

*Santé travail*

# Éléments techniques sur l'exposition professionnelle aux fibres minérales artificielles

Matrices emplois-expositions aux fibres  
minérales artificielles :

- laines minérales
- fibres céramiques réfractaires

# Sommaire

|                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Définitions</b>                                                                         | <b>2</b>  |
| 1.1 Définitions courantes                                                                     | 2         |
| 1.2 Définitions réglementaires                                                                | 4         |
| 1.3 Compositions chimiques et caractéristiques                                                | 4         |
| <b>2. Production</b>                                                                          | <b>6</b>  |
| 2.1 Production des laines minérales                                                           | 6         |
| 2.2 Production des fibres céramiques réfractaires                                             | 6         |
| 2.3 Production des fibres minérales artificielles : les principales professions concernées    | 6         |
| <b>3. Utilisations des fibres minérales artificielles ; secteurs et professions concernés</b> | <b>8</b>  |
| 3.1 Utilisations des laines minérales, secteurs et professions exposés                        | 8         |
| 3.2 Utilisations des fibres céramiques réfractaires, secteurs et professions exposés          | 8         |
| <b>4. Effets sur la santé et réglementation</b>                                               | <b>10</b> |
| 4.1 Effets sur la santé                                                                       | 10        |
| 4.2 Réglementation                                                                            | 10        |
| <b>5. Matrice emplois-expositions aux laines minérales</b>                                    | <b>11</b> |
| 5.1 Définition des nuisances évaluées                                                         | 11        |
| 5.2 Réalisation pratique de la matrice                                                        | 11        |
| 5.3 Périodes d'exposition retenues                                                            | 11        |
| 5.4 Indices d'évaluation de l'exposition                                                      | 11        |
| 5.5 Nomenclatures utilisées                                                                   | 12        |
| 5.6 Particularités de la matrice                                                              | 13        |
| Références bibliographiques                                                                   | 14        |

# Éléments techniques sur l'exposition professionnelle aux fibres minérales artificielles

Matrices emplois-expositions aux fibres  
minérales artificielles :

- laines minérales
- fibres céramiques réfractaires

Document rédigé par Stéphane Ducamp<sup>a,b</sup> et le groupe de travail Matgéné<sup>a</sup>.

a/ Département santé travail (DST), Institut de veille sanitaire (InVS), Saint-Maurice, France

Équipe Matgéné (ordre alphabétique): B. Dananché, L. Delabre, S. Ducamp, J. Févotte, L. Garras, M. Houot, D. Luce, E. Orlowski, C. Pilorget, G. Rabet

b/ Équipe associée en santé travail (Essat) ; Laboratoire santé travail environnement, Institut de santé publique, d'épidémiologie et de développement, Bordeaux/DST-InVS, France

Ce guide a pour but de présenter les matrices emplois-expositions spécifiques des fibres de laines minérales et des fibres céramiques réfractaires développées par le DST-InVS et l'Essat et de donner des éléments techniques sur l'exposition professionnelle à ces nuisances en France de 1945 à 2007.

La matrice relative aux laines minérales, accompagnée d'une plaquette synthétique de présentation, est consultable sur le site Internet de l'InVS dans deux versions de nomenclatures (CITP 1968 [1] x NAF 2000 [2] et PCS 1994 [3] x NAF 2000 [2]).

La matrice fibres minérales réfractaires et sa plaquette synthétique seront disponibles ultérieurement, accompagnées d'une mise à jour de ce guide.

# 1. Définitions

## 1.1 DÉFINITIONS COURANTES

### 1.1.1 Fibres

Les fibres sont définies comme des particules ayant un rapport longueur/diamètre supérieur ou égal à 3 et des côtés approximativement parallèles.

On distingue les fibres dites "respirables", de diamètre inférieur à 3,5 µm [4], des fibres dites "non respirables" de diamètre supérieur à 3,5 µm. Les fibres non respirables peuvent tout de même se déposer dans les voies respiratoires supérieures (fibres inhalables ou inspirables).

Les fibres telles que définies par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) dans le comptage en microscopie optique à contraste de phase (MOCP) ont un diamètre inférieur ou égal à 3 µm, une longueur supérieure ou égale à 5 µm et un rapport longueur/diamètre supérieur ou égal à 3.

### 1.1.2 Fibres minérales artificielles (FMA)

Le terme FMA désigne couramment un groupe de fibres siliceuses et vitreuses. Il s'agit, pour être plus précis, de **fibres artificielles minérales non métalliques siliceuses vitreuses** (figure 1).

Elles sont essentiellement représentées par :

- les laines minérales (LM), appelées aussi laines d'isolation, qui sont les plus massivement utilisées ;
- les fibres céramiques réfractaires (FCR) ;
- les filaments continus de verre ;
- les fibres de verre à usage spécial (couramment appelées microfibrés®).

