

LES NANOMATÉRIAUX MANUFACTURÉS : QUELLE PRÉVENTION EN SANTÉ ET SÉCURITÉ AU TRAVAIL ?

Myriam RICAUD

Département Expertise et Conseil Technique
Pôle Risques Chimiques

Notre métier,
rendre le vôtre plus sûr

www.inrs.fr

L'INRS

L'INRS est un maillon du système français de prévention des risques professionnels (<http://www.inrs.fr>)

Un objectif : la santé et la sécurité de l'Homme au travail (→ 18 millions de salariés en France)

- ▶ **Association loi 1901**, créée en 1947, sans but lucratif et soumise au contrôle financier de l'État, constituée sous l'égide de la CNAMTS,
- ▶ **Gérée par un conseil d'administration paritaire** composé de représentants des employeurs (MEDEF, CGPME, UPA) et des organisations syndicales de salariés (CFDT, CFTC, CGC, CGT, CGT-FO),
- ▶ **580 personnes sur deux sites (Paris / Nancy)** : 6 départements de recherche + 2 départements d'information et de formation + 2 départements de conseil et d'expertise,
- ▶ **80 millions d'euros de budget annuel.**

Les enjeux des nanomatériaux

→ Des enjeux scientifiques et techniques

Observer, comprendre, caractériser, fabriquer et utiliser les nanomatériaux

→ Des enjeux économiques

Les nanomatériaux sont des *Key Enabling Technologies* et constituent ainsi un levier d'innovation majeur dans de nombreux secteurs industriels : automobile, cosmétique, agroalimentaire, pharmacie, textile, BTP, électronique...

Les nanotechnologies font partie des six technologies clés génériques considérées comme étant les plus prometteuses dans le cadre du programme européen de recherche et d'innovation *Horizon 2020*.

~ **425 000 tonnes** de nanomatériaux manufacturés ont été mises sur le marché en France en 2016 par ~ 1500 entreprises ([dispositif R-Nano](https://www.r-nano.fr) : <https://www.r-nano.fr>)

➔ ➔ ➔ **Population salariée potentiellement exposée aux nanomatériaux nombreuse**

→ Des enjeux sociétaux

Les nanomatériaux suscitent des espoirs, des inquiétudes, des promesses, etc.



Les expositions en milieu professionnel

- Bien que les **nanomatériaux manufacturés** concernent l'ensemble de la population, **les premières et les plus fortes expositions se déroulent en milieu professionnel** (les quantités produites ou utilisées sont plus importantes et les nanomatériaux se présentent sous de multiples formes).

- Les nanomatériaux manufacturés sont fabriqués ou utilisés dans de très nombreux secteurs d'activité et pour une multitude d'applications, impliquant que **les situations d'exposition sont (et seront) nombreuses et variées.**



-  Pour des raisons essentiellement concurrentielles, **les entreprises concernées sont généralement discrètes et peu enclines à communiquer sur le sujet.**

!!!! Les études publiées relatives aux expositions des salariés aux nanomatériaux manufacturés en milieu industriel demeurent rares (→ Colchic, Ev@lutil...).

Les expositions en milieu professionnel

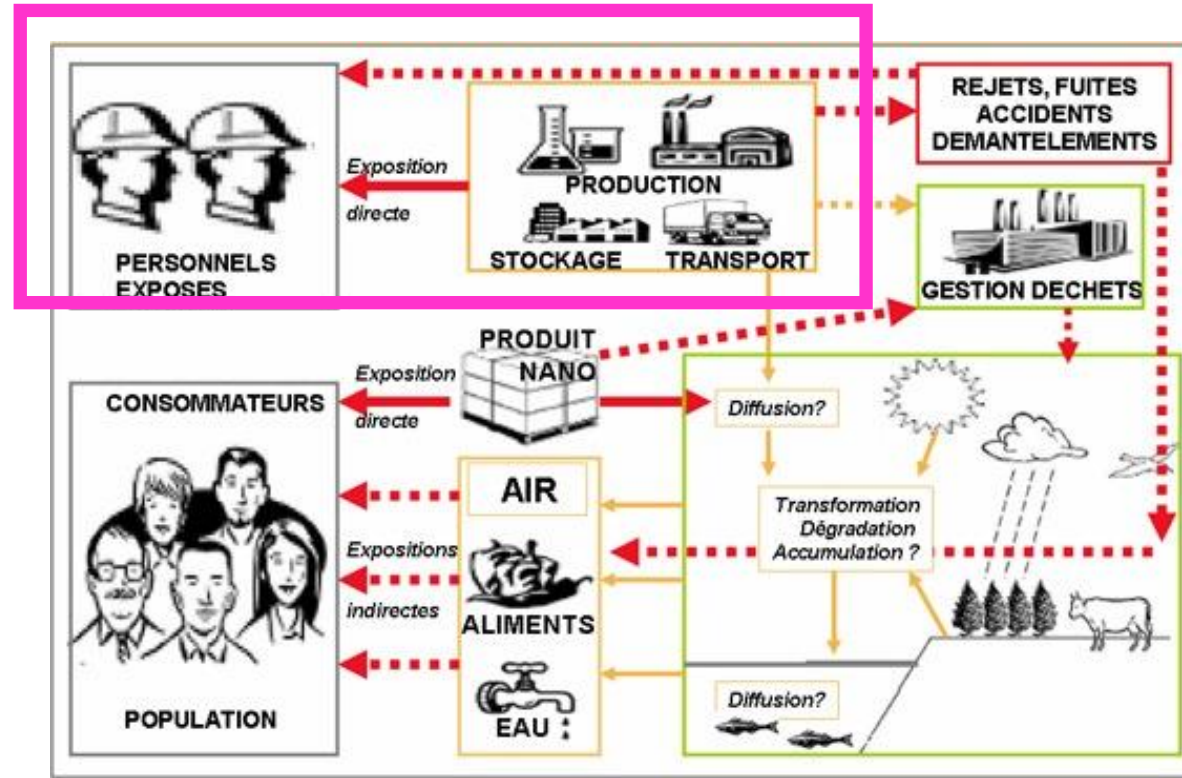


Les salariés peuvent être exposés aux nanomatériaux manufacturés tout au long de leur cycle de vie

Les principaux paramètres qui influent sur le degré d'exposition des salariés :

- la forme physique *,
- les procédés mis en oeuvre,
- les quantités manipulées,
- la durée et la fréquence des travaux,
- la capacité des produits à se retrouver dans l'air ou sur les surfaces de travail (à former des aérosols ou des gouttelettes),
- les moyens de protection mis en place.

