



# **Amiante et autres matériaux fibreux: risques pour la santé et mesures de protection**

**suvaPro**

Le travail en sécurité

# Amiante et autres matériaux fibreux: risques pour la santé et mesures de protection

Suva  
Caisse nationale suisse d'assurance en cas d'accidents  
Protection de la santé  
Case postale, 6002 Lucerne  
Tél. 041 419 51 11  
Fax 041 419 59 17 (pour commander)  
Internet [www.suva.ch](http://www.suva.ch)

## **Amiante et autres matériaux fibreux: risques pour la santé et mesures de protection**

Auteur: Egon Hürlimann, secteur chimie

Reproduction autorisée avec indication des sources.  
1ère édition - avril 1998 - 4'500

Photo de couverture: travaux d'isolation avec des  
fibres céramiques dans une chambre de combustion exigüe

**Référence: 66080.f**

# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>Poussières fibreuses à des postes de travail caractéristiques: apparition – exposition – évaluation – mesures de protection</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>Protection de la santé au poste de travail: principes de base</b>	<b>5</b>	6.1	Amiante	17
2.1	Bases légales	5	6.1.1	L'amiante comme matériau: fabrication, transformation et utilisation	17
2.2	Définition des risques pour la santé	5	6.1.2	Assainissement	20
2.3	Les trois fondements de la protection de la santé dans l'entreprise	5	6.1.3	Résumé des risques actuels liés à l'amiante	23
2.4	Prévention dans le domaine de la médecine du travail	6	6.2	Fibres minérales artificielles (FMA)	23
<b>3</b>	<b>Types de fibres</b>	<b>7</b>	6.2.1	Laines isolantes (fibres de laine de verre et de laine de roche) pour isolations thermiques et acoustiques	23
3.1	Définitions	7	6.2.2	Fibres de verre textile	26
3.2	Aperçu	7	6.2.3	Fibres céramiques	27
<b>4</b>	<b>Poussières fibreuses: risques pour la santé</b>	<b>9</b>	6.2.4	Concentrations de poussières fibreuses aux postes de travail sans utilisation de FMA	28
4.1	Maladies reconnues comme professionnelles dues à des poussières fibreuses	9	6.3	Fibres organiques	29
4.1.1	Maladies causées par les fibres d'amiante	9	6.3.1	Isolants à base de fibres organiques	29
4.1.2	Maladies causées par des fibres minérales artificielles	10	<b>7</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>31</b>
4.1.3	Maladies causées par des fibres organiques naturelles	10	<b>8</b>	<b>Résumé</b>	<b>32</b>
4.2	Propriétés des fibres pouvant présenter un risque pour la santé	10		<b>Annexe: Description et possibilités d'utilisation de certaines fibres</b>	<b>34</b>
4.2.1	Géométrie des fibres	10	A1	Fibres synthétiques inorganiques	34
4.2.2	Biopersistance	11	A2	Fibres synthétiques organiques	37
4.2.3	Structure superficielle	11	A3	Fibres naturelles inorganiques	38
4.2.4	Comportement d'empoussiérage	11	A4	Fibres naturelles organiques	39
4.3	Effets cancérigènes de fibres autres que l'amiante: prise de position	12	A5	Aperçu des produits de substitution à l'amiante	39
4.4	Récapitulation des risques pour la santé et conclusions	13			
<b>5</b>	<b>Valeurs (limites) moyennes d'exposition (valeurs VME) et surveillance</b>	<b>14</b>			
5.1	Valeurs limites dépendant des particules: nombre de fibres	14			
5.2	Procédure de mesure pour déterminer le nombre de fibres	15			
5.3	Valeurs limites dépendant de la masse: concentration en poussière fine	16			

# 1 Introduction

Cette brochure vous donne un aperçu des risques pour la santé liés aux matériaux fibreux à certains postes de travail en Suisse et vous informe des mesures de protection nécessaires. Elle traite aussi bien des fibres d'amiante que des fibres n'en contenant pas et tend à prévenir les maladies professionnelles. Cette publication s'adresse aux entrepreneurs et aux responsables de la sécurité et de la protection de la santé dans les entreprises fabriquant, travaillant ou éliminant de tels matériaux, ainsi qu'aux bureaux techniques intéressés et aux autorités compétentes.

Depuis de nombreuses années, des matériaux fibreux (fibres) sont utilisés dans des matières et produits à usage industriel et artisanal. En effet, de par leurs propriétés chimiques et physiques, les fibres offrent des conditions optimales pour d'innombrables utilisations. La plupart du temps, elles sont employées avec des liants et des matières de remplissage.

Ces produits fibreux sont utilisés, entre autres, comme

- ◆ plaques, nattes ou matières moulables pour la protection incendie et l'isolation thermique,
- ◆ garnitures de freins et d'embrayage dans la construction de véhicules,
- ◆ garnitures d'étanchéité lors de contraintes thermiques et chimiques importantes.

Les produits fibreux sont également largement répandus dans la construction de bâtiments et d'ouvrages de génie civil, sous la forme de

- ◆ plaques de mise à niveau, plaques ondulées ou
- ◆ tubes de pression et canalisations.

Durant des décennies, l'**amiante** (figure 1) fut considéré comme le minéral aux mille et une utilisations, car, comme nulle autre fibre, il possède des propriétés optimales pour de multiples produits techniques. Lorsque le

nombre de maladies liées à l'amiante a augmenté et que ses effets nocifs sur la santé ont été reconnus, la Suva a ordonné par étapes, dès le milieu des années 60, des mesures plus sévères, afin de réduire l'exposition à la poussière. L'abandon de l'amiante floqué comme revêtement d'isolation fut instauré à la fin des années 70. En outre, l'exposition à la poussière a pu être diminuée de façon importante dans beaucoup d'entreprises travaillant l'amiante grâce à une amélioration constante des installations d'aération. En 1990, pour protéger la population, la Suisse a interdit toute utilisation de l'amiante, substance reconnue comme nuisible à l'environnement.

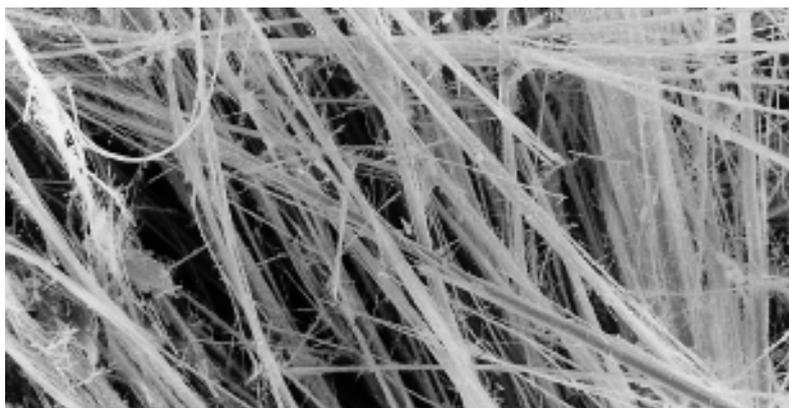


Figure 1  
Fibres d'amiante (amiante crocidolite, également appelé amiante bleu) agrandies 500 x. Il s'agit ici de fibres particulièrement fines qui, en fonction de leur longueur, peuvent se diviser en fibrilles encore plus fines.

Suite à l'interdiction de l'amiante dans les grands pays industrialisés, tels que les USA, l'Allemagne, la Suède et la Suisse, l'industrie a dû développer des **produits de substitution** appropriés (figure 2) [voir à ce sujet l'indication bibliographique [1], chapitre 7]. De nombreux produits sont aujourd'hui fabriqués en associant divers types de fibres (on parle de cocktails de fibres), alors qu'auparavant la fibre d'amiante multifonction suffisait à remplir toutes les exigences. Suite à un important travail de développement, il est désormais possible, d'un point de vue technique, de

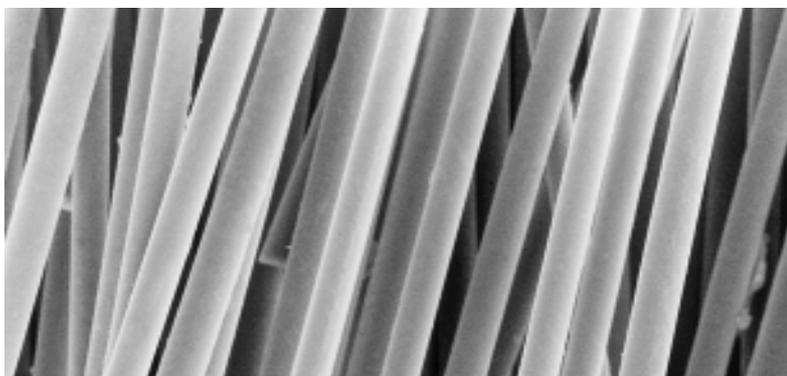


Figure 2  
Fibres synthétiques inorganiques (fibres de verre textile) agrandies 500 x. Ces fibres ont généralement un diamètre plus gros et une structure plus résistante que les fibres d'amiante. On n'observe habituellement aucune division longitudinale.

remplacer l'amiante dans presque tous ses domaines d'utilisation.

Depuis 15 à 20 ans, toutes les études concernant les **risques pour la santé** ont été systématiquement étendues aux fibres ne contenant pas d'amiante. Toutefois, les résultats, fondés principalement sur l'expérimentation animale, sont controversés, en particulier l'affirmation selon laquelle toutes les fibres pourraient entraîner des maladies graves (tumeurs), si certaines conditions sont réunies [2], [3]. Cette affirmation se réfère principalement aux fibres minérales artificielles, dont certaines sont fabriquées et travaillées depuis des décennies.

La Suva a décidé, il y a de nombreuses années, de recenser et d'évaluer, en fonction de l'exposition<sup>1</sup> des travailleurs aux fibres, les postes de travail où des fibres ne contenant pas d'amiante sont utilisées. Grâce aux inspections des postes de travail et aux mesures effectuées, des informations fiables ont pu être recueillies sur l'exposition aux fibres à certains postes de travail. La présentation de ces informations constitue une part importante de cette publication.

Les principes de base sont mis en exergue dans la première partie (chapitres 2 à 5): principes de base concernant la protection de la santé aux postes de travail, types de fibres et risques pour la santé, indications relatives

<sup>1</sup> Exposition: être en contact avec une matière (poussière fibreuse, par exemple).

aux maladies professionnelles dues à des fibres, valeurs (limites) moyennes d'exposition aux postes de travail (VME) et méthodes de mesure pour les matériaux fibreux.

Les principaux types de fibres sont évoqués dans la deuxième partie (chapitre 6). Les expositions aux postes de travail survenant lors de l'utilisation sont évaluées et les mesures de protection nécessaires sont spécifiées pour chaque cas.

Quelques types de fibres sont présentés de façon détaillée aux annexes 1 à 4.

A l'annexe 5, un tableau donne un aperçu des produits de substitution les plus importants, ainsi que leurs domaines d'utilisation.

## 2 Protection de la santé au poste de travail: principes de base

### 2.1 Bases légales

Les dispositions légales de base concernant la prévention des maladies professionnelles sont fixées dans

- ◆ la Loi fédérale sur l'assurance-accidents (LAA) [4], et dans
- ◆ l'ordonnance sur la prévention des accidents et des maladies professionnelles (OPA) [5].

Autre disposition légale:

- ◆ Ordonnance du département fédéral de l'intérieur concernant les mesures techniques pour la prévention des maladies professionnelles provoquées par des substances chimiques. [6]

Il ressort clairement de la loi (LAA art. 82 alinéa 1) que l'obligation de prévention des accidents et maladies professionnels dans l'entreprise incombe, en premier lieu, à l'employeur ou aux responsables. Il a le devoir de prendre les mesures

- ◆ dont l'expérience a démontré la nécessité,
- ◆ que l'état de la technique permet d'appliquer et
- ◆ qui sont adaptées aux conditions données.

D'après l'OPA, les exigences essentielles de sécurité relatives aux poussières fibreuses sont:

- ◆ mesures de protection lors de l'emploi de substances nocives (art. 44)
- ◆ mesures techniques concernant l'aération (art. 33)
- ◆ équipements individuels de protection (art. 5)
- ◆ prévention dans le domaine de la médecine du travail (art. 70–81)

En vertu de l'article 50 alinéa 3 OPA, la Suva publie périodiquement la brochure «Valeurs limites d'exposition aux postes de travail» [7]. Ces valeurs limites ont un caractère obligatoire et doivent être respectées.

La Suva surveille l'application des prescriptions sur la prévention des maladies professionnelles dans toutes les entreprises soumises à la LAA (OPA art. 50).

### 2.2. Définition des risques pour la santé

L'employeur ne peut protéger, comme il en a l'obligation, ses collaboratrices et collaborateurs contre les maladies professionnelles lors de l'utilisation de fibres que s'il se préoccupe minutieusement des matériaux employés. Il doit notamment s'informer sur les points suivants:

	Oui/Non
• Des matériaux fibreux sont-ils utilisés durant le travail?	<input type="checkbox"/>
• Les types de fibres sont-ils connus?	<input type="checkbox"/>
• Des fibres respirables <sup>2</sup> (voir paragraphe 4.2.1) peuvent-elles être libérées?	<input type="checkbox"/>
• Y a-t-il des valeurs limites de concentration aux postes de travail (valeurs VME)?	<input type="checkbox"/>
• Des études indiquent-elles les concentrations de fibres pouvant être rencontrées à des postes de travail donnés?	<input type="checkbox"/>
• Les mesures de protection appropriées sont-elles connues?	<input type="checkbox"/>
• Sont-elles appliquées?	<input type="checkbox"/>
• Les fabricants, les associations professionnelles ou la Suva ont-ils formulé d'autres conseils ou émis des règles de comportement?	<input type="checkbox"/>

<sup>2</sup> Définition des «fibres respirables»: longueur  $L \geq 5 \mu\text{m}$   
diamètre  $D \leq 3 \mu\text{m}$   
rapport  $L : D > 3$

Avec les informations recueillies, l'employeur pourra planifier les mesures nécessaires et les mettre en pratique.

### 2.3 Les trois fondements de la protection de la santé dans l'entreprise

Lorsque des matériaux fibreux représentent un risque pour la santé, les mesures de protection doivent être adoptées dans l'ordre suivant:

#### 1. Remplacement des substances et procédés dangereux

En premier lieu, et pour autant que cela soit techniquement possible, les substances et

procédés qui mettent en danger la santé doivent être remplacés par d'autres, moins dangereux.

Exemple: remplacement de l'amiante, très nocif pour la santé, par des matériaux de substitution nettement moins dangereux.

## 2. Protection collective

En tenant compte des procédés, des matériaux et des conditions d'utilisation, les postes de travail doivent être aménagés de sorte qu'aucune concentration de poussière fibreuse nocive ne survienne dans l'air inhalé par les employés. Cet objectif est atteint lorsqu'un **résultat inférieur aux valeurs VME** est assuré.

Selon la situation, cet objectif de protection peut être réalisé avec les mesures suivantes:

- ◆ mode de fonctionnement fermé (enceinte)
- ◆ aspiration à la source des émissions de poussière (aspiration à la source)
- ◆ aération artificielle des locaux
- ◆ aération naturelle suffisante

## 3. Protection individuelle

Si, pour des raisons particulières, la protection collective n'est pas possible ou ne peut être assurée de manière suffisante, des moyens de protection individuels **complémentaires** seront utilisés. En effet, le port d'appareils de protection des voies respiratoires peut s'avérer nécessaire pour certains travaux.

Les filtres à particules sont des appareils de protection des voies respiratoires appropriés pour des poussières fibreuses. En fonction de leur pouvoir séparateur, ils sont répartis dans les classes de filtres à particules P1 (faible pouvoir séparateur), P2 (pouvoir séparateur moyen) et P3 (grand pouvoir séparateur). Le choix d'une classe de filtres à particules s'effectue selon la concentration de fibres présentes dans l'air inhalé. La classe P1 ne doit pas être utilisée avec des substances cancérigènes.

Les appareils de protection des voies respiratoires suivants ont fait leurs preuves:

- a) Demi-masques, quarts de masques avec filtre à particules des classes P1, P2 et P3

- b) Demi-masques à filtrage de particules des classes FFP1, FFP2 et FFP3

- c) Appareil à filtre avec ventilateur et casque ou cagoule des classes TH1P, TH2P et TH3P

Lors de l'achat de tels appareils (masques, filtres), il faut vérifier leur conformité aux normes européennes EN 140, EN 143 ou EN 149.

