

Nanotechnologie

Nanotechnologie – Préoccupations en matière de santé et de sécurité

Sur cette page

[Quels sont les problèmes de sécurité possibles liés à la nanotechnologie?](#)

[Sur quoi ce document porte-t-il?](#)

[Quelles propriétés influencent les effets sur la santé lors de l'exposition aux nanomatériaux?](#)

[Méthode de fabrication](#)

[Comment les nanomatériaux pénètrent-ils dans l'organisme?](#)

[Quels sont les problèmes de santé possibles liés aux nanomatériaux?](#)

Quels sont les problèmes de sécurité possibles liés à la nanotechnologie?

Les effets des nanomatériaux dépendent non seulement de leurs caractéristiques chimiques, mais également de leur forme, de leur taille, de leur structure cristalline, de leur revêtement, de leur état de surface, de leur charge superficielle, de leur réactivité de surface et d'autres facteurs qui peuvent tous influencer sur la façon dont les nanomatériaux agissent sur santé. De plus, le matériau de taille nanométrique n'a pas forcément les mêmes caractéristiques que celles du même matériau de taille micro ou macro (de taille « normale »), même lorsque le nanomatériau est créé à partir du même produit chimique ou matériau.

Voici les dangers préoccupants pour la santé :

- Explosivité
- Inflammabilité
- Propriétés électrostatiques
- Auto-chauffage
- Énergie minimale d'inflammation (EMI) réduite
- Vitesse de combustion
- Sensibilité aux agents oxydants
- Activité catalytique

- Adhérence électrostatique aux vêtements, à l'équipement, etc.
- Dégradation des nanomatériaux composés de plusieurs éléments libérant des éléments toxiques (par exemple le cadmium élémentaire)

Des exemples de nanomatériaux pouvant présenter des dangers pour la sécurité sont les nanopoudres métalliques ou la pulvérisation de mélanges contenant des nanopoudres. Les poudres auront probablement un risque accru d'explosion, d'auto-allumage et de charge électrostatique au fur et à mesure que la taille des particules diminue. Le NIOSH a mené une enquête sur l'explosivité des nanomatériaux. Il a conclu ce qui suit :

- Les nanomatériaux composés de carbone seraient faiblement explosifs, tandis que la nanocellulose est plus explosive que ses formes macroscopiques.
- Certains nanomatériaux, comme l'aluminium et le titane, seraient nettement plus explosifs.

D'autres études montrent que l'utilisation de certains nanomatériaux (par exemple le nanographite) dans la production de batteries au lithium-ion augmente le risque d'explosion, ce qui est corrélé à la diminution de la taille des particules.

Sur quoi ce document porte-t-il?

Le présent document Réponses SST donne un aperçu des travaux de recherche actuels sur la nanotechnologie et les nanomatériaux. Il porte principalement sur les préoccupations en matière de santé et de sécurité des travailleurs prenant part au processus de fabrication de nanomatériaux. Il ne résume toutefois pas les préoccupations liées à une exposition générale des consommateurs à celles-ci (par exemple lorsqu'une personne utilise un produit à des fins personnelles).

La nanotechnologie est un domaine qui évolue rapidement sur le plan de son utilisation et de notre compréhension de celle-ci. Si vous avez certaines préoccupations, n'hésitez pas à faire communiquer avec le fabricant ou le fournisseur, ou à faire des recherches plus approfondies dans des revues scientifiques.

Pour obtenir de plus amples renseignements, veuillez consulter :

- Nanotechnologie - [Général](#)
- Nanotechnologie – [Mesures de contrôle](#)
- Nanotechnologie – [Législation et limites d'exposition en milieu de travail](#)

Quelles propriétés influencent les effets sur la santé lors de l'exposition aux nanomatériaux?

Puisque les nanomatériaux possèdent des propriétés uniques par rapport à leurs formes micro ou macro, ils peuvent présenter des dangers uniques pour la santé en raison des propriétés suivantes :

- Propriétés physiques, telles que la forme, la taille, les structures cristallines, le rapport d'aspect (c'est-à-dire 3:1), le revêtement, la zone ou la charge de surface, la solubilité et la porosité
- Composition chimique (par exemple toxicité élémentaire intrinsèque, comme celle du plomb, du cadmium) et réactivité de surface (par exemple catalyse et génération d'espèces réactives de l'oxygène), etc.
- Capacité de se déposer plus profondément dans les poumons
- Capacité à atteindre le sang, et par conséquent, des organes, comme le cerveau, le foie et le cœur
- Capacité à interagir avec des molécules biologiques en raison de dimensions similaires
- Capacité à traverser les membranes cellulaires
- Capacité à être plus biologiquement actifs en raison de leur rapport taille-surface par rapport à leur poids
- Capacité à rester en suspension dans l'air plus longtemps
- Biopersistance (par exemple capacité des nanofibres à rester dans les poumons)
- Présence de contaminants (par exemple l'activité de contaminants, comme le chrome et le manganèse, qui restent dans les nanotubes de carbone après leur fabrication, peut provoquer ou augmenter leur toxicité)
- Forme emprisonnée par rapport à forme libre
- Capacité à transporter des matériaux toxiques (c.-à-d. agir comme un « cheval de Troie »)

Méthode de fabrication

Comment les nanomatériaux pénètrent-ils dans l'organisme?