*Poudre, suspension liquide, gel ou intégrés dans une matrice.

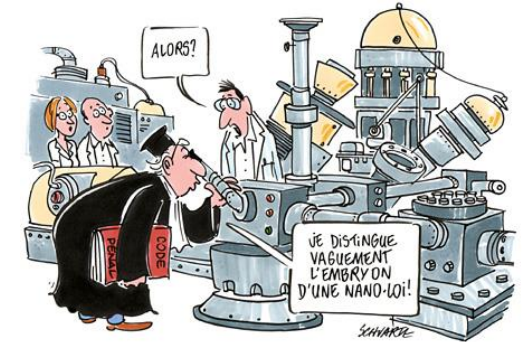


- R&D
- Production
- Utilisation
- Usinage
- Conditionnement
- Transport
- Stockage
- Maintenance
- Entretien
- Démantèlement
- Traitement des déchets
- Fonctionnement dégradé

La réglementation

Il n'existe actuellement pas dans le Code du Travail de texte spécifique applicable aux nanomatériaux.

<http://travail-emploi.gouv.fr/sante-au-travail/prevention-des-risques/autres-dangers-et-risques/article/nanomateriaux>



« Quelle est la réglementation applicable en matière de protection des travailleurs ?

La prévention des risques liés à la mise en œuvre des nanomatériaux est soumise à la **réglementation du code du travail relative à la prévention du risque chimique**. Ainsi, a minima, la réglementation relative à la prévention des risques liés aux agents chimiques dangereux (ACD : articles R. 4412-1 et suivants), s'applique.

Si une substance, déjà classée pour ses effets CMR, et entrant à ce titre dans le champ d'application de l'article R. 4412-59 du code du travail, est produite sous la forme de particules de taille nanométrique, les règles spécifiques aux CMR s'appliquent de la même manière ...»

La réglementation

Le Plan Santé Travail 3 (2016-2020) :

Dans ce plan, il est question de **nanomatériaux** et notamment dans l'Axe stratégique 1 *Prévention primaire et culture de prévention*, objectif opérationnel 3 : *Cibler des risques prioritaires (pages 16 à 19) :*

1. Prévenir l'exposition aux produits chimiques

Action 1.12 : Mieux connaître et mieux prévenir les risques émergents

- Réaliser une campagne de mesurage sur les nanomatériaux en vue d'identifier les filières les plus exposées, comportant un ciblage spécifique dans le secteur du bâtiment travaux publics (BTP),
- Dans les secteurs d'activités les plus concernés par les expositions aux nanomatériaux, informer les entreprises et les acteurs de prévention sur les mesures de gestion des risques adaptées existantes, et notamment les moyens de protection collective.

Action 1.13 Rechercher une amélioration du cadre réglementaire au niveau européen

Soutenir les adaptations du système général harmonisé de classification et d'étiquetage des Nations unies (SGH) et du règlement CE n°1272/2008 dit « CLP » (*Classification, Labelling, Packaging*) pour intégrer la spécificité des nanomatériaux.

<http://travail-emploi.gouv.fr/IMG/pdf/pst3.pdf>

La réglementation

Le Plan Santé Environnement 3 (2015-2019) :

Action 36 : *"poursuivre les travaux d'évaluation des expositions des consommateurs pour identifier les différents nanomatériaux présents dans les denrées alimentaires" et "poursuivre les travaux de toxicologie, notamment pour la voie orale et l'exposition chronique aux faibles doses".*

Action 70 : *"soutenir le renforcement du corpus réglementaire européen sur les nanomatériaux : modification des annexes de REACh et examen de la pertinence des autres options, en particulier d'un registre européen comparable au dispositif français de déclaration".*

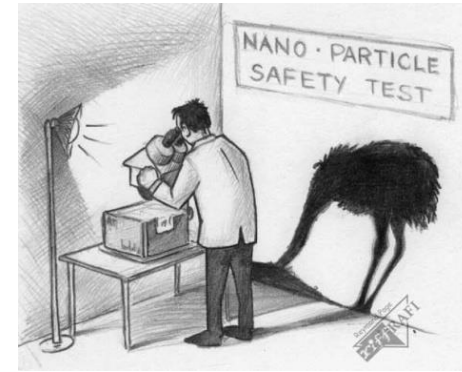
Action 72 : *"proposer aux parties prenantes, dans le cadre du PST3, de porter au niveau européen, au titre du règlement n° 1272/2008 dit « CLP», des demandes de classifications réglementaires harmonisées de familles de nanomatériaux manufacturés pour lesquelles il existe un faisceau de preuves significatif sur des propriétés CMR ou sensibilisants. Cette classification permettra notamment d'étiqueter les produits en contenant et d'assurer ainsi une traçabilité de ces nanomatériaux".*

Le plan se prononce en faveur de la généralisation de l'étiquetage [nano].

http://social-sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnse3_v_finale.pdf

La réglementation

Le règlement européen REACH* :



- ➔ Seule la composition chimique de la substance pure est envisagée et non pas l'aspect dimensionnel de sa forme particulière,
- ➔ Les évaluations ne sont exigées que pour les substances produites ou importées à plus de 100 tonnes/an, et celles produites ou importées à moins d'1 tonne/an ne sont même pas enregistrées.