### 1.1.3 Laines minérales (LM)

On parle de laine lorsque les fibres sont positionnées de manière quelconque les unes par rapport aux autres. Il existe trois principales variétés de LM : les laines de verre, les laines de roche et les laines de laitier. Les LM sont des matériaux isolants phoniques, thermiques ou utilisés en protection incendie, composés de fibres obtenues par fusion puis par fibrage de verre, de roches ou de laitier de haut fourneau. Elles peuvent se présenter sous des formes aussi diverses que des rouleaux ou des plaques, revêtus ou non de kraft, d'aluminium ou d'autres matériaux, mais aussi sous forme de flocons, de coquilles.

La laine de verre est utilisée pour des températures inférieures à 500 °C, la laine de roche et la laine de laitier le sont pour des températures inférieures à 700 °C.

Aux États-Unis, le terme LM (mineral wool) désigne la laine de roche, ou le groupe laine de roche et laine de laitier (slag wool), mais exclut la laine de verre (glass fiber).

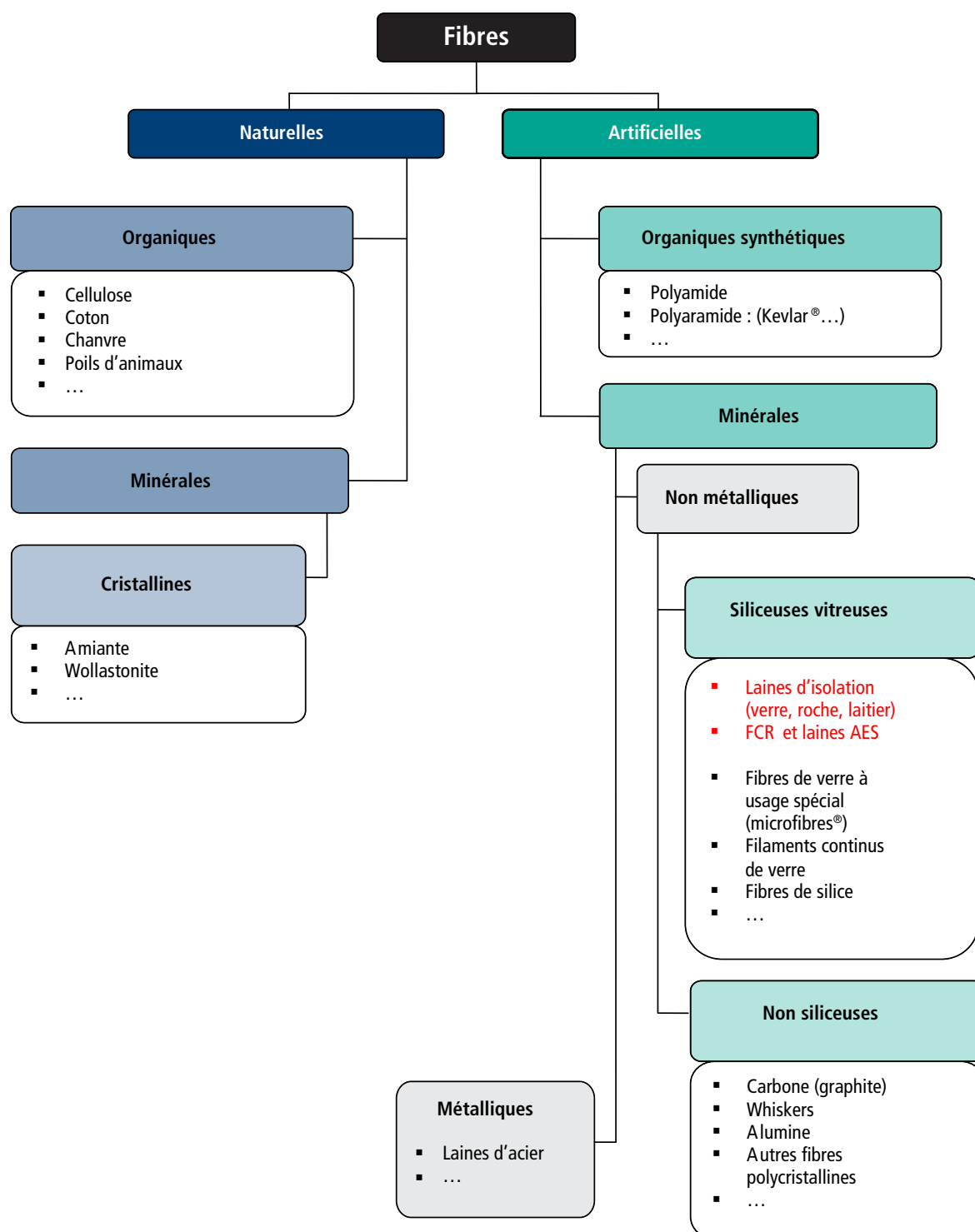
### 1.1.4 Fibres céramiques réfractaires (FCR)

