



La nanotechnologie s'intéresse à la création ou à la manipulation de particules et de matériaux ayant au moins une dimension nanométrique. Le nanomètre est le milliardième du mètre.

On distingue les nano-objets ayant 3 dimensions dans le domaine nanométrique (nanoparticules), ayant 2 dimensions dans le domaine nanométrique (nanofibres), ayant une dimension nanométrique (nanofeuillet). Les nanoparticules sont des particules solides de diamètre **inférieur à 100 nanomètres**. Les nano-objets ont des propriétés – électriques, magnétiques, optiques ou chimiques - totalement différentes des produits de même composition mais de plus grande taille.

Où trouve-t-on des nanoparticules ?

À côté des nanoparticules naturelles (poussières volcaniques...), des nanoparticules produites non intentionnellement par l'homme (particules ultrafines : émission de moteurs diesel...) ou émises lors de procédés industriels (procédés thermiques : fumées de soudage..., procédés mécaniques : ponçage..), il existe des nanoparticules d'origine intentionnelle retrouvées dans différents secteurs : les laboratoires de recherche, les industries de fabrication et d'utilisation (en plein essor). Les domaines d'application sont multiples et les principales nanoparticules manufacturées sont :

dioxyde de titane, noir de carbone, alumine, nanotubes de carbone, silice amorphe, terres rares, carbonate de calcium, nanoargiles...

Procédés de fabrication des nanoparticules

Les nanoparticules peuvent être synthétisées selon différentes approches :

- nanoparticules construites atome par atome, molécule par molécule : procédés en phase gazeuse (ex: TiO_2), dépôt de vapeurs (ex : nanotubes de carbone), formation de colloïdes,
- ou à partir d'une grande structure qui est graduellement sous dimensionnée pour atteindre des dimensions nanométriques: procédés mécaniques par attrition (broyage).

Champ d'application, d'utilisation des nanoparticules

Industries automobile, aéronautique, électronique, communications, chimie, pharmaceutique, biomédicale et biotechnologique, soins de santé, cosmétiques, énergie, secteurs manufacturiers, environnement et écologie, sécurité des procédés, défense.

Les nanoparticules peuvent être utilisées en tant que telles ou incorporées dans des matériaux alors appelés nanomatériaux.

Ex. : oxyde de cérium comme catalyseur en industrie automobile, fumées de silice dans le béton améliorant sa fluidité, dioxyde de titane protecteur anti UV dans les crèmes solaires, argent comme agent antibactérien dans revêtement d'appareil électroménager, noir de carbone dans les encres d'imprimantes, nanotubes de carbone et fullerènes dans la fabrication des raquettes de tennis..

Voies de pénétration des nanoparticules

Respiratoire,
cutanée possible, taille dépendante particulièrement si la peau est lésée et aux plis de flexion
digestive

Effets sur la santé

Il existe un dépôt spécifique dans les voies aériennes, différent des particules microniques.

Les propriétés physicochimiques nouvelles, intrinsèques à ces particules, sont susceptibles d'entraîner les effets toxicologiques chez l'homme, différents des particules de même composition chimique mais de plus grande taille. Un million de nanoparticules de 10 nanomètres ont la même masse qu'une particule de 10 μ mais la surface spécifique équivalente est 100 fois plus grande : « à chimie égale, plus grande réactivité ». Il existe un danger potentiel lié à la réactivité biologique de surface des nanoparticules et à leur capacité de diffusion dans les tissus. Il n'est pas encore possible de déterminer le risque pour l'homme. Les données toxicologiques sont principalement obtenues de l'expérimentation animale et in vitro (cellule). Cependant les études des effets de la pollution atmosphérique ont montré la toxicité cardiovasculaire et respiratoire de l'exposition aux particules ultrafines. Mécanisme d'action : agression oxydante, stimulation de l'inflammation, de la fibrogénèse, hyperréactivité bronchique non spécifique. Voir avis du HCSP sur les NTC (janvier 2009) et les recommandations de vigilance sur les nanoparticules d'argent (mars 2010).

Evaluation de l'exposition

Les concentrations en masse ne sont pas un bon indicateur de l'exposition. Il faut tenir compte aussi des phénomènes secondaires d'agglomération ou d'agrégat. Il existe des méthodes expérimentales de mesures en cours de validation. Pas de VLEP en France. Quelques valeurs étrangères sont disponibles (NIOSH, BSI...). Il est possible d'utiliser les méthodes d'évaluation qualitative prenant en compte notamment la nature physique et chimique (taille, surface...), les quantités de matériaux mis en œuvre et les durées d'exposition potentielle. Les tâches de fabrication, chargement, emballage, manutention et de nettoyage seront particulièrement étudiées, prenant en compte aussi, comme pour toute évaluation du risque, le confinement et le port des EPI.

Prévention

La maîtrise du risque passe par la maîtrise de l'exposition.

Confinement du procédé.

Équipement de protection individuelle (EPI) : masque respiratoire FFP3 (exposition de courte durée), adduction d'air (exposition de plus longue durée). Combinaison type 5. Gants jetables. Lunettes à protection latérale.

Traçabilité des expositions.

Surveillance médicale des salariés exposés notamment cardio-vasculaire et respiratoire, cutanée.

principe de précaution

Réglementation

Prévention des risques professionnels. Prévention du risque chimique décret ACD et CMR (si substance déjà classée pour ses effets CMR). Limites de l'application de REACH (dimension des particules, tonnage). Nano REACH en cours. Déclaration annuelle de ces substances mises sur le marché en France (décrets 2012-232 et 2012-233 du 17 février 2012).