



# Les fibres

Les fibres sont utilisées dans de nombreux secteurs d'activité mais les données les concernant sont souvent partielles. Ce dossier fait le point des connaissances disponibles sur certaines fibres autres que l'amiante, fibres naturelles ou synthétiques, organiques ou inorganiques. Leurs caractéristiques, leurs dangers, leurs utilisations, les niveaux d'exposition rencontrés au poste de travail, les mesures de prévention à mettre en oeuvre sont rappelés.

Mise à jour : 02/01/2007

### Généralités

Que sont les fibres ?  
 Voies de pénétration et devenir dans l'organisme  
 Effets possibles sur la santé  
 Prévention et suivi médical  
 Classification réglementaire

### Fibres inorganiques

Classification réglementaire  
 Fibres céramiques réfractaires (FCR)  
 Laines minérales  
 Fibres de carbone  
*Fibres à usage spécial\**  
*Alumine\**

### Fibres organiques

Aramides  
 Cellulose\*

\* à paraître prochainement

## ■ Généralités

### □ Que sont les fibres ?

En hygiène et sécurité, le terme « fibre » désigne une **particule allongée dont la longueur est au moins trois fois supérieure au diamètre**. Ce dossier concerne les fibres qui peuvent être inhalées et se déposer dans le poumon profond (jusqu'aux alvéoles pulmonaires). Il s'agit des fibres ayant un **diamètre inférieur à 3,5 microns** (1 micron = 1/1 000 mm), moins du dixième de l'épaisseur d'un cheveu.

Les fibres peuvent être classées selon leur nature chimique : elles sont soit organiques (à base de carbone et d'hydrogène), soit inorganiques. Ce dossier ne concerne pas les fibres métalliques (trop grosses pour être inhalées) ni les nanofibres, qui feront l'objet d'un autre dossier.

Classification des fibres selon leur nature chimique				
Fibres organiques			Fibres inorganiques	
Fibres naturelles	Fibres synthétiques	Fibres artificielles	Fibres naturelles	Fibres synthétiques
<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ cellulose</li> <li>▲ coton</li> <li>▲ lin</li> <li>▲ chanvre</li> <li>▲ soie</li> <li>▲ laine</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ aramides</li> <li>▲ polyester</li> <li>▲ polyvinylalcool</li> <li>▲ polypropylène</li> <li>▲ polyéthylène</li> <li>▲ polyamides</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ viscose</li> <li>▲ acétate de cellulose</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ amiante</li> <li>▲ wollastonite</li> <li>▲ sépiolite</li> <li>▲ basalte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ laines d'isolation</li> <li>▲ fibres céramiques réfractaires</li> <li>▲ fibres à usage spécial</li> <li>▲ fibres de carbone</li> <li>▲ fibres d'alumine</li> <li>▲ whiskers</li> </ul>

Liste non exhaustive

Pour en savoir plus sur l'amiante, consultez le dossier correspondant.

### □ Voies de pénétration et devenir dans l'organisme

La principale « porte d'entrée » des fibres dans le corps est l'appareil respiratoire. Elles ne passent pas à travers la peau.

**Plus les fibres sont fines et longues**, plus elles peuvent facilement pénétrer profondément dans le poumon, plus l'organisme a des difficultés à les éliminer et **plus elles sont dangereuses**.

La proportion de fibres inhalées puis éliminées par l'organisme dépend de leur composition chimique, de leurs dimensions, des propriétés de leur surface, de l'état de santé de la personne... Une partie peut persister un certain temps, voire migrer vers d'autres organes.

### Critères à prendre en compte dans l'évaluation de la toxicité d'une fibre Clefs pour la lecture des données toxicologiques

- **Composition chimique** : influe sur la dissolution des fibres dans les liquides de l'organisme et sur la production de dérivés toxiques.
- **Biopersistance** : durée de rétention dans le poumon.
- **Dissolution** : décomposition des fibres par les milieux biologiques.
- **Dérivés toxiques** : l'organisme réagit à la présence de fibres en fabriquant des dérivés qui peuvent eux-mêmes être dangereux.
- **Forme** : à composition chimique identique, la structure fibreuse (particule allongée) est plus dangereuse que la structure non-fibreuse (particule sphérique).
- **Dimension** : les fibres très fines (diamètre inférieur à 1,5 micron) peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires en plus grand nombre et sont donc les plus dangereuses. Parmi elles, les fibres longues (longueur supérieure à 8 microns) provoquent davantage d'effets.
- **Propriétés de surface** : la surface des fibres possède des propriétés spécifiques qui jouent un rôle dans leur dissolution, leur biopersistance, la production de dérivés toxiques...
- **Migration** : des fibres peuvent traverser des tissus, être véhiculées dans les liquides biologiques (lymphes...) et atteindre d'autres organes.

La toxicité de certaines fibres a notamment été évaluée par l'Institut national de la santé et de la recherche médicale ([Inserm](#)) et/ou par le Centre international de recherche contre le cancer ([CIRC](#)).

### □ Effets possibles sur la santé

Par contact, les fibres peuvent irriter la peau et/ou les muqueuses (yeux, nez, bouche...). Cela concerne principalement celles dont le diamètre est supérieur à 4 microns.

Selon leur composition chimique ou la présence d'additifs (liants, etc.), les fibres peuvent provoquer des allergies cutanées ou respiratoires.

L'inhalation de fibres peut entraîner des réactions inflammatoires tant au niveau des bronches (bronchite) que des alvéoles (alvéolite). En cas de migration jusqu'à la plèvre (enveloppe du poumon), elles peuvent provoquer un épanchement pleural (pleurésie).