Autres moyens individuels de protection pour la manipulation de matériaux fibreux:

- ◆ vêtements de travail fermés
- ◆ lunettes de protection
- ◆ gants

L'employeur doit mettre à disposition tous les moyens individuels de protection nécessaires. Le travailleur est tenu de suivre les recommandations de son supérieur et d'utiliser les moyens de protection de façon adéquate.

## 2.4 Prévention dans le domaine de la médecine du travail

Outre les mesures de protection techniques, au niveau du personnel et de l'organisation, la médecine du travail joue un rôle important dans la prévention des maladies professionnelles. Pour certaines substances nocives, on effectue cette prévention même si les valeurs VME sont respectées. A chaque fois, la Suva décide si une entreprise, une partie d'entreprise ou quelques travailleurs sélectionnés doivent être soumis à la prévention médicale.

Les entreprises dont les collaborateurs manipulaient ou manipulent de l'amiante ou des produits à base d'amiante font l'objet d'une campagne de prévention dans le cadre de la médecine du travail. Cette prévention comprend un examen général lors de l'embauche, des examens de contrôle à intervalles réguliers, ainsi que des examens ultérieurs après le départ de l'entreprise.

Les collaborateurs qui, dans l'exercice de leur profession, sont en contact avec des fibres d'autres matériaux que l'amiante ne sont pas soumis à des examens préventifs dans le cadre de la médecine du travail.

## 3 Types de fibres

### 3.1 Définitions

La dénomination «fibre» est un terme générique désignant principalement toutes les particules allongées, c'est-à-dire dont la longueur est nettement plus grande que le diamètre de la particule. Autrement, on parle de particules compactes. La longueur des particules fibreuses peut être limitée (fibres véritables, cheveux par exemple) ou presque infinie (filaments).

Les fibres se présentent soit de façon isolée, soit par paquets.

On répartit les fibres par substance, d'une part, sur la base de la composition chimique du matériau fibreux. On distingue ainsi:

#### ◆ les fibres inorganiques

substance de base: minéraux naturels, roches, sels, métaux

#### ◆ les fibres organiques

substance de base: matières végétales et animales, produits à base de pétrole

On les répartit, d'autre part, en tenant compte de la façon dont le matériau fibreux a été obtenu (procédé de fabrication):

#### ◆ fibres naturelles:

substance de base produite naturellement et transformée en fibres par un procédé (chimico-) physique. Il n'y a pas eu de changement de matière.

Exemples: amiante, sépiolite, chanvre, laine.

#### ◆ fibres synthétiques:

fabrication artificielle de fibres. Dans un premier temps, le matériau fibreux de base est fabriqué chimiquement à partir de matières brutes organiques ou inorganiques. Il y a alors changement de matière. La fabrication de fibres intervient véritablement dans un deuxième temps.

Exemples: fibres de carbone, fibres minérales artificielles, fibres polyamides.

Un procédé supplémentaire permet de transformer la plupart des fibres en étoffes, en feutre et – sous forme de filaments ou de fils – en tissus, en articles tricotés, en tissages et en cordages.

### 3.2 Aperçu

Les applications industrielles emploient une multitude de fibres naturelles et synthétiques inorganiques et organiques. Le développement de fibres de substitution à l'amiante a entraîné la création de nombreux nouveaux matériaux fibreux.

Les tableaux suivants vous donnent un aperçu des fibres utilisées de nos jours et de leur répartition en fonction de la matière et du procédé de fabrication.

Vous trouverez en annexe (voir page 34) une description plus détaillée des principaux types de fibres.

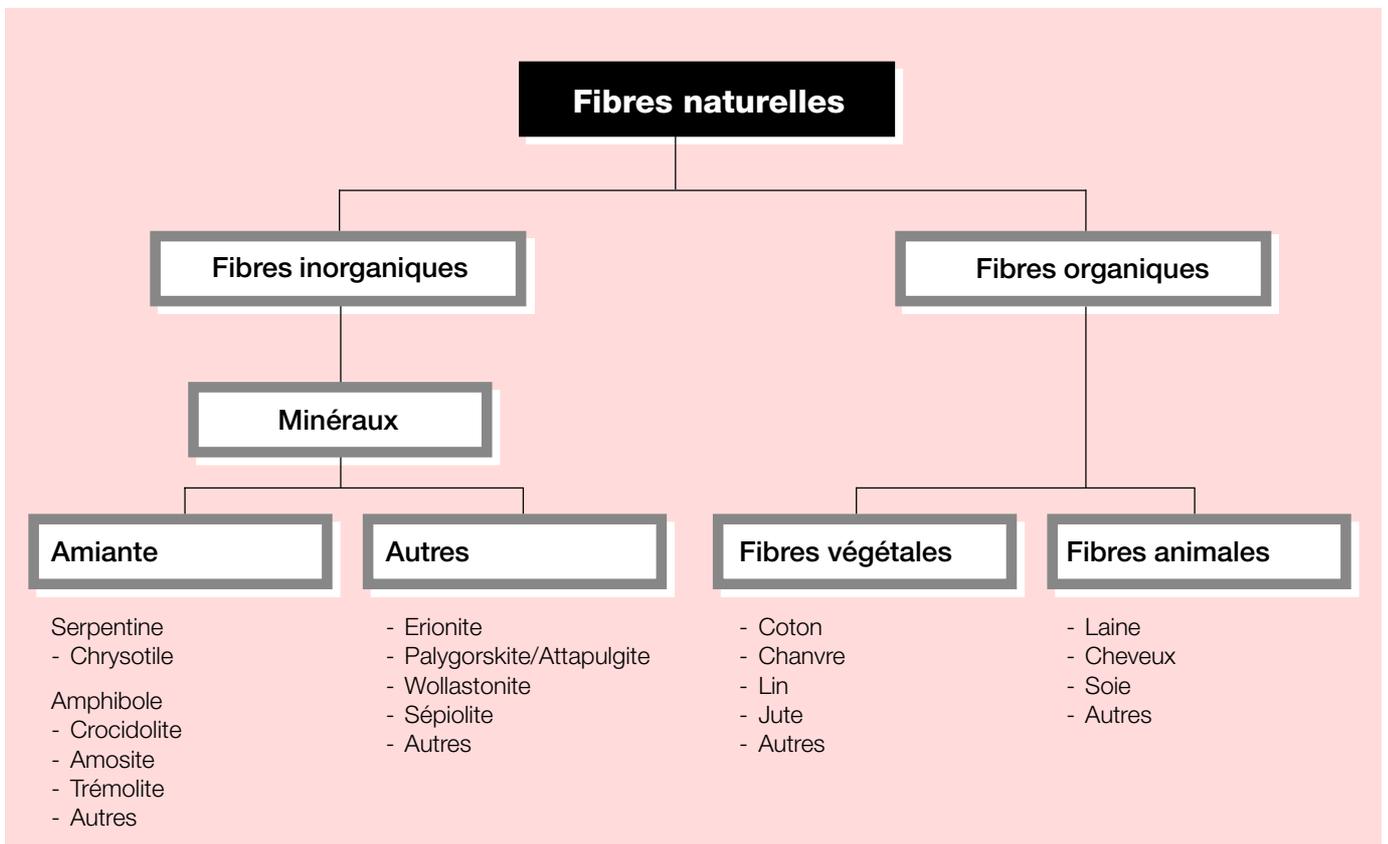


Tableau 1: fibres naturelles

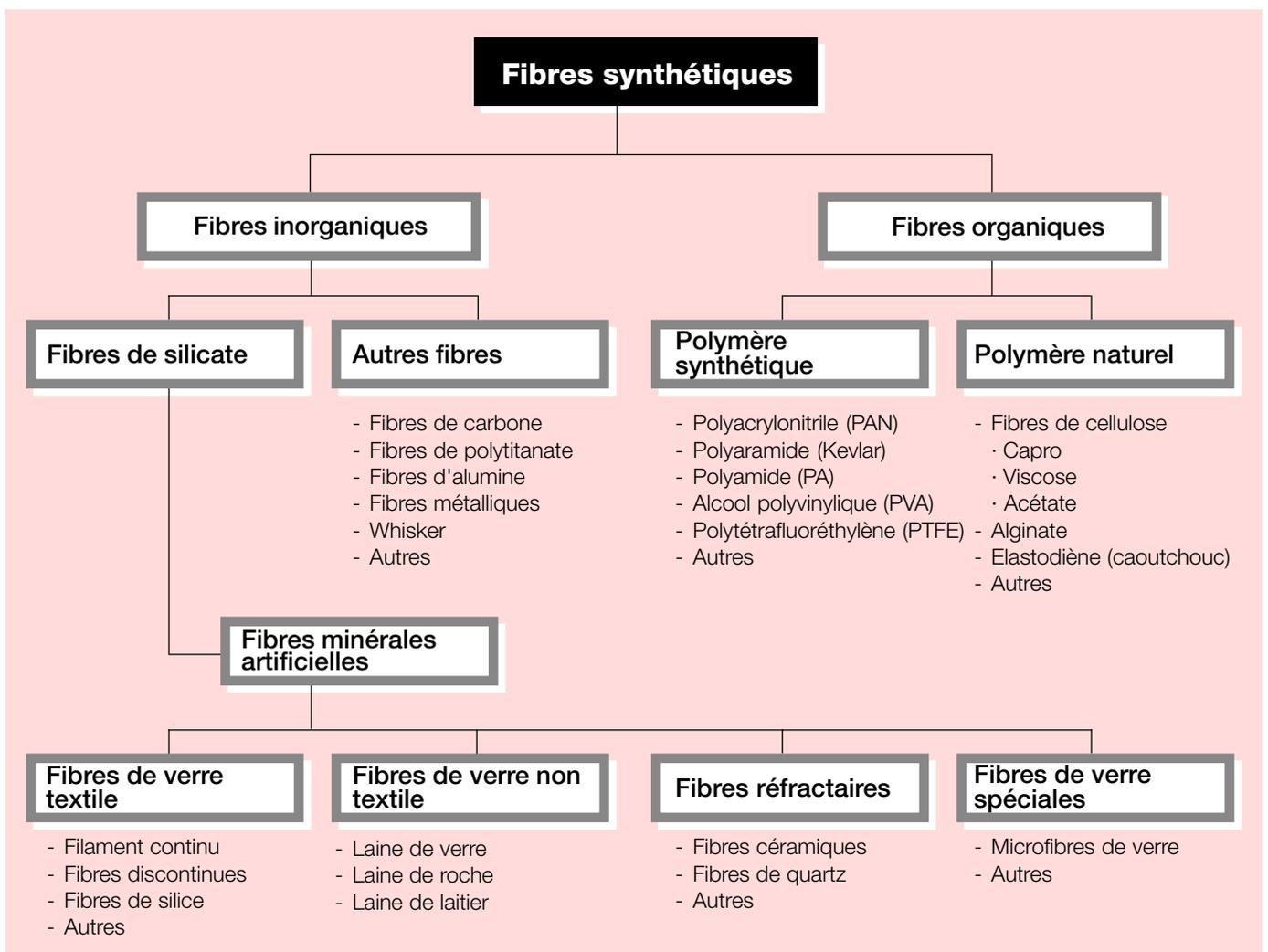


Tableau 2: fibres synthétiques

## 4 Poussières fibreuses: risques pour la santé

Les risques pour la santé liés à la manipulation de matières fibreuses sont encore aujourd'hui en partie vivement contestés. On a d'abord découvert que les fibres d'amiante étaient à l'origine de graves maladies professionnelles. Plus tard, sur la base d'expérimentations animales, on a attribué des effets nocifs pour la santé à certaines fibres d'autres matériaux. Quelques scientifiques [2] en ont conclu que toutes les fibres suffisamment longues et minces et présentant une biopersistance relativement élevée étaient cancérigènes. Partout dans le monde, la médecine du travail s'est donc intéressée de plus près aux problèmes liés aux fibres.

Dans ce chapitre, nous vous présentons des maladies causées par des poussières fibreuses et reconnues comme professionnelles par les assurances. Les propriétés des fibres et leurs risques éventuels pour la santé y sont également décrits.

### 4.1 Maladies dues à des poussières fibreuses et reconnues comme professionnelles

De toutes les fibres importantes au niveau technique, l'**amiante** est le principal responsable de maladies professionnelles. En revanche, des maladies professionnelles dues à des fibres d'autres matériaux que l'amiante se rencontrent très rarement.

Le rôle prédominant des fibres d'amiante au niveau des maladies professionnelles est dû, entre autres,

- ◆ à la grande utilisation de l'amiante dans l'industrie et l'artisanat pendant 40 ans,
- ◆ aux conditions de travail qui exposaient fortement les travailleurs concernés à la poussière d'amiante, en particulier entre 1950 et 1975,
- ◆ à l'importante nocivité de l'amiante pour la santé,
- ◆ à la biopersistance élevée de ces fibres.

Les maladies professionnelles dont on sait aujourd'hui qu'elles sont dues aux fibres sont brièvement décrites ci-après:

#### 4.1.1 Maladies causées par les fibres d'amiante

##### Asbestose

L'asbestose, aussi appelée pneumoconiose d'asbeste, résulte d'une multiplication progressive du tissu conjonctif dans les poumons (fibrose pulmonaire). Maladie évolutive, elle provoque une dyspnée progressive, des atteintes pulmonaires fonctionnelles et, dans les cas graves, une insuffisance respiratoire.

En outre, on rencontre beaucoup plus souvent des tumeurs malignes aux poumons (cancer du poumon) chez les patients souffrant d'asbestose que chez d'autres sujets. Le risque de développer une tumeur est considérablement accentué par la consommation de tabac. Le temps de latence<sup>3</sup> d'une asbestose est généralement de 15 ans et plus.

L'asbestose est une maladie due, principalement, à une exposition importante et prolongée à des fibres, comme cela était souvent le cas dans les années 50 à 70.

La Suva reconnaît actuellement environ 5 asbestoses par an comme maladie professionnelle, ce chiffre tendant à diminuer. Une telle évolution positive a été rendue possible grâce à l'amélioration des conditions de travail depuis le début des années 80 (les postes de travail sont moins exposés aux poussières) et à l'interdiction d'utiliser de l'amiante floqué pour l'isolation depuis 1975.

##### Cancer du poumon (carcinome bronchique)

Il existe un risque accru de cancer du poumon en cas d'exposition importante, durant plusieurs années, à de la poussière d'amiante.

<sup>3</sup> Temps de latence: temps écoulé entre l'exposition et l'apparition de la maladie.

## Mésothéliome malin

On désigne sous ce terme une tumeur maligne (cancer) qui débute principalement dans la plèvre et, plus rarement, le péritoine, d'où le nom de mésothéliome pleural, respectivement mésothéliome péritonéal. Cette maladie est presque toujours mortelle.

Le temps de latence, de 20 à 40 ans, est extrêmement long. Les mésothéliomes peuvent également se déclarer suite à des expositions peu intenses, comme cela a déjà été observé pour l'asbestose.

A l'heure actuelle, la Suva reconnaît environ 25–30 cas par an. On constate une stagnation de cette limite supérieure du nombre de cas survenant chaque année. Compte tenu du long temps de latence, aucun recul n'a encore été enregistré depuis la mise en place de diverses mesures tendant à réduire l'exposition aux poussières.

## Plaques pleurales

Le terme de «plaques pleurales» désigne une multiplication du tissu conjonctif dans la région de la plèvre. On la rencontre souvent chez des travailleurs exposés à l'amiante. Dans la plupart des cas, les plaques pleurales n'ont aucune espèce d'influence négative sur l'organisme et la fonction pulmonaire.

## 4.1.2 Maladies causées par des fibres minérales artificielles

Les maladies causées par des fibres minérales artificielles, telles que les fibres de verre textile, la laine d'isolation (laine de verre et laine de roche) ou les fibres céramiques, et qui sont reconnues comme maladies professionnelles se limitent aujourd'hui à des cas imputables aux effets de fibres épaisses sur la peau et au niveau des yeux. Il est établi qu'il s'agit le plus souvent d'irritations mécaniques de la peau, pouvant s'accompagner de fortes rougeurs et démangeaisons. Dans de rares cas, des réactions allergiques, des conjonctivites et des inflammations de la cornée peuvent survenir. Les irritations de la peau et des yeux sont, en général, brèves et légères.

## 4.1.3 Maladies causées par des fibres organiques naturelles

En Suisse, les maladies professionnelles causées par des fibres organiques naturelles prennent la forme d'un asthme allergique (rétrécissement des bronches) ou d'une inflammation pulmonaire allergique (alvéolite extrinsèque ou pneumonie d'hypersensibilité). Il est à noter que les causes réelles de la maladie ne sont pas, généralement, à rechercher dans les fibres, mais plutôt dans des substances qui adhèrent à la surface fibreuse.

