

Nanotechnologie : petits ingrédients, grands risques

Qu'est-ce que la nanotechnologie?

La nanotechnologie est une science émergente qui consiste à manipuler la matière à l'échelle des atomes et des molécules. La nanotechnologie permet de construire de nouveaux matériaux et de minuscules structures à partir de la base, c'est-à-dire atome par atome ou molécule par molécule, alors que l'approche classique consiste à sculpter des parties de matériaux existants. La nanotechnologie met l'accent sur le développement et le contrôle de substances à une très petite échelle.

Les termes « nanoscience » et « nanotechnologie » viennent du mot grec « nannos » qui veut dire nain. Un nanomètre correspond à un milliardième (10^{-9}) de mètre, ce qui est extrêmement petit. Pour mettre cette dimension en perspective, disons qu'un nanomètre équivaut à un millième de l'épaisseur d'un cheveu et que la largeur de la lettre « I » imprimée ici est d'environ un million de nanomètres.

Dans le monde entier, des entreprises, des gouvernements et des universités s'empressent de commercialiser des nanotechnologies et des nanomatériaux. Déjà, des centaines de produits de consommation sont faits à l'aide de nanotechnologies ou contiennent des nanomatériaux.

Risques de la nanotechnologie

La nanotechnologie a été décrite tant comme la prochaine révolution industrielle que comme l'amiante de demain. Comme toute autre technologie révolutionnaire, la nanotechnologie promet d'avoir des effets sociaux et environnementaux ainsi que des dangers et des risques de vaste portée. Les risques potentiels varient de nouvelles formes de nanotoxicité, des mésothéliomes et des cancers aux menaces à la vie privée ayant trait aux capteurs actionnés grâce à des nanotechnologies. Actuellement, il n'y a pas, où que ce soit dans le monde, de cadre de réglementation permettant de traiter dûment de la nanotechnologie et de ses risques.

Il faudrait appliquer le principe de précaution à toute nanotechnologie tant qu'on ne dispose pas de données suffisantes pour conclure qu'elle n'a pas d'effet nuisible sur la santé humaine et l'environnement.

Possibilités de la nanotechnologie

Il est indéniable que la nanotechnologie promet d'embellir des solutions et percées technologiques éventuelles. La nanotechnologie pourrait permettre d'élargir la technologie médicale et la technologie des matières plastiques biodégradables, d'accroître grandement l'efficacité énergétique et de réduire le coût des panneaux solaires photovoltaïques et d'accroître la capacité des piles d'emmagasinage d'énergie solaire et éolienne et des batteries des véhicules verts. De plus, elle pourrait servir à des thérapies sélectives contre le cancer, à produire des ordinateurs portatifs extrêmement puissants, à améliorer les téléviseurs à écran plat, etc.

Travailleurs et travailleuses

Les ingrédients de la nanotechnologie peuvent faire courir aux travailleurs et travailleuses des risques inconnus pour la santé. Même s'il a été reconnu que l'exposition à des nanoparticules peut présenter des risques pour la santé, absolument aucune mesure à prendre en milieu de travail n'a été imposée. Il s'ensuit que les expositions ne sont pas évaluées, que les travailleurs et les travailleuses ne reçoivent pas de formation et que des mesures de contrôle fondées sur la science ne sont pas prises.

Pour que les travailleurs et les travailleuses soient bien protégés, toute exposition connue ou potentielle à des nanomatériaux qui n'ont pas encore été prouvés inoffensifs doit cesser sur-le-champ. Les gouvernements et l'industrie doivent prévenir les rejets dans l'environnement de nanomatériaux inévalués et l'exposition des travailleurs et travailleuses et des consommateurs et consommatrices à ceux-ci. La promesse d'un avenir meilleur ne vaut pas la peine de mettre en péril la vie de travailleurs et travailleuses. Les recherches toxicologiques doivent suivre le rythme des recherches technologiques car même les découvertes les plus prometteuses ne doivent pas être développées si les risques que cela présente pour la santé ou l'environnement sont reconnus inacceptables.

L'hypocrisie

Les fabricants de nanomatériaux obtiennent des brevets fondés sur la nouveauté de ceux-ci et leur caractère unique en leur genre. Même si ces matériaux sont bel et bien nouveaux et uniques en leur genre, leur sécurité doit être évaluée.

Toutefois, l'industrie a soutenu qu'il n'est pas nécessaire de réglementer les nanoproducts parce qu'ils sont identiques aux produits de plus grande taille. Or, si tel était le cas, l'industrie n'aurait pas obtenu de brevet à leur égard.