À la suite d'expositions répétées à certaines fibres, une fibrose pulmonaire peut survenir. Il s'agit d'une transformation du tissu pulmonaire qui conduit à une insuffisance respiratoire. Ce phénomène est irréversible et, dans le cas de certaines fibres, peut continuer à évoluer après la fin de l'exposition. En cas de migration des fibres jusqu'à la plèvre, une fibrose pleurale locale (plaques pleurales) ou diffuse (épaississement pleural diffus) peut également survenir. En général, les plaques pleurales n'entraînent pas de diminution de la capacité respiratoire, contrairement à l'épaississement pleural diffus.

La présence de fibres dans les cellules peut perturber les divisions cellulaires et entraîner des mutations de gènes.

À long terme, certaines fibres peuvent provoquer des cancers, principalement au niveau du poumon et de la plèvre.

### □ Prévention et suivi médical

Souvent, peu de données toxicologiques et granulométriques (diamètre moyen et distribution des tailles) sont disponibles, ce qui rend difficile l'évaluation des risques. Les premières informations à recueillir sont la nature chimique et les dimensions des fibres auxquelles les travailleurs sont exposés, mais également le procédé de travail (découpe, usinage...) - qui peut entraîner des modifications dans la taille des fibres (coupures transversales ou longitudinales) - ainsi que la durée et la fréquence d'exposition. Les mesures de prévention dépendront essentiellement de ces données. La substitution d'une fibre dangereuse par un produit moins dangereux doit être recherchée. Dans tous les cas, il faut rechercher un niveau d'empoussièrement aussi faible que possible. La protection collective doit toujours primer sur la protection individuelle. La prévention des risques professionnels s'appuie sur une démarche dont les principes généraux sont édictés par le Code du travail.

#### Principes généraux d'une démarche de prévention : principales obligations de l'employeur

- Éviter les risques
- Évaluer les risques qui ne peuvent être évités
- Combattre les risques à la source
- Agir sur les conditions et l'organisation du travail (choix des équipements, des procédés, des substances...)
- Prendre des mesures de protection collective en leur donnant la priorité sur les mesures de protection individuelle
- Former et informer les salariés sur les risques et leur prévention

*D'après l'article L. 230-2 du Code du travail*

Les fibres sont des produits chimiques. La réglementation concernant le risque chimique doit donc s'appliquer, voire celle qui concerne les produits cancérigènes et mutagènes. L'amiante est spécifiquement réglementé.

*Pour en savoir plus sur la prévention du risque chimique, consultez l'aide mémoire juridique de l'INRS (réf. TJ 23).*

#### Obligations prioritaires de l'employeur en cas d'exposition à un produit chimique classé comme cancérigène avéré (de catégorie 1 ou 2)

- **Évaluation des risques** : nature, niveau et durée de l'exposition.
- **Substitution** obligatoire de la substance dangereuse par un autre produit ou un autre procédé lorsque c'est techniquement possible.
- **Travail en système clos** lorsque c'est techniquement possible et qu'une substitution n'a pu être mise en place.

- **Captage des polluants à la source** lorsque la substitution et le travail en système clos ne sont pas applicables, et en particulier, lorsqu'il y a rupture du confinement (opérations de maintenance, etc.).
- **Limitation du nombre de travailleurs exposés** ou susceptibles de l'être.
- **Mise en place de mesures de détection** précoces, d'hygiène et de dispositifs en cas d'urgence (en particulier lors d'éventuelles ruptures du confinement des systèmes clos).
- **Délimitation et balisage des zones à risques, étiquetage des emballages.**
- **Formation et information** des travailleurs.
- **Suivi médical** : surveillance médicale renforcée pendant toute la durée de l'activité professionnelle, constitution d'un dossier médical pour chaque travailleur exposé (comportant un double de la fiche d'exposition établie par l'employeur), établissement d'une fiche d'aptitude par le médecin du travail (renouvelable au moins une fois par an), attestation de non contre-indication, attestation d'exposition au départ de l'entreprise (co-remplie par l'employeur et le médecin du travail).

*D'après l'article L. 231-56 du Code du travail*

#### Mesures de prévention générales, à adapter en fonction de l'évaluation du risque

- Choisir des systèmes clos (enceintes, mélangeurs...) et des techniques automatisées.
- Capturer les poussières à la source en mettant en place une ventilation locale chaque fois que cela est réalisable. La ventilation générale ne peut être envisagée que si le recours à une ventilation locale est techniquement impossible.
- Travailler à l'humide, si le contexte le permet, en prenant garde au risque électrique.
- Éviter les découpes, en utilisant par exemple des éléments prêts à poser ou prédécoupés. Si les découpes sont nécessaires, les effectuer sur une table aspirante.
- Délimiter, signaler et restreindre l'accès des zones de découpe et d'usinage.
- Déballer les fibres au dernier moment et au plus près du lieu d'utilisation.
- Utiliser des outils manuels (couteaux, cutters, massicots) ou à vitesse lente qui produisent moins de poussières. Si des outils électriques sont néanmoins utilisés, ils doivent être munis de systèmes intégrés de captage de poussières et équipés de filtres à très haute efficacité dits « absolus ».
- Maintenir en bon état de propreté la zone de travail avec un aspirateur équipé d'un filtre à très haute efficacité ou par un nettoyage à l'humide avec de l'eau additionnée de détergent. Afin d'éviter la présence de débris ou déchets sur le sol, disposer des poubelles ou des conteneurs d'élimination fermés au plus près des zones de travail.
- Proscrire l'utilisation de la soufflette à air comprimé et du balai.
- Respecter une hygiène stricte : ranger et laver les vêtements de travail séparément des autres vêtements ; se doucher et se savonner en fin de poste pour limiter l'incrustation des fibres dans la peau ; manger dans des lieux propres réservés à cet usage.
- Vérifier périodiquement les installations et appareils de protection collective et les maintenir en parfait état de fonctionnement.
- Procéder à des contrôles réguliers de la concentration en fibres au poste de travail.