## 4.2 Propriétés des fibres pouvant présenter un risque pour la santé

### 4.2.1 Géométrie des fibres

Lorsque l'on manipule des fibres, des fibres isolées peuvent exercer les deux actions suivantes sur l'homme:

- ♦ action externe: par exemple, sur la peau, les yeux (figure 3)
- ♦ action interne: au niveau de l'appareil respiratoire (bronches et poumons) et dans la région du péritoine et de la plèvre (figure 4)

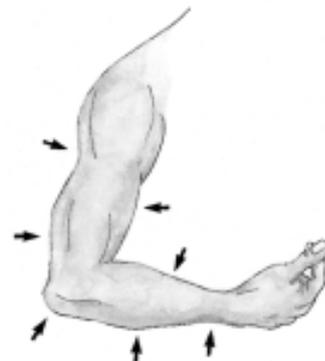


Figure 3  
Si elles ont une solidité (dureté) suffisante, certaines fibres peuvent provoquer des irritations de la peau. Il s'agit principalement de fibres grossières («épaisses»).



Figure 4  
Les fibres fines d'un diamètre inférieur à 3 µm peuvent parvenir, via les voies respiratoires, jusque dans la région pulmonaire inférieure et se fixer dans les cellules pulmonaires.

### Fibres «épaisses», non respirables

Comme les matières fibreuses sont généralement composées d'un mélange de fibres aux diamètres divers, on trouve, dans un même mélange, des fibres «épaisses» et des fibres "minces". Les fibres peuvent donc exercer une action externe et une action interne sur l'être humain.

Si elles ont une solidité suffisante, les fibres épaisses peuvent entraîner des blessures au niveau de la peau et des yeux. Parfois, les maladies dermatologiques sont la conséquence de telles irritations.

### Fibres «minces», respirables

Les fibres qui parviennent jusque dans l'appareil respiratoire inférieur et les poumons, fibres respirables donc, sont également qualifiées de «fibres sensibles». Les dimensions de telles fibres sont définies de la façon suivante (convention O.M.S.):

- ◆ Longueur  $L \geq 5 \mu\text{m}$  (5/1000 mm)
- ◆ Diamètre  $D \leq 3 \mu\text{m}$
- ◆ Longueur : diamètre  $> 3:1$  (ce rapport minimum établit une distinction claire entre une fibre et une particule compacte)

Attention: cette définition d'une fibre sensible intègre uniquement le caractère respirable et la structure d'une fibre. Elle ne donne aucune indication quant aux risques pour la santé!

On peut déduire de cette définition une indication importante:

Les matériaux fibreux dont les fibres individuelles ont un diamètre supérieur à  $3 \mu\text{m}$  sont aujourd'hui considérés comme inoffensifs, en ce qui concerne les risques au niveau pulmonaire!

### 4.2.2 Biopersistance

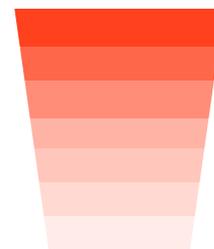
La biopersistance des fibres indique si les fibres ayant pénétré dans les poumons se dissolvent (sont décomposées) dans les fluides corporels. Les fibres avec une solubilité élevée dans les fluides corporels ont une faible biopersistance et donc un temps de séjour bref. Un temps de séjour long signifie que les cellules pulmonaires touchées sont irritées longtemps, ce qui révèle une action cancérigène plus forte.

A l'heure actuelle, il n'existe pas encore de méthode standard pour vérifier de façon uniforme la **biopersistance** des fibres. On peut dresser la liste suivante, par **ordre croissant de solubilité**:

- ◆ Amphibole: crocidolite
- ◆ Erionite
- ◆ Fibres céramiques hautes performances
- ◆ Fibres céramiques
- ◆ Chrysotile
- ◆ Laine de verre et laine de roche (laine d'isolation)
- ◆ Fibres organiques naturelles et chimiques
- ◆ Wollastonite
- ◆ Fibres de plâtre

Cette liste se fonde principalement sur des valeurs empiriques. Toutefois, selon la composition des fibres minérales artificielles, les valeurs de solubilité peuvent fortement varier.

Biopersistance  
décroissante



### 4.2.3 Structure superficielle

Outre la composition chimique d'une fibre, qui influe sur sa biopersistance, sa structure superficielle est un thème souvent abordé. On suppose, entre autres, que des processus physico-chimiques se déroulent à la surface de la fibre, processus au cours desquels des combinaisons chimiques très réactives apparaissent momentanément. Ces radicaux seraient en mesure de modifier le tissu cellulaire.

### 4.2.4 Comportement d'empoussiérage

La possible mise en danger de la santé par des matériaux fibreux présuppose que des fibres respirables se détachent d'un mélange et parviennent dans la zone de respiration d'un travailleur, par exemple à son poste de travail. Cette faculté d'émettre des fibres est définie comme le comportement d'empoussiérage d'un matériau fibreux. Ce comportement est influencé, entre autres, par:

- ◆ la finesse des fibres
- ◆ la possibilité d'une division longitudinale
- ◆ l'utilisation de liants

Les mesures de fibres présentes dans l'air aux postes de travail ont montré, par exemple, que davantage de fibres respirables

étaient libérées lors de l'utilisation de fibres céramiques que lors de l'utilisation de laines isolantes ou de verres textiles. En effet, la proportion de fibres fines dans des produits en fibres céramiques est élevée. De plus, en règle générale, aucun liant n'est utilisé.

Naturellement, la concentration de fibres aux postes de travail est également influencée par les mesures appliquées en matière d'aération et les méthodes de travail. Si possible, celles-ci doivent être adaptées au comportement d'empoussiérage.

### 4.3 Effets cancérigènes des fibres autres que l'amiante: prise de position

Pour déterminer si des fibres de matériaux autres que l'amiante ont également des effets cancérigènes sur l'homme, on utilise, en principe, deux méthodes, à savoir:

#### Connaissances des effets sur l'homme

Elles sont fondées sur des études épidémiologiques<sup>4</sup>. Par ce moyen, on vérifie si le taux de cancers (cancer du poumon et mésothéliome) est nettement plus élevé chez les personnes exposées aux fibres que chez celles n'étant pas exposées dans l'exercice de leur profession.

#### Expérimentations animales [2], [3]

Elles permettent de vérifier si une fibre donnée accroît la formation de tumeurs chez les animaux.

Les expérimentations classiques concernant les fibres consistent, entre autres, en une administration ou une injection directe dans

- ◆ la plèvre (injection intrapleurale)
- ◆ le péritoine (injection intrapéritonéale)
- ◆ les bronches ou les poumons (instillation intratrachéale)<sup>5</sup>

En général, pour ces expérimentations, on administre de très fortes doses de fibres.

Compte tenu de ces deux méthodes d'expérimentation et sur la base des connais-

<sup>4</sup> Epidémiologie: discipline étudiant les différents facteurs dans l'apparition d'une maladie (lieu, fréquence, etc.)

<sup>5</sup> Pose d'un goutte à goutte

sances actuelles, on peut tirer les conclusions suivantes:

1. Pour ce qui est des fibres de matériaux autres que l'amiante, les études épidémiologiques réalisées jusqu'ici sur l'homme n'ont pas établi un risque accru de cancer du poumon ou de mésothéliome.

Exception: l'ériónite, une zéolithe fibreuse naturelle, toutefois insignifiante comme matériau fibreux à usage technique.

En Suisse, la Suva n'a pas encore reconnu de maladies cancéreuses professionnelles dues à des fibres d'autres matériaux que l'amiante.

2. Sur la base des expérimentations animales, la Suva a classé les fibres suivantes comme cancérigènes.<sup>6</sup>

- ◆ fibres céramiques
- ◆ fibres de titanate de potassium

3. Pour les fibres suivantes, les effets cancérigènes ne sont pas prouvés. Toutefois, compte tenu des expérimentations animales, un soupçon pèse sur elles:

- ◆ fibres d'alumine
- ◆ fibres de laine de verre et de laine de roche (fibres de laine isolante)
- ◆ fibres de carbure de silicium
- ◆ aramide

<sup>6</sup> En Allemagne, outre l'expérimentation animale, on a introduit un deuxième critère de classification pour déterminer le potentiel cancérigène: l'index de cancérogenèse. Il est calculé d'après la composition chimique, selon la formule suivante (RTSD 905) [8]:

$$C_1 = \Sigma \text{oxydes de Na, K, B, Ca, Mg, Ba} - 2 \times \text{oxyde d'Al (résultat en \% du poids)}$$

Na: sodium, K: potassium, B: bore, Ca: calcium, Mg: magnésium, Ba: baryum, Al: aluminium

Pour classer l'index de cancérogenèse dans les catégories de matières cancérigènes, les règles suivantes s'appliquent:

Catégorie:	$C_1$
2 (potentiel cancérigène établi)	$\leq 30$
3 (potentiel cancérigène soupçonné)	30–40
0 (pas de potentiel cancérigène)	$\geq 40$

Si, pour une fibre, l'expérimentation animale montre qu'il n'y a aucun effet cancérigène, le classement se fera dans la catégorie immédiatement supérieure.

Le classement en fonction de l'index de cancérogenèse n'a cours qu'en Allemagne. En Suisse et dans d'autres pays, ce procédé n'a pas été repris car il est très contesté par les spécialistes.

4. Pour ce qui est des autres matériaux fibreux, aucune donnée ne permet de soupçonner un quelconque effet cancérigène.

#### **4.4 Récapitulation des risques pour la santé et conclusions**

- ◆ Les risques pour la santé doivent être estimés de façons diverses. Ils peuvent être fortement influencés par les caractéristiques suivantes:
  - Géométrie des fibres: détermine si des fibres respirables peuvent être libérées ou non
  - Biopersistance: influe sur le temps de séjour dans l'organisme
  - Structure superficielle: influe, entre autres, sur les processus physico-chimiques de surface
  - Comportement d'empoussiérement: influe sur l'émission de poussière et donc sur l'exposition à la poussière aux postes de travail
  
- ◆ Les statistiques relatives aux maladies professionnelles montrent que
  - l'amiante est fortement responsable des maladies professionnelles dues aux fibres.
  - les maladies causées par des fibres d'autres matériaux que l'amiante sont jusqu'ici très rares et plutôt de nature simple.
  
- ◆ Jusqu'à présent, les effets cancérigènes sur l'homme des fibres d'autres matériaux que l'amiante, largement utilisés au niveau industriel, n'ont pu être prouvés. Cependant, compte tenu des expérimentations animales, les fibres céramiques et les fibres de titanate de potassium sont considérées comme cancérigènes.
  
- ◆ Les exigences de la sécurité au travail lors de l'utilisation de matériaux fibreux doivent être adaptées au potentiel de risque. Des exemples sont présentés au chapitre 6 pour certaines fibres.

## 5 Valeurs (limites) moyennes d'exposition (valeurs VME) et surveillance

Pour prévenir les maladies professionnelles causées par des matériaux fibreux, une mesure efficace consiste à éviter l'apparition de poussières fibreuses dans la zone de travail. Dans la pratique, cet objectif peut rarement être atteint, de sorte qu'il faut presque toujours s'attendre à certaines immissions. Les concentrations de ces poussières fibreuses doivent être maintenues à un seuil aussi faible que possible, afin qu'aucun risque pour la santé ne survienne, même lors d'une exposition très longue.

Les valeurs VME relatives aux concentrations de fibres aux postes de travail sont fixées selon le potentiel de risque des différentes fibres.

### Définition de la valeur VME

«La valeur (limite) moyenne d'exposition (valeur VME) indique la concentration moyenne maximum autorisée d'un gaz, de vapeurs ou de poussières dans l'air des postes de travail qui, en l'état actuel des connaissances, ne met pas en danger la santé de la très grande majorité des travailleurs sains qui y sont exposés, et ceci pour une durée de 42 heures hebdomadaires, à raison de 8 heures par jour, pendant de longues périodes.»

Il faut tenir compte du fait que les valeurs VME ne constituent pas une limite sûre entre les zones dangereuses et non dangereuses. Des concentrations de substance inférieures aux valeurs VME ne garantissent pas la santé de toutes les personnes exposées. Même de faibles concentrations peuvent nuire aux personnes sensibles ou dont la santé est fragile.

### 5.1 Valeurs limites dépendant des particules: nombre de fibres

Les valeurs VME sont exprimées en «nombre de fibres» pour les matériaux fibreux pouvant libérer des fibres respirables et considérés comme dangereux pour la santé. Ce nombre de fibres correspond à la quantité de fibres respirables par unité de volume d'air ( $L \geq 5 \mu\text{m}$ ,  $D \leq 3 \mu\text{m}$ ,  $L:D > 3$ , cf. paragraphe 4.2.1).

En général, le nombre de fibres est indiqué dans les deux unités suivantes:

fibres (f)/ml et fibres (f)/m<sup>3</sup>  
(avec 1 f/ml = 1'000'000 f/m<sup>3</sup>)

Les valeurs VME actuelles (1997), exprimées en nombre de fibres, s'élèvent à:

#### Amiante (tous types)

0,25 f/ml ou 250'000 f/m<sup>3</sup> ca<sup>7</sup>

Attention: il ne faut pas confondre la valeur VME avec la valeur limite d'immission recommandée par l'OFEFP<sup>8</sup>, nettement inférieure à 1'000 f/m<sup>3</sup> ou 0,001 f/ml. Ces recommandations s'appliquent aux locaux utilisés par la population.

#### Autres matériaux

##### ◆ Fibres minérales artificielles

Laine de roche	} 0,5 f/ml ou 500'000 f/m <sup>3</sup>
Laine de verre	
Fibres céramiques	
Microfibres spéciales	

◆ Fibres d'alumine 0,5 f/ml ou

◆ Fibres de carbure de silicium 500'000 f/m<sup>3</sup>

<sup>7</sup> ca = classé comme cancérigène

<sup>8</sup> OFEFP = Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage

## 5.2 Procédure de mesure pour déterminer le nombre de fibres

La détermination de la valeur limite grâce au nombre de fibres, comme cela est l'usage pour l'amiante et les fibres minérales artificielles, est associée à une procédure de mesure spécifique inhérente à cette détermination (ZH 1/120.31; RTM 1). [9]

Cette procédure comprend deux étapes:

- ◆ Prélèvement d'échantillons aux postes de travail
- ◆ Dénombrement des fibres par microscopie optique, en laboratoire

Lors du prélèvement d'échantillons, on recueille un volume d'air défini dans la zone de respiration des travailleurs avec une pompe munie d'un filtre à particules (figure 5).

Après une préparation préalable, les fibres isolées sur le filtre sont comptées avec un microscope optique à contraste de phase. Après avoir grossi 400 à 500 fois, on ne compte que les fibres correspondant à la définition d'une fibre respirable.

Avec la microscopie optique, seules les fibres ayant la géométrie définie sont comptées. Une différenciation des types de fibres est impossible. Par conséquent, en cas de



Figure 5  
Des mesures représentatives aux postes de travail impliquent le prélèvement d'échantillons sur des hommes/femmes. Pour cela, on utilise des pompes légères et portatives qui aspirent l'air de la zone de respiration à travers un filtre à particules. Les fibres déposées sur le filtre sont ensuite analysées en laboratoire.

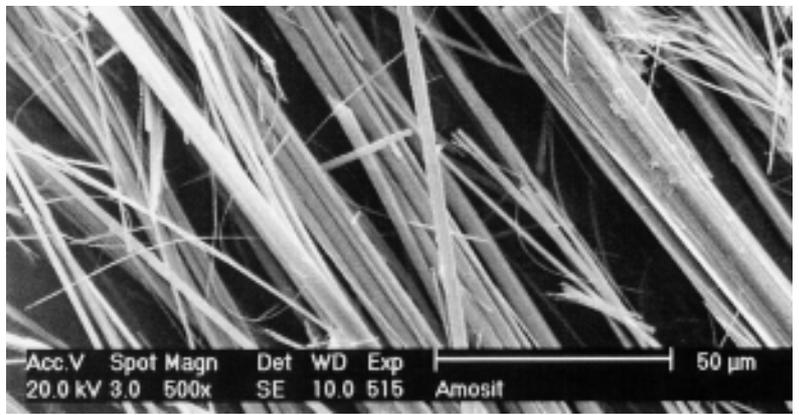


Figure 6  
Cette image au microscope électronique à balayage (MEB) montre un paquet de fibres d'amosite grossi 500 x. Grâce aux techniques modernes d'analyse par rayons X, les fibres peuvent être examinées et identifiées d'après leur structure chimique.