Création d'un groupe de travail « nano REACH » : préparer l'intégration des nanomatériaux dans le règlement communautaire

Fin avril 2018, les Etats membres de l'UE ont validé la dernière proposition de la CE visant à adapter les annexes de Reach afin que puissent être explicitement pris en compte les nanomatériaux.

Des exigences spécifiques seront désormais requises pour obtenir plus d'informations sur les substances nanométriques enregistrées et mises sur le marché au-delà d'une tonne par an et par entreprise (quantités, caractéristiques, instructions quant à leur manipulation, dangers...).

La réglementation

La déclaration obligatoire des nanomatériaux :

Loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 (codifiée aux articles L.523-1 et suivants du **Code de l'environnement**), dite Grenelle II, prévoit la mise en place d'un dispositif **de déclaration annuelle des « substances à l'état nanoparticulaire »** qui sont produites, importées ou distribuées en France.

<https://www.r-nano.fr>

➤ Publics concernés : entreprises produisant, distribuant et important des substances à l'état nanoparticulaire, laboratoires publics et privés de recherche

➤ Substances visées : substance à l'état nanoparticulaire en l'état ou contenue dans un mélange sans y être liée, ou de matériaux destinés à rejeter cette substance dans des conditions normales ou raisonnablement prévisibles d'utilisation, au-delà de 100 grammes par an et par substance

➤ Entrée en vigueur : 1er janvier 2013



!!! Trois décrets parus le 17 février 2012 (n°2012-232 et 2012-233) et le 4 mai 2017 (n°2017-765) et un arrêté paru le 6 août 2012 précisent les modalités de cette loi.

La réglementation

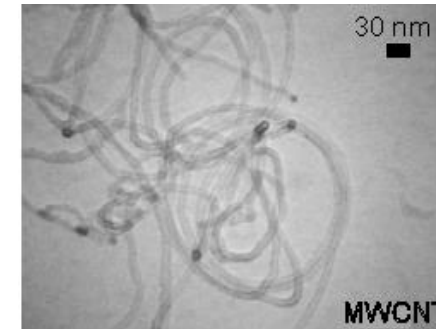
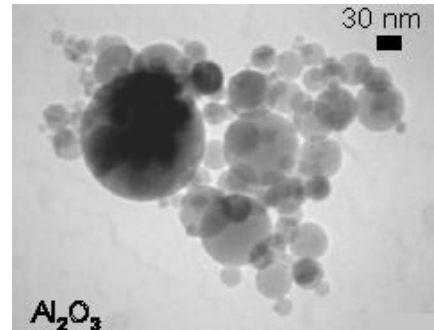
Décret n° 2012-232 du 17 février 2012 :

- ★ Définitions : « substance à l'état nanoparticulaire » (recommandation CE du 18/10/2011), « substance à l'état nanoparticulaire contenue dans un mélange sans y être liée », « fabricant », « utilisateur », etc.;
- ★ Seuil au-delà duquel la déclaration est obligatoire : **100 grammes par an et par substance;**
- ★ Collecte et gestion des données : la déclaration doit être envoyée au ministère chargé de l'environnement avant le 1er mai de chaque année et les données sont gérées par l'ANSES;
- ★ Activités R&D sans mise sur le marché : déclaration réduite (identité + secteur d'activité);
- ★ Demande de confidentialité possible si justifiée;
- ★ Amendes : 3000 euros + astreinte journalière de 300 euros.

La réglementation

Décrets n° 2012-233 et 2017-765 précisent les organismes auxquels l'ANSES peut transmettre les informations qu'elle détient au titre de cette déclaration :

- ★ ANSM,
- ★ ANSP (ex InVS),
- ★ INRS,
- ★ INERIS,
- ★ Observatoires régionaux des déchets,
- ★ Organismes de toxicovigilance mentionnés à l'article L.1341-1 du code de la santé publique.

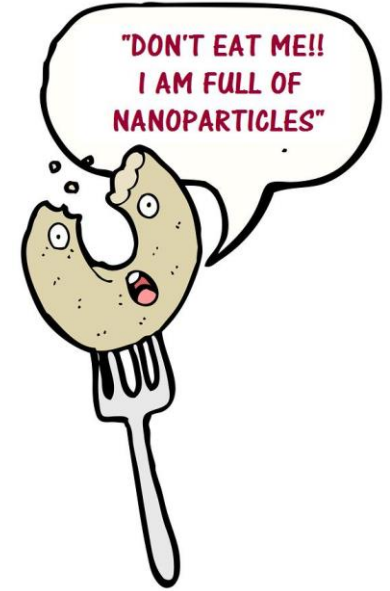


La réglementation

Arrêté du 6 août 2012 précise le contenu et les conditions de présentation de cette déclaration :

!!!! Proportion minimale des particules présentant une ou plusieurs dimensions externes se situant entre 1 nm et 100 nm fixée à 50 % de la distribution des tailles en nombre.

- **Contenu de la déclaration** : identité du déclarant, identité de la substance (nom et formule chimiques, numéros CAS et CE, taille des particules, distribution de taille des particules, états d'agrégation et d'agglomération, forme, surface spécifique, état cristallin, chimie de surface, charge de surface, impuretés), quantité de la substance et usage(s).
- **Conditions de la déclaration** : numéro de déclaration unique; lorsque la production, l'importation ou la distribution est réalisée dans le cadre d'une activité de R&D sans mise sur le marché, la déclaration peut être limitée, etc.



La réglementation

Bilan 2016 de la déclaration R-Nano :

★ **424 323 tonnes de « substances à l'état nanoparticulaire » ont été mises sur le marché en France en 2016 :**

- 304 282 tonnes produites,
- 120 041 tonnes importées.