Les FCR sont produites par fusion puis par fibrage de kaolin ou d'oxydes d'alumine et de silice. Ce sont des matériaux utilisés pour leur caractère hautement réfractaire. Les FCR sont régulièrement mises en œuvre pour des utilisations à plus de 1 000 °C (jusqu'à 1 500 °C suivant les oxydes rajoutés). On les utilise sous forme de fibres en vrac, de nappes, de modules, de pièces de formes, en ajout dans des mortiers ou des produits de jointage réfractaires prêts à l'emploi.

Depuis le début des années 1990, de nouvelles fibres moins bio-persistantes, les laines AES (Alkaline and Alkaline Earth Silicate ou laines de silicate alcalino-terreux ; n°CAS : 329211-92-9), sont fabriquées par les principaux producteurs de FCR. Depuis 1998, une deuxième génération d'AES est commercialisée, avec des températures maximales d'utilisation supérieures à celles de première génération (1 250 °C environ pour ces dernières contre 1 000 °C pour les premières).

FIGURE 1

TYPLOGIE SIMPLIFIÉE DES MATÉRIAUX FIBREUX  
(EN ROUGE, LES FIBRES MINÉRALES ARTIFICIELLES ÉTUDIÉES DANS CE GUIDE)



## 1.2 DÉFINITIONS RÉGLEMENTAIRES

Il existe plusieurs définitions disponibles pour chaque variété de FMA, qu'il s'agisse de définitions normalisées telles les normes NF (normalisation française) ou CAS (Chemical Abstracts Service) ou extraites du droit européen.

Il est à remarquer qu'aucune de ces définitions n'est d'une extrême précision, ce qui entraîne une flexibilité quant aux compositions chimiques possibles pour ces fibres.

### 1.2.1 Laines minérales

- **Norme NF B 20-001** : ensemble de fibres en matière minérale amorphe, de consistance laineuse, et obtenues normalement à partir de laitier, de roche ou de verre.
- **Directive européenne 97/69/CE du 5 décembre 1997** : fibres (de silicates) vitreuses artificielles à orientation aléatoire dont le pourcentage pondéral d'oxydes alcalins et d'oxydes alcalino-terreux ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{BaO}$ ) est supérieur à 18 %.

### 1.2.2 Fibres céramiques réfractaires

- **Directive européenne 97/69/CE du 5 décembre 1997** : fibres (de silicates) vitreuses artificielles à orientation aléatoire dont le pourcentage pondéral d'oxydes alcalins et d'oxydes alcalino-terreux ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO} + \text{MgO} + \text{BaO}$ ) est inférieur à 18 %.
- **Définition CAS<sup>1</sup>** : fibres artificielles amorphes produites à partir du mélange, par centrifugation ou soufflage, de kaolin calciné ou d'une combinaison d'alumine et de silice. Des oxydes tels que la zircone, l'oxyde ferrique, l'oxyde de magnésium, l'oxyde de calcium ou des alcalins peuvent être ajoutés. Les pourcentages pondéraux estimés correspondent à : alumine (20-80 %) ; silice (20-80 %) ; autres oxydes en quantité moindre.

#### Laines AES

Leur composition (fibres de silicates vitreuses artificielles à orientation aléatoire et dont le pourcentage pondéral d'oxydes alcalins et d'oxydes alcalino-terreux ( $[\text{Na}_2\text{O}] + [\text{K}_2\text{O}] + [\text{CaO}] + [\text{MgO}] + [\text{BaO}]$ ) est supérieur à 18 %) les classe dans la même catégorie que les laines minérales classiques (verre, roche, laitier).

## 1.3 COMPOSITIONS CHIMIQUES ET CARACTÉRISTIQUES

### 1.3.1 Laines minérales

- La laine de verre est produite par fusion de sable. Sa composition est :  
 $\text{SiO}_2$  : 63 à 65 %     $\text{Al}_2\text{O}_3$  : 2 à 4 %     $\text{Na}_2\text{O}$  et  $\text{K}_2\text{O}$  : 15 à 19 %  
 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  : 0 à 1 %     $\text{CaO}$  et  $\text{MgO}$  : 9 à 12 %  
 $\text{B}_2\text{O}_3$  : 2 à 6 %     $\text{BaO}$  : 0 à 3 %  
Les fibres ont un diamètre moyen de 2 à 8  $\mu\text{m}$  et un point de fusion de 650 à 700 °C.

