier. Par contre, une molécule d'eau (H₂O) ne mesure que 0,3 nm et les atomes de quelque nature qu'ils soient mesurent environ 0,2 nm.

La matière vivante ou inanimée, est constituée d'un assez faible nombre d'atomes différents (quelques dizaines). L'air est principalement composé d'atomes d'oxygène, d'azote et de carbone, l'eau d'hydrogène et d'oxygène. Les êtres vivants sont essentiellement composés d'atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène.

Ce qui différencie un homme d'un végétal ou le diamant d'un morceau de charbon, c'est l'organisation de ces atomes entre eux. Ainsi, le charbon comme le diamant sont constitués uniquement d'atomes de carbone.

A l'échelle nanométrique, c'est-à-dire entre la dimension atomique (~ 0,2 nm) et 100 nm, on a constaté que les propriétés de la matière peuvent être très différentes de celles constatées à plus grande échelle, c'est-à-dire là où toutes les manipulations et transformations pour la fabrication ont lieu.

La nanoscience est l'étude des phénomènes et la manipulation de matériaux à l'échelle atomique, moléculaire et macromoléculaire.

Les nanotechnologies concernent la conception, la caractérisation, la production et la mise en œuvre de structures, de mécanismes et de systèmes par le contrôle de leur forme et de leurs dimensions à l'échelle du nanomètre.

Ce qui fait l'intérêt des nanotechnologies, c'est l'apparition à l'échelle nanométrique de propriétés très différentes de celles constatées pour les matériaux traditionnels. Il y a deux raisons qui expliquent ces différences :

- la première est due au fait que les nanomatériaux présentent une plus grande surface, pour une masse donnée, que les matériaux classiques ; ceci peut entraîner une augmentation de leur réactivité chimique et modifier leurs propriétés mécaniques ou électriques.

C'est ainsi que les nanotubes de carbone sont 100 fois plus résistants que l'acier et six fois plus légers ;

- la seconde réside dans l'entrée en jeu des effets quantiques pour dominer le comportement de la matière, particulièrement au bas de l'échelle nanométrique. Ces effets quantiques affectent le comportement optique, électrique et magnétique du matériau.

Des nanomatériaux unidimensionnels peuvent être produits, comme les revêtements en couche ultra-mince. Ils peuvent aussi avoir deux dimensions (nanofils et nanotubes) ou trois (nanoparticules).

On comprend que toutes les disciplines scientifiques sont concernées et que les nanotechnologies ont comme caractéristique commune les dimensions infimes auxquelles elles opèrent.

2. Des technologies capables de révolutionner notre futur.

Les propriétés extraordinaires des nanomatériaux n'ont pas manqué de provoquer l'enthousiasme dans les différents secteurs économiques, convaincus des opportunités à saisir et des promesses à attendre de matériaux révolutionnaires. Que le nano-carbone soit 100 fois plus résistant que l'acier et 6 fois plus léger, que le nano-cuivre soit élastique à température ambiante et que le nano-argent se révèle être un puissant antibactérien, ne pouvaient manquer de susciter les espoirs les plus fous.

Depuis le début des années 90, l'intérêt pour les nanosciences et les nanotechnologies s'est développé à un rythme sans précédent. En 1990, il y avait eu au total un millier de publications scientifiques à leur sujet et deux cent brevets avaient été déposés dans le monde. En 2002, les chiffres étaient passés respectivement à 22.000 et 1900 (1).

La plupart des pays industrialisés se sont engagés dans des programmes ambitieux de recherche-développement. Au Japon, les dépenses dans ce domaine étaient de 400.000 \$ U.S en 2001 et atteignaient près de 1 milliard de \$ en 2004 ; aux Etats-Unis, le 21st Century Nanotechnology Research and Development Act allouait en 2003, 3,7 milliards de \$ pour la période 2005-2008 alors qu'en 2003, la dépense se montait à 750 millions de \$.

En Europe, le financement de la R-D atteint au total environ 1 milliard d'euros. Ces montants sont sans précédent dans l'Histoire et attestent de l'importance des attentes en matière de retombées économiques.

Selon la Commission européenne, le potentiel économique des nanotechnologies se monte à 1000 milliards d'euros de revenus d'ici 2010, dont 5,8 à 20 milliards pour le secteur agro-alimentaire (2).