★ **1457 entités déclarantes (1391 France, 58 EEE et 8 hors EEE)**

★ **10 308 déclarations**

★ **Les 5 « substances à l'état nanoparticulaire » les plus mises sur le marché en 2016 :** noir de carbone, dioxyde de silice, carbonate de calcium, dioxyde de titane, oxyde d'aluminium et boehmite.

★ **Les 5 premiers secteurs d'activité recensés en fonction du nombre de déclarations :** commerce de semences et d'aliments pour bétail ; commerce de produits chimiques ; fabrication de peintures, encre et vernis ; fabrication de parfums et produits de beauté ; fabrication de pigments et colorants.

!!! Plus de 70 % des substances produites et/ou importées le sont en quantité inférieure à une tonne, seuil en deçà duquel l'obligation d'enregistrement de REACH ne s'applique pas.



La réglementation

Les valeurs limites d'exposition professionnelle :

Il n'existe pas de **valeur limite d'exposition professionnelle** dans la réglementation française spécifique pour les nanomatériaux.

- **Poussières réputées « sans effet spécifique » :**

10 mg/m³ (fraction inhalable),

5 mg/m³ (fraction alvéolaire).

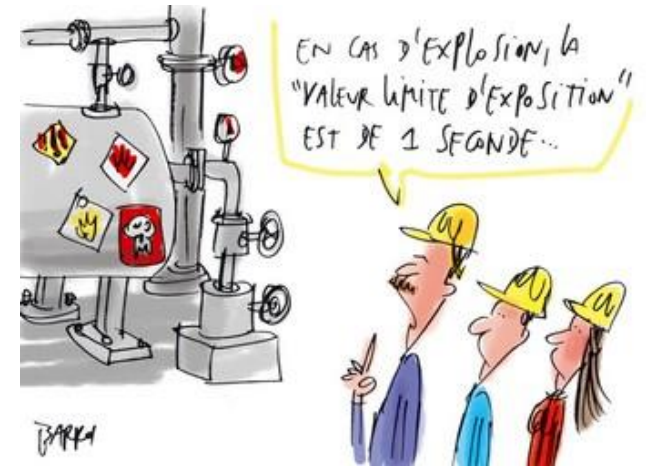
- **Fumées de soudage :** 5 mg/m³ (fraction inhalable).

- **Graphite** (sous forme non fibreuse) : 2 mg/m³ (fraction alvéolaire).

- **Dioxyde de titane** : 10 mg/m³ (fraction inhalable).

- **Oxydes et sels métalliques** (oxyde de zinc, oxyde de fer, carbonate de calcium, oxyde de nickel...).

!!!!!!! Ces valeurs ne sont pas pertinentes, en l'état, pour les substances sous forme nanométrique.



La réglementation

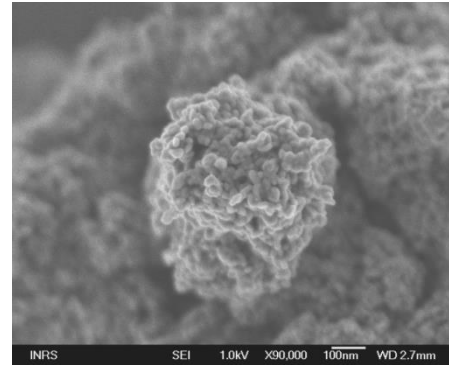
Le **NIOSH** (*National Institute for Occupational Safety and Health*) propose des valeurs limites :

→ **Dioxyde de titane (2011)** :

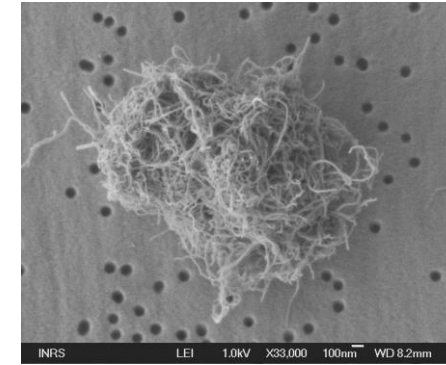
- ♦ **2,4 mg/m³** (fraction alvéolaire),
- ♦ **0,3 mg/m³** (fraction < 100 nm).

→ **Nanotubes de carbone (2013)** :

- ♦ **1 µg/m³**



Dioxyde de titane



Nanotubes de carbone

D'autres organismes comme l'IFA* ou le BSI** ont également défini des valeurs seuils en distinguant plusieurs catégories de nanomatériaux : fibres, CMR, solubles, insolubles, etc.

Ces valeurs provisoires reposent **sur des données toxicologiques incomplètes ou sur une extrapolation à partir de valeurs fixées pour des particules mieux connues.**

Ces organismes précisent que le respect de ces valeurs ne saurait constituer une garantie de ne pas développer une pathologie mais **qu'elles sont une aide à la prise de décision.**

*IFA, Institut für Arbeitsschutz

**BSI, British Standard Institution

→ « **Dioxyde de titane nanométrique : de la nécessité d'une valeur limite d'exposition professionnelle** », INRS, HST 242, mars 2016

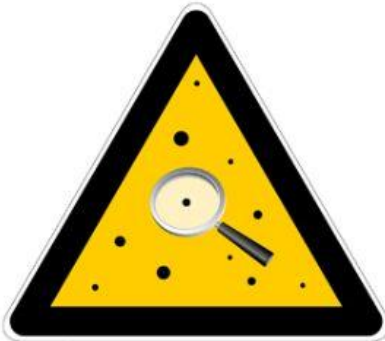
Une priorité pour la prévention

~ **425 000 tonnes** de nanomatériaux manufacturés ont été mises sur le marché en France en 2016 par ~ 1500 entreprises (**dispositif R-Nano** : <https://www.r-nano.fr>)

➔ ➔ ➔ Population salariée potentiellement exposée aux nanomatériaux nombreuse

Les connaissances sur la toxicité des nanomatériaux sont parcellaires : études in vitro difficilement transposables à l'homme, études in vivo effectuées via des voies d'exposition non représentatives et sur de courtes périodes, nanomatériaux insuffisamment caractérisés, etc.

