

FIBRES AUTRES QU'AMIANTE



Ce qu'il faut retenir

Les fibres sont utilisées dans de très nombreux secteurs d'activité mais les données les concernant sont bien souvent parcellaires. Ce dossier propose un point des connaissances disponibles sur certaines fibres autres que l'amiante : fibres naturelles ou synthétiques, organiques ou inorganiques. Leurs caractéristiques, leurs utilisations, leurs dangers pour la santé, les niveaux d'exposition rencontrés aux postes de travail et les mesures de prévention à mettre en œuvre sont ainsi abordés.

Le terme fibre désigne une particule allongée dont la longueur est au moins trois fois supérieure au diamètre. Les fibres peuvent être classées selon leur nature chimique :

- fibres minérales naturelles (wollastonite, sépiolite...)
- fibres minérales artificielles (laine de verre, laine de roche, fibre céramique réfractaire, fibre d'alumine...)
- fibres organiques naturelles (cellulose, coton, lin, soie...)
- fibres organiques artificielles (viscose, acétate de cellulose...)
- fibres synthétiques (aramides, polyester...)

Elles sont utilisées dans divers secteurs d'activités et pour de nombreuses applications : isolation phonique, thermique ou électrique, revêtements de sol ou de mur, étanchéité, industrie du papier, du textile, hygiène corporelle, emballage, traitements des déchets...

L'appareil respiratoire constitue la principale porte d'entrée dans l'organisme des fibres. Leur toxicité varie en fonction des éléments suivants : composition chimique, présence d'additifs (liants...), durée de rétention dans les poumons (biopersistance), forme, dimension, capacité à migrer dans l'organisme...

Certaines fibres irritent la peau et/ou les muqueuses, provoquent des allergies cutanées ou respiratoires. Les fibres fines et longues sont les plus dangereuses : inférieures à 3,5 microns, elles peuvent être inhalées et pénétrer profondément dans le poumon, y persister un certain temps, voire migrer vers d'autres organes.

Des expositions répétées à certaines fibres sont à l'origine de fibroses pulmonaires, d'insuffisance respiratoire, de plaques pleurales, voire à long terme de cancers, principalement au niveau du poumon et de la plèvre. La présence de fibres dans les cellules peut perturber les divisions cellulaires et entraîner des mutations de gènes.

La prévention des risques liés aux fibres repose sur la démarche générale de prévention des risques chimiques. L'exposition possible des salariés à des fibres classées comme CMR (fibres céramiques réfractaires par exemple), impose la mise en place de mesures plus strictes.

Généralités

Présentation et classification des fibres selon leur nature chimique, organique ou inorganique, et selon leur origine, naturelle ou artificielle. Voies de pénétration, devenir dans l'organisme et effets potentiels sur la santé d'expositions aux fibres. Mesures de prévention générales, surveillance médicale et réglementation existante.

Que sont les fibres ?

En santé et sécurité au travail, 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 (c'est-à-dire les fibres qui peuvent atteindre les 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.

Classification des fibres selon leur nature chimique

	FIBRES ORGANIQUES	FIBRES INORGANIKES
Fibres naturelles	- Cellulose - Coton - Lin - Chanvre - Soie - Laine	- Amiante - Wollastonite - Sépiolite - Basalte
Fibres synthétiques	- Aramides - Polyester - Polyvinylalcool - Polypropylène - Polyéthylène - Polyamides	- Laines minérales d'isolation - Fibres céramiques réfractaires - Fibres de verre à usage spécial - Fibres de carbone - Fibres d'alumine - Whiskers
Fibres artificielles	- Viscose - Acétate de cellulose	

Ce dossier ne concerne pas les fibres métalliques (trop grosses pour être inhalées) ni les nanofibres (qui font l'objet d'un autre dossier). Pour en savoir plus sur les fibres d'amiante, consultez également la fiche technique Amiante.

Voies de pénétration et devenir dans l'organisme

La principale « porte d'entrée » des fibres dans le corps est l'appareil respiratoire. Les fibres peuvent également être ingérées mais elles ne peuvent pas traverser la peau (à l'exception des nanofibres).