On voit que les nanotechnologies sont déjà présentes dans de nombreux secteurs industriels, même si à ce jour, bien peu de personnes en ont conscience. Le récent dossier publié par le Courrier international fait état de ce que « plus de 400 entreprises réparties dans le monde entier s'intéressent aux nanotechnologies, que ce soit au niveau de la recherche, du développement et de la production. Les Etats-Unis sont en tête, suivis par le Japon et la Chine » (3). De nombreux experts en prospective annoncent que les progrès en nanotechnologie vont changer radicalement les matériaux et les procédés utilisés pour produire nombre de nos produits industriels et de nos biens de grande consommation.

Il est vrai que le progrès technologique exerce une véritable fascination sur les décideurs, tant dans les milieux économiques que chez les politiques et leurs experts. Mais même s'il faut tenter de garder la tête froide face à des déclarations qui semblent futuristes voire utopistes, il faut constater que l'irruption des nanotechnologies dans notre quotidien est bien réelle et qu'elle a lieu à notre insu.

En 2007, le Woodrow Wilson International Center for Scholars publiait une liste exhaustive de tous les produits commercialisés aux Etats-Unis et contenant des nanoparticules (plus de 350 produits).

On y trouve une large gamme de produits cosmétiques, de soins de santé et d'hygiène, d'appareillages électroménagers, d'articles de sport, de microélectronique mais aussi de produits textiles, de revêtement ou d'enrobage, et enfin de produits agro-alimentaires (4)

Ces produits ne sont pas nécessairement présents sur le marché européen mais, dès lors que la mondialisation bat son plein, il est prévisible qu'ils s'y retrouvent tôt ou tard.

Dans l'état actuel de nos législations, nous n'avons guère de moyens de nous informer de la présence de nanomatériaux ou de l'utilisation de nanoparticules dans les objets de consommation.

3. Des raisons sérieuses de s'inquiéter.

Les atouts et les caractéristiques propres aux nanoparticules sont, par définition même, leurs dimensions infimes mais aussi leurs propriétés physiques et chimiques particulières qui les distinguent des particules classiques correspondantes. Ce sont ces caractéristiques mêmes qui suggèrent a priori que les nanoparticules peuvent entraîner des effets négatifs pour les systèmes biologiques.

a/ Dans l'environnement, la toxicité des particules semble corrélée à la taille ; en d'autres termes, plus les particules sont petites, plus elles sont potentiellement toxiques.

b/ Les études publiées à ce jour indiquent toutes que les nanomatériaux peuvent affecter les comportements biologiques aux niveaux cellulaire, subcellulaire et protéinique.

Certaines nanoparticules traversent aisément l'organisme, se déposent dans des organes cibles, pénètrent les membranes cellulaires, se logent dans les mitochondries et peuvent déclencher des réactions néfastes. (5)

c/ Les nanoparticules peuvent traverser les barrières biologiques, en particulier la barrière hémato-encéphalique protégeant le cerveau et plus généralement les membranes cellulaires et l'enveloppe nucléaire séquestrant le génome (6)

d/ Les mécanismes de défense de l'organisme humain ne sont pas aussi efficaces pour éliminer les nanoparticules des poumons, du tractus gastro-intestinal et d'autres organes que pour les particules plus grosses.

e/ La plus grande surface totale présentée par les nanoparticules relativement à leur masse entraîne une plus grande réactivité chimique. Il y a production accrue de substances réactives de l'oxygène (ROS), celles-ci endommageant les macromolécules biologiques (ADN, lipides, protéines), perturbant ainsi le fonctionnement cellulaire (hyper prolifération, apoptose, mutation). Ces phénomènes de stress oxydant sont impliqués dans de nombreuses pathologies (athérosclérose, diabète, maladies neuro-dégénératives, cancer,) et dans les processus de vieillissement (7).

f/ Les organes humains les plus susceptibles de stocker les nanoparticules sont le foie et, dans une moindre mesure, la rate.