Les données relatives aux expositions professionnelles restent limitées : manque de consensus international quant aux critères de mesure, instruments pour la plupart inappropriés, etc.



INRS Institut national de recherche et de sécurité • © INRS

Anticiper et prévenir les risques associés aux nanomatériaux manufacturés constituent une priorité pour la santé et la sécurité au travail



La prévention des risques

Définir et mettre en place **des pratiques sécurisées de travail qui seront amenées à évoluer au fur et à mesure de la publication d'informations stabilisées sur les effets biologiques des nanomatériaux.**

→ Ces pratiques sécurisées ne sont pas très différentes de celles qui sont recommandées pour toute activité exposant à des **agents chimiques dangereux** (art R. 4412-1 à R. 4412-58 du Code du Travail), mais elles prennent une importance particulière en raison :

- Dangersité (toxicité / incendie-explosion)
- Diffusion à distance du point d'émission (aérosolisation et dispersion)
- Grande persistance dans l'air



Objectif : réduire les expositions professionnelles au niveau le plus bas possible (niveau d'exposition, durée d'exposition, nombre de salariés exposés)

La démarche de prévention

- **Repérer, identifier et inventorier tous les nanomatériaux ou les produits qui en contiennent** : dresser un inventaire exhaustif des nanomatériaux ou des produits en contenant manipulés en entreprise
 - ➔ Consulter la fiche de données de sécurité : se référer plus spécifiquement aux rubriques 9 et 2
 - ➔ Compulser la fiche technique : le produit possède-t-il des propriétés singulières et innovantes (résistance, fluorescence...)?
 - ➔ Interroger le fournisseur (récépissé déclaration R-Nano ?)

Les principales données physico-chimiques qui attestent du caractère nanométrique : **la taille, la distribution granulométrique et la surface spécifique.**



!!!! Noir de carbone, oxydes de fer, argent, carbonate de calcium, oxyde de zinc, oxyde d'aluminium, dioxyde de titane, silices amorphes, oxyde de cérium, argile, latex...

La démarche de prévention

- **Agir sur les procédés et les modes opératoires**

Privilégier la fabrication et l'utilisation de nanomatériau sous forme non pulvérulente

Éliminer ou limiter certaines opérations particulièrement exposantes

Limiter les quantités de nanomatériau utilisées

- **Isoler et mécaniser les procédés de fabrication et d'utilisation (travailler en vase clos)**

- **Capter les polluants à la source**

En laboratoire, installer des enceintes ventilées avec rejet à l'extérieur des locaux : sorbonne, dispositif à flux laminaire ou boîte à gants

En atelier, mettre en place une ventilation localisée avec rejet à l'extérieur des locaux : anneau aspirant, table aspirante, dossier aspirant, etc.

- **Filter l'air avant rejet à l'extérieur des locaux**

Utiliser des filtres à air à très haute efficacité dits « absolus » de classe supérieure à H13 (norme NF EN 1822-1)



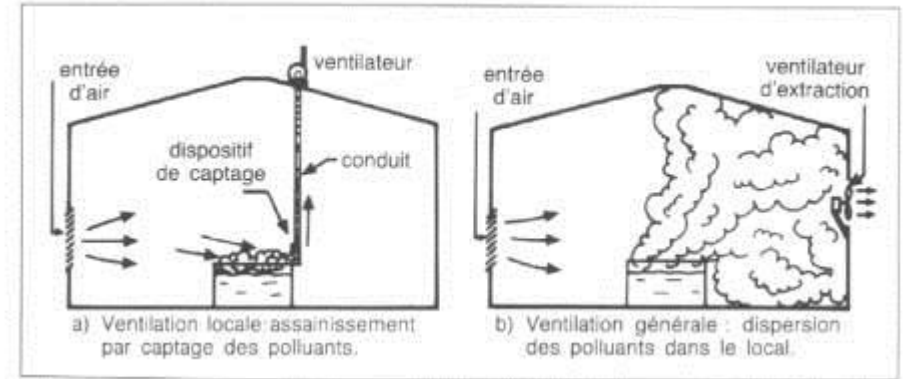
La ventilation

⇒ Privilégier la ventilation locale

Des principes à respecter :

- ☑ Capturer au plus près de la zone d'émission
- ☑ Maintenir une vitesse de captage adéquate et continue au point d'émission
- ☑ Envelopper au maximum la zone de production des nanomatériaux
- ☑ Induire des vitesses d'air suffisantes et homogènes, mais sans survitesse
- ☑ Rejeter l'air à l'extérieur des bâtiments après filtration (!!!! Le recyclage est à proscrire)

⇒ **En complément de la ventilation locale, mettre en place une ventilation générale** (afin d'assurer l'élimination des polluants résiduels et de compenser les débits d'air sortants par des débits d'air entrants)



La ventilation : en laboratoire

→ **Installer une enceinte ventilée** : sorbonne de laboratoire, enceinte à flux laminaire ou boîte à gants.