Figure 7  
Station d'évaluation pour l'analyse des fibres avec un MEB et un spectromètre à rayons X

doute, d'autres mesures doivent être effectuées, avec dénombrement au microscope électronique à balayage, ou MEB (figure 6) [d'après ZH 1/120.46 [10]]. Cette méthode permet d'identifier lors du décompte chaque fibre isolée et de ne comptabiliser que celles du type recherché.

Toutefois, comparée à la méthode par microscopie optique, la méthode MEB est beaucoup plus complexe et chère, car elle requiert des installations de laboratoire coûteuses et très spécialisées (figure 7). En général, on utilisera donc la méthode par microscopie optique, moins chère. Elle nous permet de faire des constatations suffisamment précises sur la base des valeurs VME. La méthode MEB est principalement utilisée dans la recherche fondamentale et pour déterminer de faibles concentrations de fibres dans des domaines de 100 à 10'000 f/m<sup>3</sup>.

La bibliographie relative aux procédures de mesure standard, ou aux normes, vous donnera des informations détaillées [9], [10].

### **5.3 Valeurs limites dépendant de la masse: concentration en poussière fine**

Pour les matériaux fibreux ne formant aucune fibre respirable (mais parfois des particules compactes de poussière fine), la valeur limite est déterminée par une valeur gravimétrique (rapportée à la masse), plutôt que par le nombre de fibres: la concentration en poussière fine.

Par définition, la «poussière fine» constitue la part de poussière respirable pouvant parvenir jusque dans les alvéoles pulmonaires; ce sont des particules d'un diamètre aérodynamique inférieur à 7  $\mu\text{m}$ .

**Attention:** il faut toujours s'attendre à ce que des fibres «épaisses» engendrent, par action mécanique, des particules plus petites, correspondant à la définition de la poussière fine.

Pour ces matériaux fibreux, la valeur VME actuelle est de 6 mg de poussière fine par  $\text{m}^3$ . Ceci correspond à la «valeur limite pour les poussières en général» utilisée pour les poussières inertes. Elles ne provoquent l'apparition d'aucune maladie spécifique et n'entraînent pas la formation de tissu conjonctif dans les poumons.

La concentration en poussière fine est déterminée de façon gravimétrique, en pesant la part de poussière fine sur le filtre et en tenant compte du volume d'air de l'échantillon.

## 6 Poussières fibreuses à des postes de travail caractéristiques: apparition – exposition – évaluation – mesures de protection

La Suva, chargée notamment de surveiller l'application des prescriptions relatives à la prévention des maladies professionnelles dans les entreprises, a fait de la surveillance des postes de travail exposés aux fibres une priorité. Les postes de travail où l'on a manipulé de l'amiante pur et des produits contenant de l'amiante sont donc surveillés pendant 3 à 4 décennies.

En outre, on a procédé ces dernières années à une surveillance systématique des postes de travail où sont manipulés des produits fibreux à base d'autres matériaux que l'amiante, en particulier à base de fibres minérales artificielles. Des inspections des postes de travail et des mesures ciblées ont permis d'évaluer l'exposition aux fibres des personnes travaillant à des postes de travail caractéristiques.

### 6.1 Amiante

Suite à une décision du Conseil fédéral, l'amiante est interdit en Suisse depuis le 1<sup>er</sup> mars 1990. Cette interdiction concerne aussi bien la fabrication de produits et objets contenant de l'amiante que leur importation au titre de marchandise de commerce.

#### Base légale de l'interdiction de l'amiante

L'interdiction générale d'utiliser de l'amiante figure dans l'Ordonnance sur les substances dangereuses pour l'environnement (Ordonnance sur les substances), annexe 3.3 [11]. Cette ordonnance se fonde sur la loi sur la protection de l'environnement.

Pour de multiples applications, cette interdiction s'appliquait au 1<sup>er</sup> mars 1990, sans délai.

Un calendrier a été établi pour des produits techniques spécifiques, tels que les conduits de pression et les canalisations ou les garnitures d'étanchéité soumises à d'importantes contraintes. Ainsi, pour certaines utilisations, l'interdiction a été différée jusqu'à fin 1994. A partir de cette date, tous les produits contenant de l'amiante sont interdits. Les

demandes de dérogation sont à adresser à l'OFEFP, seul office fédéral habilité à les délivrer.

Compte tenu de ce développement, le thème de l'amiante doit aujourd'hui être abordé sous les aspects suivants:

- ◆ l'amiante comme matériau
- ◆ l'assainissement des sites contaminés par l'amiante

Ces deux thèmes seront traités séparément dans les pages suivantes.

#### 6.1.1 L'amiante comme matériau: fabrication, transformation et utilisation

Avant l'interdiction générale de l'amiante, on observait déjà, en partie, un recul marqué de son utilisation dans l'industrie. La situation actuelle se présente ainsi:

##### Industrie du fibrociment (fabrication)

Dans les années 70 et 80, environ 90 % de l'amiante pur importé servait à la fabrication de produits en fibrociment, tels que des revêtements pour façades, des plaques ondulées et des tuyaux.

Depuis, **tous les produits sont sans amiante**, certains depuis la fin des années 80.

Les personnes travaillant à la fabrication ou utilisant ces produits ne peuvent donc plus être exposées à l'amiante. On utilise comme fibres de substitution (figure 8):

- la cellulose
- le polyacrylonitrile
- l'alcool polyvinylique

Les risques pour la santé dus à ces fibres de substitution sont considérés comme très faibles, d'autant plus que l'exposition aux fibres est basse (figures 9 et 10).

##### Construction (transformation et utilisation)

Dans le secteur de la construction, les travailleurs ont beaucoup moins de risques d'être exposés à l'amiante du fait de l'abandon ou de l'interdiction de produits en fibrociment.



Figure 8  
Le passage de l'amiante-ciment au fibrociment actuel, sans amiante, fut difficile et nécessita l'introduction de nouveaux procédés complexes, l'élaboration de fibres de substitution réclamant, en particulier, de nombreuses unités de fabrication nouvelles.

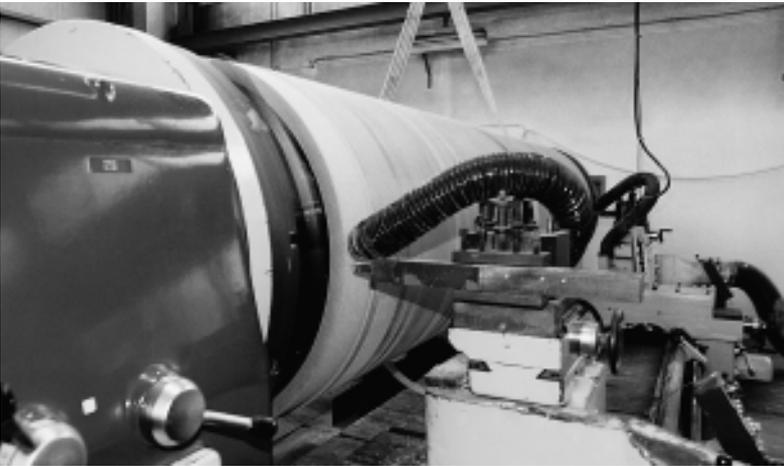


Figure 9  
Des aspirations à la source doivent être mises en oeuvre lors de travaux générateurs de poussière, même dans le cas de fibrociment sans amiante (p. ex. travail sur des tuyaux de canalisation).

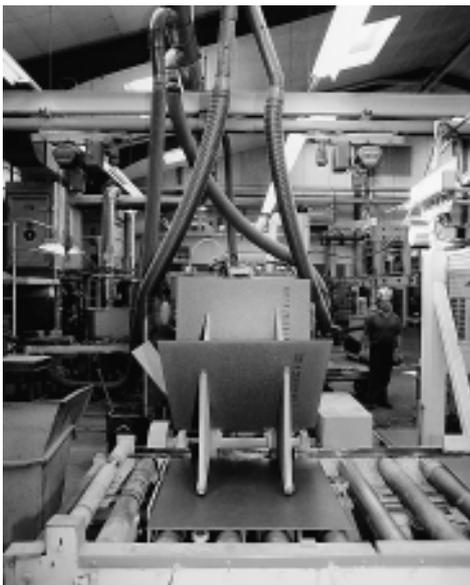


Figure 10  
Aspirations à la source sur une machine à découper pour plaques d'ardoise sans amiante

Toutefois, il faut encore s'attendre à ce que des fibres soient libérées lors du démontage et de la démolition ou lors de l'entretien de vieilles plaques ou de vieux tuyaux. Des mesures de protection sont nécessaires en fonction de la situation respective des postes de travail, de la durée des travaux et d'une éventuelle exposition à des poussières fibreuses (voir paragraphe 6.1.2).

### Garnitures de freins et d'embrayage

Depuis 1991, toutes les voitures neuves importées en Suisse doivent obligatoirement être équipées de garnitures de friction sans amiante. Même les garnitures de rechange pour les freins à tambour, les freins à disques et l'embrayage sont aujourd'hui sans amiante.

Dans les entreprises où l'on manipule et remplace des garnitures de freins et d'embrayage, l'exposition à l'amiante a été très fortement réduite. Cependant, on ne peut pas encore parler «d'exposition zéro», car ça et là d'anciennes garnitures contenant de l'amiante doivent être remplacées (figure 11). Toutefois, les risques dus à l'amiante sont très faibles (des mesures ont révélé des valeurs correspondant à environ 1/100<sup>ème</sup>



Figure 11  
Une aspiration à la source est nécessaire lorsque l'on démonte les anciennes garnitures de freins, car des garnitures contenant de l'amiante devront encore, à l'avenir, être remplacées.

des valeurs VME). En ce qui concerne les garnitures de friction – comme il n'y a pas de production nationale en Suisse, elles sont importées – on utilise les produits de substitution suivants:

- aramide (kevlar)
- fibres de graphite
- fibres métalliques
- éventuellement des fibres minérales artificielles

Lorsque des travaux avec des garnitures de freins et d'embrayage peuvent produire de la poussière, l'état de la technique requiert l'utilisation d'aspirations à la source (figure 12). L'exposition aux fibres est ainsi maintenue à un niveau faible au poste de travail. Des mesures ont démontré que l'on pouvait rencontrer des concentrations de fibres de l'ordre de 20'000 à 50'000 fibres/m<sup>3</sup>. Elles sont nettement inférieures aux valeurs VME pour les fibres minérales artificielles.



Figure 12  
Aspiration à la source lors du découpage de garnitures de freins sans amiante

### Garnitures d'étanchéité

Les garnitures d'étanchéité contenant de l'amiante sont surtout utilisées dans des domaines ayant de grandes contraintes, entre autres dans la chimie et les centrales électriques. Ces produits ont été importés et découpés en Suisse par des entreprises spécialisées.

L'interdiction de l'amiante a stoppé l'importation de garnitures d'étanchéité en contenant. Comme produits de substitution, on utilise, entre autres:

- l'aramide (kevlar)
- le silicate d'aluminium
- de l'acier spécial laminé au graphite

Le risque de libérer des fibres lors des travaux de découpe était déjà faible pour des garnitures contenant de l'amiante. Comme l'ont montré différentes mesures aux postes de travail, les concentrations moyennes de fibres se situent nettement en-dessous des valeurs VME actuelles, qui sont de 250'000 f/m<sup>3</sup>. La concentration en fibres des produits de substitution est encore plus basse, car, en général, ils ne présentent qu'une faible proportion de fibres respirables.

### Matériaux pour filtres

Depuis la fin des années 80, les fibres contenant de l'amiante utilisées dans les industries alimentaire et pharmaceutique ne sont plus fabriquées en Suisse. Leur importation est interdite depuis fin 1994.

Pour fabriquer des filtres résistant à de fortes contraintes, on utilise aujourd'hui, entre autres, les matériaux suivants:

- fibres minérales artificielles: fibres céramiques et microfibres de verre spéciales
- fibres de polypropylène
- fibres de téflon
- fibres de polyacrylonitrile oxydé

Une brève exposition à l'amiante est encore possible lors du démontage d'anciens filtres en amiante. Pour ce qui est des produits de substitution, les fibres minérales artificielles ne représentent aucun danger pour la santé. En effet, des mesures aux postes de travail ont démontré que les concentrations de fibres rencontrées étaient nettement inférieures à la valeur limite.

### Textiles

La fabrication de textiles contenant de l'amiante pour les couvertures de protection ou les gants a été totalement interrompue à la fin des années 80.

On utilise, entre autres, comme produits de substitution:

- le cuir
- l'aramide (kevlar)
- des fibres de verre recouvertes de néoprène

Les produits de substitution actuels ne dégagent pratiquement aucune fibre respirable. Il n'y a pas de risque pour la santé.

### Matières de remplissage

L'utilisation d'amiante comme adjuvant fibreux pour les colles et les matériaux d'étanchéité a été abandonnée en 1989.

Comme produit de substitution, on utilise, entre autres:

- l'aramide
- les fibres de verre textile
- la laine de verre et la laine de roche

Les travailleurs sont facilement exposés à des fibres respirables lorsqu'ils utilisent des fibres minérales artificielles. De nombreuses études ont toutefois démontré que la valeur limite était en général loin d'être atteinte (voir paragraphe 6.2.1).

### 6.1.2 Assainissement

Du fait de l'interdiction de l'amiante, les matériaux en contenant ont disparu des postes de travail. Cependant, on trouve toujours d'innombrables bâtiments et appareils contenant encore, pour certains, une quantité importante d'amiante. Conformément aux législations cantonales ou communales, certains sites contaminés par l'amiante, en particulier ceux disposant d'isolations à base d'amiante floqué, de revêtements de sols et de panneaux de fibres, doivent être assainis, c'est-à-dire débarrassés de toute trace d'amiante.

On sait d'expérience que l'assainissement incorrect des sites contaminés par l'amiante peut mener à des expositions aux fibres nettement supérieures aux valeurs limites (jusqu'à 10 millions de fibres par m<sup>3</sup>). Il faut donc protéger les travailleurs exposés par des mesures appropriées.

Le risque encouru et les mesures de protection nécessaires dépendent surtout de la façon dont la fibre d'amiante est incorporée dans le produit. On distingue:

- l'amiante faiblement aggloméré
- l'amiante fortement aggloméré

Ces deux types d'amiante sont traités de façon plus précise ci-après:

#### Produits à base d'amiante faiblement aggloméré

##### ◆ Description des produits

En règle générale, les produits à base d'amiante faiblement aggloméré contiennent beaucoup d'amiante (> 40% du poids) et présentent une faible masse volumique (< 1000 kg/m<sup>3</sup>). Comme l'amiante est faiblement aggloméré, ces produits peuvent facilement libérer des fibres, d'où une possibilité de risque accru pour la santé. Les utilisations classiques sont:

- amiante floqué (crépi appliqué au pistolet ou revêtement)
- panneaux de fibres en amiante
- revêtement de sols à base d'amiante
- matériaux isolants sous forme de plaques ou de nattes en amiante
- cordons en amiante pour l'étanchéité
- matériaux en amiante pour les raccords de câbles

(figures 13, 14, 15)



Figure 13  
Cloisonnement d'un secteur coupe-feu avec des matériaux à base d'amiante



Figure 14  
Isolation de conduites avec des nattes d'amiante



Figure 15  
Poutre métallique recouverte d'amiante floqué

Un assainissement correct requiert d'importants moyens techniques, organisationnels et financiers, en particulier pour ce qui est des isolations à base d'amiante floqué sur de grandes surfaces.

◆ **Elimination des produits à base d'amiante faiblement aggloméré**

Les travaux d'assainissement de l'amiante faiblement aggloméré doivent être menés conformément à la directive de la CFST<sup>9</sup> «Amiante floqué et autres matériaux à base d'amiante faiblement aggloméré» [12] (figures 16, 17, 18, 19, 20).



Figure 16  
Les zones où sont effectués des travaux d'assainissement doivent être clairement délimitées et indiquées par des signaux d'avertissement.



Figure 17  
Des appareils de ventilation doivent assurer en permanence une dépression suffisante dans la zone d'assainissement.



Figure 18  
Les surfaces sans isolants à base d'amiante doivent être recouvertes de bâches plastiques, afin d'éviter toute contamination.



Figure 19  
Equipements individuels de protection lors de travaux d'assainissement: appareils de protection des voies respiratoires (cagoule ou casque) avec filtre à particules P3, vêtements de protection, gants.



Figure 20  
Afin d'éliminer tout résidu d'amiante, les personnes doivent se doucher et les outils être nettoyés dans un sas de décontamination comprenant 4 chambres.