4. Les signaux d'alerte se multiplient au cours de ces dernières années.

Ce sont des associations écologistes et citoyennes qui ont en premier attiré l'attention sur les risques pour les êtres vivants et pour la société du développement des nanotechnologies (8), plus particulièrement lorsque des nanoparticules sont susceptibles de pénétrer dans l'organisme humain. C'est le cas avec les cosmétiques et les produits d'hygiène corporelle (9) et, plus récemment, avec les produits entrant dans le champ du secteur alimentaire (10). Mais, il est juste de dire que les signaux d'alerte émanant d'institutions scientifiques peu suspectes de technophobie ou de sympathies écologisantes se sont multipliés depuis 2004.

En 2004, la Royal Society du Royaume-Uni tirait la sonnette d'alarme sur les nombreuses lacunes dans la connaissance des risques liés aux nanoparticules.

En septembre 2005, le SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risk - CE) met le doigt sur les insuffisances en matière de toxicologie et d'écotoxicologie.

Pour le CCNE (Comité Consultatif National d'Ethique-France), les nanosciences sont une discipline qui nous donne des moyens nouveaux d'intervenir sur le monde.

Le CCNE recommande qu'une information suffisante soit disponible sur la redoutable propriété ambivalente des nanosystèmes moléculaires conçus par l'homme de pouvoir traverser les barrières biologiques et d'être actuellement peu ou pas biodégradables, ce qui risque d'avoir, en dehors d'indications thérapeutiques précises des conséquences majeures pour la santé!

Il insiste sur la responsabilité du financement par l'industrie de la recherche concernant le risque, qu'il considère comme une priorité éthique.

En septembre 2007, l'INRS (Institut national de Recherche et de Sécurité – France) appelle à une prévention accrue sur les lieux de travail concernés par la production et la manipulation de nanoparticules et de nanomatériaux.

Dans un rapport de juillet 2007, la FDA (Food and Drug Administration -USA) insiste sur le fait que la pharmacocinétique et la pharmacodynamique des nanoparticules diffèrent de celles des particules « normales » et constate que les études de toxicité n'en tiennent pas compte.

Juillet 2008 : L'AFSSET (Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement) estime que les nanomatériaux présentent un risque potentiel pour les travailleurs exposés et préconise la mise en place de systèmes de confinement dans les industries.

L'expérience du dernier siècle et des désastres écologiques et humains provoqués par la non prise en compte du principe de précaution (17) devrait inciter les décideurs politiques et économiques à écouter ces signaux préoccupants et, à tout le moins, à freiner le déferlement de nano-productions en cours. Le moins qu'on puisse dire est qu'il n'en est rien.

5. Les nanoparticules sont parmi nous.

A ce jour, les domaines qui touchent le plus directement à notre intimité, c'est-à-dire les cosmétiques et produits d'hygiène corporelle, les vêtements et même

l'alimentation sont en train de mettre notre organisme en contact avec des nanoparticules et des nanomatériaux. Par voie cutanée, par inhalation, par ingestion, des nanoparticules sont en mesure de pénétrer dans nos organes, nos cellules.

a) Des nanoparticules sont couramment utilisées dans de nombreux produits cosmétiques : - le dioxyde de titane (TiO₂), colorant blanc à l'état normal devient transparent à l'état nanométrique. Il est largement utilisé comme agent protecteur anti-UV.

- l'oxyde de zinc (ZnO) est lui aussi un bon agent protecteur anti-UV ; il est aussi présent dans certains produits de maquillage. Pour ses propriétés antiseptiques, il est aussi utilisé pour les soins de la peau.

- les fullerènes, molécules de carbone composées d'hexagones et de pentagones sont utilisés en optique et pour l'élaboration de nouveaux matériaux apparentés aux polymères avec des propriétés mécaniques et électroniques inhabituelles. Mais on en trouve aussi dans certaines crèmes hydratantes.

Si la démonstration d'un passage transcutané de nanoparticules reste insuffisamment étayée, et n'est pas estimée concluante en ce qui concerne TiO₂ et ZnO dans les crèmes solaires, les éléments qui plaident en sa faveur sont suffisants, dans quelques cas et dans certaines conditions, pour considérer qu'un tel passage ne doit pas être considéré comme impossible. Des travaux complémentaires rigoureux et convergents restent indispensables pour conclure de façon plus précise.