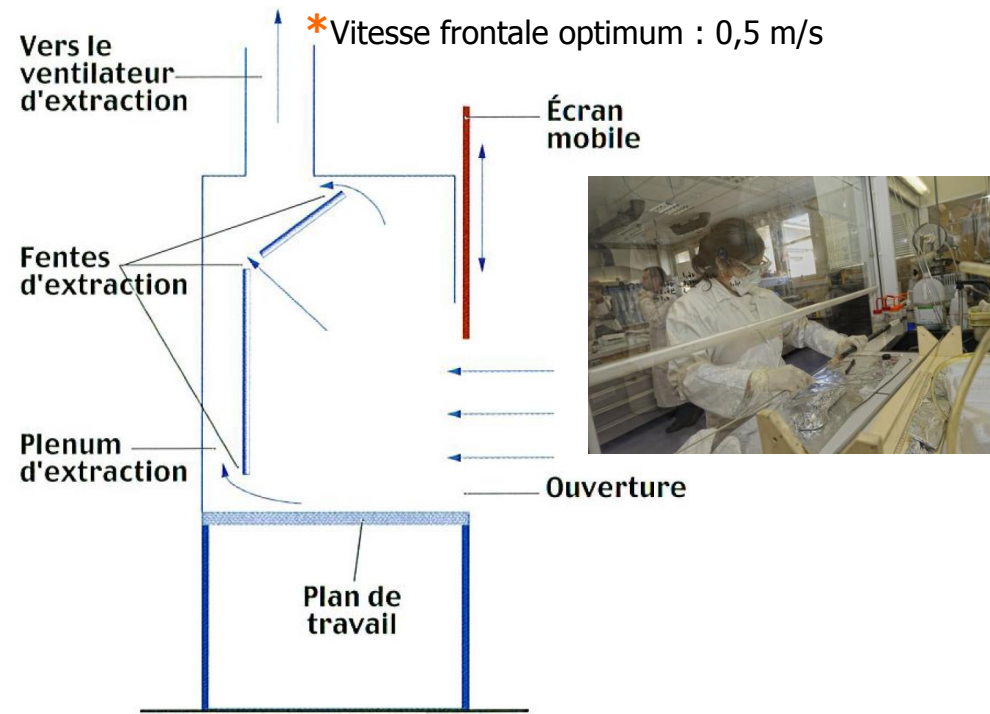


Schéma du fonctionnement général d'une sorbonne



Poste de sécurité pour particules nanostructurées (PSPN)

* TSAI S.J et coll., Airborne nanoparticle exposures associated with the manual handling of nanoalumina and nanosilver in fume hoods, *J. of Nanoparticles Research*, 11, pp. 147-161 (2009).

* TSAI S.J et coll., Airborne nanoparticle exposures while using constant-flow, constant velocity and air curtain isolated fume hoods, *An. Occup. Hyg.*, 54, pp. 78-87 (2010).

La ventilation : en atelier

→ Installer un dispositif de ventilation dite par extraction localisée

Exemples de dispositifs de captage à la source* (mobiles ou non) : tables ventilées, dossierets aspirants, anneaux aspirants, entonnoirs aspirants, buses aspirantes, etc.



Les dispositifs de captage à la source qui ont fait la preuve de leur efficacité pour le captage des gaz et des vapeurs devraient se montrer performants pour le captage des nano-aérosols :

- ⇒ l'entrée du dispositif de captage doit être bien positionnée
- ⇒ une vitesse de captage adéquate doit être continuellement maintenue au point d'émission (0,4 à 0,5 m/s)

*OLD L. et coll., *Effectiveness of local exhaust ventilation in controlling engineered nanomaterial emissions during reactor cleanout operations*, JOEH, 5 : 6, D63-69(2008).

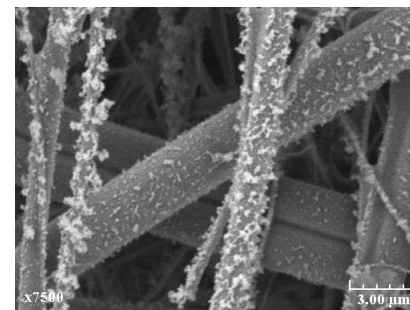
La filtration

↪ L'efficacité des filtres à fibres augmente lorsque la taille des particules diminue.

↪ Théorie du rebond thermique (Wang & Kasper, 1991) : les particules de taille $< 0,1 \mu\text{m}$ seraient susceptibles de ne pas adhérer aux fibres du filtre en raison d'une vitesse d'impact trop importante ?

- ◆ Baisse d'efficacité rapportée que dans un faible nombre d'études.
- ◆ Études expérimentales récentes* indiquent une absence de rebond thermique pour des particules de taille $> 1 \text{ nm}$.

*ICHITSUBO et coll., 1996 ; ALONSO et coll., 1997 ; HEIM et coll., 2005 ; KILM et coll., 2007 ; HUANG et coll., 2007.



Nanoparticules de carbone récoltées sur un filtre HEPA

Dès lors que la taille des particules, des agrégats ou des agglomérats est supérieure à 1 nm, leur capture par des médias fibreux est réalisable :

→ Utilisation de **filtres à fibres à air à très haute efficacité (HEPA) de classe supérieure à H 13** (selon la norme EN 1822-1).

La démarche de prévention

- **Employer des équipements de protection individuelle**

Porter un appareil de protection respiratoire filtrant (filtre anti-aérosols de classe P3) ou isolant, selon la durée et la nature des travaux

Porter une combinaison à capuche jetable contre le risque chimique de type 5

Porter des gants étanches et jetables : nitrile ou vinyle (2 paires de gants superposés si l'exposition est répétée ou prolongée) et des lunettes équipées de protection latérales

- **Délimiter, signaler et restreindre l'accès de la zone de travail**

Apposer un pictogramme indiquant la présence de nanomatériau



- **Nettoyer régulièrement les équipements, les outils et les surfaces de travail**

Nettoyer à l'aide de linges humides ou d'un aspirateur équipé de filtres à air à très haute efficacité, de classe supérieure à H13 (norme NF EN 1822-1)

- **Gérer les déchets de nanomatériaux (nanodéchets)**

Mettre en place des poubelles fermées (voire ventilées) au plus près des postes de travail

Conditionner les déchets dans des sacs étanches, fermés et étiquetés

Traiter les déchets par enfouissement, incinération ou recyclage

Les équipements de protection individuelle

Travaux peu exposants (ex : nettoyage d'un réacteur, transvasement d'une suspension liquide...) → **appareil filtrant (filtre anti-aérosols de classe 3)**

↪ Durée inférieure à 1 heure : appareil à ventilation libre

↪ Durée supérieure à 1 heure : appareil à ventilation assistée* : pièce faciale filtrante, demi-masque, masque complet

