

Nanomatériaux et santé

Benhassine w

Médecin du travail

Ergonome

Objectifs

- Définir les nanomatériaux et identification des sources d'exposition
- Comprendre la problématique posée par les nanomatériaux en tant que facteurs de risque professionnels
- Connaitre leurs effets probables sur la santé selon
- Comprendre le principe de précaution suivi par l'OMS en matière de prévention

Plan

1. Définition / généralités
2. Problématique
3. Sources d'exposition
4. Toxicité
5. Effets sur la santé
6. Mesures préventives

Plan

1. Définition / généralités
2. Problématique
3. Sources d'exposition
4. Toxicité
5. Effets sur la santé
6. Mesures préventives

Définition de Nanomatériau

- Définition de l'ISO : The term nanomaterials refers to materials that have at least **one** dimension (height, width or length) that is smaller than **100** nanometres (10^{-7} metre) = taille d'un virus
- Ils ont une Origine naturelle ou bien ils sont fabriqués soit accidentellement ou bien pour des usages industriels = Manufactured NanoMaterials (MNM)s
- Les MNMs sous surveillance particulière de l'OMS :
 - guideline (WHO GUIDELINES FROM POTENTIAL RISKS ON PROTECTING WORKERS OF MANUFACTURED NANOMATERIALS)

Classification des nanomatériaux

1. les nanoparticules **d'origine naturelle** (cendres volcaniques, embruns, minéraux composites),
2. les nanoparticules qui apparaissent comme des **sous-produits de l'activité humaine** (émissions de moteurs diesels, d'activités industrielles, vapeurs de soudage, sablage)
3. les **nanoparticules manufacturées**, qui ont été spécifiquement conçues et synthétisées (nanotubes de carbone, oxyde de cérium, fullerènes, boîtes quantiques, silice amorphe de synthèse, nano-argent, etc.).

Plan

1. Définition / généralités
- 2. Problématique**
3. Sources d'exposition
4. Toxicité
5. Effets sur la santé
6. Mesures préventives

Problématique

- Grace à leur taille; les MNMs ont des applications très intéressantes dans l'industrie (pharmaceutique, électronique, peintures,)
- À cause de leurs taille; ils présentent des effets différents de la même substance dont la taille est micro ou macroscopique
- L'évaluation du risque, de l'exposition et de la toxicité nécessite probablement des méthodes de tests différents que pour les microparticules
- Études sur la toxicité ne sont disponibles qu'**in vitro** pour l'**inhalation** et uniquement pour **quelques** éléments
- À ce jour, aucun effet indésirable n'a été noté chez l'homme probablement à cause de leur récente introduction dans l'industrie

D'Où application du principe de la prudence

la nécessité de mise en place d'un dispositif de surveillance

Problématique

- La production et l'utilisation de plus en plus importante dans des produits de consommation et des produits industriels rend l'exposition des travailleurs qui les manipulent les plus à risque d'intoxication

D'où le programme de surveillance doit avoir comme première cible les travailleurs

Plan

1. Définition / généralités
2. Problématique
- 3. Sources d'exposition**
4. Toxicité
5. Effets sur la santé
6. Mesures préventives

Deux circonstances d'exposition

1. **Exposition non intentionnelle** : Lors de la génération non intentionnelle de MNMs dans un process de fabrication ne manipulant pas les MNMs
2. **Exposition intentionnelle** : Manipulation des MNMs lors de leur production ou leur utilisation dans d'autres procédés industriels

Donc :

1

- **Procédé thermique** : soudage, coupage, métallisation, galvanisation, application de cire, de peintures, par une source thermique (laser, torche thermique etc)
- **Procédé mécanique** : usinage, perçage, ponçage, polissage
- **Procédé de combustion** : émissions des moteurs (Diesel, essence, gaz); centrale d'incinération; fumage de denrées alimentaires; chauffage au gaz

2

- **Peinture et Revêtement** : dioxyde de titane, dioxyde de silicium, oxyde de fer, argent, azoïques;...)
 - Peinture autolavable
 - Peinture de voiture
 - Revêtement transparent et photoactifs
- **Denrées alimentaires** (dioxyde de titane;) :
 - colorants des bonbons;
 - gomme à mâcher;
 - additifs et exhausteurs de gout
- **Encres et toners** (argent, azoïques, phtalocyanine, noir carbone)
 - Imprimantes à jet d'encre
 - Encres pour tatouage

