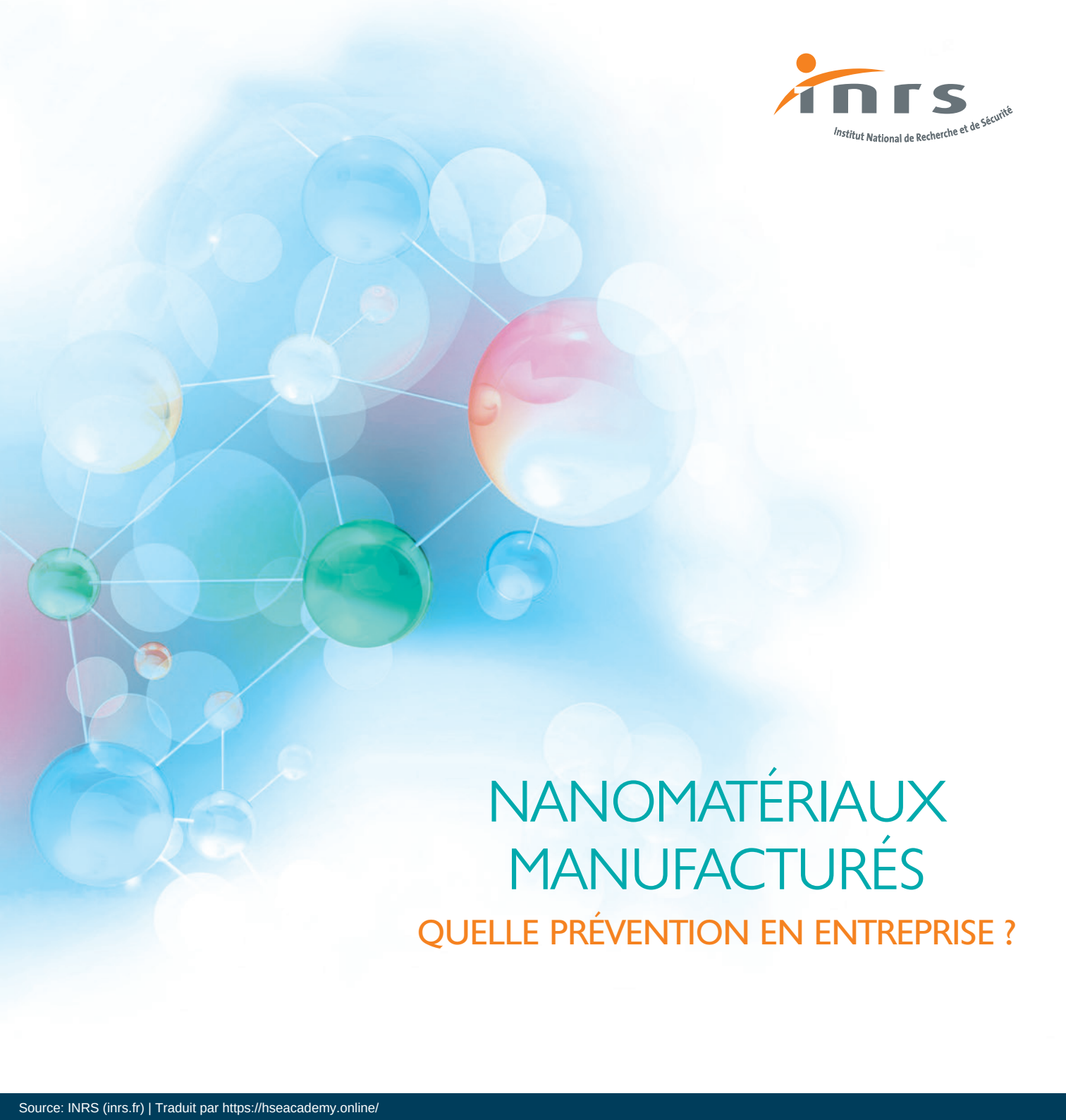
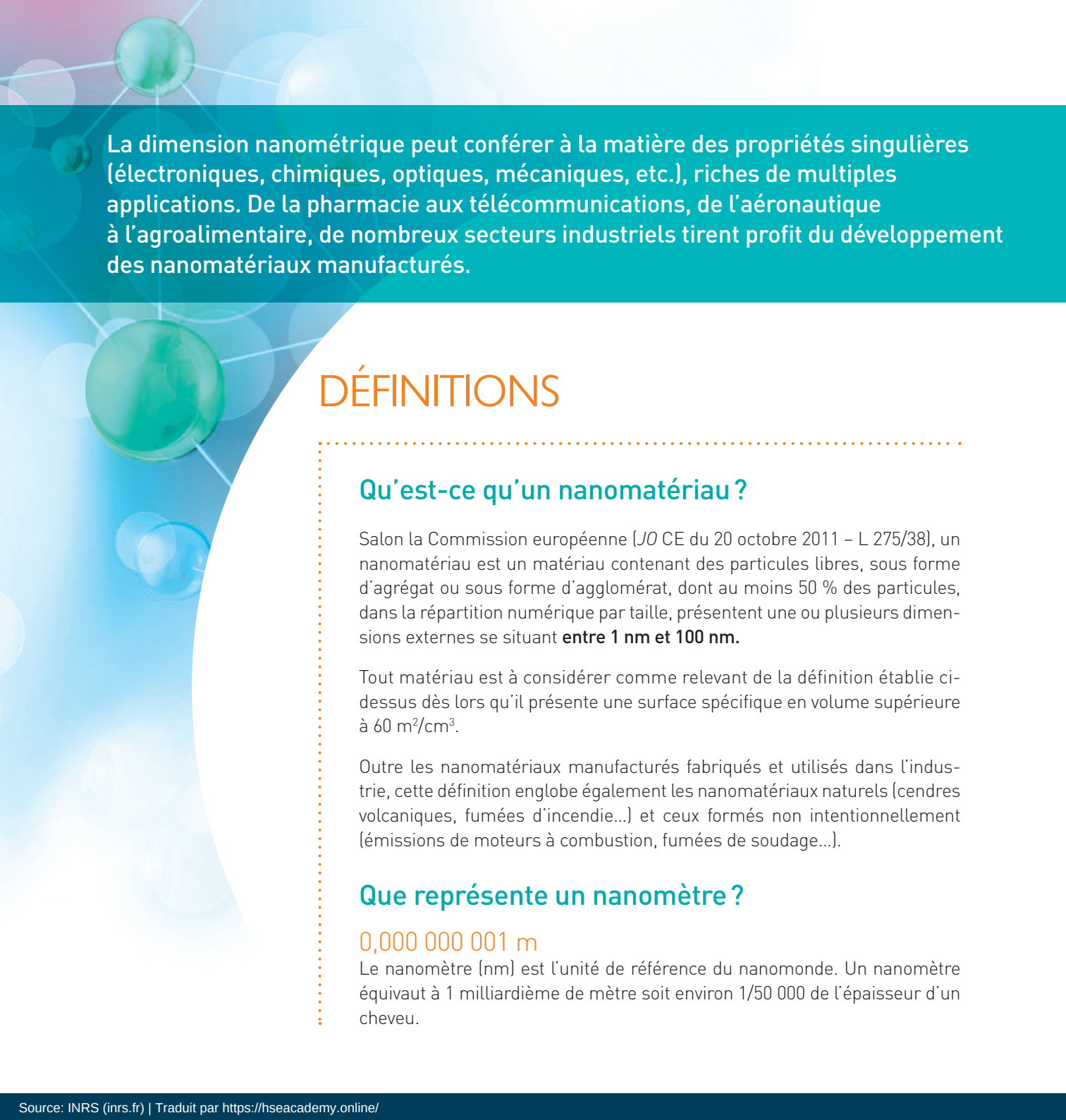