Pour une composition donnée, 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 des fibres inhalées peut persister un certain temps dans l'appareil respiratoire, 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 (lymphe...) 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 sur le cancer (CIRC).

Fibres inorganiques

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

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 minérales artificielles (FMA)	▪ Fibres céramiques réfractaires ▪ Laines minérales d'isolation ▪ Fibres de verre à usage spécial ▪ Filaments continus de verre
Autres fibres siliceuses	▪ Mullite ▪ Silice ▪ Whiskers de carbure de silicium ...
Fibres non siliceuses	▪ Carbone ▪ Alumine ▪ Whiskers (octatitanate de potassium, sulfate de magnésium, oxyde de tungstène ...)

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 d'isolation, les fibres céramiques réfractaires (FCR) et les fibres de verre 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 de verre), les autres fibres siliceuses et les fibres non siliceuses ne sont pas concernées : elles ne sont à ce jour 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.

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 ou égal 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 compris entre 1 et 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 peuvent former de la cristobalite (la silice cristalline inhalée sous forme de quartz ou de cristobalite de source professionnelle est classée cancérogène pour l'homme par le CIRC (groupe 1) et fait l'objet du tableau 25 de maladies professionnelles).

Où est-ce utilisé ?

En 2004, 2 200 tonnes de FCR ont été utilisées en France dont 99 % pour des applications industrielles, moins de 1 % ont été mises en œuvre pour des usages domestiques (notamment dans les chaudières au sol).

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

Classification réglementaire

Les fibres céramiques réfractaires sont classées cancérogènes de catégorie 1B au sens du règlement CLP. Cette classification ne s'applique pas aux fibres dont le diamètre est supérieur à 6 µm.

Les mélanges contenant 0,1 % en poids ou plus de FCR sont également classés cancérogènes de catégorie 1B.

Pour les articles susceptibles d'émettre des fibres dans l'atmosphère des lieux de travail, il est fortement préconisé de fournir une information sur les dangers, sous forme d'un étiquetage ou d'une fiche de données de sécurité.

Fibres organiques

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

Fibres d'aramide

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 »).

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 utilisées pour leurs performances mécaniques, comme matériau de 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 l'isolation des moteurs et transformateurs.

Les pathologies associées

Par contact, les fibres peuvent provoquer des irritations de la peau et/ou des muqueuses (yeux, nez, bouche...), notamment 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).

A 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.

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

Qui est exposé ? A quelle dose ?

Selon l'enquête Sumer 2010, en France, 79 000 salariés seraient 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 CARSAT/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 PAR CATÉGORIE DE TRAVAUX

Travaux	Concentration atmosphérique moyenne (fibre/cm ³)	Résultats supérieurs à 0,1 fibres/cm ³ (VLEP)
Fabrication	0,4	99,1 %
Manipulation en vrac	0,3	92,6 %
Assemblage	0,3	77,9 %
Pose	0,5	93,8 %
Dépose	1,3	91,5 %
Découpe	1,5	99,3 %

Mesures réalisées entre 1996 et 2001, d'après la note documentaire « Exposition professionnelle aux fibres céramiques réfractaires. Mesures de prévention lors de l'utilisation » (ND 2189) VLEP : valeur limite de moyenne d'exposition professionnelle pondérée sur 8 heures

Selon une autre enquête menée par l'INRS en 2006, approximativement 10 000 salariés seraient potentiellement exposés aux FCR en France.

Les niveaux d'exposition professionnelle sont mesurés en utilisant une méthode normalisée (norme XP X 43-269) par microscopie optique à contraste de phase (MOCP). Ils sont exprimés en fibres par centimètre cube et peuvent être comparés à la valeur limite d'exposition professionnelle (VLEP) réglementaire contraignante fixée à 0,1 fibre/cm³ sur une période de 8 heures. Pour l'application de ces dispositions, seules sont prises en compte les fibres de longueur supérieure à 5 µm, de diamètre inférieur à 3 µm et dont le rapport longueur/diamètre excède 3.