- La laine de roche a comme matière première le basalte (roche alumino-siliceuse). Sa composition est :  
 $\text{SiO}_2$  : 38 à 48 %     $\text{Al}_2\text{O}_3$  : 10 à 24 %     $\text{K}_2\text{O}$  et  $\text{Na}_2\text{O}$  : 1 à 3 %  
 $\text{FeO}$  : 2 à 11 %     $\text{CaO}$  et  $\text{MgO}$  : 20 à 40 %

**Information** : les laines haute température, introduites au début des années 1990, se définissent comme des laines de roche à forte teneur en alumine et faible teneur en silice. Les composants principaux de ces laines restent des roches de type basalte ou diabase (dolerite) additionnées d'agents de fusion tels que le carbonate de calcium et la dolomite. Depuis la fin des années 1990, elles sont les seules laines de roche présentes sur le marché. Malgré leur dénomination de laines haute température, elles ne peuvent substituer les FCR que pour des températures relativement basses (<1 000 °C).

- La laine de laitier a pour matière première les résidus de hauts fourneaux. Sa composition est :  
 $\text{SiO}_2$  : 37 à 45 %     $\text{Al}_2\text{O}_3$  : 10 à 12 %     $\text{Na}_2\text{O}$  et  $\text{K}_2\text{O}$  : 0 à 1 %  
 $\text{FeO}$  : 0 à 1 %     $\text{CaO}$  et  $\text{MgO}$  : 40 à 48 %  
Les fibres de roche et de laitier ont un diamètre moyen de 1,7 à 3,5  $\mu\text{m}$  et un point de fusion de 760 à 870 °C.

- Impuretés présentes :
  - des particules non fibreuses (Shot) sont produites lors de la fabrication des fibres de roche et de laitier. Elles peuvent représenter 20 à 50 % en poids du matériau pour les laines de roche et de laitier, mais ne sont qu'à l'état de trace pour les laines de verre. Bien que ce soit la forme "fibre" qui confère l'essentiel des propriétés isolantes, la présence de shots ne semble pas altérer ces propriétés,
  - depuis les années 1950, des huiles et autres lubrifiants sont additionnés aux laines durant le traitement pour réduire la production de poussières du produit. Un liant organique peut être appliqué sur les laines immédiatement après la formation des fibres afin de maintenir les fibres sous forme de masse spongieuse (ensimage). Ce liant est habituellement une résine formo-phénolique. D'autres additifs appliqués sur les laines peuvent inclure des agents antistatiques, des agents d'élasticité, des stabilisants et des inhibiteurs de micro-organismes. Depuis quelques années, d'autres résines sont utilisées, les résines mélamines ou acryliques. Les liants contenus dans les laines d'isolation restent quantitativement faibles (1 à 10 % en moyenne). Les producteurs annoncent qu'un fort dégagement de formol, de phénol et d'autres composés se produit lorsque les laines sont portées pour la première fois au-dessus de 200 °C environ. Mais à basse température, voire à température ambiante, le dégagement des composés organiques volatils est aussi présent.

### 1.3.2 Fibres céramiques réfractaires

- Les FCR sont produites par fusion de kaolin calciné (États-Unis d'Amérique) ou d'une combinaison d'alumine et de silice (Europe), ce qui leur donne la composition suivante :  
 $\text{SiO}_2$  : 47 à 54 %     $\text{Al}_2\text{O}_3$  : 35 à 51 %     $\text{Na}_2\text{O}$  : < 1 %  
 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  : < 1 %     $\text{CaO}$  : < 1 %     $\text{K}_2\text{O}$  : < 1 %  
 $\text{ZrO}_2$  : 0 à 17 %     $\text{MgO}$  : < 1 %     $\text{TiO}_2$  : 0 à 2 %  
Elles ont un diamètre moyen de 1 à 5  $\mu\text{m}$  et un point de fusion de 1 740 à 1 800 °C.

<sup>1</sup> Seule définition officielle selon l'Ecfia (European Ceramic Fibres Industry Association).

- Impuretés présentes :

- des particules non fibreuses (Shot) sont produites lors de la fabrication des FCR. Elles peuvent représenter de 40 à 60 % en poids du matériau (Inserm [4], 1999),
- les FCR contiennent le moins possible d'alcalins et d'alcalino-terreux, considérés comme des impuretés pour ces types de fibres. C'est en effet cette absence d'alcalins et d'alcalino-terreux qui leur confère une résistance à de très hautes températures.