Utiliser des équipements de protection individuelle : tenue de travail ample mais ajustée au cou, aux poignets et aux chevilles, casquette et lunettes équipées de protections latérales, gants et appareil de protection respiratoire équipé de filtre de type P2 ou P3. Ces équipements doivent être maintenus en bon état.

#### ■ Surveillance médicale

La surveillance médicale des travailleurs exposés doit être initiée par le médecin du travail. Elle dépend des résultats de l'évaluation des risques. Dans tous les cas, la recherche d'expositions antérieures à l'amiante devra être réalisée. Si elle se révèle positive, le suivi médical sera celui préconisé pour les personnes exposées à l'amiante. Sinon, un bilan de référence comprenant une radiographie pulmonaire et une exploration fonctionnelle respiratoire est recommandé. La fréquence des examens ultérieurs devra tenir compte de l'intensité des expositions et des délais entre l'exposition et l'apparition éventuelle de pathologies. Le suivi médical devra être adapté au fur et à mesure de l'évolution des connaissances sur les fibres.

L'aptitude au port de protections respiratoires est délivrée si nécessaire.

#### □ Classification réglementaire

Seules certaines fibres minérales sont classées (et étiquetées) par l'Union européenne. Cette classification est basée sur trois critères (taille, composition chimique et biopersistance). L'étiquetage s'applique aux produits en vrac mais pas aux articles manufacturés.

Attention, **l'absence de classification ne signifie pas absence de danger.**

*Pour en savoir plus sur la classification et l'étiquetage, consultez le [dossier](#) correspondant.*

[Retour au Sommaire](#)

## ■ Fibres inorganiques

Les fibres inorganiques sont soit naturelles, comme l'amiante, soit synthétiques, comme les laines minérales, les fibres céramiques réfractaires, les fibres de carbone...

*Pour en savoir plus sur l'amiante, consultez le [dossier](#) correspondant.*

Parmi les fibres inorganiques synthétiques, plusieurs familles peuvent être distinguées dont l'une est appelée par convention « fibres minérales artificielles (FMA) »

**Fibres inorganiques synthétiques (classées selon leur composition chimique)**

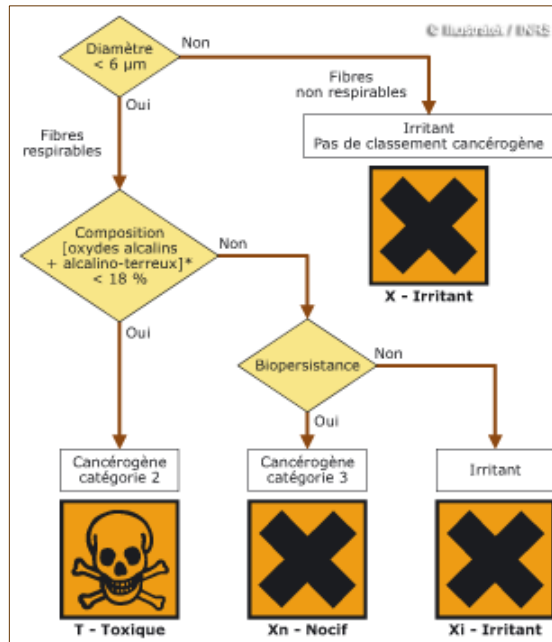
Fibres siliceuses	Fibres non siliceuses
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ « Fibres minérales artificielles (FMA) » : <ul style="list-style-type: none"> <li>▲ fibres céramiques réfractaires,</li> <li>▲ laines minérales,</li> <li>▲ fibres à usage spécial,</li> <li>▲ filaments continus.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ carbone,</li> <li>▲ alumine,</li> <li>▲ whiskers...</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Autres fibres siliceuses : <ul style="list-style-type: none"> <li>▲ mullite,</li> <li>▲ silice...</li> </ul> </li> </ul>	

### Classification réglementaire

La réglementation européenne définit la classification et l'étiquetage uniquement pour les fibres de silicate vitreuses (ou fibres siliceuses vitreuses) à orientation aléatoire, c'est-à-dire les laines minérales, les fibres céramiques réfractaires (FCR) et les fibres à usage spécial. Les paramètres pris en compte pour la caractérisation et la classification sont : le diamètre des fibres, la composition chimique et la biopersistance.

Les fibres à orientation parallèle (ou filaments continus), les autres fibres siliceuses et les fibres non siliceuses ne sont pas concernées : elles ne sont ni classées ni étiquetées.

Les critères sélectionnés pour la classification européenne des fibres, en particulier la composition et la biopersistance, sont basés sur les fibres existant dans les années 1990. Ces critères ne sont peut-être plus pertinents pour les nouvelles fibres mises sur le marché et méritent d'être réexaminées. De plus, la relation entre la biopersistance et le pouvoir cancérogène chez l'animal n'a pas été établie à ce jour. En ce qui concerne les tumeurs de la plèvre, la cancérogénicité est probablement liée à la biopersistance, mais son rôle est moins évident dans la survenue des cancers broncho-pulmonaires. D'autres phénomènes (réactions inflammatoires...) peuvent survenir et, en cas d'exposition répétée, provoquer des atteintes pulmonaires.