NANOMATÉRIAUX MANUFACTURÉS

QUELLE PRÉVENTION EN ENTREPRISE ?



La dimension nanométrique peut conférer à la matière des propriétés singulières (électroniques, chimiques, optiques, mécaniques, etc.), riches de multiples applications. De la pharmacie aux télécommunications, de l'aéronautique à l'agroalimentaire, de nombreux secteurs industriels tirent profit du développement des nanomatériaux manufacturés.

DÉFINITIONS

Qu'est-ce qu'un nanomatériau ?

Salon la Commission européenne (JO CE du 20 octobre 2011 – L 275/38), un nanomatériau est un matériau contenant des particules libres, sous forme d'agrégat ou sous forme d'agglomérat, dont au moins 50 % des particules, dans la répartition numérique par taille, présentent une ou plusieurs dimensions externes se situant **entre 1 nm et 100 nm**.

Tout matériau est à considérer comme relevant de la définition établie ci-dessus dès lors qu'il présente une surface spécifique en volume supérieure à $60 \text{ m}^2/\text{cm}^3$.

Outre les nanomatériaux manufacturés fabriqués et utilisés dans l'industrie, cette définition englobe également les nanomatériaux naturels (cendres volcaniques, fumées d'incendie...) et ceux formés non intentionnellement (émissions de moteurs à combustion, fumées de soudage...).

Que représente un nanomètre ?

0,000 000 001 m

Le nanomètre (nm) est l'unité de référence du nanomonde. Un nanomètre équivaut à 1 milliardième de mètre soit environ 1/50 000 de l'épaisseur d'un cheveu.