Dans de nombreux produits contenant des FCR, il n'y a pas de liant et les fibres sont tenues entre elles par des procédés mécaniques (ex: nappe aiguilletée). Quand ils existent, les liants peuvent être

d'origine organique ou inorganique. Les liants organiques ne résistent pas aux très hautes températures. Ils sont donc utilisés comme liant intermédiaire, facilitant la manipulation et réduisant les émissions de poussières, et seront dégradés dès la première utilisation à haute température.

- Les liants organiques regroupent l'amidon, les résines formo-phénoliques (<10 % en poids) et les résines acryliques (polymère d'éthyl-acrylate) (<15 % en poids) pour les basses températures,
- les liants inorganiques regroupent la silice et les silicates, la silice colloïdale et l'argile.

## 2. Production

Les données chiffrées présentées dans ce paragraphe sont issues essentiellement du rapport de l'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset - Rapport d'expertise collective relatif aux laines minérales et aux filaments continus de verre ; "Comité d'experts spécialisés des risques liés aux milieux aériens" ; "Groupe de travail fibres minérales artificielles" – Sous presse à la date de rédaction de ce document). Les données de ce rapport sont elles-mêmes en majorité issues du rapport **non publié** du Filmm (Syndicat national des fabricants d'isolants en laines minérales manufacturées) : "Les laines minérales dans le bâtiment". Ce rapport non publié est consécutif aux auditions du Filmm par l'Afsset en 2007.

### 2.1 PRODUCTION DES LAINES MINÉRALES

Toutes les LM sont obtenues suivant un même procédé général :

- les matières premières, que sont le basalte et le carbonate de calcium pour la laine de roche, le laitier de haut fourneau pour la laine de laitier et le sable pour la laine de verre, sont fondues à des températures comprises entre 1 000 et 1 500 °C ;
- puis ce mélange est coulé afin de permettre le fibrage par différents procédés (centrifugation dans un disque percé pour la laine de verre, centrifugation sur des roues à rotation rapide pour les laines de roche et de laitier) (figure 2) ;
- un liant garantissant la tenue des fibres entre elles est pulvérisé à la sortie et les fibres sont soufflées sur un tapis roulant pour former un matelas qui passe ensuite dans un four afin de polymériser le liant. C'est ce liant qui va donner les différentes couleurs connues pour les LM (jaune ou vert essentiellement). D'autres produits peuvent être rajoutés suivant les spécificités attendues du produit (agents supprimeurs de poussières, agents antistatiques, agents mouillants, résines) ;
- à partir de là, le produit peut être découpé et emballé tel quel, ou bien partir dans un circuit dit secondaire afin d'y être transformé en une grande variété de formes (flocons, plaques, pièces de forme).

Les premières LM ont commencé à être fabriquées industriellement en 1885 en Angleterre, à partir du laitier de hauts fourneaux (résidu de la fabrication de fonte). La laine de roche a été quant à elle produite pour la première fois en 1897 aux États-Unis d'Amérique et il a fallu attendre 1930 pour la production de laine de verre.

Les chiffres de la production française sont difficilement appréciables, mais les ventes de LM en France étaient de 12 millions de m<sup>3</sup> par an en 1993 et de plus de 20 millions de m<sup>3</sup> par an en 2004 (soit environ 500 000 tonnes, mais la densité est très fluctuante en fonction du produit). Connaître ces chiffres de ventes ne permet cependant pas de fournir d'indications relatives aux quantités réellement utilisées en France. En effet, une part de ces produits peut être exportée, soit pour être directement utilisée hors du territoire, soit pour y être transformée et revenir en France sous forme de produits secondaires. À cela, se joint aussi l'importation de produits primaires.

### 2.2 PRODUCTION DES FIBRES CÉRAMIQUES RÉFRACTAIRES

La FCR a été conçue en 1942 aux États-Unis d'Amérique et sa commercialisation a réellement débuté au milieu des années 1950. La production en Europe a démarré au milieu des années 1960.

Les matières premières sont fondues dans un four à des températures allant de 1 500 °C à 2 100 °C, puis le mélange est projeté sur des roues en rotation (procédé par centrifugation) ou à l'intérieur d'un courant d'air (procédé par soufflage). Par création d'un vide, les fibres formées sont emmenées sur un tapis pour former un matelas. À ce niveau, soit les fibres sont conditionnées telles quelles (fibres en vrac), soit elles sont dirigées vers une aiguilleuse pour former des nappes (dites nappes aiguilletées). Ces deux types de produits sont dit primaires et peuvent être utilisés en l'état, mais ils peuvent aussi servir à la fabrication de produits secondaires plus élaborés (modules, plaques ou pièces de formes, feutres, papiers, tresses...) ou être ajoutés dans des mastics et des bétons.