B.Hervé-Bazin (2007)

b) Dans le secteur textiles et habillement, ce sont les nanoparticules d'argent (Ag) qui ont la cote. L'argent est connu depuis l'Antiquité pour ses qualités « favorables » à la santé (chez les Phéniciens et les Romains). On sait aujourd'hui que l'argent est bactéricide, d'où son usage en cuisine (couverts et récipients). L'effet bactéricide de l'argent est lié au fait que ce métal s'ionise lentement. A l'état de nanoparticules, le taux d'ionisation s'accroît considérablement ce qui en fait un puissant bactéricide. De là à l'utiliser dans le textile, il n'y a qu'un pas manifestement déjà franchi par de nombreuses firmes, en quête de nouveaux marchés. L'argent est introduit dans les fibres pour éviter les problèmes de dégradation liés aux micro-organismes, comme les odeurs de transpiration ou la décoloration. Selon Sirris (Centre collectif de l'industrie technologique belge) de nombreuses marques de chaussettes et de bas intègrent cette technologie de même que des vêtements de sport.

La technologie argent (en fait le recours aux nanoparticules d'argent) est évidemment tout indiquée pour les tissus à usage médical. C'est ainsi que de nombreux fabricants de bandages ont mis sur le marché des pansements à nanoparticules d'argent, vendus librement en pharmacie.

Un autre usage indirectement lié au textile est celui de la machine à lessiver, telle celle lancée par la firme Samsung avec le modèle « Silver Nano » qui génère pendant la lessive des ions argent. Selon ses concepteurs, cette technologie permettrait à une lessive à 30°C d'être aussi efficace qu'une lessive à 90°C.

Selon le Sirris (Centre collectif de l'industrie technologique belge), le marché des applications « nanos » dans le textile devrait être multiplié par 10 d'ici 2012 avec des nouveautés dans le vêtement, le tissu d'ameublement, le secteur médical, le sport, le militaire et les textiles industriels.

c) Dans l'alimentation enfin, les perspectives décrites par les promoteurs des nanotechnologies évoquent ce qui était, il y a peu, considéré comme relevant totalement de la science-fiction.

Des multinationales de l'alimentation comme Kraft, Unilever, Nestlé sont engagés dans le développement de procédés nanotechnologiques visant à modifier la structure des aliments. Kraft met au point des boissons interactives qui, grâce à des nanocapsules, changent de couleur et de goût quand on les secoue. Le projet d'une nanopizza miracle, qui selon la température de cuisson choisie au four à micro ondes, aurait un goût différent grâce aux nano-additifs libérés, (Napoli, Fughi...) est en cours de réalisation.

Plus de 200 sociétés alimentaires investissent actuellement dans les nanotechnologies.

La Commission européenne estime que d'ici 2010, le potentiel économique du secteur nanoaliments devrait atteindre entre 5,8 et 20 milliards d'euros (20).

Voilà pour le futur proche (ou lointain ?). Mais qu'en est-il aujourd'hui ?

Des nanoparticules sont déjà en vente pour les emballages et la fabrication de conteneurs en plastique. Des nanoparticules de lycopène synthétique (un colorant considéré comme inoffensif à l'état naturel.) sont commercialisées en Europe par BASF et utilisées en toute légalité, comme additif comme s'il se comportait de manière équivalente à celle de son correspondant naturel (E160 d), ce qui n'est absolument pas démontré.

En ce qui concerne les emballages alimentaires, c'est encore le TiO₂ (dioxyde de titane) qui s'impose, du fait de sa transparence à l'état nano et de sa capacité à faire écran aux UV. Il est utilisé largement en dépit du fait que les taux de migration et d'exposition qui en résultent pour le consommateur restent inconnus.

Cette situation a entraîné en 2006 une mise en garde étayée de la part de l'IFST (International Food Security Treaty) dans une publication évaluant les applications des nanotechnologies dans l'alimentation et mettant le doigt sur les insuffisances de la législation européenne (21).

Quelques études relatives aux différentes nanoparticules auxquelles nous sommes d'ores et déjà confrontés ont été publiées dans des revues scientifiques. Nous résumons ci-dessous les principales données obtenues.

Quelques indices de la nocivité des nanoparticules familières.