<sup>9</sup> CFST = Commission fédérale de coordination pour la sécurité au travail

De plus, la Suva a publié une brochure sur l'élimination des revêtements de sols et de parois à base d'amiante [13]. Des méthodes de travail moins coûteuses que celles présentées dans la directive de la CFST mais tout aussi sûres quant à la protection de la santé lors de tels travaux y sont présentées.

**Attention: les travaux d'assainissement de matériaux à base d'amiante faiblement aggloméré doivent être annoncés à la Suva avant leur commencement.**

### **Produits à base d'amiante fortement aggloméré**

#### **◆ Description des produits**

Pour ces produits, les fibres d'amiante sont agglomérées avec un liant. Les fibres peuvent uniquement être libérées suite à une détérioration mécanique du liant (p. ex. fraisage, casse) ou, dans certaines circonstances, suite à un effritement prolongé sur plusieurs années.

Dans le secteur de la construction, on rencontre principalement des produits en fibrociment avec une proportion d'amiante s'élevant au maximum à 20% du poids et une masse volumique supérieure à 1000 kg/m<sup>3</sup>:

- revêtements de façades
- couvertures de toits
- canalisations de ventilation
- tuyaux
- objets moulés, tels que des bacs à fleurs

Sont également considérés comme des produits à base d'amiante fortement aggloméré

- les garnitures d'étanchéité (mélange avec du caoutchouc)
- les garnitures de friction (mélange avec des résines)

**Compte tenu de la faible libération de fibres observée pour les produits à base d'amiante fortement aggloméré et dans la mesure où ils ne sont pas endommagés, ces produits ne doivent pas être éliminés par anticipation sur la date normale de remplacement.**

#### **◆ Elimination des produits à base d'amiante fortement aggloméré**

Lors des travaux de démontage, d'assainissement et d'entretien de produits à base

d'amiante fortement aggloméré, il faut s'attendre à des concentrations de fibres nettement inférieures à celles observées pour l'amiante faiblement aggloméré. Comme l'ont montré les mesures effectuées par la Suva, les concentrations peuvent varier de 100'000 à 600'000 f/m<sup>3</sup> (soit entre 0,4 et 2,4 fois la valeur VME). Les principes de la sécurité au travail doivent donc être respectés lors de tels travaux<sup>10</sup>:

- Dans la mesure du possible, les produits en fibrociment seront éliminés sans dommage, p. ex. en dévissant l'élément de construction, en l'humidifiant avant qu'il ne casse, en l'aspergeant de liants. Il est interdit de fragmenter ces produits, de les jeter et d'utiliser des glissoirs pour les décombres.
  - Si des concentrations de poussières élevées non autorisées ne peuvent être évitées aux postes de travail et à proximité immédiate, il faut porter des filtres à particules:
    - demi-masques ou quarts de masque avec filtre à particules de classe P2 (P3 si le dépassement est 10 fois supérieur à la valeur limite)
    - demi-masques à filtrage de particules FFP2 (FFP3 si le dépassement est 10 fois supérieur à la valeur limite)
    - appareils à filtres avec ventilateur et casque ou cagoule de classe TH2P (TH3P si le dépassement est 20 fois supérieur à la valeur limite)
  - Lors de contacts avec l'amiante, les mesures d'hygiène suivantes doivent être appliquées partout:
    - Il est interdit de fumer car les masques de protection seraient alors enlevés inutilement.
    - Les travailleurs ne doivent introduire aucun aliment ou boisson dans les zones de travail. Des zones de pause doivent être aménagées à cette fin.
    - Les douches et vestiaires doivent disposer de compartiments séparés pour les vêtements de ville et les vêtements de travail.
- voir également [14]

<sup>10</sup> Ces recommandations s'appliquent aussi à l'élimination d'autres produits (garnitures d'étanchéité, p. ex).

### 6.1.3 Résumé des risques actuels liés à l'amiante

- Depuis l'interdiction de l'amiante intervenue en 1990, l'utilisation d'amiante et de produits nouveaux à base d'amiante dans l'industrie et l'artisanat n'est plus autorisée aux postes de travail.

- Lors de travaux d'entretien et de démontage de matériaux à base d'amiante fortement aggloméré, des fibres peuvent se libérer brièvement.

Selon la situation du poste de travail, des mesures techniques et organisationnelles, ainsi que des équipements individuels de protection sont nécessaires.

- Le risque pour la santé est plus important lors de travaux d'assainissement de matériaux à base d'amiante faiblement aggloméré.

Ces travaux doivent uniquement être menés d'après la directive correspondante de la CFST ou le feuillet d'information de la Suva sur l'élimination des revêtements de sols et de parois à base d'amiante.

Tous les travaux d'assainissement de matériaux à base d'amiante faiblement aggloméré doivent être annoncés à la Suva avant leur commencement.

## 6.2 Fibres minérales artificielles (FMA)

Parmi les fibres d'autres matériaux que l'amiante, les fibres minérales artificielles sont de loin les plus importantes pour l'industrie et l'artisanat. Elles sont donc très répandues aux postes de travail, en particulier leur principal représentant, la laine isolante (laine de verre et laine de roche), transformée et utilisée par de nombreux travailleurs. Grâce à des campagnes systématiques de mesurage, la Suva a recensé les concentrations de fibres survenant lors de certains travaux spécifiques. Les résultats de cette enquête sont brièvement présentés ci-après.

Figure 22

C'est dans un fibreur, appareil essentiel à la production de laines isolantes, que les fibres sont fabriquées à partir d'une masse fondue.

### 6.2.1 Laines isolantes (fibres de laine de verre et de laine de roche) pour isolations thermiques et acoustiques (figure 21)

En Suisse, les travailleurs des secteurs suivants sont en contact avec des laines isolantes:

- **Fabrication:** 3 entreprises (2 pour la laine de verre, 1 pour la laine de roche), 80–100 personnes exposées.

- **Transformation:** 8 - 10 entreprises, petites principalement, fabriquant leurs propres systèmes d'isolation à partir de laine isolante. Travailleurs exposés: 40–50.

- **Utilisation comme isolant:** beaucoup d'entreprises de construction (charpentiers, maçons, isolateurs) et, par conséquent, un nombre élevé de personnes exposées. Beaucoup de bricoleurs.

#### Fabrication (figure 22)

Le processus de fabrication de la laine de verre et de la laine de roche est fortement automatisé. Des mesures visant à réduire l'exposition aux poussières, p. ex. aspiration à la source, existent pour les sources

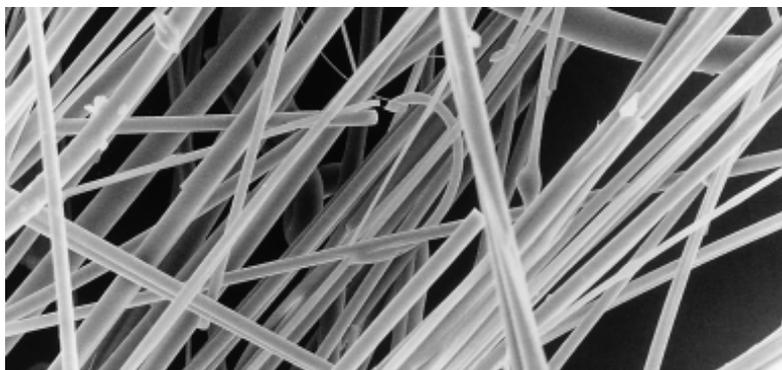


Figure 21  
Fibres de laine de roche grossies 500 x



d'émission identifiées. Il en est de même pour les fours en continu (émission de monomère de résine et d'ammoniac), dans les scieries et le secteur de la confection (débit, coupe de produits spéciaux).

Les valeurs de concentration suivantes (tableau 3) ont été mesurées (procédé par microscopie optique, cf. chapitre 5):

Activité/secteur	Nbre de fibres (moyenne)	Dispersion
Traitement de matières premières	pas de fibres	
Fibreux, lieu de filage	250'000 f/m <sup>3</sup>	100'000–330'000 f/m <sup>3</sup>
Machiniste, galeries	150'000 f/m <sup>3</sup>	<100'000–300'000 f/m <sup>3</sup>
Scieries	150'000 f/m <sup>3</sup>	<100'000–310'000 f/m <sup>3</sup>
Arrivée de la bande de transport	200'000 f/m <sup>3</sup>	140'000–330'000 f/m <sup>3</sup>
Manutention	< 100'000 f/m <sup>3</sup>	
Confection	200'000 f/m <sup>3</sup>	140'000–350'000 f/m <sup>3</sup>
Chargement de wagons et de camions	< 100'000 f/m <sup>3</sup>	

**Tableau 3: valeurs mesurées (nombre de fibres) lors de la fabrication de laines isolantes.**

### Entreprises de transformation

Environ 8 à 10 entreprises transforment la laine isolante en éléments d'isolation. Pour l'essentiel, ce travail consiste à coller les différents composants, tels que la laine isolante, les plaques de bois, de fibrociment ou de plâtre.

Le nombre moyen de fibres est de 150'000 f/m<sup>3</sup> (< 100'000–250'000 f/m<sup>3</sup>).

### Isolation sur les chantiers

Les domaines d'application classiques des isolants de construction sont répertoriés ci-après:

- toit, entre les chevrons  
(à l'intérieur principalement)
- sols des greniers  
(à l'intérieur principalement)
- toit, sur les chevrons  
(à l'extérieur principalement)
- toit plat (à l'extérieur principalement)
- façades ventilées  
(à l'extérieur principalement)
- façades ravalées  
(à l'extérieur principalement)

Il faut noter que, pour tous les types de profession, le travail d'isolation proprement dit, c'est-à-dire le contact direct avec la laine

isolante, ne représente qu'une petite partie de l'activité globale. La durée moyenne d'exposition aux fibres varie de quelques heures à quelques jours par mois.

Les mesures effectuées sur un total de 14 chantiers sélectionnés ont révélé les valeurs moyennes en fibres suivantes (dispersion entre parenthèses):

- travaux d'isolation en extérieur:  
60'000 f/m<sup>3</sup> (20'000–140'000 f/m<sup>3</sup>)  
(figures 23 et 24)
- travaux d'isolation à l'intérieur:  
160'000 f/m<sup>3</sup> (120'000–270'000 f/m<sup>3</sup>)  
(figure 25)

De plus, on a procédé à des mesures au microscope électronique, afin d'identifier les fibres. Ces mesures ont établi que, selon le chantier, la proportion de fibres de laine isolante variait entre 20 et 100%. En moyenne, seuls 50% environ de toutes les fibres respirables dénombrées au microscope optique



Figure 23  
Travaux d'isolation à l'extérieur: isolation d'un toit



Figure 24  
Travaux d'isolation à l'extérieur: isolation de façade



Figure 25  
Travaux d'isolation à l'intérieur: isolation d'un toit entre les chevrons

étaient des fibres de produits (isolants) à proprement parler. Le reste était composé de fibres de plâtre ou de fibres organiques. Pour ces dernières, il s'agissait principalement de fibres de bois et de matières synthétiques.

#### Evaluation de l'exposition aux fibres lors de l'utilisation de laine isolante

- Pour ce qui est de la fabrication, du traitement et des travaux d'isolation, les concentrations moyennes de fibres sont, sans exception, inférieures à la valeur limite de  $500'000 \text{ f/m}^3$ .
- Les valeurs les plus élevées ont été recensées lors de travaux d'isolation en intérieur. Toutefois, elles n'atteignaient que 0,6–0,7 fois la valeur limite.
- Dans la définition des valeurs VME, on considère une exposition moyenne de 8 heures par jour de travail. Cependant, la durée d'exposition dans un jour de travail est généralement nettement inférieure, surtout sur les chantiers.

Les mesures effectuées en Allemagne [6] ont donné des résultats similaires à ceux trouvés en Suisse.

Les mesures démontrent que le comportement d'empoussiérage des laines isolantes est bon, c'est-à-dire que la libération de fibres respirables est nettement inférieure à celle des produits à base d'amiante, par exemple.

Figure 26  
Des travaux générateurs de poussière (découpage p. ex.) nécessitent la présence d'aspirations à la source le long du tapis roulant.

#### Mesures générales de protection [15]

Lorsque l'on utilise des laines isolantes (idem pour d'autres fibres minérales artificielles), deux objectifs doivent être atteints:

- protection contre les effets des fibres respirables
- protection contre les blessures dues aux fibres «épaisses»

Cela peut être réalisé grâce, entre autres, aux mesures suivantes:

##### ◆ Mesures relatives aux produits:

- Intégration optimale des fibres dans le matériau en ajoutant des lubrifiants et des fondants, des liants et de l'huile. Amélioration du comportement d'empoussiérage par le fabricant.
- Sur les chantiers, utilisation de plaques et nattes confectionnées, afin d'éviter tous travaux de découpe supplémentaires sur place.

##### ◆ Mesures techniques:

- Lors de la fabrication et de la transformation mécanique: mesures au niveau de l'aération (aspiration à la source et aération artificielle des locaux) [figures 26 et 27]. Il faut prêter une attention particulière aux installations de décontamination de l'air utilisées, surtout si une partie de l'air dit «pur» est réintroduit dans les locaux de travail. Le séparateur doit respecter les exigences de la classe de poussières H - high hazard (norme CEI 335-2-69, annexe AA).



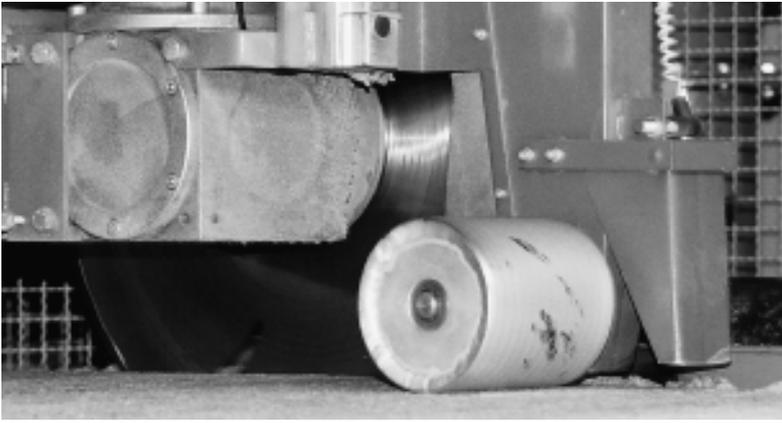


Figure 27  
Détail d'un dispositif d'aspiration monté directement sur l'interface d'un couteau rotatif

- Lors de travaux d'isolation en intérieur sur les chantiers, veillez à une bonne aération naturelle.
- N'utilisez que des outils produisant peu de poussière pour découper sur place: couteaux, ciseaux, mais pas de scies!

◆ **Mesures organisationnelles:**

- Transport dans un emballage (feuilles plastiques)
- N'endommagez pas inutilement les produits, p. ex. en les jetant.
- Lors des travaux de nettoyage, ne balayez pas; utilisez plutôt un aspirateur adéquat.

◆ **Equipements individuels de protection:**

- Protection des voies respiratoires:  
Les appareils de protection des voies respiratoires doivent être utilisés lorsque l'on est pas sûr que les concentrations de fibres qui apparaissent sont inférieures à la valeur limite. L'expérience montre que tel est le cas lors:
  - de travaux dans des locaux exigus, non aérés
  - de travaux de démolition
 Les appareils de protection des voies respiratoires appropriés sont:
  - Demi-masques et quarts de masque avec filtre à particules de classe P2 (P3 si le dépassement est 10 fois supérieur à la valeur limite)
  - Demi-masques à filtrage de particules FFP2 (FFP3 si le dépassement est 10 fois supérieur à la valeur limite)
  - Appareils à filtres avec ventilateur et casque ou cagoule de classe TH2P (TH3P si le dépassement est 20 fois supérieur à la valeur limite)

- Protection des yeux:  
Des lunettes de protection fermées doivent être portées lors de travaux effectués au-dessus de la tête ou de travaux de démolition.
- Protection des mains:  
Lorsque l'on manipule de la laine isolante, les mains doivent être protégées:
  - port de gants, en cuir par exemple
  - utilisation de crèmes protégeant la peau avant et après le travail et lavage minutieux des mains
- Vêtements de protection:  
Des vêtements de protection appropriés doivent être portés lors de travaux pouvant entraîner de fortes concentrations de fibres, travaux de démolition par exemple et, éventuellement, lors de travaux d'isolation dans des locaux exigus et non aérés.