La France est un important producteur européen de FCR. En 1990, elle assurait près de 40 % de cette production pour environ 21 500 tonnes par an. Depuis 1994, la production annuelle française a régulièrement baissé et se situait aux environs de 7 500 tonnes par an en 2004. Cette chute s'explique notamment par le fait que, depuis le début des années 1990, de nouvelles fibres moins bio-persistantes, les laines AES, sont fabriquées par les principaux producteurs de FCR. La production d'AES a fortement progressé depuis les années 1990 pour atteindre 14 000 tonnes en 2004, soit 65 % de la production totale de fibres d'isolation haute température. En 2005, la commercialisation des AES "deuxième génération" a de nouveau fait chuter le niveau de production des FCR. Elles représentaient près de 55 % de parts de marché en Europe. Pour les mêmes raisons que celles indiquées pour les LM, les quantités de FCR présentes sur le territoire français paraissent difficilement évaluables.

### 2.3 PRODUCTION DES FIBRES MINÉRALES ARTIFICIELLES : LES PRINCIPALES PROFESSIONS CONCERNÉES

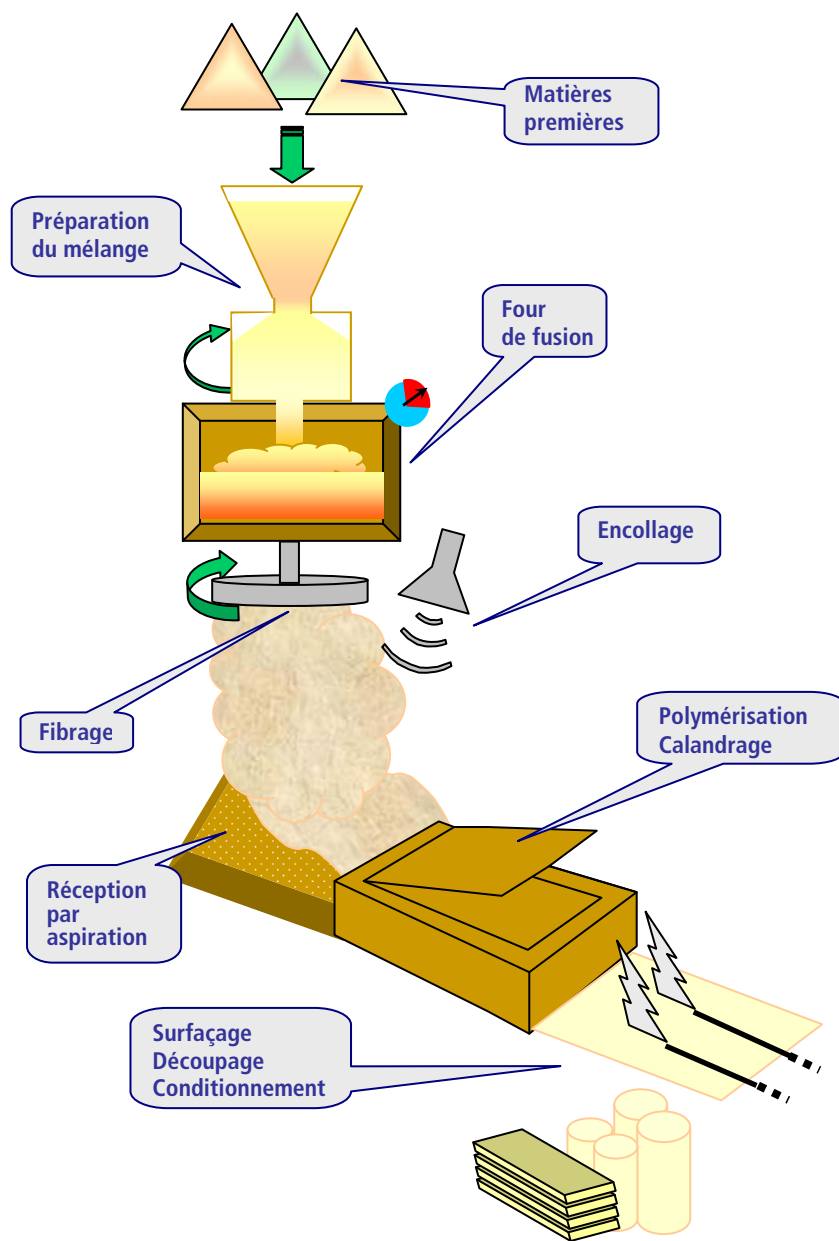
L'ensemble des personnels de la production de FMA est concerné par les expositions. Les plus exposées sont les personnes affectées aux finitions et à la transformation en produits secondaires, ainsi que les personnels de maintenance et d'entretien. Les personnes exerçant directement aux postes de production des LM sont moins exposées quantitativement (les fibres ne sont pas encore formées et il n'existe donc que l'exposition ambiante, ou bien elles sont immédiatement enduites de liant par pulvérisation après génération et donc peu émettrices). Pour ces deux types de personnels, l'exposition est permanente. Le reste des personnels, administratif ou encadrement, est exposé de façon plus ou moins sporadique et à des niveaux encore plus bas.