1. TiO₂ dioxyde de titane.

-Le dioxyde de titane est considéré comme biologiquement inerte sous forme brute et est utilisé comme additif alimentaire (E171). Mais des expériences in vitro montrent que, à l'état de nanoparticule ou de particule de quelques centaines de nm, le TiO₂ endommage l'ADN, désorganise les fonctions cellulaires, interfère avec les activités de défense des cellules immunitaires et, en absorbant des fragments bactériens et en les faisant passer à travers le tractus gastro-intestinal, peut provoquer une inflammation (22).

- une simple dose élevée de TiO₂ cause des lésions importantes dans les reins et le foie de souris femelles (23).

2. ZnO Oxyde de Zinc.

- L'Oxyde de zinc est connu depuis le début du 20^{ème} siècle ; les ouvriers des fonderies ont développé des inflammations pulmonaires à la suite d'une exposition aux fumées (contenant de très fines particules – 60nm de ZnO-

- Des expériences menées in vivo sur 4 espèces (rat, coyote, lapin, homme) exposés à ces mêmes fumées ont confirmé les données empiriques anciennes ; des études in vitro ont permis de préciser les mécanismes physiopathologiques impliqués. (24)

3. Ag Argent.

Les nanoparticules d'Ag sont toxiques pour les bactéries mais aussi pour les cellules mammifères (études in vitro) et les cellules germinales.

Rejetées dans l'environnement, elles s'avèrent dangereuses pour les bactéries dénitrifiantes du sol (dont on connaît le rôle essentiel) et s'accumulent le long de la chaîne alimentaire. (25).

Ces études ne permettent en aucun cas de conclure à leur innocuité mais tendent au contraire à confirmer les craintes quant aux capacités de nuisance des nanoparticules en général.

6. Le marché fait la loi.

La situation exposée ci-dessous doit interpeller le citoyen mais aussi, et même avant tout, les responsables politiques, sans oublier les responsables économiques.

Or, il faut bien constater qu'à ce jour, dans l'Union européenne, comme dans tous les pays industrialisés, il y a une absence totale de législation spécifique encadrant la mise sur le marché de nanomatériaux et de produits en contenant.

Le Tableau 1 suivant présente un état des lieux de la législation européenne qui devrait être adaptée à la prise en considération des particularités des nanoparticules et des nanomatériaux.

Tableau 1 :

Réglementations européennes applicables mais non adaptées aux nanomatériaux et nanoparticules.

	<u>Quelles lacunes ?</u>
1. Règlement CE/1907/2006 « Reach »	ne prend pas en compte la taille des particules pour l'évaluation des risques.
2. Directive 98 /8/ EC sur les biocides d'Ag antibactériens, biocides.	n'inclut pas les nanoparticules utilisées comme donc à ce titre produits
3. Directive-cadre 2000/76/CE sur l'eau	ne prend pas en compte les nanopolluants.
4. Règlement 258/97/CE relatif compte aux nouveaux aliments et aux nouveaux ingrédients alimentaires	ne prévoit pas de prise en spécifique des nanomatériaux ou nanoparticules.

5. Directive 94/36/CE concernant les colorants destinés à être employés dans les denrées alimentaires.	ne prévoit pas de prise en compte spécifique des nanomatériaux ou nanoparticules (ex. TiO ₂)
6. Directive 95/2/CE concernant les additifs alimentaires autres que les colorants et les édulcorants.	idem
7. Règlement 1935/2004 concernant les matériaux et objets destinés à entrer en contact avec les denrées alimentaires.	idem
8. Règlement sur l'étiquetage des denrées alimentaires.	absence d'indications sur le caractère nano de certains composants.
9. Règlement 1934/2004 sur la traçabilité des aliments	absence d'indications sur le caractère nano de certains composants.
10. Directive 2003/15/CE sur les cosmétiques	absence d'évaluation spécifique des nanos comme ingrédients. Absence d'étiquetage.

Aucune information sur la présence de nanoparticules dans les produits de consommation n'est fournie. Certes, aucune obligation d'étiquetage spécifique n'existe mais on peut soupçonner une réticence généralisée à livrer une information même minimale permettant au consommateur de choisir.

Le précédent des OGM, où l'attitude négative des consommateurs a freiné la percée des OGM sur le marché européen, n'est pas pour rien dans cette attitude.

Le risque est grand d'assister à un envahissement du marché par les nanos en l'absence de tout débat sur les risques que cela implique.