À l'échelle du nanomètre, des substances classiques peuvent acquérir des propriétés radicalement différentes. Certaines matières qui ne transmettent pas l'électricité ou qui sont fragiles peuvent être d'excellents conducteurs et sont extrêmement robustes quand on les réduit à une échelle suffisamment petite. Par exemple, dans les dimensions où il se présente normalement, l'or est chimiquement inerte, ce qui maintient les bijoux en or lustrés et fait qu'ils se ternissent beaucoup moins que

Protections existantes des travailleurs et travailleuses :

- Pas de fiche signalétique propre aux nanotechnologies ou aux nanomatériaux
- Pas de niveau d'exposition
- Pas d'étiquette
- Pas d'exigence d'information
- Pas de surveillance de la santé
- Pas de formation
- Pas de reconnaissance dans la réglementation du fait que les nanomatériaux sont plus dangereux que les matériaux classiques
- Pas d'évaluation des risques ou de contrôle propre aux nanotechnologies ou aux nanomatériaux
- Pas de matériel de surveillance propre
- Pas d'équipement de protection individuelle propre

Le **principe de précaution** est un principe moral et politique selon lequel si une action ou une politique risque de causer un tort grave ou irréversible au public ou à l'environnement ou que ses effets négatifs possibles ne sont pas bien compris, les activités ne devraient pas se poursuivre en l'absence de consensus scientifique. L'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte au report de la prise de mesures économiques pour prévenir les effets négatifs sur le public ou la dégradation de l'environnement, ou les deux.

les bijoux faits d'autres métaux. Toutefois, les nanoparticules d'or sont très réactives. De plus, ces particules peuvent paraître rouges ou bleues plutôt que dorées.

Petits ingrédients, grands risques

Nous ne connaissons pas suffisamment bien la toxicité ou la réactivité des nanoparticules mais nous savons que des produits qui sont déjà sur le marché pourraient être mortels.

Il y a des preuves que les fibres produites par la nanotechnologie peuvent causer des mésothéliomes. L'inhalation de nanoparticules ultrafines peut causer des irritations des voies respiratoires, des maladies cardiovasculaires et le cancer. C'est la manipulation de nanoparticules sous leur forme de poudre dans un système non isolé qui fait courir le plus grand risque aux gens.

En outre, les nanoparticules peuvent pénétrer les cellules humaines et déclencher des réactions chimiques dans le corps humain comme dans le sol en perturbant les processus biologiques et écologiques.

Vu leur caractère de poussière, leur combustibilité et leur inflammabilité, les nanoparticules accroissent les risques d'incendie et d'explosion en milieu de travail.

La science de l'infiniment petit

Ce que nous savons au sujet de la nanotechnologie, exemple I

Il y a de solides preuves que si des nanotubes se retrouvent au mauvais endroit, soit par exemple dans vos poumons parce que vous en avez respiré, ils peuvent causer des mésothéliomes. Le mésothéliome est une forme de cancer, presque toujours causée par une exposition à l'amiante, dans le cadre de laquelle des cellules cancéreuses malignes se développent dans les membranes protectrices des organes internes.

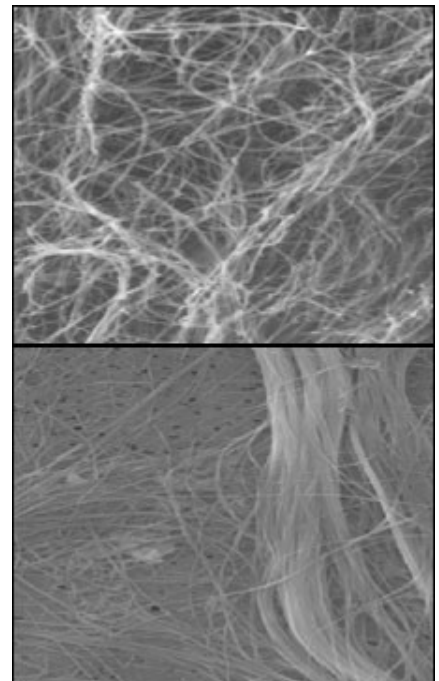
En fait, les nanotubes de carbone ressemblent énormément à des fibres d'amiante (voir la photo de nanotubes de carbone en haut et celle de fibres d'amiante en bas).