Titre : Principes de la classification des fibres de silicates vitreuses à orientation aléatoire  
\* [Oxydes alcalins et oxydes alcalino-terreux] = [Na2O] + [K2O] + [CaO] + [MgO] + [BaO]

### Fibres céramiques réfractaires (FCR)

#### Qu'est-ce que c'est ?

Les fibres céramiques réfractaires sont des fibres de silicates vitreuses artificielles à orientation aléatoire dont le pourcentage pondéral d'oxydes alcalins et d'oxydes alcalino-terreux est inférieur à 18 %.

Les FCR sont, plus précisément, des fibres de silicates d'aluminium conçues pour des applications dépassant 1 000 °C. D'aspect blanc et cotonneux, ces fibres ont un diamètre de 1 à 3 microns. A la différence des fibres d'amiante, elles ne peuvent pas se scinder en fibrilles de diamètres inférieurs mais se coupent transversalement. Elles sont très peu solubles dans les milieux biologiques : **elles présentent donc une forte biopersistance**. Au-delà de 1 000 °C, elles se recristallisent progressivement et forment de la cristobalite (silice cristalline classée cancérogène pour l'homme par le CIRC).

#### Où est-ce utilisé ?

Environ 12 000 tonnes sont utilisées chaque année.

Les propriétés physico-chimiques des FCR en font un matériau de choix pour l'isolation thermique à haute température. Les FCR sont principalement utilisées sous forme de nappes, de feuilles, de panneaux, de tresses, de feutres, etc. dans des applications industrielles pour l'isolation de fours, de hauts fourneaux, de moules de fonderie, de tuyauteries, de câbles, pour la fabrication de joints mais aussi dans des applications automobiles, aéronautiques et dans la protection incendie.

#### Qui est exposé ? A quelle dose ?

Selon l'enquête Sumer 2003, en France, 104 000 salariés sont exposés aux FCR.

Des mesures d'exposition aux FCR ont été réalisées dans 101 établissements appartenant à différents secteurs d'activité, par les 8 laboratoires interrégionaux de chimie des CRAM et l'INRS. L'analyse de 869 prélèvements individuels a permis d'estimer les niveaux d'exposition par catégorie de travaux et par profession. Les expositions les plus élevées sont rencontrées lors des travaux de retrait et de pose de matériaux ainsi que lors des travaux de finition au cours de la fabrication de pièces.

Exposition moyenne aux FCR selon le poste de travail		
Travaux	Concentration atmosphérique moyenne (fibre/cm <sup>3</sup> )	Résultats supérieurs à 0,6 fibres/cm <sup>3</sup> (VME*)

Fabrication	0,4	22,7 %
Manipulation en vrac	0,3	14,5 %
Assemblage	0,3	29,2 %
Pose	0,5	44,3 %
Dépose	1,3	69,8 %
Découpe	1,5	78,5 %

D'après ND 2189

\* VME : valeur limite de moyenne d'exposition pondérée sur 8 heures

En France, la valeur limite de moyenne d'exposition (VME) pondérée sur 8 heures est de 0,6 fibre/cm<sup>3</sup>. Elle deviendra prochainement une valeur limite réglementaire contraignante et sera abaissée à 0,1 fibre/cm<sup>3</sup> avec une valeur transitoire à 0,5 fibre/cm<sup>3</sup> pendant plusieurs mois.

#### ■ Dangers pour la santé

La dangerosité des FCR a été évaluée par l'Inserm et par le CIRC. Il en ressort les conclusions suivantes :

- ▬ les FCR sont irritantes pour la peau, y compris dans une atmosphère contenant peu de fibres ;
- ▬ le risque de survenue de plaques pleurales et d'altération de la fonction respiratoire (atteintes des bronches chez les fumeurs) a été rapporté chez les ouvriers de la production les plus exposés ;
- ▬ des fibroses ont été observées chez l'animal ;
- ▬ une cancérogénicité comparable à celle de l'amiante a été démontrée chez l'animal.

Une étude de toxicité est en cours à l'INRS (B.4/1.069).

**L'INRS considère que les FCR sont potentiellement aussi dangereuses que l'amiante.**

#### ■ Mesures de prévention

L'évaluation des risques doit conduire au choix de procédés et de méthodes de travail propres à réduire l'ensemble des risques. Il est nécessaire de recourir à la fois à des mesures d'organisation de travail, de protection collective et de protection individuelle comme celles **décrites précédemment**. L'emploi de FCR nécessite la mise en œuvre de mesures complémentaires.

Pour en savoir plus, consultez les documents INRS suivants :

- ▬ « Les fibres céramiques réfractaires ». Fiche pratique de sécurité. ED 109. 2003, 4 p. (fichier pdf)
- ▬ CATANI J. ; CERTIN J.-F. ; CHARRETON M. et coll. « Exposition professionnelle aux fibres céramiques réfractaires. Mesures de prévention lors de l'utilisation ». Note documentaire parue dans Hygiène et sécurité du travail. ND 2189. 2003, 28 p. (fichier pdf)

**La mesure de prévention prioritaire est le remplacement des FCR par des matériaux moins dangereux ou des procédés évitant leur emploi.** Les fibres de substitution sont essentiellement les laines d'isolation haute température. Ces dernières ont une température maximale d'utilisation d'environ 1 000 à 1 200 °C. Les laines d'isolation haute température sont des laines minérales non biopersistantes. Elles existent dans les mêmes présentations que les fibres céramiques. Les FCR ne doivent être utilisées que lorsqu'elles sont techniquement indispensables, par exemple au-delà de 1 100 °C en continu. Les mesures de prévention (en particulier lors des opérations de retrait) doivent être similaires à celles définies pour l'amiante.

#### ▬ Surveillance médicale

Outre le **suiti médical** décrit précédemment, la réalisation d'un bilan plus complet à 50 ans pour les salariés les plus exposés peut être envisagé : enquête sur les expositions professionnelles et scanner thoracique.