*Débit d'air de 160 l/min pour assurer un maintien de la pression positive

Travaux exposants (ex : déconditionnement de nanopoudres...) → **appareil isolant** à adduction d'air comprimé : masque, cagoule ou combinaison

Masque complet équipé de filtre P3



Demi-masque équipé de filtre P3



Pièce faciale filtrante (demi-masque jetable FFP3)



Vigilance accrue :

- Sur le risque de fuite au visage
- Lieux et temps pour l'équipement et le dés-équipement

Le traitement des déchets

Dès lors qu'un déchet d'un matériau ou produit est déjà classé comme déchet dangereux, **le déchet du même matériau ou produit sous la forme nanométrique = déchet dangereux.**

Dès lors que les informations (notamment sur les effets sur la santé) relatives aux nanomatériaux sont incomplètes, il convient de distinguer deux familles de déchets associés :

1/ les déchets contenant des nanomatériaux « libres »

Cette famille comprend :

- les nanodéchets seuls ou en mélange composés de nanomatériaux se présentant sous forme de poudres, de suspensions liquides, de gels, de pâtes, de boues, etc.;
- les nanodéchets susceptibles de libérer aisément des nanomatériaux dans l'atmosphère des lieux de travail, sous l'effet par exemple de chocs ou de vibrations;
- les filtres des installations de ventilation, les contenants et les emballages souillés, les liquides et linges de nettoyage, les chiffons et les papiers absorbants souillés, les sacs et les filtres des aspirateurs contaminés par des nanomatériaux, les équipements de protection respiratoire et cutanée jetables...

= déchets dangereux

2/ les déchets contenant des nanomatériaux « liés »

Cette famille comprend les nanodéchets constitués de nanomatériaux liés c'est-à-dire contenus dans des plastiques, des caoutchoucs, des papiers, des métaux, des bétons et autres matériaux de construction, des textiles...* **= déchets non dangereux**



* Si l'intégrité de ces nanodéchets n'est plus assurée, ils doivent être considérés comme des déchets de nanomatériaux « libres », de même pour les débris et les poussières associés.

La démarche de prévention

- **Respecter des mesures d'hygiène strictes**

Séparer les lieux de travail des zones de vie et organiser la circulation des personnes et des équipements

Assurer le nettoyage des vêtements de travail (informer l'entreprise prestataire en charge de cette opération)

Mettre à disposition des douches et lave-mains permettant la décontamination des régions cutanées exposées

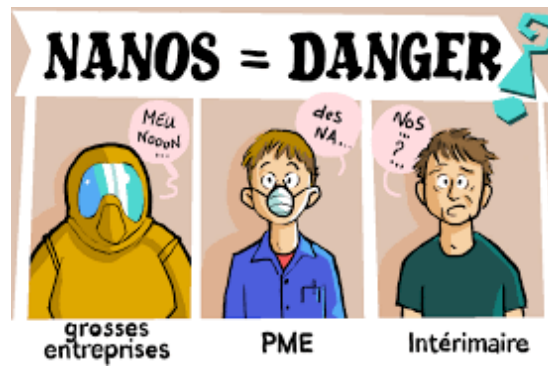
- **Rédiger et diffuser des procédures d'intervention lors d'incidents ou d'accidents**

- **Former et informer les salariés exposés sur les risques et les mesures de prévention en l'état des connaissances**

- **Assurer la traçabilité de l'exposition des salariés**



Conclusion



▣ **Des situations d'exposition professionnelle aux nanomatériaux manufacturés existent** mais peu de données sont disponibles.

▣ Compte tenu de nombreuses inconnues liées aux nanomatériaux manufacturés, à leurs effets potentiels sur la santé et aux risques documentés de toxicité des particules ultra-fines chez l'homme, il convient de prendre **des mesures de limitation des expositions professionnelles** (« **ne pas attendre pour agir** »).

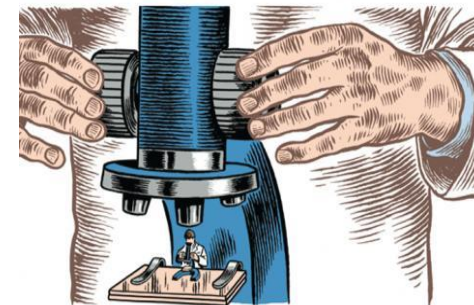
▣ **L'instauration de procédures strictes de prévention** tout au long du cycle de vie des produits, demeure la seule façon de prévenir tout risque de développement de maladies professionnelles.

▣ Il importe de privilégier **la protection collective et la protection intégrée aux procédés** : isoler les équipements, capter les polluants à la source, filtrer l'air, etc.