De multiples applications

NANOMATÉRIAU	PROPRIÉTÉS	APPLICATION	SECTEURS INDUSTRIELS
Dioxyde de titane	Photocatalyse	Ciments, vitres, enduits et peintures autonettoyantes et antipollution	BTP
Argent	Bactéricide	Revêtements antibactériens	Santé, agroalimentaire, électroménager
		Vêtements antibactériens	Textile
Nanotube de carbone	Résistance mécanique	Matériaux composites légers et ultrarésistants	Aéronautique, automobile, équipement sportif
Silice amorphe	Antiagglomérant	Aliments en poudre (sel, sucre...)	Agroalimentaire

QUELS DANGERS POUR LA SANTÉ?

Les connaissances sur les effets sur la santé humaine des nanomatériaux manufacturés sont encore parcellaires. Les études expérimentales réalisées sur cellules ou chez l'animal sont nombreuses mais souvent difficilement transposables à l'homme. Néanmoins, **certaines études laissent déjà clairement suspecter la possibilité de survenue d'effets respiratoires, cardiovasculaires ou neurologiques.**

Par ailleurs, la toxicité des nanomatériaux manufacturés dépend de nombreux paramètres physico-chimiques : composition, taille, forme, structure... Chaque nanomatériau possède un profil toxicologique qui lui est propre.

➔ **Anticiper et prévenir les risques associés aux nanomatériaux constituent donc une priorité pour la santé et la sécurité au travail.**



COMMENT REPÉRER LES NANOMATÉRIAUX MANUFACTURÉS?

Repérer où sont les nanomatériaux

Il n'existe pas d'étiquetage spécifique pour les nanomatériaux manufacturés. Pour identifier le caractère nanométrique d'un produit chimique, il faut se référer à :

- sa taille ;
- sa distribution granulométrique ;
- sa surface spécifique ;
- ses propriétés singulières (résistance, fluorescence...).

Pour trouver l'information :

- analyser la fiche de données de sécurité : rubriques 2 et 9 ;
- consulter la fiche technique du produit ;
- contacter le fournisseur ;
- réaliser une revue de la littérature technique et scientifique.

Si les informations recueillies ne suffisent pas, il est recommandé de solliciter un laboratoire capable de caractériser le matériau à l'aide de diverses techniques telles que la microscopie électronique.

■ Le noir de carbone, l'oxyde de fer, le carbonate de calcium, l'oxyde de zinc, l'oxyde d'aluminium, le dioxyde de titane, la silice amorphe, l'oxyde de cérium, l'argile, l'argent, la cellulose, etc. sont les nanomatériaux manufacturés les plus produits et utilisés dans l'industrie.

Dès lors que ces agents chimiques sont présents dans l'entreprise, il convient de vérifier s'ils sont ou non manipulés sous leur forme nanométrique.

■ Les nanomatériaux manufacturés peuvent se présenter sous forme de poudre, de suspension liquide, de gel ou intégrés dans une matrice (un plastique par exemple).

Caractériser les nanomatériaux

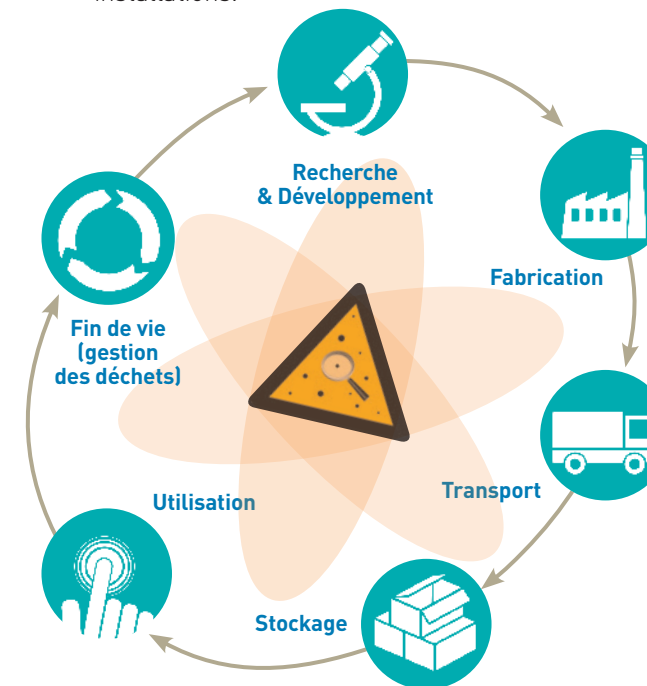
Si le caractère nanométrique du matériau est établi, il est nécessaire de rassembler toutes les informations disponibles permettant une caractérisation aussi complète que possible : composition chimique, paramètres dimensionnels, données toxicologiques, propriétés physico-chimiques, etc.