Le scénario d'un nouveau désastre, apparenté à celui de l'amiante mais probablement plus grave, dans la mesure où les nanotechnologies peuvent s'appliquer à presque tous les domaines d'activité, est donc en voie de se mettre en place.

7. Les nanoparticules et l'environnement : une autre inconnue ?

Selon la technique de fabrication et l'usage qui est fait des nanoproducts, des nanoparticules peuvent être libérées en plus ou moins grande quantité dans les eaux, l'air et en fin de compte contaminer les sols et les eaux souterraines. Même lorsque les nanoparticules sont intégrées dans des produits manufacturés et durables (articles de sport, composants électroniques,...), elles se retrouveront en fin de vie de ces produits dans l'environnement et constitueront une nouvelle classe de polluants non biodégradables. Leur comportement à long terme et leurs effets sur les écosystèmes sont difficiles à prévoir, en l'absence d'expérience préalable. Au mieux, les nanoparticules formeront des agglomérats de taille classique et qui pourront être traités comme des déchets industriels familiers. Les études restent, à ce jour, peu nombreuses et insuffisamment approfondies pour qu'on puisse disposer de résultats concrets.

Il est difficile de convaincre les scientifiques ou les bailleurs de fonds de soutenir les études d'impact sur l'environnement. Le retour immédiat sur investissement pour une recherche qui démontre qu'il est possible d'utiliser des nanomatériaux pour traiter une maladie, par exemple, est plus grand que la récompense obtenue pour la découverte des effets pathogènes d'un nanomatériau.

Vicky L.Colvin (27)

Pollution atmosphérique.

On en est donc réduits, en l'absence de données probantes, à imaginer des scénarios de comportement basés sur celui de polluants connus et plus ou moins équivalents. Les travaux relatifs à la pollution atmosphérique par les particules ultra-fines (moins de 100 nm) émises par les moteurs diesel (nanoparticules de carbone) et par certains processus industriels qui ont contribué à la pollution atmosphérique (ZnO, silicates). Le document publié par l'INRS en 2007, sous la

direction de Benoît Hervé Bazin présente à cet égard un remarquable état des connaissances à ce sujet. (Voir la référence 14)

Pollution des sols.

La réactivité très grande des nanoparticules implique que la probabilité de les voir se combiner avec des substances présentes dans les sols est grande. Il est donc parfaitement concevable que de nouveaux composés toxiques apparaissent. On ne sait pas grand-chose à ce sujet vu le manque quasi complet de recherches.

Pollution des eaux.

De même que les polluants organochlorés produits dans les pays industrialisés se sont retrouvés en concentrations significatives dans les glaces polaires, on peut imaginer que le cycle de l'eau transporte les nanopolluants sur l'ensemble de la planète.

Les nanoparticules ont-elles la capacité de modifier la distribution des polluants dans les nappes phréatiques par leur action notamment sur la percolation ?

La question n'est pas tranchée mais le cas du nano argent évoqué ci-dessus montre bien que le problème est important.

La dépollution est-elle possible ?

Un scénario plausible est celui d'une contamination générale de l'environnement par certaines nanoparticules. Existe-t-il des possibilités de dépollution ? Les spécialistes s'accordent sur l'extrême difficulté qu'il y aurait à réaliser une telle opération.

Pour l'eau de boisson, les techniques de centrifugation ou d'ultrafiltration pour traiter de petites quantités sont envisageables mais trop coûteuses à grande échelle. (26)

Pour la pollution atmosphérique, les entreprises engagées dans les nanotechnologies tentent de mettre au point des filtres de protection respiratoire mais l'efficacité des systèmes testés à ce jour n'est pas confirmée.

8. Conclusions.

Tous les éléments à charge sont réunis, dans l'état actuel des connaissances sur les propriétés intrinsèques des nanoparticules et des nanomatériaux et sur leur comportement potentiel dans les organismes vivants et dans les écosystèmes, pour conclure qu'il est irresponsable et inacceptable de permettre leur

introduction dans certains produits de consommation qui leur permet de pénétrer l'organisme humain.

Le Grappe, dès novembre 2006, a interpellé les responsables politiques belges et la presse sur les risques que présente l'utilisation de nanoparticules dans certains produits cosmétiques et d'hygiène corporelle.

La vérité nous oblige à dire que notre appel est resté sans suite.