#### ■ Classification réglementaire

Les FCR sont classées par l'Union européenne cancérogènes de catégorie 2 (devant être assimilées cancérogènes pour l'homme) et irritantes pour la peau.



Elles sont étiquetées Toxique avec les phrases de risque et les conseils de prudence suivants :

Elles sont étiquetées Toxique avec les phrases de risque et les conseils de prudence suivants :

- ▬ R49 – Peut causer le cancer par inhalation
- ▬ R38 – Irritant pour la peau
- ▬ S53 – Eviter l'exposition, se procurer des instructions spéciales avant utilisation
- ▬ S45 – En cas d'accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin

La distribution des FCR (et des produits en contenant) doit être accompagnée d'une fiche de données de sécurité (FDS) qui en mentionne les dangers.

#### ■ Liens

- ▬ « Les fibres céramiques réfractaires ». Fiche pratique de sécurité. INRS. ED 109. 2003, 4 p.

(fichier pdf)

▲ CATANI J. ; CERTIN J.-F. ; CHARRETON M. et coll. « Exposition professionnelle aux fibres céramiques réfractaires. Mesures de prévention lors de l'utilisation ». Note documentaire parue dans *Hygiène et sécurité du travail*. INRS. ND 2189. 2003, 28 p. (fichier pdf)

▲ Expertises collectives Inserm sur l'amiante ([dossier web INRS](#))

▲ « Effets sur la santé des fibres de substitution à l'amiante ». Expertise collective, Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm), 1999

<http://www.inserm.fr/fr/questionsdesante/mediatheque/expertises/expertisecollectiveamiante.html>

▲ « Man-made vitreous fibres ». Monographie, Centre international de recherche contre le cancer (CIRC), vol. 81, 2002, 11 p. (fichier pdf en anglais)

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol81/volume81.pdf>

## □ Laines minérales

### ■ Qu'est-ce que c'est ?

Les laines minérales sont des fibres de silicates vitreuses artificielles à orientation aléatoire et dont le pourcentage pondéral d'oxydes alcalins et d'oxydes alcalino-terreux est supérieur à 18 %. Selon le matériau utilisé pour les fabriquer elles se nomment :

- ▲ laine de verre, élaborées à partir de sable ;
- ▲ laine de roche, élaborées à partir de basalte ;
- ▲ laine de laitier, élaborées à partir de laitier de hauts-fourneaux.

A ces 3 principaux types de laine, il faut également ajouter les laines d'isolation haute température, fabriquées à partir de silice et d'alumine :

- ▲ fibres de verre aux oxydes,
- ▲ laines de silicate alcalino-terreux AES (alkaline earth silicate),
- ▲ laines CMS (calcium magnesium silicate).



Laines minérales d'isolation

Le diamètre des fibres des laines minérales est plus grand en moyenne que celui des fibres d'amiante (2 à 3,5 microns pour les laines de roche et de laitier, 2 à 8 microns pour la laine de verre, moins de 1 micron pour l'amiante). À la différence de l'amiante, elles se coupent transversalement (et non pas longitudinalement en fibrilles de diamètres inférieurs).

Les laines de verre, de roche ou de laitier contiennent :

- ▲ plus de 90 % de fibres,
- ▲ 3 à 5 % de liants organiques (résines phénoliques) qui assurent la cohésion du produit,
- ▲ moins de 1 % d'huile, qui limite l'émission de poussières et l'absorption d'eau.

Les produits finis se présentent sous des aspects variés :

- ▲ feutres sous forme de rouleaux, bandes, nappes ou matelas,
- ▲ panneaux rigides ou semi-rigides,
- ▲ coquilles préformées en cylindres annulaires,
- ▲ laines à projeter,
- ▲ produits moulés,
- ▲ produits lamellaires,
- ▲ bourrelets sous forme de corde contenue dans une gaine tressée...

### ■ Où est-ce utilisé ?

Les laines minérales sont utilisées pour l'isolation thermique, acoustique et la protection incendie. Elles servent à isoler des combles, des murs, des sols, des plafonds, des toitures, des terrasses, des tuyauteries, etc. En climatisation ou ventilation, elles peuvent constituer des gaines de circulation d'air. Elles peuvent aussi isoler des chaudières, des fours, du matériel frigorifique et des appareils électroménagers.

Elles sont employées également dans d'autres applications :

- ▲ cultures hors sol,
- ▲ écrans routiers antibruit,
- ▲ chambres sourdes,
- ▲ renforcement de produits bitumineux, de ciments, de matériaux composites...

L'isolation des bâtiments absorbe les trois quarts des 16 millions de mètres cubes de laines de verre, de roche ou de laitier vendus annuellement en France. Les entreprises du BTP en sont donc les principales utilisatrices.

### ■ Qui est exposé ? A quelle dose ?

Exposition moyenne aux laines selon le poste de travail	
Travaux	Concentration atmosphérique (fibre/cm <sup>3</sup> )
Manipulation en vrac	> 1

Pose	< 0,5
Dépose	> 1

D'après ED 93

En France, la valeur limite de moyenne d'exposition (pondérée sur 8 heures) pour les fibres de verre, de roche et de laitier est de 1 fibre/cm<sup>3</sup>.

#### ■ Dangers pour la santé

Les fibres courtes et de diamètre supérieur à 4 microns, lorsqu'elles sont en suspension dans l'air, peuvent être à l'origine d'irritations de la peau, mais aussi des yeux et des voies respiratoires supérieures. Elles s'incrustent dans l'épiderme, provoquant l'apparition de démangeaisons puis de lésions diverses. La plupart du temps, ces symptômes sont transitoires et surviennent essentiellement en début d'exposition. Des récurrences peuvent survenir, notamment après des arrêts prolongés d'exposition. Dans 5 à 10 % des cas, la démangeaison persiste sans régresser.