Identifier les expositions aux nanomatériaux

Il convient de dresser un inventaire exhaustif des situations de travail qui peuvent exposer les salariés aux nanomatériaux manufacturés.

Les expositions surviennent par inhalation, par contact cutané ou par ingestion.

Toutes les étapes du cycle de vie des nanomatériaux manufacturés peuvent potentiellement exposer les salariés, depuis leur fabrication jusqu'à l'élimination des produits qui en contiennent, en passant par le nettoyage des locaux et la maintenance des installations.



Exemples de situations d'exposition professionnelle aux nanomatériaux manufacturés

- Transfert, échantillonnage, pesée, mise en suspension et incorporation de nanopoudres dans une matrice (formation d'aérosols)
- Transvasement, agitation, mélange et séchage d'une suspension liquide contenant des nanomatériaux (formation de gouttelettes)
- Chargement ou vidange d'un réacteur
- Usinage de nanocomposites : découpe, polissage, perçage...
- Conditionnement, emballage, stockage et transport des produits
- Nettoyage des équipements et des locaux
- Entretien et maintenance des équipements et des locaux : démontage d'un réacteur, changement de filtres usagés, etc.
- Collecte, conditionnement, entreposage et transport des déchets
- Fonctionnements dégradés ou incidents : fuite d'un réacteur ou d'un système clos

Plusieurs paramètres influent sur le degré d'exposition :

- la forme physique des nanomatériaux manipulés : poudre, liquide, solide ;
- la capacité des produits à se retrouver dans l'air ou sur les surfaces de travail (à former des aérosols ou des gouttelettes) ;
- les procédés mis en œuvre ;
- les quantités manipulées ;
- la durée et la fréquence des travaux ;
- les moyens de protection mis en place.

COMMENT PROTÉGER LES SALARIÉS?

→ Les nanomatériaux manufacturés : « un risque chimique comme un autre » !

Les nanomatériaux manufacturés constituent une nouvelle famille d'agents chimiques aux compositions, caractéristiques dimensionnelles et propriétés physico-chimiques variées. Toutefois, il est possible de réduire les expositions des salariés et donc les risques potentiels grâce à la mise en œuvre de mesures de protection techniques et organisationnelles déjà recommandées et utilisées lors de la manipulation d'agents chimiques dangereux.

Procédés et modes opératoires

- Agir sur les situations d'exposition.
Privilégier la fabrication et l'utilisation de nanomatériaux sous forme de suspension liquide, de gel, à l'état agrégé ou aggloméré, en pastille ou incorporés dans des matrices.
Éviter la manipulation de nanomatériaux sous forme de poudres.
Éliminer ou limiter certaines opérations particulièrement exposantes (transvasements, pesées...).
- Limiter les quantités de nanomatériaux utilisées.
- Travailler en vase clos.
Isoler et mécaniser les procédés de fabrication et d'utilisation.

Ventilation/Filtration

- 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.
- Filtrer l'air avant rejet à l'extérieur des locaux.
Utiliser des filtres à air à très haute efficacité de classe supérieure à H13 (norme NF EN 1822-1).

Signalisation

- Délimiter, signaler et restreindre l'accès de la zone de travail.
- Apposer un pictogramme indiquant la présence de nanomatériaux.

Propreté/Hygiène

- 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).
- 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.

Équipements de protection individuelle

- Porter un appareil de protection respiratoire filtrant (filtre 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 (deux paires de gants superposés si l'exposition est répétée ou prolongée) et des lunettes équipées de protections latérales.

Gestion des déchets

- 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.
- Acheminer les déchets vers un centre d'élimination de classe 1 ou vers un incinérateur.

Formation/Information

- Former et informer les salariés exposés sur les risques et les mesures de prévention à mettre en œuvre.
- Rédiger et diffuser des procédures d'intervention lors d'incidents ou d'accidents.

Suivi des expositions

- Assurer la traçabilité de l'exposition des salariés.

Pour en savoir plus :

www.inrs.fr

- ED 6050, *Les nanomatériaux. Définitions, risques toxicologiques, caractérisation de l'exposition professionnelle et mesures de prévention.*
- ED 6174, *Aide au repérage des nanomatériaux en entreprise.*
- ED 6181, *Nanomatériaux. Ventilation et filtration de l'air des lieux de travail.*
- ED 6115, *Nanomatériaux. Prévention des risques dans les laboratoires.*



Institut national de recherche et de sécurité
pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles
65, boulevard Richard-Lenoir 75011 Paris • Tél. 01 40 44 30 00 • info@inrs.fr

Édition INRS ED 6309

1^{re} édition • juillet 2018 • 5 000 ex. • ISBN 978-2-7389-2362-2
Design graphique : Patricia Fichou. Photos : © 123rf

www.inrs.fr

YouTube