**6.2.2 Fibres de verre textile** (figure 28)

**Exposition à la poussière fibreuse lors de l'utilisation de verre textile**

Aucune fibre de verre textile n'étant fabriquée en Suisse, l'utilisation de telles fibres se limite essentiellement, chez nous, aux domaines suivants:

- fabrication de matières renforcées par fibres, telles que
  - les matières synthétiques (figure 29)
  - les panneaux muraux (placoplâtre par exemple)
- transformation de matières renforcées par fibres
  - fraisage
  - perçage
- décoration, agencement intérieur
  - utilisation de papiers peints en tissu de verre
- isolation thermique et électrique

Lors de différentes mesures, les concentrations de fibres respirables se sont avérées inférieures à la valeur de référence. Selon les conditions régnant aux postes de travail, les concentrations sont comprises entre 10'000 et 50'000 f/m<sup>3</sup>.

En conclusion, lors de l'utilisation de fibres de verre textile, les concentrations de fibres produites se situent bien en deçà de la valeur limite pour les fibres et sont même, en général, nettement inférieures à la valeur limite gravimétrique.

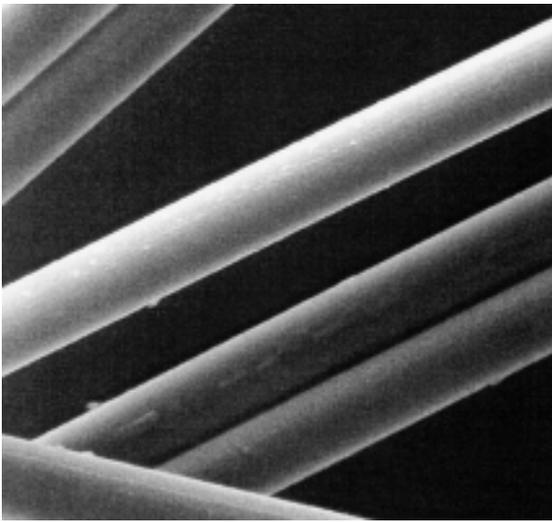


Figure 28  
Fibres de verre textile grossies 500 x



Figure 30  
Le port de gants en cuir empêche un contact de la peau avec les fibres rugueuses pouvant provoquer des irritations cutanées.

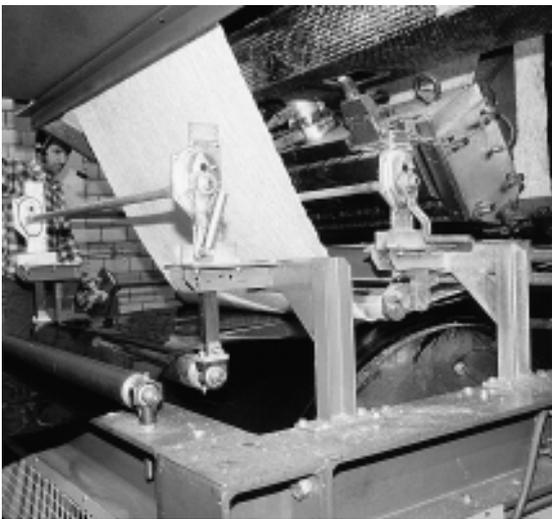


Figure 29  
Application industrielle des fibres de verre textile: fabrication d'agglomérés laminés associés à des feuilles plastiques

quartz sert de matière de remplissage, il faut alors respecter la valeur limite pour le quartz cristallin, qui est relativement basse (valeur VME: 0,15 mg de quartz fin/m<sup>3</sup>).

### 6.2.3 Fibres céramiques (figure 31)

#### Concentration de fibres lors de l'utilisation de fibres céramiques

En Suisse, les fibres céramiques sont seulement utilisées par des entreprises spécialisées. Le nombre de travailleurs exposés est donc de 50 à 80 environ. Il n'existe pas d'industrie de fibres céramiques en Suisse.

#### Mesures de protection

Les mesures de protection concernant l'utilisation de fibres de verre textile se limitent généralement aux moyens de protection personnels suivants:

- protection des yeux
- protection de la peau, en particulier des mains (voir paragraphe 6.2.1, figure 30)

Normalement, lorsque l'on découpe ou meule des matières synthétiques renforcées par fibres, des aspirations à la source ou une aération artificielle des locaux est nécessaire, afin de maintenir les concentrations de poussières fines (pas de fibres, mais particules compactes) en-dessous de la valeur limite. Si, selon les circonstances, de la poudre de

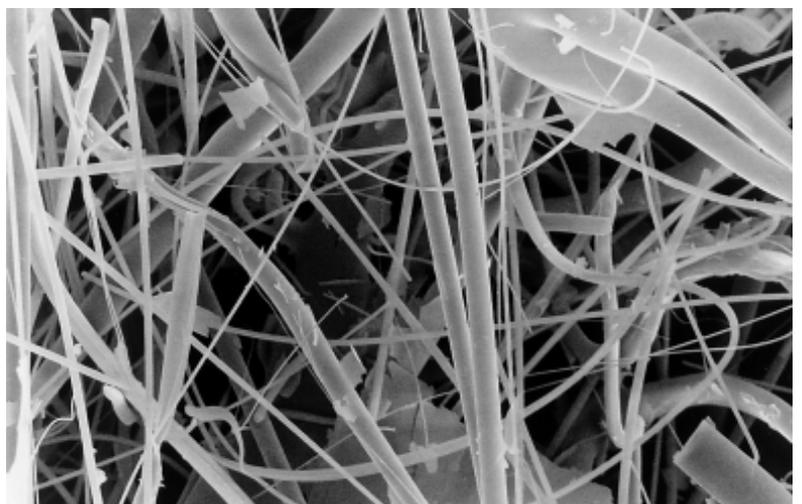


Figure 31  
Fibres céramiques grossies 500 x

Les principales applications sont:

- l'isolation technique dans des secteurs exposés à des températures élevées (figure 32)
  - technique du chauffage
  - appareils électriques
- la filtration
  - filtre pour températures élevées
  - technique de dépoussiérage



Figure 32  
Travaux de préparation et entrée dans la chambre de combustion d'une installation thermique de décontamination de l'air évacué

Les mesures de la Suva et la bibliographie [8] montrent que les concentrations de fibres suivantes peuvent être atteintes lors de l'utilisation de fibres céramiques:

Transformation et traitement mécaniques:	jusqu'à 1,5 mio. f/m <sup>3</sup>
Montage / isolation:	jusqu'à 2,0 mio. f/m <sup>3</sup>
Travaux de démolition (vieux fours p. ex.):	plus de 10 mio. f/m <sup>3</sup>

En conclusion, compte tenu du fait que les fibres des produits à base de fibres céramiques sont faiblement liées, le comportement d'empoussiérage de ces produits est considéré comme mauvais. Si les mesures techniques de protection sont insuffisantes, les concentrations de fibres peuvent être élevées.

### Mesures de protection

En principe, pour les fibres céramiques, on applique les mêmes mesures de protection que pour les fibres de laine isolante (voir paragraphe 6.2.1) [figure 33]. En outre, on doit procéder à une vérification des produits de substitution employés:



Figure 33  
Travaux d'isolation avec des fibres céramiques dans une chambre de combustion exigüe. Des appareils de protection des voies respiratoires (p. ex. des demi-masques à filtrage de particules FFP2) et des vêtements de protection à usage unique doivent être portés.

Des produits de substitution sont mis sur le marché pour des températures maximales de 1000°C. Leur composition chimique diffère fortement de celle des fibres céramiques. L'une des différences essentielles réside dans la biopersistance très réduite des fibres de substitution par rapport aux fibres céramiques. Etant donné que la biopersistance proportionnellement élevée des fibres céramiques n'est pas à l'origine de leur classement comme fibres cancérogènes, seul l'employeur devra déterminer si les produits à base de fibres de substitution sont appropriés pour ses domaines d'application.

### 6.2.4 Concentrations de poussières fibreuses aux postes de travail sans utilisation de FMA [16]

Des sources naturelles et créées par l'homme [17] [18] sont responsables de la présence de poussières fibreuses dans l'air ambiant et l'atmosphère. Dans l'air normal d'une ville, les fibres inorganiques atteignent des concentrations de 6000 f/m<sup>3</sup>, la proportion de FMA étant estimée à environ 7 % (**quelque 400 f/m<sup>3</sup>**). Des études sur l'exposition à des poussières fibreuses provenant de produits en laine minérale ont été menées principalement dans des bureaux et des locaux commerciaux où l'on utilise de tels produits, situés, pour une large part, directement dans la zone d'échange d'air avec l'intérieur. Le tableau 4 livre un aperçu des résultats de ces études, qui regroupaient 20 mesures au total.

Type de fibre	Moyenne arithmétique [f/m <sup>3</sup> ]	Moyenne ± écart type [f/m <sup>3</sup> ]	
Fibres de laine min.	570	570	± 820
Fibres de plâtre	1390	1390	±1770
Autres fibres inorganiques	2610	2610	±3670

**Tableau 4: concentrations de poussières fibreuses dans des locaux contenant des produits en laine minérale (plafonds acoustiques, entre autres)**

Sur la base des 20 mesures effectuées, l'évaluation de l'exposition aux fibres dans des locaux utilisés peut être résumée comme suit:

- Lorsque les isolants ont été posés par des spécialistes, la concentration de fibres n'est pas plus élevée à l'intérieur qu'à l'extérieur (environ 400 f/m<sup>3</sup>). En pratique, c'est le cas normal.
- Une concentration de fibres assez élevée apparaît lorsque les produits en laine minérale sont posés de façon telle qu'ils se trouvent dans la zone d'échange d'air avec l'intérieur. Ce cas se rencontre principalement pour des plafonds acoustiques sans protection antipoussière efficace.
- Dans certains cas particuliers, des concentrations de quelques milliers de fibres par m<sup>3</sup> d'air ont été recensées lors d'isolations défectueuses (l'installation n'était pas conforme à l'état de la technique) ou d'interventions provisoires au niveau du bâtiment.

### 6.3 Fibres organiques

L'expérience a démontré que seules de faibles concentrations se produisaient lors du manie- ment de matériaux en fibres organi- ques (figure 34) ou de la transformation de produits contenant de tels matériaux liés. Comme presque tous les matériaux en fibres organi- ques sont composés de fibres épaisses, non respirables, on peut donc exclure toute concentration élevée de fibres dans les voies res- piratoires. Des mesures réalisées lors de la fabrication de fibrociment avec des fibres de PVA (alcool polyvinylique) et de PAN (polyacrylonitrile) l'ont confirmé.

Concernant la protection individuelle, des **mesures de protection** sont utiles lorsque l'on manipule des fibres organiques: protec- tion des yeux (lunettes) et de la peau (vête-

ments fermés). En général, des appareils de protection des voies respiratoires ne sont pas nécessaires.

#### 6.3.1 Isolants à base de fibres organiques

Depuis un certain temps, il existe une alter- native aux systèmes d'isolation actuels, tels que la laine isolante, la mousse de polystyrène rigide ou le verre cellulaire: les produits à base de fibres naturelles. Depuis quelques années, on utilise principalement des isolants en fibres celluloses, même en Suisse.

Il s'agit d'un produit recyclé, fabriqué à partir de papier journal trié. Il se compose de cellu- lose, de pâte mécanique, de matières de remplissage et de borates (sels d'acide borique). Après avoir ajouté les sels de bore, les journaux sont broyés dans un broyeur à boulets. On en tire un produit floconneux. L'acide borique, employé en grande quantité, protège contre les incendies, la vermine et les moisissures.

En Allemagne, des mesures ont été réalisées sous l'égide de la Berufsgenossenschaft Bau (association professionnelle du bâtiment) lors de la mise en place d'isolants. Il s'agissait de

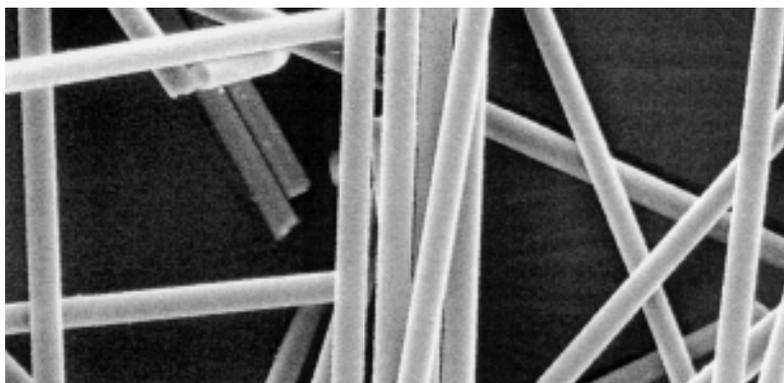


Figure 34  
Fibres synthétiques (aramide) grossies 500 x

simulations à l'échelle industrielle [19]. Ces mesurages et les mesures de protection qui en découlent sont présentés ci-après.

### Méthodes de mesurage

On a effectué des prélèvements personnels afin de déterminer la

- concentration totale de poussière
- concentration de poussières fines
- concentration en nombre de fibres (respirables)

Les expérimentations en laboratoire se sont déroulées selon les méthodes présentées au chapitre 5.

### Conditions requises

Sur le chantier, les isolants en fibres cellulosiques ont été insérés sous forme de flocons dans une machine de traitement, rendus homogènes, puis convoyés par un tuyau jusqu'au lieu de travail. Selon l'utilisation, la mise en place peut s'effectuer de différentes façons.

- méthode par soufflage
 

Pour les plafonds facilement accessibles ou suspendus, le matériau est souvent soufflé et forme une couche isolante sans joints. Cette méthode est particulièrement intéressante pour les combles des halles industrielles ou les planchers en poutres de bois des combles non aménagés.
- méthode par injection
 

Le matériau est directement injecté depuis le tuyau dans les cavités prévues, où il se tasse.
- technique des aérosols
 

Les flocons faiblement humectés sont directement pulvérisés sur des murs massifs ou des parois légères insonorisantes; par opération, on peut réaliser des épaisseurs allant jusqu'à 20 cm.

### Résultats des mesures [19]

Les résultats des mesures sont résumés dans le tableau 5.

	Injection	Soufflage	Technique des aérosols
- Concentration totale de poussière [mg/m <sup>3</sup> ]	148	30	188
- Concentration de poussières fines [mg/m <sup>3</sup> ]	11		21
Microscopie élect. à balayage Concentration de fibres [mio. f/m <sup>3</sup> ]			
- Fibres (total)	8,6	7,9	4,8
- Fibres organiques	7,6	6,9	4,3
- Fibres de sulfate de calcium	0,1	0,1	-
- Fibres d'amiante	-	-	-
- Autres fibres inorganiques	0,9	0,9	0,5

**Tableau 5: résultats des mesures effectuées lors de travaux d'isolation avec des isolants en fibres cellulosiques**

### Conclusion

Les mesures indiquent de très fortes concentrations de poussières et de fibres pendant la mise en oeuvre de fibres cellulosiques. La valeur limite pour la poussière (6 mg de poussière fine par m<sup>3</sup>) est largement dépassée. Comme il n'existe aucune valeur limite pour les fibres cellulosiques, on ne peut tirer aucune conclusion les concernant.