Urticaires et eczémas ont aussi été observés. Les eczémas seraient notamment causés par les additifs présents dans les laines, en particulier les résines, le formol et parfois les métaux (nickel, cobalt, chrome).

Des manifestations allergiques respiratoires telles que l'asthme peuvent être provoquées par la présence des liants dans les fibres.

La survenue de bronchites chroniques suite à des expositions aux laines minérales n'est pas établie. De même, l'apparition de fibrose du poumon et de la pleurite ou de cancer du poumon, notamment dans le secteur de la production, n'est pas prouvée.

Les laines minérales sont en général plus rapidement éliminées par l'organisme que les fibres d'amiante.

#### ■ Mesures de prévention

L'évaluation des risques doit conduire au choix de procédés et de méthodes de travail propres à réduire l'ensemble des risques. Il est nécessaire de recourir à la fois à des mesures d'organisation de travail, de protection collective et de protection individuelle comme celles décrites précédemment.

Pour en savoir plus sur les mesures à mettre en œuvre lors de l'utilisation de laines, consultez le document INRS suivant :

▲ GUIMON M. ; ROOS F. « Laines minérales d'isolation. Bonnes pratiques d'utilisation ». Fiche pratique de sécurité. ED 93 . 2001, 4 p. (fichier pdf)

#### ▲ Surveillance médicale

Outre le suivi médical décrit précédemment, l'existence d'irritation de la peau, des yeux, des voies respiratoires supérieures et de symptômes allergiques doit être recherchée.

#### ■ Classification réglementaire

Les laines minérales sont classées par l'Union européenne cancérigènes de catégorie 3 (substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets cancérigènes possibles mais pour lesquelles les informations disponibles ne permettent pas une évaluation satisfaisante) et irritantes pour la peau. Cependant, des exonérations sont possibles pour les laines non biopersistantes, c'est-à-dire éliminées par les milieux biologiques du poumon. Dans ce cas, elles sont uniquement classées irritantes.

Les laines biopersistantes sont étiquetées « Nocif (Xn) » avec les phrases de risque et les conseils de prudence suivants :

- ▲ R40 - Effet cancérigène suspecté – preuves insuffisantes,
- ▲ R38 - Irritant pour la peau ;
- ▲ S36/37 - Porter un vêtement de protection et des gants appropriés.

Les laines non biopersistantes sont étiquetées « Irritant (Xi) » avec la phrase de risque « R38 - Irritant pour la peau » et la phrase de conseil « S36/37 - porter un vêtement de protection et des gants appropriés ».

#### ■ Liens

- ▲ GUIMON M. ; ROOS F. « Laines minérales d'isolation. Bonnes pratiques d'utilisation ». Fiche pratique de sécurité. INRS. ED 93. 2001, 4 p. (fichier pdf)
- ▲ Expertises collectives Inserm sur l'amiante (dossier web INRS)
- ▲ « Effets sur la santé des fibres de substitution à l'amiante ». Expertise collective, Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm), 1999  
<http://www.inserm.fr/fr/questionsdesante/mediatheque/expertises/expertisecollectiveamiant.html>
- ▲ « Man-made vitreous fibres ». Monographie, Centre international de recherche contre le cancer (CIIRC), vol. 81, 2002, 11 p. (fichier pdf en anglais)  
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol81/volume81.pdf>

## □ Fibres de carbone

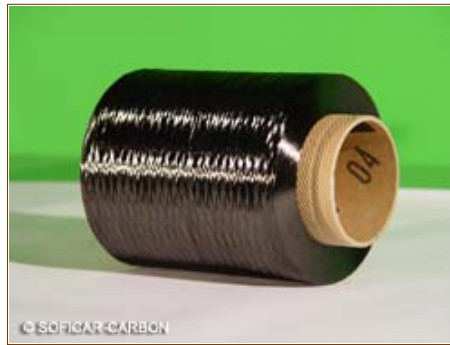
### ■ Qu'est-ce que c'est ?

Les fibres de carbone et de graphite sont utilisées dans l'industrie depuis la fin des années 1960. Ce sont des fibres inorganiques synthétiques non siliceuses.

Elles sont composées de :

- ▲ 90 à 97 % de carbone,
- ▲ moins de 10 % d'azote,
- ▲ environ 1 % d'oxygène,
- ▲ moins de 1 % d'hydrogène.

Les fibres de graphite sont obtenues par un traitement complémentaire à très haute température (2 500 à 3 000 °C) qui permet d'obtenir une pureté en carbone de l'ordre de 99 %.



Rouleau de fibres de carbone

#### ■ Où est-ce utilisé ?

Utilisation des fibres de carbone/graphite	
Secteurs d'utilisation	Exemples d'utilisation
Sports et loisirs (40 %)	Clubs de golf, raquettes de tennis, cannes à pêche, bâtons de ski, vélos, éléments de bateau (mât, coque, voiles)...
Applications industrielles (40 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▲ Rouleaux de machines d'imprimerie, pièces de machines textiles, pales d'éoliennes, axes de transmission, réservoirs de gaz sous pression...</li> <li>▲ Bétons renforcés (Japon, Etats-Unis)</li> </ul>
Aéronautique (20 %)	Freins d'Airbus, empennages, volets, trappes d'atterrisseur...
Autres applications	Freins de voiture de formule 1, prothèses de hanche, tables de radiographie, feutres pour isolation à température élevée...