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 fibres céramiques réfractaires peuvent provoquer des irritations mécaniques, y compris dans une atmosphère contenant peu de fibres. Elles peuvent induire des dermites irritatives.
- Un risque d'altération de la fonction respiratoire (obstruction des voies aériennes chez les fumeurs) et de survenue de plaques pleurales a été rapporté chez les salariés des usines de production aux Etats-Unis.
- En expérimentation animale (exposition par inhalation, par injection intra-cavitaire et par instillation intra-trachéale), les fibres céramiques réfractaires ont montré un potentiel fibrosant et un pouvoir cancérogène (mésothéliomes, cancers broncho-pulmonaires...).

Chez l'homme, les études épidémiologiques publiées à ce jour n'ont pas mis en évidence d'excès de risque de cancers, elles sont toujours en cours.

L'INRS considère que les fibres céramiques réfractaires sont potentiellement aussi dangereuses pour la santé que les fibres d'amiante.

Que dit la réglementation ?

Les fibres sont des agents chimiques. A ce titre, la réglementation en matière de prévention des risques chimiques, prévue par le Code du travail, s'applique aux fibres. Les règles de prévention du risque chimique s'appuient sur les principes généraux de prévention du Code du travail (définis à l'article L.4121-2) et se déclinent en deux volets :

- les règles générales de prévention du risque chimique (énoncées aux articles R.4412-1 à R.4412-57 du Code du travail),
- les règles particulières de prévention du risque chimique pour les activités impliquant des agents chimiques classés cancérogènes, mutagènes et toxiques pour la reproduction (CMR de catégories 1A ou 1B selon le règlement CLP) définies aux articles R.4412-59 à R.4412-93 du Code du travail.

Classification réglementaire des fibres

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

Attention, une absence de classification ne signifie pas une absence de danger.

Le mesurage de l'exposition s'appuie sur les valeurs limites d'exposition quand elles existent. Seules les fibres céramiques réfractaires classées cancérogènes possèdent une valeur limite d'exposition professionnelle réglementaire contraignante spécifique (article R. 4412-149 du Code du travail). D'autres fibres sont dotées de valeurs spécifiques mais non réglementaires fixées par circulaires du ministère

chargé du Travail. Pour certaines fibres, il est possible de se référer à la valeur limitée réglementaire fixée pour les poussières émises dans les locaux à pollution spécifique (article R. 4222-10).

La prévention

Souvent, peu de données toxicologiques et granulométriques (diamètre moyen et distribution des tailles) concernant les fibres 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 dépendent essentiellement de ces données. La substitution d'une fibre dangereuse par un produit ou procédé pas ou moins dangereux doit être systématiquement recherchée. Si la substitution n'est techniquement pas possible, il convient de rechercher un niveau d'empoussièrement aussi faible que possible. La protection collective doit toujours primer sur la protection individuelle.

Le schéma de la démarche de prévention repose sur les principes généraux de prévention figurant dans le Code du travail. Il comporte 6 étapes :

- identifier les dangers présentés par les fibres,
- éviter les risques si possible en les supprimant,
- évaluer les risques pour la santé et la sécurité au travail, qui ne peuvent être évités, en fonction des procédés appliqués et des modes de travail (apprécier la nature et l'importance des risques),
- mettre en place des mesures visant à prévenir ou à limiter les risques (utiliser des équipements de protection individuelle uniquement en complément des protections collectives ou à défaut de protections collectives efficaces),
- vérifier l'efficacité des mesures prises,
- assurer la formation et l'information des salariés.

Mesures de prévention générales

Ces mesures sont à adapter en fonction de l'évaluation du risque :

- Choisir des systèmes clos (enceintes, mélangeurs...) et des techniques automatisées.
- Capturer les fibres et 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, ces mêmes recommandations peuvent servir de base à la surveillance des salariés exposés aux fibres. 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 à un poste de travail nécessitant le port de protections respiratoires sera évaluée si nécessaire.

Outre ce suivi médical, la réalisation d'un bilan plus complet à 50 ans pour les salariés les plus exposés peut être envisagée : enquête sur les expositions professionnelles et scanner thoracique.