### Mesures de protection

Etant donné les fortes concentrations de poussière constatées – généralement supérieures à la valeur limite – et compte tenu du fait que des mesures techniques, notamment en matière d'aération, sont insuffisantes sur les chantiers, des équipements individuels de protection doivent être utilisés:

- appareils de protection des voies respiratoires, p. ex.
  - Demi-masques et quarts de masque avec filtres à particules de classe P2 (P3 si le dépassement est 10 fois supérieur à la valeur limite)
  - Demi-masques à filtrage de particules FFP2 (FFP3 si le dépassement est 10 fois supérieur à la valeur limite)
  - Appareils à filtres avec ventilateur et casque ou cagoule de classe TH2P (TH3P si le dépassement est 20 fois supérieur à la valeur limite)
- protection des yeux: lunettes fermées
- protection de la peau: vêtements fermés, survêtements

## 7 Bibliographie

- [ 1 ] Asbestersatzstoff-Katalog, Erhebung über im Handel verfügbare Substitute für Asbest und asbesthaltige Produkte (Band 1 bis 10), Forschungsbericht 10408311, Schriftenreihe des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V. St. Augustin (1985)
- [ 2 ] Pott, F.: Beurteilung der Kanzerogenität von inhalierbaren Fasern. In VDI-Bericht 1075: Faserförmige Stäube. VDI-Verlag, Düsseldorf (1993)
- [ 3 ] Grimm, H.G.: Möglichkeiten zur Abschätzung der Wirkungen von faserigen Stäuben aus der Sicht der Praxis. In VDI-Bericht 1075: Faserförmige Stäube. VDI-Verlag, Düsseldorf (1993)
- [ 4 ] Loi fédérale sur l'assurance-accidents (LAA), RS 832.20 (disponible auprès de l'OCFIM, Berne)
- [ 5 ] Ordonnance sur la prévention des accidents et des maladies professionnelles (OPA), (form. Suva 1520)
- [ 6 ] Valeurs limites d'exposition aux postes de travail 1997 (form. Suva 1903)
- [ 7 ] Ordonnance du département fédéral de l'intérieur concernant les mesures techniques pour la prévention des maladies professionnelles provoquées par des substances chimiques (form. Suva 1521)
- [ 8 ] BIA-Handbuch, Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 120206, Arbeitsumweltdossier Künstliche Mineralfasern, Erich Schmidt Verlag, Bielefeld (1994)
- [ 9 ] Verfahren zur Bestimmung von lungengängigen Fasern. Lichtmikroskopisches Verfahren (ZH 1/120.31). Carl Heymanns Verlag, Köln (1/1991)
- [ 10 ] Verfahren zur getrennten Bestimmung von lungengängigen Asbestfasern und anderen anorganischen Fasern. Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren (ZH 1/120.46), Carl Heymanns Verlag, Köln (1/1991)
- [ 11 ] Ordonnance sur les substances dangereuses pour l'environnement (ordonnance sur les substances, Osubst), (à commander auprès de l'OCFIM, Berne) RS 814.013
- [ 12 ] Directive CFST n° 6503: Amiante floqué et autres matériaux à base d'amiante faiblement aggloméré (amiante FA)
- [ 13 ] Feuille technique Suva: Elimination des revêtements de sols et de parois à base d'amiante, réf. 66070
- [ 14 ] BIA-Handbuch, Sicherheitstechnisches Informations- und Arbeitsblatt 120205, Arbeitsumweltdossier Asbest. Erich Schmidt Verlag, Bielefeld (1994)
- [ 15 ] Regeln für Sicherheit und Gesundheit beim Umgang mit Künstlichen Mineralfasern (ZH 1/284). Carl Heymanns Verlag, Köln (12/1993)
- [ 16 ] Dettling, F.: Innenraumbelastungen durch eingebaute Mineralwolle-Produkte. In VDI-Bericht 1075: Faserförmige Stäube. VDI-Verlag, Düsseldorf (1993)
- [ 17 ] Förster, H.: Anorganische faserförmige Partikel in der Atmosphäre. In VDI-Bericht 1075. VDI-Verlag, Düsseldorf (1993)
- [ 18 ] Eurima: Ubiquitäre Faserexpositionen in Europa – eine Pilotstudie – Untersuchungsbericht 1996 (Eurima: European insulation manufacturers association, Luxembourg)
- [ 19 ] Fuehres, M., Fasermessungen bei der Verwendung von Zellulose-Fasern. In VDI-Bericht 1075: Faserförmige Stäube. VDI-Verlag, Düsseldorf (1993)

### Commandes:

Pour les publications de la Suva et de la CFST:

Suva, service clientèle central, case postale, 6002 Lucerne  
Fax 041/419 59 17, tél. 041/419 58 51

OCFIM:

Office central fédéral des imprimés et du matériel (OCFIM)  
Fellerstrasse 21, 3027 Berne  
Fax 031/992 00 23, tél. 031/322 39 51

## 8 Résumé

Cette brochure donne un aperçu des risques pour la santé liés aux matières fibreuses (fibres d'amiante et d'autres matériaux) à certains postes de travail en Suisse et informe sur les mesures de protection nécessaires.

De par leurs propriétés chimiques et physiques, les fibres offrent des conditions optimales pour d'**innombrables utilisations**. Les produits fibreux sont utilisés, entre autres, pour la protection incendie et l'isolation thermique, comme garnitures de freins et d'embrayage, garnitures d'étanchéité (contraintes thermiques ou chimiques importantes), mais aussi sous forme de plaques et de tuyaux dans le bâtiment et le génie civil. Toutefois, manier des matières fibreuses peut présenter des risques pour la santé.

L'**amiante**, largement utilisé dans les années 50 à 80 pour diverses applications, est responsable de maladies chez de nombreux travailleurs (asbestose, mésothéliome malin, cancer du poumon). Lorsque le nombre de maladies liées à l'amiante a augmenté, la Suva a ordonné des mesures plus sévères, afin de réduire l'exposition à la poussière d'amiante. Finalement, le Conseil fédéral a décidé une interdiction générale de l'amiante au 1er mars 1990. Vu le temps de latence extrêmement long (20 à 40 ans) pour certaines maladies dues à l'amiante (mésothéliome pleural, p. ex.), à l'heure actuelle, on n'observe pas encore de recul des cas enregistrés chaque année.

Dans la pratique, l'interdiction de l'amiante a permis d'éliminer des postes de travail les matériaux à base d'amiante. Cependant, des travailleurs y sont encore exposés lors de **l'élimination et de l'assainissement des sites contaminés** (en particulier isolations à base d'amiante floqué, revêtements de sols et panneaux de fibres). Lors de ces travaux, il est expressément demandé que les travailleurs soient protégés conformément à la directive de la CFST relative à ce sujet. De plus, les travaux d'assainissement de maté-

riaux à base d'amiante faiblement aggloméré doivent être annoncés à la Suva avant leur commencement.

Après l'interdiction de l'amiante, l'industrie a dû développer et utiliser des **produits de substitution** appropriés. Depuis les années 80, les études sur les risques pour la santé ont été systématiquement étendues aux **fibres ne contenant pas d'amiante**. Cependant, les résultats, fondés principalement sur l'expérimentation animale, sont controversés, en particulier l'affirmation selon laquelle toutes les fibres pourraient entraîner des maladies graves (tumeurs), si certaines conditions sont réunies. Jusqu'ici, les effets cancérigènes des fibres d'autres matériaux que l'amiante n'ont pu être démontrés chez l'homme. En outre, la Suva n'a pas encore reconnu de cancers dus à une activité professionnelle et causés par de telles fibres. Toutefois, sur la base des expérimentations animales, elle a classé **les fibres céramiques et les fibres de titanate de potassium comme cancérigènes**. Pour d'autres fibres, les effets cancérigènes ne sont pas prouvés, mais, compte tenu des expérimentations animales, on les **soupçonne (fibres d'alumine, laine de verre et laine de roche [laines isolantes], fibres de carbure de silicium, fibres d'aramide)**.

La Suva a établi, pour de nombreux types de fibres, des **valeurs limites moyennes d'exposition aux postes de travail (valeurs VME)**; elles doivent absolument être respectées pour protéger les travailleurs lors de l'emploi de ces matériaux.

La présente publication contient, au chapitre 6, des informations détaillées sur l'**exposition des travailleurs à des matières fibreuses couramment utilisées dans l'industrie, à certains postes de travail en Suisse**. Les mesures de protection nécessaires sont indiquées chaque fois. Ces informations ont été recueillies lors des inspections des postes de travail et des campagnes de mesures systématiques.

En principe, les **mesures de protection** doivent être prises dans l'ordre suivant:

1. Dans la mesure du possible, remplacer les matières et procédés dangereux par d'autres plus sûrs.
2. Protection collective, c'est-à-dire systèmes fermés, aspiration, aération mécanique, etc., avec l'objectif d'être en-dessous des valeurs VME.
3. Si nécessaire, protection individuelle supplémentaire: utilisation d'équipements individuels de protection, en particulier d'appareils de protection des voies respiratoires.

## Annexe: Description et possibilités d'utilisation de certaines fibres

La structure chimique, la taille, la facilité de clivage des fibres et leurs domaines d'application pratiques déterminent les risques potentiels pour la santé de l'utilisateur. C'est pourquoi ces points et le procédé de fabrication de certaines fibres importantes au niveau industriel sont décrits en détail ci-après.

### A1 Fibres synthétiques inorganiques

Les fibres synthétiques inorganiques les plus importantes sont des **fibres minérales artificielles**: fibres de verre textile, laines isolantes (laine de verre et laine de roche), fibres céramiques. Autre fibre synthétique inorganique importante: la fibre de carbone.

#### a) Fibres de verre textile

La dénomination «fibre de verre textile» est un terme générique désignant des filaments obtenus à partir de verre fondu (jusqu'à 1200°C) et utilisés pour le textile. Sa composition chimique peut varier suivant le domaine d'application. Outre une proportion majoritaire de dioxyde de silicium (base de l'ossature siliceuse), on peut prendre comme matière

première pour la fusion, entre autres, des oxydes alcalins, du carbonate de calcium (chaux) et de l'oxyde de magnésium (tab. 1.1).

La fabrication de fils de verre intervient par étirage mécanique à travers des filières (figure 1.1):

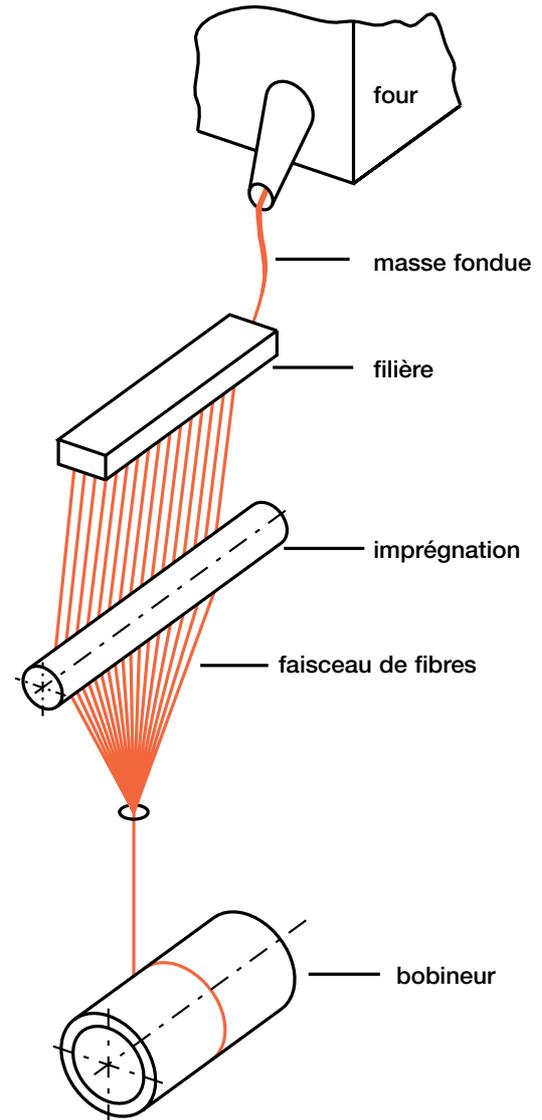


Figure 1.1  
Étirage mécanique à travers des filières pour la fabrication de fibres de verre textile

En quelques étapes supplémentaires, on fabrique à partir de fil de base de verre textile des produits tels que des étoffes non-tissées, des nattes ou des cordes.

1 Verre A avec adjonction de bore

Type de verre	A	A <sub>1</sub>	C	D	E	R	Z
SiO <sub>2</sub>	72,5	67,5	65,0	74,0	54,5	60,0	71,0
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		3,5		–	14,5	25,0	1,0
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		0,5		0,2	0,5	0,3	–
B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	–	1,2	50,0	22,5	7,5	–	–
CaO	9,0	6,5	14,0	0,5	17,0	9,0	–
MgO	3,5	4,5	3,0	0,2	4,5	6,0	–
BaO	–	–	1,0	–	–	–	–
ZrO <sub>2</sub>	–	–	–	–	–	–	16,0
TiO <sub>2</sub>	–	–	–	–	0,1	0,2	–
Li <sub>2</sub> O	–	–	–	–	–	–	1,0
K <sub>2</sub> O	–	3,5	8,0	1,5		0,1	–
Na <sub>2</sub> O	13,0	13,5	0,5	1,3		0,4	11,0
Densité [g/cm <sup>3</sup> ]	2,48	2,52	2,49	2,16	2,54	2,50	–
Résistance [N/mm <sup>2</sup> ]	2450	3200	3400	2460		4750	–

Tableau 1.1  
Composition (en %) et propriétés de quelques types de verre textile

## Caractéristiques des fibres

Les fibres ont une coupe transversale presque ronde et uniforme, qui provient des conditions de production. Le diamètre varie généralement entre 5 et 25  $\mu\text{m}$

(1  $\mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm}$ ). On ne connaît pas de division longitudinale des fibres. Cela signifie que l'on ne peut pas créer de fibres plus minces par force mécanique, p. ex. dédoublement de la fibre de départ. Cette propriété est particulièrement importante au niveau de l'hygiène du travail (voir paragraphe 4.2.1).

## Domaines d'utilisation

Les fibres de verre textile sont très utilisées dans l'industrie, entre autres:

- pour renforcer des matières plastiques, p. ex. résine renforcée de fibres de verre.
- pour la protection incendie (isolation des appareils électriques avec des nattes ou amélioration de la résistance à la chaleur et au feu en association avec du bois, du plâtre et d'autres matériaux de construction).
- pour fabriquer des vêtements de protection ignifugés.
- comme filtre à manche ou filtre plat résistant à la chaleur pour aspirer la poussière provenant de gaz chauds (technique de dépoussiérage).

La Suisse ne produit pas de fibres de verre textile. Les produits importés sont simplement traités et travaillés.

## b) Fibres de verre non textile (laines isolantes)

Les fibres de verre non textile, également appelées laines isolantes ou isolants minéraux, sont des fibres provenant de matériaux en verre, de matériaux rocheux et de scories. Ces derniers sont insignifiants en Suisse.

Les matériaux de départ, resp. la composition de la matière fondue, sont comparables à ceux des fibres de verre textile.

## Fabrication (figure 1.2)

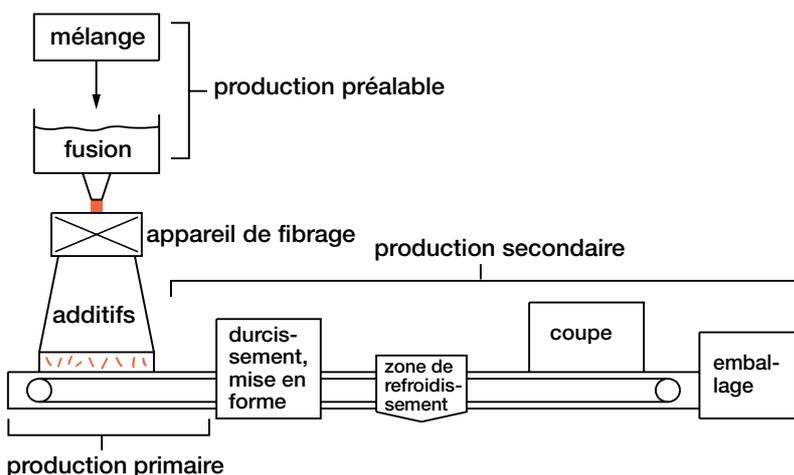


Figure 1.2  
Représentation schématique de la production de laines isolantes (laine de verre et laine de roche)

Pour fibrer la masse fondue, différents procédés existent, dont les deux suivants:

- le soufflage (figure 1.3)
- le procédé centrifuge (figure 1.4)

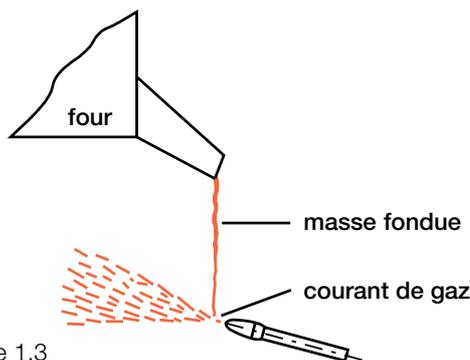


Figure 1.3  
Fibrage par soufflage

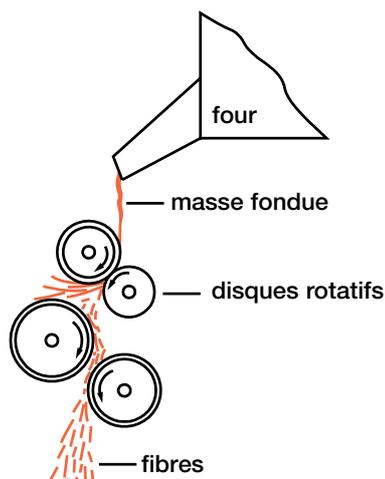


Figure 1.4  
Fibrage par procédé centrifuge

Comme matières premières, on utilise:

**Laine de verre:** des minéraux courants, tels que le dioxyde de silicium (• 50%) et l'alumine, ainsi que des fondants et d'autres

additifs (oxydes alcalins et oxydes alcalino-terreux), comme employés dans l'industrie du verre. De nos jours, outre des minéraux naturels et 5 % de carbonate de soude, on utilise généralement 80 % de verre usagé.