Ce que nous savons au sujet de la nanotechnologie, exemple II

La ballène, molécule de carbone 60 en forme de ballon de football, compte parmi les plus utilisées et est certainement la plus célèbre des nanoparticules puisque les personnes qui l'ont découverte ont remporté le prix Nobel de la chimie en 1996. Les ballènes entrent dans un vaste éventail de produits et font l'objet de recherches sur un vaste éventail de sujets variant

La terre est 100 millions de fois plus grande qu'un ballon de football. Un ballon de football est 100 millions de fois plus grand qu'une ballène.

des médicaments contre le VIH et la maladie de Lou-Gehrig aux circuits, aux lubrifiants du genre « billes de roulement », à des catalyseurs et à des conducteurs.



Les ballènes, techniquement appelées fullerènes, peuvent présenter un danger pour la santé en endommageant ou même en détruisant l'ADN. Les ballènes rompent des liaisons hydrogène vitales au sein de la double hélice de la molécule d'ADN et elles peuvent se ficher dans des rainures de l'ADN, ce qui fait plier la molécule. Les ballènes ont pour effet non seulement d'endommager l'ADN mais aussi de nuire à sa capacité de guérir. Les ballènes s'insèrent d'une manière qui empêche l'ADN de s'auto-réparer.

La nanotechnologie : où la trouver

Environ 300 produits de consommation contiennent déjà des ingrédients à l'échelle du nanomètre, y compris plusieurs aliments, des écrans solaires, de nombreux produits cosmétiques, des suppléments alimentaires, des peintures, des vernis, des pièces d'automobile, des pièces d'avion, des tissus infroissables et anti-tache, des produits chimiques industriels, des catalyseurs de carburant, des revêtements de protection et des appareils ménagers, même si peu de recherches sinon aucune n'ont été effectuées sur leur sécurité. Les écrans solaires peuvent contenir des nanoparticules de dioxyde de titane et d'oxyde de zinc. Les fabricants de cosmétiques emploient des ingrédients qui comprennent des nanoparticules d'oxydes de métaux, des sphères de carbone appelées fullerènes et des nanocapsules destinées à pénétrer profondément dans la peau.

La nanotechnologie : le verdict

La nanotechnologie n'a peut-être pas que des aspects négatifs, mais le manque d'attention prêtée par le gouvernement fédéral aux effets de la nanotechnologie sur la santé et la sécurité risque de se révéler mortel pour les travailleurs et les travailleuses, et particulièrement ceux qui travaillent dans des laboratoires ou des usines nanotechnologiques.

De nombreuses organisations comptant parmi les plus réputées du globe demandent que l'approche préventive soit adoptée à l'égard de la nanotechnologie. Ces organisations comprennent la Confédération syndicale internationale, la Royal Society of the United Kingdom, l'Institut de recherche Robert Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST), le National Institute of Occupational Health and Safety, l'Institut canadien du droit et de la politique de l'environnement et bien d'autres, et leurs sujets d'inquiétude sont les mêmes. Comme le recommande la Royal Society of the United Kingdom, « les ingrédients sous forme de nanoparticules devraient faire l'objet d'une pleine évaluation de la sécurité par l'organisme scientifique consultatif approprié avant que leur intégration à des produits ne soit permise ».

Surveillance des expositions et principe de précaution

Les méthodes conventionnelles de surveillance de l'exposition sont fondées sur la caractérisation de la chimie de la masse et du volume des particules aériennes, deux mesures qui ne sont pas appropriées dans le cas des minuscules nanoparticules. Il est indéniable qu'il y a lieu d'établir et de valider de nouvelles techniques de surveillance. Une fois ces techniques validées, de nouvelles mesures devraient être prises à toutes les étapes du cycle de vie des nanomatériaux, y compris la recherche et le développement, la production à petite échelle, la production de masse, l'utilisation normale et l'élimination.

En l'absence de techniques de surveillance efficaces et de pleines évaluations de sécurité, il y a lieu de mettre en pratique le principe de précaution dans tout le cycle de vie des nanoparticules fabriquées. Pour que les travailleurs et les travailleuses soient bien protégés, toute exposition connue ou potentielle à des nanomatériaux qui n'ont pas encore été prouvés inoffensifs doit cesser sur-le-champ. Les gouvernements et l'industrie doivent prévenir les rejets dans l'environnement de nanoparticules inédites et l'exposition des travailleurs et travailleuses et des consommateurs et consommatrices à celles-ci.