#### ■ Qui est exposé ?

Des fibres de carbone peuvent être libérées sur les lieux de travail lors d'opérations telles que la production, le bobinage, le tissage et la coupe de fibres ainsi que lors de l'incinération, lors des phases d'usinage et de sciage à des degrés divers, mais surtout lors des phases de ponçage des matériaux composites (matériaux à base de résines et de fibres de carbone).

#### ■ Dangers pour la santé

Comme d'autres fibres, les fibres de carbone sont susceptibles de provoquer des irritations et des allergies cutanées, oculaires et respiratoires. Les données toxicologiques disponibles concernant les fibres de carbone sont cependant encore insuffisantes et pas toujours pertinentes pour permettre une évaluation des risques complète et détaillée de leurs effets. Certaines informations incitent toutefois à la prudence lors de leur manipulation à l'occasion de leur production et de leur transformation en matériaux et produits secondaires :

- ▲ leur biopersistance est importante ;
- ▲ elles peuvent se scinder longitudinalement et transversalement en microfibrilles plus fines et plus courtes lors de certaines opérations de travail (sciage, ponçage, recours à l'incinération, usinage par enlèvement de matière notamment). Elles sont alors capables de pénétrer plus facilement et plus profondément dans les voies respiratoires ;
- ▲ certaines techniques de travail peuvent être à l'origine de l'émission de poussières fines, voire ultrafines.

Une étude de toxicité est en cours à l'INRS (B.4/1.070).

#### ■ Mesures de prévention

L'évaluation des risques doit conduire au choix de procédés et de méthodes de travail propres à réduire l'ensemble des risques. Il est nécessaire de recourir à la fois à des mesures d'organisation de travail, de protection collective et de protection individuelle comme celles [décrites précédemment](#).

Pour en savoir plus sur les mesures à mettre en œuvre lors de l'utilisation de fibres de carbone, consultez le document INRS suivant :

- ▲ PÉTTIT MOUSSALLY S. ; LE BACLE C. ; VINCENT R. et al. « Les fibres de carbone et de graphite. Éléments pour une évaluation du risque ». *Études et enquêtes. Paru dans Documents pour le médecin du travail. TF 119. 2002, 16 p. (fichier pdf)*

#### ■ Réglementation

Les fibres de carbone ne font pas l'objet d'une classification par l'Union européenne ni par le CIRC.

Actuellement, il n'existe pas de valeur limite d'exposition professionnelle pour les fibres de carbone et de graphite. Il est possible, sous réserve d'avoir effectué un prélèvement type poussières, de se reporter aux recommandations émises pour les poussières réputées sans effet spécifiques, soit une VME (pondérée sur 8 heures) de 10 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières inhalées et de 5 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières alvéolaires. Une VME existe pour le graphite sous forme non fibreuse (2 mg/m<sup>3</sup> pour la fraction alvéolaire).

#### ■ Liens

- ▲ PÉTTIT MOUSSALLY S. ; LE BACLE C. ; VINCENT R. et al. « Les fibres de carbone et de



graphite. Eléments pour une évaluation du risque ». Etudes et enquêtes. Paru dans Documents pour le médecin du travail. TF 119. 2002, 16 p. (fichier pdf)

▲ « Recherche des effets cytotoxiques, génotoxiques et transformants de fibres et particules de carbone par des tests in vitro ». Etude menée depuis 2004 par DARNE C. et GUICHARD Y. du département Polluants et santé de l'INRS. Réf. B.4/1.070

[Retour au Sommaire](#)

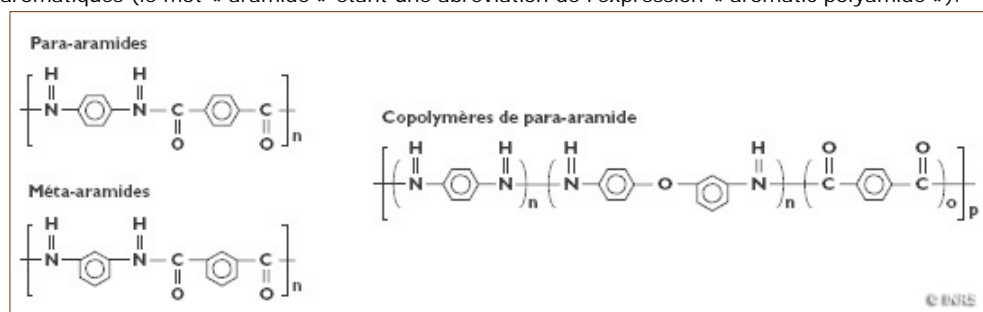
## ■ Fibres organiques

Les fibres organiques sont composées à base de carbone et d'hydrogène. Elles peuvent être soit naturelles (cellulose, soie, lin), soit artificielles (dérivées de la cellulose : viscosse, acétate de cellulose...), soit synthétiques (dérivées de produits pétrochimiques : polyester, polyéthylène...). Certaines d'entre elles sont mieux connues sous leurs dénominations commerciales (Kevlar, Nylon...).

### □ Aramides

#### ■ Qu'est-ce que c'est ?

Les fibres d'aramide sont des fibres organiques synthétiques, de couleur jaune, dont la première génération a été développée dans les années 1960. Elles sont, plus précisément, composées de longues chaînes polymères comprenant au moins 85 % de groupements amides (-NH-C=O-) reliés à deux cycles aromatiques (noyaux benzéniques). Les fibres d'aramide sont donc des polyamides aromatiques (le mot « aramide » étant une abréviation de l'expression « aromatic polyamide »).



Molécules d'aramides

Ces matériaux existent sous la forme de filaments continus, de fibres coupées (de 40 à 80 mm), de fibres courtes (de 2 à 15 mm) ou de pulpe (jusqu'à 3 mm).