Le seul message envoyé par des responsables politiques fascinés par le progrès technique et largement relayé par les médias est un message enthousiaste sur les promesses à attendre des nanotechnologies. Sur les incertitudes et sur les risques, c'est le mutisme complet.

Aujourd'hui, essentiellement par le fait d'une mondialisation galopante, c'est non seulement le secteur textile mais aussi le secteur alimentaire qui nous mettent en contact intime avec des nanoparticules, à notre insu.

Le pire en effet est qu'aucune information émanant des producteurs et des distributeurs n'est fournie au consommateur.

Il est vrai que rien ne les y oblige. Sans doute la peur de provoquer une réaction de rejet est-elle plus forte que le souci de permettre un véritable choix.

Le Grappe ne peut que réitérer ses propositions passées, avec plus d'insistance et peut-être avec plus de chances d'être entendues.

En outre, il est utile de s'adresser à toutes les catégories d'interlocuteurs, directement concernés par la problématique des risques. :

- les syndicats, sachant que les travailleurs confrontés à la production de nanomatériaux sont en première ligne pour ce qui est de l'exposition aux nanoparticules ;
- La communauté scientifique, dont la responsabilité est engagée face à la population et aux générations futures, et qui ne peut se confiner dans un rôle d'accompagnement plus ou moins critique d'un développement technologique et commercial précipité ;
- Les entreprises qui, même lorsqu'elles se conforment à une législation laxiste, restent responsables de l'innocuité des produits qu'elles mettent sur le marché. Le précédent de l'amiante se doit d'être rappelé avec insistance ;
- Les associations de protection de l'environnement et de la santé, dont le rôle de relais d'opinion et de pression sur les pouvoirs politiques est essentiel.

Le Grappe rappelle qu'il plaide pour l'adoption d'un moratoire sur la mise sur le marché de produits manufacturés contenant des nanoparticules ou des nanomatériaux et susceptibles d'être, inhalés, ingérés ou absorbés par voie cutanée (la clause de sauvegarde peut être invoquée au niveau national

face à l'Union européenne dont l'arsenal législatif actuel est totalement laxiste à l'égard des nanotechnologies, comme exposé au paragraphe 6).

Les produits commercialisés à ce jour doivent faire l'objet d'un retrait programmé de marché, jusqu'à ce que leur innocuité pour l'homme et les écosystèmes ait été établie. De toute manière, un étiquetage distinctif doit être imposé.

Le Grappe lance un appel à tous les responsables politiques pour qu'ils mettent tout en œuvre pour que la législation européenne prenne en compte de manière spécifique les risques liés aux nanoparticules, comme le demandent la plupart des spécialistes en la matière.

9. L'enjeu des nanotechnologies ne se limite pas à la problématique des risques pour la santé humaine et l'environnement.

Si le présent dossier est essentiellement consacré à la problématique des risques pour la santé qu'entraînent la dissémination et l'absorption de nanoparticules par l'organisme humain, c'est avant tout parce qu'il y a un danger immédiat. Il s'agit de susciter une réaction populaire pour tenter de conjurer ce danger.

Mais le problème est beaucoup plus vaste. Les nanotechnologies constituent un large éventail de techniques permettant de manipuler la matière à l'échelle du milliardième du mètre. A cette échelle, la matière n'est visible qu'à l'aide de puissants microscopes « atomiques ».

« La puissance énorme des nanosciences réside dans leur capacité à faire converger des technologies disparates qui, à cette échelle, peuvent interagir. Avec des applications couvrant tous les secteurs de l'industrie, la convergence technologique à l'échelle nanométrique est appelée à devenir la plateforme stratégique pour le contrôle mondial de l'industrie manufacturière, de l'alimentation, de l'agriculture et de la santé.(28)

Cette convergence des technologies explicitement programmée par les Etats-Unis avec comme objectif « l'amélioration des performances humaines » est aussi préconisée par l'Union européenne, même si c'est en termes plus prudents (29).

Pour Grappe, dès lors qu'on s'aventure sur un terrain où la frontière entre le vivant et l'inanimé devient floue et où il devient envisageable de modifier, de programmer ou de contrôler les comportements humains, les outils démocratiques traditionnels semblent bien peu adaptés sinon inopérants. Le débat ne peut rester entre les mains de responsables politiques dont la volonté de puissance peut s'avérer dévastatrice mais impliquer la société tout entière.