Les nanomatériaux semblent pénétrer dans l'organisme de la même façon que d'autres particules, c'est-à-dire par inhalation, par ingestion ou par absorption percutanée.

Dans tous les cas, il est nécessaire de mener d'autres études pour cerner toutes les préoccupations en matière de santé chez l'humain. La voie de pénétration d'un nanomatériau dans l'organisme et l'effet qu'il produit varient en fonction de nombreux facteurs, notamment :

- Rapport d'aspect (rapport de la longueur sur la largeur)
- Forme

- Zone de la surface
- Masse
- Solubilité
- Composition chimique
- Charge
- Agrégation ou agglomération (libre par rapport à emprisonnée dans un matériau composite)
- Porosité

Des recherches indiquent ce qui suit :

Inhalation (respiratoire)

L'inhalation est la voie d'exposition la plus courante aux particules en suspension dans l'air sur le lieu de travail. Les nanomatériaux peuvent se déposer dans différentes régions des voies respiratoires, en fonction de la taille et de la composition de ce nanomatériau particulier. Ils peuvent aussi pénétrer dans la circulation sanguine et le système lymphatique et être ainsi disséminés partout dans l'organisme. Une fois dans la circulation sanguine, ils peuvent être absorbés par le foie, la rate, la moelle osseuse, le cœur et d'autres organes. Par exemple, les nanomatériaux en aérosol inhalés peuvent pénétrer plus profondément dans les poumons que leurs formes macroscopiques. On a constaté que certains nanomatériaux inhalés (par exemple les nanométaux et les nano-oxydes métalliques) pouvaient atteindre le cerveau en passant par le nerf olfactif.

Peau et yeux

Les nanomatériaux peuvent aussi être absorbés par la peau et atteindre d'autres organes. Certains indicateurs montrent que des particules peuvent s'accumuler autour des follicules pileux, et lorsque le follicule s'ouvre, les particules peuvent atteindre des couches plus profondes.

Ingestion (système digestif)

Les nanomatériaux peuvent traverser le tube digestif, pénétrer dans la circulation sanguine et être transportés vers d'autres organes et tissus.

Quels sont les problèmes de santé possibles liés aux nanomatériaux?

Les humains sont exposés à des nanomatériaux naturels (par exemple cendres volcaniques) et à des nanomatériaux produits involontairement par divers processus artificiels (par exemple sous-produits de combustion, comme l'échappement des diesels, la fumée de soudage ou la fumée de cigarette, le ponçage). Les effets sur la santé suivants ont été rapportés pour ces types de nanomatériaux :

Tableau 1 : Exemples de nanomatériaux générés de manière incidente et problèmes de santé

Généré de manière incidente Nanomatériel	Problèmes de santé
Pollution de l'air	Augmentation des problèmes cardiovasculaires et respiratoires
Fumée de cuisson	Pneumonie, maladie respiratoire chronique, cancer du poumon
Échappement des diesels	Classée par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) comme cancérigène pour l'homme (groupe 1), maladie respiratoire
Fumées de soudage	Classé par le CIRC comme cancérigène pour l'homme (groupe 1), maladie des fondeurs de laiton, infertilité, pneumoconiose bénigne
Ponçage	Classé par le CIRC comme cancérigène pour l'homme (groupe 1), silicose

Les effets sur la santé des nanomatériaux fabriqués varieront considérablement en fonction du nanomatériau exact présent et de ses caractéristiques.

Par exemple, les effets observés incluent :

- L'exposition aux nanotubes de carbone (NTC) et aux nanofibres de carbone (NFC) est associée à des effets précoces tels que la fibrose, l'inflammation, le stress oxydatif et les réactions cardiovasculaires chez les travailleurs.
- Réaction inflammatoire chez des rats après une exposition à des nanomatériaux composés de particules ultrafines de noir de carbone.
- Effets cardiovasculaires indésirables chez des souris après une exposition aux nanotubes de carbone simple paroi et multiparois.
- Le dioxyde de titane (TiO₂) a entraîné, chez les rats, une augmentation du cancer du poumon après une exposition chronique par inhalation (environ huit fois plus importante pour le TiO₂ à l'échelle nanométrique que pour le TiO₂ à l'échelle microscopique à dose massique équivalente). Ce facteur de huit reflète la différence de surface spécifique de ces matériaux.

- Dans des études sur les animaux, le matériau de silice cristalline de taille microscopique se dépose dans les voies respiratoires supérieures, provoquant des effets indésirables mineurs sur la santé. Cependant, la silice cristalline de taille nanométrique a atteint les espaces alvéolaires des poumons, entraînant une inflammation et une cicatrisation pulmonaire.

Date de la première publication de la fiche d'information : 2026-07-31

Date de la dernière modification de la fiche d'information : 2026-07-31

Avertissement

Bien que le CCHST s'efforce d'assurer l'exactitude, la mise à jour et l'exhaustivité de l'information, il ne peut garantir, déclarer ou promettre que les renseignements fournis sont valables, exacts ou à jour. Le CCHST ne saurait être tenu responsable d'une perte ou d'une revendication quelconque pouvant découler directement ou indirectement de l'utilisation de cette information.