Les niveaux d'exposition avant les années 1960 dans les secteurs de la production étaient supérieurs. Pour les LM, Cherrie et Dogson [6] parlent d'un facteur de réduction de concentration de 3 à 9 entre les niveaux des années 1940 et ceux des années 1980. Il y aurait plusieurs

facteurs explicatifs à la fluctuation des niveaux d'exposition : diamètre des fibres dans le produit, contenu en huile (agent suppressor de poussières) et liant du produit, procédé de fabrication, taille du bâtiment, ventilation, nettoyage des lieux de travail...

FIGURE 2

SCHÉMA SIMPLIFIÉ DU PROCÉDÉ DE FABRICATION DES FIBRES MINÉRALES ARTIFICIELLES



### 3. Utilisations des fibres minérales artificielles ; secteurs et professions concernés

#### 3.1 UTILISATIONS DES LAINES MINÉRALES, SECTEURS ET PROFESSIONS EXPOSÉS

Les LM sont essentiellement utilisées pour l'isolation thermique ou acoustique des bâtiments, ainsi que pour la protection incendie des structures. Ces utilisations représentent 85 % de la production. L'industrie, pour l'isolation des tuyaux, des fours, des chaudières, la climatisation et la ventilation (gainés de circulation d'air), l'électroménager, mais aussi la culture hors-sol sont les autres débouchés de ces FMA (tableau 1).

Les laines de roche ou de laitier sont préférées à la laine de verre quand il y a nécessité d'une meilleure résistance mécanique ou résistance au feu. La laine de verre est donc utilisée pour des températures inférieures à 500 °C en continu, les laines de roche et de laitier pour des températures allant jusqu'à 700 °C maximum. La laine de roche est plus utilisée que la laine de verre pour l'isolation des sols et planchers. Elle possède en effet une plus grande stabilité et une meilleure résistance à la compression. Elle est aussi plus souvent utilisée pour ses qualités d'isolant acoustique. La laine de verre, plus "souple" et donc plus facile à poser, est notamment utilisée dans les endroits exigus comme les soupentes des toitures. La laine de laitier, beaucoup moins répandue que les deux autres variétés de LM, est régulièrement utilisée pour les flocages, dans les parkings souterrains par exemple, mais aussi comme laine soufflée dans les combles ou interstices.

Dans la construction navale, les LM ont une utilisation mixte entre le bâtiment et l'industriel, puisqu'elles servent aussi bien à l'isolation acoustique ou thermique des cabines, qu'à l'isolation des parties techniques des bateaux comme les machineries et les tuyauteries. À titre d'exemple, environ 1 500 tonnes de laine de roche ont été utilisées lors de la fabrication du navire de croisière Queen Mary II, qu'il s'agisse, en fonction des applications, de panneaux découpés et revêtus (aluminium, plomb, voile de verre) pour isoler la coque du navire, les structures métalliques, les salles machines, les cabines, ou de pièces de forme, pour les tuyauteries notamment [7].

Il est important de comprendre que, quel que soit le secteur d'activité, primaire, secondaire ou tertiaire, les constructions contiennent plus que probablement des LM. Les personnes amenées à intervenir sur ces bâtiments sont donc toutes susceptibles d'être en contact avec des fibres de LM.

##### Les professions exposées :

- utilisent ces matériaux pour des opérations d'isolation ou de calorifugeage : calorifugeurs, poseurs d'isolations acoustiques ou thermiques, menuisiers du bâtiment... ;
- interviennent sur des matériaux déjà en place : métiers de l'isolation, ouvriers de maintenance, ouvriers du second œuvre du bâtiment (plombiers, couvreurs, électriciens, charpentiers, menuisiers), soudeurs, tuyauteurs... ;
- peuvent se trouver à proximité immédiate de personnes intervenant sur ces matériaux : ouvriers ou techniciens des secteurs utilisateurs en général.