2

- **Produits pharmaceutiques** (argent, or, lyposomes, silice amorphe)
 - Comprimés, suppositoires, crèmes
 - Compresses et pansements
 - Test de grossesse
 - Médicaments anti cancer
- **Cosmétiques** : (argent, dioxyde de titane, oxyde de zinc, noir carbone, silice amorphe, hydroxyapatite, fullerenes)
 - Déodorants, écrans solaires, dentifrice, maquillage , crème anti âge, contours des yeux, crème pour bébé (érythème fessier)

2

- **Jouets** (argent)
 - Jouets en peluche
- **Articles de sport** (dioxyde de titane, nanotubes de carbone)
 - Raquettes de tennis
 - Cadres de vélo
 - Clubs de golf
- **Pesticides** (oxyde de calcium, oxyde d'aluminium, silice amorphe)

2

- **Produits en caoutchouc** (noir carbone)
 - Pneus
- **Produits électriques** / électroniques (nanotubes de carbone)
 - Écrans plats
- **Plastiques** (nitrure de titane, argent)
 - Bouteille en plastique
 - Emballages alimentaires antibactériens
- **Textile** (argent, dioxyde de titane, nanotubes, oxyde d'aluminium, silice amorphe)
 - vêtements déperlant
 - Lingettes antimicrobiens (bébés)
 - Lingettes anti rayons ultraviolets

Plan

1. Définition / généralités
2. Problématique
3. Sources d'exposition
- 4. Toxicité**
5. Effets sur la santé
6. Mesures préventives

Facteurs de toxicité

1. Propriétés physico-chimiques

- La taille (1 à 100 nm)
- La dimension
- La forme
- La composition
- Les caractéristiques de surface
- La charge
- La vitesse de dissolution

Facteurs de toxicité

2. Voies de pénétration et durée et importance de l'exposition
 - Inhalation : principale voie de pénétration
 - Voie digestive : directe (mains souillées) et indirecte (nasopharynx)
 - Contact de la peau avec surfaces contaminées ; voie controversée sauf si effraction de la peau
3. Facteurs individuels
 - Susceptibilité individuelle
 - Charge physique
 - Facteurs biocinétiques

Toxicocinétique

- Distribution

- Les MNMs dont la taille $< 10\text{nm}$ agissent comme des gaz et traversent toutes les barrières. Ils pénètrent dans tous les organes et perturbent l'environnement biochimique des cellules
- Après inhalation ou ingestion les MNMs se trouvent dans le poumon et le tractus digestif mais aussi dans le foie, le cœur la rate et le cerveau

Toxicocinétique

- Élimination : deux processus sont incriminés
 - Élimination chimique : par dissolution des molécules solubles dans tous les liquides biologiques de l'appareil respiratoire
 - Élimination physique : par transport des particules peu ou pas solubles vers d'autres sites de l'appareil respiratoire notamment vers :
 - la bouche et le nez par le mucus et les cils pour être soit déglutis, soit éliminés par éternuement ou toux
 - Les alvéoles par les macrophages cependant, certains MNMs ne sont pas phagocytés et s'accumulent dans les alvéoles provoquant une inflammation. La demi vie dans les poumons est de 700 j

Plan

1. Définition / généralités
2. Problématique
3. Sources d'exposition
4. Toxicité
- 5. Effets sur la santé**
6. Mesures préventives

Les effets ne sont pas généralisés, les résultats des études sont parfois controversés

- Effet inflammatoire général
- Effet sur le poumon, la plèvre
 - Obstruction réversible des voies respiratoires
 - Fibrose
- Effet cardiovasculaire
 - Ischémie myocardique
- Effet neurologique

Plan

1. Définition / généralités
2. Problématique
3. Sources d'exposition
4. Toxicité
5. Effets sur la santé
6. Mesures préventives

Recommandations de l'OMS

- Evaluer les risques sanitaires des MNMs
- Evaluer l'exposition (VLEP)
- Contrôler l'exposition : exposition par inhalation,
- Veille sanitaire
- Formation et implication des travailleurs

Bibliographie

- <https://www.cairn.info/les-risques-du-travail--9782707178404-page-299.htm>
- <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/259671/9789241550048-eng.pdf;jsessionid=7D1C7960D43A509826D6E59B8BF3EF68?sequence=1>
- <https://euon.echa.europa.eu/fr/world-health-organisation-who->
- Toxicité des nanoparticules et aperçu des modèles expérimentaux actuels [Haji Bahadar](#) , ¹ [Faheem Maqbool](#) , ¹ [Kamal Niaz](#) , ¹ et [Mohammad Abdollahi](#) ^{*}, 1, 2, 3