Ce débat doit avoir lieu en amont de tout programme de recherche en la matière et, à fortiori avant leur transposition en réalisations techniques. Le moins qu'on puisse dire est qu'on est loin du compte.

Paul Lannoye, physicien, chercheur associé au Grappe

Août 2008.

Bibliographie.

1. Nanotechnology; a report of the U.S Food and Drug Administration; nanotechnology Task Force, 25 juillet 2007. en ligne sur le site www.fda.gov/nanotechnology/taskforce/report_2007.html
2. Philippe Martin : nanotechnologies : perspectives de la Commission européenne ; Nanoforum du CNAM ; Paris, 7 février 2008.
3. Courrier International n° 921 : « Des nanos dans nos vies » ; 26 juin-2 juillet 2008.
4. Woodrow Wilson International Center for Scholars: « A Nanotechnology Consumer Products Inventory »; déc. 2006; en ligne sur: www.nanoproject.org/index.php?
5. A.Nel, T.Xia, L.Mädler et N.Li; Toxic potential of materials at the nanolevel; Science, vol. 311, 3 février 2006.
6. CCNE (Comité consultatif national d'éthique); avis n° 96 sur les questions éthiques posées par les nanosciences, les nanotechnologies et la santé; Paris, février 2007.
7. G.Oberdörster et al.; Nanotoxicology: an emerging discipline evolving from studies of ultrafine particles; University of Rochester, 2005.
8. ETC group Action group on erosion technology and concentration, Winnipeg, Canada en ligne sur www.etcgroup.org
9. Friends of the Earth; Nanomaterials, sunscreens and cosmetics: small Ingredients, big risks, 2006.
10. Friends of the Earth Australia, Europe and USA: "Out of the laboratory, on to our plates; report by G.Miller and Dr Rye Senjen, mars 2008; sur

- www.foeeurope.org/activities/nanotechnology/index.htm
11. The Royal Society and The Royal Academy of Engineering: Nanosciences and nanotechnologies; July, 2004.
<http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>
 12. SCENIHR (Comité scientifique européen sur les risques pour la santé émergents ou nouvellement étudiés): opinions sur la sécurité des nanotechnologies
 13. CCNE (Comité consultatif national d'éthique) voir réf 6
 14. B.Hervé-Bazin : les nanoparticules : un enjeu majeur pour la santé au travail ? Avis d'experts ; INRS et EDP Sciences, 2007.
 15. voir 1
 16. AFSSET recommandations ; juillet 2008
 17. European Environment Agency: Late lessons from early warnings: the precautionary principle 1896-2000 ; environmental issue report n° 22, Copenhagen, 2001.
 18. Sirris; www.sirris.be
 19. Ursel Fuchs; Quel avenir pour l'alimentation? Nanoaliments, aliments OGM, aliments fonctionnels : ce que l'industrie va mettre demain dans nos assiettes ; Horizons et débats ; avril 2008.
 20. Philippe Martin, voir en 2
 21. IFST (Institute of Food Science and Technology) : Nanotechnology ; information statement ; février 2006. En ligne sur le site www.ifst.org
 22. Friends of the Earth Australia, Europe and USA voir 10
 23. Wang J et al: acute toxicity and biodistribution of different sized titanium dioxide particles in mice after oral administration; toxicology Letters 168 (2); 2007.
 24. D.Lizon in 14 p. 350-353
 25. R.Senjen: "Nanosilver-a threat to soil, water and human health?" – Friends of the Earth Australia; mars 2007.
 26. Annabelle Hunt:"Nanotechnology; small matter, many unknowns"; Swiss Reinsurance Company; 2004
 27. Vicky Colvin: "Responsible Nanotechnology: looking beyond the good news", nov.2002. en ligne sur www.eurekaalert.org
 28. Hope Shand et Kathy Jo Wetter: la Science en miniature: une introduction aux nanotechnologies; in L'Etat de la Planète 2006; Worldwatch Institute; 2006.
 29. Nordmann A : Technologies convergentes- façonner l'avenir des sociétés européennes ; Rapport du groupe d'experts de haut niveau ; Commission européenne, Eur 21357-Fr, 2005.