Le diamètre des fibres d'aramide se situe entre 12 et 15 microns, elles ne peuvent donc pas atteindre le poumon profond. Les para-aramides peuvent cependant se scinder, notamment lors d'opérations d'usinage, en fibrilles fines de diamètre inférieur à un micron, qui sont alors facilement respirables.

#### ■ Où est-ce utilisé ?

##### ▲ Para-aramides (Kevlar, Twaron) et copolymères de para-aramide (Technora)

Ces fibres sont plutôt utilisées pour leurs performances mécaniques, en renforcement sous forme de filaments continus, dans l'industrie textile sous forme de fibres discontinues et dans la fabrication de matériaux de friction sous forme de pulpe.

En 1998, la consommation européenne était d'environ 9 000 tonnes comprenant :

- les produits de friction et d'étanchéité,
- le renfort de caoutchouc,
- les cordes et câbles,
- la protection balistique,
- les matériaux composites.

##### ▲ Méta-aramides (Nomex et Conex)

Les fibres de méta-aramide sont essentiellement utilisées pour leurs performances thermiques et chimiques, dans l'industrie textile et notamment pour les textiles à usage technique : vêtements de protection contre la chaleur et le feu, filtres, textiles pour isolation des moteurs et transformateurs.

#### ■ Qui est exposé ? A quelle dose ?

D'après les données existantes, les niveaux d'exposition en fibres respirables (diamètre inférieur à 3 microns, longueur supérieure à 5 microns et rapport longueur/diamètre supérieur à 3) générés par la fabrication et la transformation de matériaux composites à base de fibres d'aramide sont bas (inférieurs à 0,4 fibre/cm<sup>3</sup>). Les opérations de découpe au jet d'eau avec recyclage de l'eau, de cardage, retordage et bobinage peuvent générer des niveaux d'exposition supérieurs à 1 fibre/cm<sup>3</sup>.

En France, seules les fibres de para-aramide font l'objet d'une valeur limite d'exposition en milieu professionnel. Cette valeur limite de moyenne d'exposition (VME) pondérée sur 8 heures est de 1 fibre/cm<sup>3</sup>.

#### ■ Dangers pour la santé

Les données toxicologiques disponibles concernent essentiellement les fibres de para-aramide. Elles sont par ailleurs partielles et ne permettent pas une évaluation complète des risques. Néanmoins les

éléments suivants peuvent être soulignés :

- ▲ La distinction doit être faite entre les fibres de para-aramide brutes - qui sont de granulométrie trop élevée pour avoir un retentissement sur la fonction pulmonaire (12 à 15 microns) - et les fibrilles secondaires résultant d'opérations de transformation - qui sont susceptibles de pénétrer jusqu'au poumon profond (0,3 à 0,7 micron).
- ▲ Les fibrilles de para-aramide sont moins biopersistantes que les fibres d'amiante.
- ▲ Comme d'autres fibres, les fibres d'aramide sont susceptibles de provoquer des irritations cutanées et respiratoires.
- ▲ Les études tendent à montrer une inflammation pulmonaire transitoire et un potentiel faiblement fibrogène a priori régressif après l'arrêt des expositions. Il n'existe pas de données suffisantes pour permettre d'évaluer le potentiel cancérogène de ces fibres pour l'homme. Des kystes pulmonaires ont été observés chez des rats exposés chroniquement mais les experts estiment qu'ils ne sont pas cancéreux. Cependant, des études indiquent une toxicité des fibres de para-aramide sur des cultures de cellules.

#### ■ Mesures de prévention

L'évaluation des risques doit conduire au choix de procédés et de méthodes de travail propres à réduire l'ensemble des risques. Il est nécessaire de recourir à la fois à des mesures d'organisation de travail, de protection collective et de protection individuelle comme celles [décrites précédemment](#).

*Pour en savoir plus sur les mesures à mettre en œuvre lors de l'utilisation d'aramides, consultez le document INRS suivant :*

- ▲ ROOS F. ; GUIMON M. ; VINCENT R. « Fibres d'aramide : éléments pour l'évaluation des risques ». Dossier médico-technique paru dans *Documents pour le médecin du travail*. TC 94. 2003, 12 p. ([fichier pdf](#))

La pulpe d'aramide peut émettre des décharges électrostatiques importantes. Il est conseillé de mettre en place un dispositif de déparasitage pour l'ouverture des balles et d'humidifier le produit avant sa mise en œuvre. Une attention particulière doit être portée aux opérations de cardage et de découpe au jet d'eau où des niveaux d'exposition importants peuvent survenir. Dans le second cas, le recyclage de l'eau doit être proscrit.

#### ■ Classification réglementaire

Les fibres d'aramides ne sont pas classées par l'Union Européenne.

En 1997, le CIRC a classé les fibres de para-aramide dans le groupe 3 "l'agent est inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme".

#### ■ Liens

- ▲ ROOS F. ; GUIMON M. ; VINCENT R. « Fibres d'aramide : éléments pour l'évaluation des risques ». Dossier médico-technique paru dans *Documents pour le médecin du travail*. TC 94. 2003, 12 p. ([fichier pdf](#))
- ▲ « Silica, some silicates, coal dust and para-aramid fibrils. » Monographie du CIRC, 1997, pp. 409-439 ([fichier pdf en anglais](#))  
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol68/volume68.pdf>
- ▲ « Toxicology of man-made organic fibres ». *Technical report* n° 69, European Centre for Ecotoxicology and Toxicology of Chemicals (ECETOC), 1996, 69 p.  
<http://www.ecetoc.org/Content/Default.asp?PageID=22>

[Retour au Sommaire](#)