Conclusion



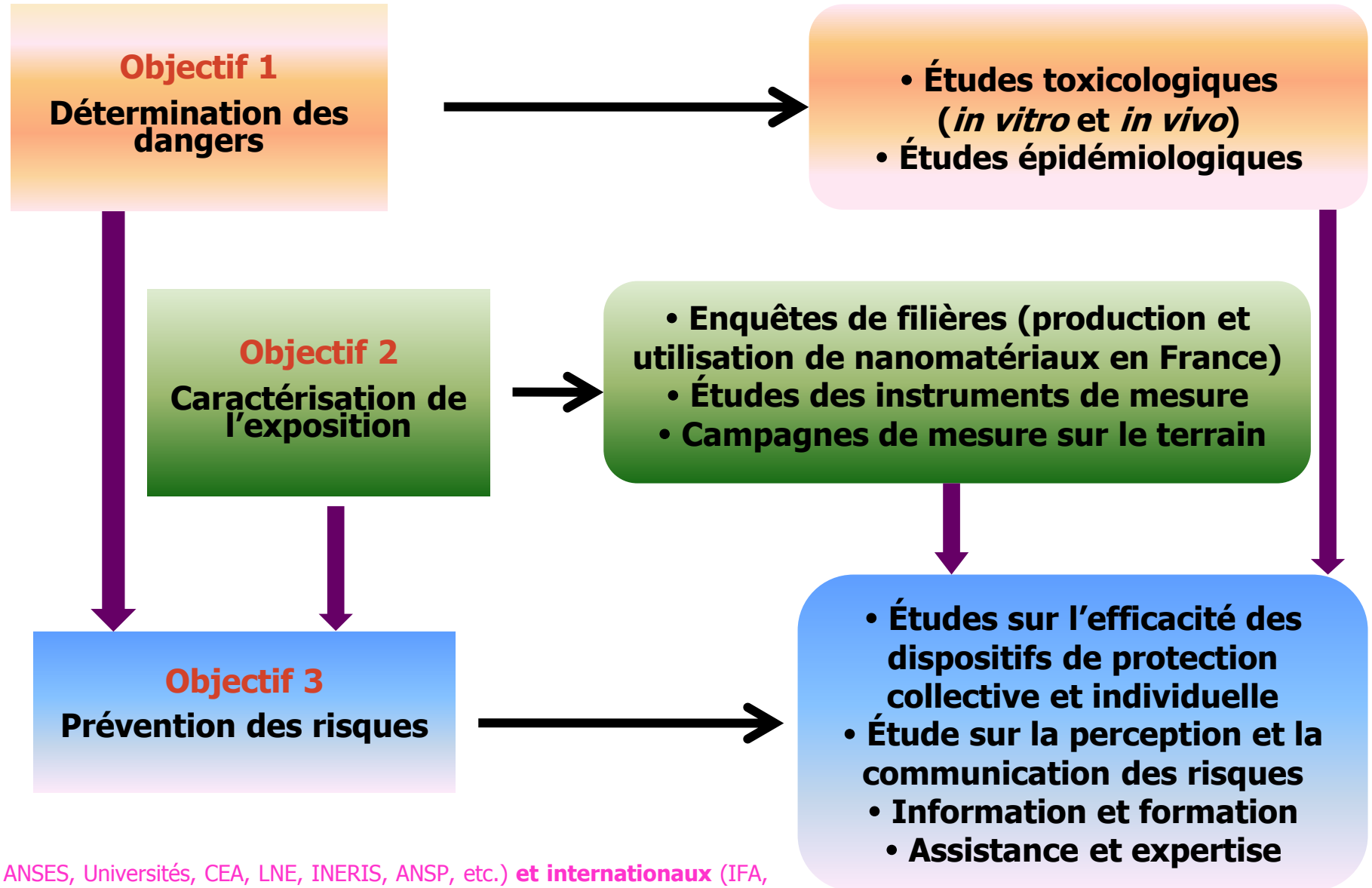
Perspectives



Suivre l'avancée des connaissances :

- ⇒ Résultats des études toxicologiques, en particulier des études **portant sur les effets à long terme par inhalation**
- ⇒ Recommandations en termes de **valeurs limites d'exposition professionnelle**
- ⇒ Travaux visant à **mieux connaître les expositions** : métrologie, stratégie de mesure, etc.
- ⇒ Travaux sur **l'efficacité des moyens de protection collective et individuelle** (influence des fuites, des phénomènes aérauliques, facteurs de protection, etc.)

Que fait l'INRS ?



Partenariats nationaux (CNRS, ANSES, Universités, CEA, LNE, INERIS, ANSP, etc.) **et internationaux** (IFA, HSL, CIOP, FIOH, ISTL, NIOSH, etc.)

Pilotage et/ou participation à des institutions et réseaux : OCDE, Agence de Bilbao, PEROSH, ISO, etc.

Participation à des projets européens : Nanogenotox, Nanodevice, NanoReg, SmartNanotox, etc.

Que fait l'INRS : la recherche

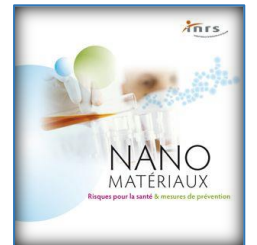
- Un bâtiment entièrement dédié aux **activités de recherche consacrées à la prévention des risques liés aux nanomatériaux.**
- **Un besoin de réaliser des études toxicologiques chez l'animal par inhalation.**
- La plupart des recherches nécessitent des compétences pluridisciplinaires : **favoriser les échanges et mutualiser les moyens techniques.**
- **Depuis 2013**, 40 études ont été entreprises, valorisées (à ce jour) au travers de plus de 60 publications scientifiques.



!!!! Mise en application des mesures de prévention préconisées par l'INRS (ED 6115)

Que fait l'INRS : les publications

- « Les nanomatériaux : définitions, risques toxicologiques, caractérisation de l'exposition professionnelle et mesures de prévention », ED 6050, 2012
- « Les nanomatériaux : prévention des risques dans les laboratoires », ED 6115, 2012
- « Aide au repérage des nanomatériaux en entreprise », ED 6174, 2014
- « Préconisations en matière de caractérisation des potentiels d'émission et d'exposition professionnelle aux aérosols lors d'opérations mettant en œuvre des nanomatériaux », ND 2355, 2012
- « Utilisation du dioxyde de titane nanométrique : cas de la filière BTP », ND 2367, 2012
- « Nanomatériaux : ventilation et filtration de l'air des lieux de travail », ED 6181, 2014
- « Nanomatériaux manufacturés : quelle prévention en entreprise ? », ED 6309, 2018
- « Nanoargents : de la production à l'utilisation, quels sont les risques ? », NT 24, 2015
- « Les nanomatériaux manufacturés. Quelle prévention en 2030 ? », VP 8, 2015
- « Dioxyde de titane nanométrique : de la nécessité d'une valeur limite d'exposition professionnelle », NT 36, 2016





Notre métier, rendre le vôtre plus sûr
Merci de votre attention



www.inrs.fr

YouTube