Le rôle des gouvernements

Les gouvernements doivent prendre les mesures suivantes :

- I. **Responsabilité du fabricant** - Renverser le fardeau de la preuve et exiger que les fabricants et les distributeurs prouvent la sécurité de leurs produits. S'ils ne présentent pas des données indépendantes sur la santé et la sécurité, l'accès au marché devrait leur être refusé. Disons plus concrètement que le gouvernement doit établir une politique selon laquelle il faut présenter des données pour avoir accès au marché. De plus, les fabricants doivent être tenus responsables de tout dommage subi en raison de la fabrication ou de l'utilisation de leurs produits.
- II. **Santé et sécurité du public et des travailleurs et travailleuses** - Les ingrédients sous forme de nanoparticules devraient faire l'objet d'une pleine évaluation de la sécurité par l'organisme scientifique consultatif approprié avant que leur intégration à des produits ne soit permise. Tous les travailleurs et les travailleuses exposés à la nanotechnologie doivent recevoir une formation et des fiches signalétiques indiquant tous les renseignements nécessaires sur les nanomatériaux et faire l'objet d'une surveillance de la santé.

De plus, nous devons voir à ce que les recherches toxicologiques suivent le rythme des recherches technologiques car même les découvertes les plus prometteuses ne doivent pas être développées si les risques que cela présente pour la santé ou l'environnement sont reconnus inacceptables.

Tous les budgets publics de recherche sur la nanotechnologie devraient affecter au moins 15% de leur total à la recherche sur la santé et l'environnement. Une aide devrait être apportée aux pays en développement pour qu'ils acquièrent les compétences techniques, juridiques et en matière de politique de réglementation qui sont nécessaires pour réglementer les nanomatériaux efficacement et de façon sécuritaire.

- III. **Réglementation obligatoire propre aux nanotechnologies** - Adopter des règlements obligatoires propres aux nanotechnologies sans tenir pour acquis que les risques des nanomatériaux sont les mêmes que ceux que comportent les substances de plus grande taille. Les nanomatériaux devraient être classés parmi les substances nouvelles et faire l'objet de règlements obligatoires qui leur sont propres.
- IV. **Transparence** - Qu'un registre fédéral soit établi sur toutes les entreprises et les organisations qui fabriquent, importent et distribuent des produits contenant des

nanomatériaux. Ce registre doit être obligatoire, il doit comprendre le nom de l'organisation et une indication de ses produits qui contiennent des nanomatériaux et il doit être accessible au public.

- V. Protection de l'environnement** - Assurer la réalisation d'une analyse des incidences environnementales pendant le cycle de vie entier avant la commercialisation.
- VI. Étiquetage** - Assurer la transparence en étiquetant tous les nanoproducts et en mettant des données sur la sécurité à la disposition du public.
- VII. Participation du public** - Inviter une participation ouverte, valable et intégrale du public à tous les paliers, avec prise en compte des effets éthiques et sociaux. La société civile, y compris les travailleurs et les travailleuses et leurs représentants et représentantes, doit participer à l'évaluation et à la réduction des risques que présentent les nanomatériaux et à l'établissement d'une législation appropriée sur la santé et la sécurité au travail.
- VIII. Principe de précaution** - Adopter le principe de précaution à l'égard des nanomatériaux. Toute exposition connue ou potentielle à des nanomatériaux qui n'ont pas encore été prouvés inoffensifs, y compris ceux qui ont déjà été mis sur le marché, doit cesser sur-le-champ.
- IX. Détermination des dangers** - Développer et améliorer la détermination et l'évaluation des dangers relatifs aux nanomatériaux.
- X. Sensibilisation à tous les risques d'exposition** - Sensibiliser les gens dans les milieux de travail et dans la communauté aux risques d'exposition, y compris ceux qui ont trait aux produits importés et exportés.

Bibliographie

À qui appartient la nature? Pouvoir des grandes sociétés et ultime frontière de la marchandisation du vivant
Etc Group, novembre 2008

Rx nano – Les applications médicales des nanotechnologies : Quel en sera l'impact sur les collectivités marginalisées?
Etc Group, septembre 2006

Un infiniment petit guide d'introduction aux technologies à l'échelle nanométrique et à la théorie du petit BANG
Etc Group, juin 2005

Les nanoparticules : connaissances actuelles sur les risques et les mesures de prévention en santé et en sécurité au travail
Études et recherches
IRSST

Dangers come in small particles
Revue *Hazards*, numéro 87, 2004

Principles for Nanotechnologies and Nanomaterials Oversight
Juillet 2007

Article de recherche – Manufactured Nanomaterials (Fullerenes, C60) Induce Oxidative Stress in the Brain of Juvenile Largemouth Bass
Environmental Health Perspectives, volume 112, numéro 10, juillet 2004

Avis du Programme des substances nouvelles d'Environnement Canada, 2007

Nanoscience and nanotechnologies: opportunities and uncertainties
The Royal Society, juillet 2004