**Laine de roche:** des roches sédimentaires et des pierres volcaniques naturelles comme le basalte et la diabase, ainsi que de la roche calcaire (carbonate de calcium) et du coke.

### Caractéristiques des fibres

Le diamètre des fibres de laine isolante dépend du procédé de fabrication. Il est généralement de 2 à 9  $\mu\text{m}$ , mais des diamètres de fibres inférieurs à 1  $\mu\text{m}$  peuvent apparaître en petites quantités. Les fibres sont alors considérées comme respirables: en clair, si on les ingère, elles peuvent parvenir jusqu'aux alvéoles pulmonaires du fait de leur petite taille (voir également 4.2.1).

Il n'y a pas de division longitudinale.

Autre caractéristique importante: par rapport à l'amiante, elles sont nettement plus solubles dans les fluides corporels. Cela signifie que, contrairement aux fibres d'amiante, les fibres de laine isolante sont éliminées beaucoup plus rapidement par l'organisme.

### Domaines d'utilisation

La laine de verre et la laine de roche sont principalement employées dans le bâtiment comme isolant thermique, acoustique et pour la protection incendie. Dans le domaine technique, les laines isolantes sont répandues sur des treillis métalliques et employées également pour isoler les conduites et les récipients. Pour cela, on se sert aussi de pièces moulées, telles que des coquilles isolantes.

La laine de verre et la laine de roche servent également de matières fibreuses de remplissage dans les domaines suivants: protection incendie, garnitures de friction, filtration et produits techniques chimiques.

En Suisse, deux entreprises fabriquent de la laine de verre et une, de la laine de roche. La plupart des personnes qui utilisent ces matériaux, et sont donc exposées, travaillent dans le secteur de la construction: charpentiers, couvreurs, menuisiers, isolateurs, maçons, etc. En tout, quelques milliers de travailleurs sont en contact avec des laines isolantes aux postes de travail.

### c) Fibres céramiques réfractaires<sup>11</sup>

Les fibres céramiques réfractaires sont fabriquées à partir d'un mélange fondu d'alumine et de dioxyde de silicium (pour des exigences particulières, on ajoute aussi de l'oxyde de zirconium). On obtient ainsi à partir de silicate d'aluminium presque pur des fibres qui serviront surtout à l'isolation de zones soumises à des températures élevées.

La fabrication est similaire à celle présentée figure 1.2: mélange des matières premières – fusion – fibrage – traitement – confection.

La Suisse ne dispose pas d'industrie de fibres céramiques. Celles-ci sont importées d'Allemagne et de France, entre autres.

### Caractéristiques des fibres

Le diamètre des fibres céramiques varie de 0,5  $\mu\text{m}$  à 7  $\mu\text{m}$ ; il dépend aussi du procédé de fabrication. En général, on obtient des fibres respirables (diamètre < 3  $\mu\text{m}$ ).

Aucune division longitudinale n'est à craindre.

Contrairement aux laines isolantes ou aux fibres de verre textile, les fibres céramiques sont peu solubles dans les fluides corporels. Par conséquent, le temps de séjour d'une fibre ayant pénétré dans les poumons est plus long.

Contrairement aux laines isolantes, on n'utilise aucun ou peu de liants pour fabriquer les fibres céramiques. Le comportement d'empoussiérage est donc plus mauvais; les fibres se libèrent davantage de la surface fibreuse (voir paragraphe 4.2.4).

### Domaines d'utilisation

Les fibres céramiques sont employées, entre autres, comme coton, nattes, papier, plaques ou pièces préformées.

<sup>11</sup> En anglais: refractory ceramic fibres (RCF).

Par fibres céramiques, on entend parfois aussi les fibres non siliciques, comme les fibres d'alumine ou de nitrure de silicium. Ce ne sont toutefois pas des fibres céramiques réfractaires.

On les utilise principalement pour isoler les parties d'objets soumises à des températures élevées allant jusqu'à 1500°C:

- hauts fourneaux
- fours pour l'acier
- installations de chauffage

Autres applications possibles

- protection incendie
- isolation électrique
- garnitures de friction
- filtration

Les postes de travail où l'on manipule des fibres céramiques sont concentrés dans un nombre restreint d'entreprises spécialisées dans l'isolation d'installations fonctionnant à des températures élevées.

Le nombre de travailleurs régulièrement exposés est faible (50 à 80 personnes).

#### **d) Fibres de carbone**

Les fibres de carbone sont composées de carbone pur et utilisées sous forme de matériaux fibreux flexibles. Elles contiennent 95 à 99,5 % de carbone.

Ces fibres sont fabriquées par décomposition thermique contrôlée (pyrolyse) de polymères fibreux (matières plastiques), tels que de la cellulose régénérée, du polyacrylonitrile et leurs produits de copolymérisation. Par ce procédé – appelé carbonisation – on obtient des fibres flexibles à haute résistance qui peuvent être transformées en matières textiles, telles que des fibres textiles coupées, des fils continus, du cordage et du feutre.

Aucune fibre de carbone n'est produite en Suisse.

#### **Caractéristiques des fibres**

Les fibres de carbone ont un diamètre compris entre 7 µm et 12 µm. Généralement, elles ne sont pas respirables.

Aucune division longitudinale n'est connue à ce jour.

#### **Domaines d'utilisation**

Du fait de leur grande résistance, les fibres de carbone sont utilisées sous forme de fils continus et de cordage pour renforcer les matières plastiques (p. ex. résines époxy), les métaux légers et les alliages métalliques. Ce matériau composite trouve son application, entre autres, dans la construction aéronauti-

que et spatiale, au niveau des articles de sport (raquettes de tennis) ou des voiliers.

Les produits en fibres de carbone sont peu répandus aux postes de travail. On les emploie de façon sporadique dans la construction aéronautique et le développement de nouvelles matières.

## **A2 Fibres synthétiques organiques**

Les fibres synthétiques organiques – aussi appelées fibres chimiques – sont généralement obtenues à partir des polymères correspondants (matières plastiques) par filature (filage à chaud, à sec ou humide). Les polymères sont principalement:

- des produits de polymérisation: polyéthylène, polypropylène, polyacrylonitrile, alcool polyvinylique
- des polycondensats: aramide, polyamide et
- des produits de polyaddition: polyuréthane

Les types de fibres les plus importants, ceux ayant une application industrielle comme substitut à l'amiante, sont brièvement présentés ci-après:

#### **a) Polyacrylonitrile (PAN)**

Les fibres de PAN se composent de 100 % de polyacrylonitrile.

#### **Caractéristiques des fibres**

Le diamètre des fibres employées dans des applications techniques est d'environ 18 µm. Elles sont donc trop grosses pour être respirables. Une division longitudinale est possible lors d'une contrainte mécanique.

#### **Domaines d'utilisation**

Les fibres de PAN sont principalement utilisées dans l'industrie du vêtement. Quantitativement, elles ont un rôle minime dans la fabrication de produits techniques. En revanche, associées aux fibres d'alcool polyvinylique (cf. annexe 2b), elles occupent une place prépondérante dans la fabrication de fibrociment, car elles remplacent l'amiante. Les produits en fibrociment, tels que les plaques de façade et les plaques ondulées, les canalisations et les tubes de pression, sont fréquemment employés dans le bâtiment et le génie civil. Par conséquent, une exposition aux fibres de PAN existe à des nombreux postes de travail.

## b) Alcool polyvinylique (PVA)

Les fibres de PVA sont obtenues en filant des solutions aqueuses d'alcool polyvinylique.

### Caractéristiques des fibres

Le diamètre moyen d'une fibre est de 10–20 µm; il est donc nettement supérieur à celui des fibres respirables. Aucune division longitudinale n'a été rapportée.

### Domaines d'utilisation

Associées aux fibres de PAN, les fibres de PVA occupent une place prépondérante dans la fabrication de fibrociment, car elles remplacent l'amiante (cf. annexe 2a).

## c) Aramide

Les aramides sont des polyamides aromatiques. On en distingue essentiellement deux types: le kevlar® et le nomex®. Ils sont tous deux composés de polyphénylène téréphtalamide, mais se différencient par la position des groupes d'amides (kevlar: position para, nomex: position meta).

Les aramides font partie des fibres organiques stables à température élevée. Elles jouent donc un rôle important comme substitut de l'amiante, surtout au niveau des revêtements calorifuges.

### Caractéristiques des fibres

Le diamètre des fibres est d'environ 12 µm; elles ne sont donc pas respirables. Cependant, elles sont clivables par contrainte mécanique et sont commercialisées sous forme de pulpe (fibres broyées, divisées) avec un diamètre minimum de 0,1 µm.

On ne dispose pas encore de résultats définitifs d'études quant à leur biopersistance.

### Domaines d'utilisation

Aucune fibre d'aramide n'est produite en Suisse. On les y utilise surtout lorsque de bonnes propriétés thermiques sont requises:

- textile (sécurité au travail): revêtements résistant à la chaleur, gants, etc.
- garnitures de friction (fibres renforcées pour les garnitures de freins et d'embrayage)
- feutres pour filtres (filtrage de l'air chaud)

Comme elles coûtent cher, les fibres d'aramide sont, à l'heure actuelle, encore

peu répandues aux postes de travail. Toutefois, le nombre de personnes exposées devrait s'accroître à l'avenir.

## A3 Fibres naturelles inorganiques

Lorsque l'on parle de fibres naturelles inorganiques, il s'agit principalement de minéraux siliceux fibreux. En fait, on distingue l'amiante et les autres matières. Tandis que ces dernières n'avaient jusqu'à présent aucune application industrielle importante, on a beaucoup employé l'amiante entre 1950 et 1980.

### a) Amiante

Amiante est un terme générique regroupant différents minéraux extraits dans des mines.

On distingue deux types d'amiante: la **serpentine** et les **amphiboles**. Dans la première catégorie, on connaît surtout l'amiante chrysotile, très répandu dans l'industrie.

Pour ce qui est des amphiboles, la crocidolite, aussi appelée amiante bleu, est surtout employée à des fins techniques. L'amosite est en revanche moins répandue.

### Caractéristiques des fibres

Du fait de leur structure cristalline, les fibres d'amiante se divisent très bien longitudinalement. Les fibrilles ainsi formées peuvent avoir un diamètre nettement inférieur à 0,1 µm. D'ailleurs, la formation de fibrilles peut également se produire dans les poumons, si l'on a inhalé des fibres d'amiante.

La solubilité de l'amiante, en particulier de l'amiante brun et bleu, dans les fluides corporels est très faible et généralement nettement inférieure à celle des autres types de fibres connus. Par conséquent, les fibres d'amiante inhalées peuvent séjourner plusieurs décennies dans les poumons ou le péritoine, sans modification structurelle. L'amiante amphibole crocidolite est d'ailleurs connu pour être particulièrement stable.

### Domaines d'utilisation

A partir de 1950, l'amiante s'est largement répandu dans tous les pays industrialisés. Grâce à ses propriétés multiples, telles que

- sa résistance à la chaleur,
- son caractère incombustible,

- sa grande résistance au cisaillement et au pliage,
- sa bonne malléabilité dans des matériaux composites comme le ciment,
- son faible coût d'acquisition,

on l'a employé dans de nombreuses applications. Dès que les risques pour la santé liés à l'amiante ont été reconnus, on a observé une baisse constante de sa consommation. Aujourd'hui, certains pays industrialisés, notamment la Suisse, ont totalement interdit l'amiante (voir paragraphe 6.1), qui est donc désormais insignifiant au niveau des applications industrielles.

## b) Fibres d'autres matières

Jusqu'à présent, les fibres d'autres matières étaient peu utilisées dans l'industrie. De ce fait, leur propagation aux postes de travail est tout aussi marginale.

Nous vous en présentons quatre ci-après:

### Wollastonite

La wollastonite est un métasilicate de calcium ayant une structure en chaîne, composé à 96,5 % minimum d'oxyde de calcium et de dioxyde de silicium. Le diamètre des fibres est compris entre 10 et 500 µm; une contrainte mécanique peut entraîner une division en fragments fibreux d'un diamètre maximum de 0,1 µm. Toutefois, des processus de production appropriés permettent d'éviter des diamètres d'une taille critique. La wollastonite est employée, p. ex., comme matière de remplissage dans les domaines de la protection incendie (plaques), de l'isolation thermique et électrique (plaques, produit de remplissage pour matières moulables), des garnitures de friction, des produits techniques de construction et des produits chimiques (peintures, colles et matières moulables).

### Attapulгите

L'attapulгите, identique à la palygorskite, est un hydrosilicate de magnésium-aluminium appartenant au groupe des minéraux argileux. Le diamètre des fibres est, en moyenne, de 0,06 µm; elles sont donc respirables. Il faut s'attendre à une division longitudinale.

L'attapulгите sert de matière de remplissage dans les produits chimiques: agent thixotrope<sup>12</sup> dans les peintures, les produits protecteurs pour bâtiments, les matériaux d'étanchéité ou les colles.

### Sépiolite

La sépiolite est un hydrosilicate de magnésium du groupe des minéraux argileux. Le diamètre des fibres est tel qu'elles sont respirables; il faut s'attendre à une division longitudinale.

La sépiolite sert notamment d'agent thixotrope dans les produits chimiques.

### Erionite

L'ériónite est une zéolithe fibreuse (silicate d'aluminium cristallin alcalin, resp. alcalino-terreux). L'industrie l'a toujours employée de façon marginale. D'ailleurs, tout comme l'amiante, son utilisation revêt un grand risque pour la santé. C'est pourquoi l'ériónite a aujourd'hui totalement disparu.

## A4 Fibres naturelles organiques

Les fibres naturelles organiques comme le lin, le chanvre, la laine ou la cellulose sont peu importantes dans les applications techniques. Des produits à base de cellulose sont utilisés avec des additifs retardateurs de combustion et autres pour certains travaux d'isolation, dans le cadre de la protection thermique. Concernant l'exposition des travailleurs aux postes de travail, les fibres naturelles organiques sont peu importantes dans les applications techniques.

## A5 Aperçu des produits de substitution à l'amiante

Le **tableau 5.1** présente les principaux domaines d'utilisation des produits fibreux et non-fibreux de substitution à l'amiante. Le paragraphe 3.2 vous donne un aperçu des plus importants types de fibres.

Une étude sur les produits de substitution à l'amiante a révélé que, dans la plupart des cas, l'amiante pouvait être remplacé par d'autres matières fibreuses.

Certaines matières citées, notamment la laine de roche et la laine de verre, ne sont pas de véritables produits de substitution, car elles étaient déjà employées auparavant en plus ou à la place des produits à base d'amiante.

<sup>12</sup> Thixotropie: propriété de certains gels qui se liquéfient lors d'une action mécanique (agitation, p. ex.).

Produits de substitution à l'amiante	Domaines d'utilisation		Sécurité au travail (gants, vêtements de protec., etc.)	Protection incendie, isolat. pour températures élevées	Isolation thermique	Isolation électrique	Etanchéité	Filtration	Garn. de friction: garn. de freins et d'embrayage	Produits techn. de construction (fibrociment)		Matière de remplissage pour produits chimiques
	Bâti-ment	Génie civil										
<b>Fibres synthétiques inorganiques</b>												
Fibres de verre textile	●		●		●	●	●		●		●	●
Fibres de verre non textile <sup>1</sup>	●	●	●	●	●			●	●			●
Fibres céramiques <sup>2</sup>	●	●			●	●	●	●	●			
Fibres de quartz	●	●			●							
Fibres métalliques									●			
Fibres de carbone							●					●
<b>Fibres naturelles inorganiques</b>												
Wollastonite					●	●						●
Attapulgite												●
Sépiolite												●
<b>Fibres synthétiques organiques</b>												
Polyacrylonitrile								●		●	●	
Alcool polyvinylique												
Aramide	●	●	●	●	●	●		●	●			●
Polypropylène							●	●		●	●	
Polytétrafluoréthylène						●	●	●				
<b>Fibres naturelles organiques</b>												
Coton	●											
Chanvre et lin												
Fibres de cellulose					●			●		●	●	
<b>Matières non fibreuses</b>												
Mica							●					●
Talc							●					●
Argile												
Cuir	●											
Acier							●				●	
Autres									● <sup>3</sup>		● <sup>4</sup>	

Tableau 5.1: domaines d'utilisation des produits de substitution à l'amiante

<sup>1</sup> Laine minérale et laine de verre

<sup>2</sup> Fibres céramiques réfractaires; en anglais: refractory ceramic fibres (RCF)

<sup>3</sup> Fibres de graphite

<sup>4</sup> Plastiques renforcés