**TABEAU 1** PRINCIPALES APPLICATIONS DES LAINES MINÉRALES PAR TYPE DE PRODUITS

| Type de produits                       | Principales applications                                                                                         |                                                                                                     |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nappes/Rouleaux</b>                 | Isolation thermique des combles, pentes de toit, planchers<br>Isolation de tuyauteries                           | Isolation de matériels électriques, électroménagers, de matériel de transports                      |
| <b>Vrac/Flocons</b>                    | Isolation thermique des combles perdus (soufflage)<br>Isolation des espaces clos d'épaisseur réduite (injection) | Protection incendie, isolation acoustique (flocage)<br>Culture hors-sol                             |
| <b>Panneaux</b>                        | Isolation de parois de cuves, de chaudières...<br>Isolation thermique/acoustique des murs, plafonds              | Isolation de matériels électriques, électroménagers, de matériel de transports<br>Écrans thermiques |
| <b>Pièces de formes (coquilles...)</b> | Isolation de tuyauteries<br>Gainés d'aérations                                                                   | Culture hors-sol                                                                                    |

#### 3.2 UTILISATIONS DES FIBRES CÉRAMIQUES RÉFRACTAIRES, SECTEURS ET PROFESSIONS EXPOSÉS

Étant donné la relative difficulté à fabriquer des FCR et leur coût élevé, ces fibres ne sont pas aussi répandues que les LM. Elles sont, par exemple, quasiment absentes de l'isolation des bâtiments et donc plutôt réservées à des applications industrielles à (très) hautes températures. En termes d'application (tableau 2), la répartition en

volumes utilisés en FCR est la suivante :

- garnissage de fours industriels et de hauts fourneaux : 50 % ;
- isolation des appareils de chauffage industriels ou domestiques : 20 % ;
- métallurgie (garnissage des moules, lingotières, wagonnets...) : 10 % ;
- isolations industrielles en général (tuyauteries...) : 10 % ;
- automobile (pot catalytique, filtre airbag...) : 5 % ;
- protection incendie (porte coupe-feu, clapet antifeu) : 5 %.

Pour les FCR, la part des applications domestiques à la fin des années 1980 représentait 20 % du volume (isolation de chaudières, des fours, des plaques vitrocéramiques, des inserts...). Leur classification en tant que substance cancérigène (groupe 2B du Circ en 1988 et cancérigène de catégorie 2 de l'Union européenne en 1998) a fait fortement se recentrer les utilisations vers le monde professionnel. Actuellement, 98 % des FCR sont utilisées dans le domaine industriel.

Les **principaux secteurs** sont la chimie et la pétrochimie, la sidérurgie, l'industrie du verre et de la céramique, ou encore la construction automobile.

#### Les professions exposées :

- utilisent ces matériaux pour des opérations d'isolation ou de calorifugeage ;
- interviennent sur des matériaux déjà en place : métiers de l'isolation, ouvriers de maintenance, soudeurs, tuyauteurs...
- peuvent se trouver à proximité immédiate de personnes intervenant sur ces matériaux : ouvriers ou techniciens des secteurs utilisateurs en général.

| TABLEAU 2 PRINCIPALES APPLICATIONS DES FIBRES CÉRAMIQUES RÉFRACTAIRES PAR TYPE DE PRODUITS |                                                                         |                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Type de produits                                                                           | Principales applications                                                |                                  |
| <b>Nappes/modules</b>                                                                      | Isolation de fours<br>Joints de dilatation<br>Protection feu            | Matières premières*              |
| <b>Vrac</b>                                                                                | Matières premières*<br>Joints d'étanchéité de fours                     | Joints de dilatation             |
| <b>Panneaux</b>                                                                            | Isolation de parois, de fours et de chaudières<br>Joints de dilatation  | Écrans thermiques                |
| <b>Papiers</b>                                                                             | Isolation thermique<br>Isolation électrique<br>Isolation de lingotières | Filtration haute température     |
| <b>Pièces de formes</b>                                                                    | Isolation de fours et chaudières<br>Isolation de tuyauteries            | Isolation de pièces en fonderies |
| <b>Textiles</b>                                                                            | Bouchage de fissure<br>Isolation composite pour l'aérospatiale          | Rideaux thermiques               |

\* Nappe et vrac sont appelés produits primaires. Ils peuvent être utilisés tels quels, ou servir de "matières premières" pour les produits dits secondaires (panneaux, pièces de formes...).

## 4. Effets sur la santé et réglementation

### 4.1 EFFETS SUR LA SANTÉ

Toutes les FMA, en particulier celles dont le diamètre dépasse 4 µm, ont un caractère irritant et peuvent induire notamment une dermatite irritative prurigineuse, ainsi que des irritations au niveau des yeux et des voies respiratoires supérieures. Des manifestations allergiques cutanées ou respiratoires peuvent également survenir, selon la composition chimique et la présence d'additifs (liants...).

Les FCR sont cancérogènes chez l'animal. Les données épidémiologiques disponibles ne permettent pas d'évaluer le risque de cancer lié à l'exposition aux FCR chez l'homme. Toutefois, chez les travailleurs de l'industrie de production exposés à ces fibres, des excès d'épaississements pleuraux et des altérations de la capacité respiratoire ont été observés.

Il existe des preuves limitées de la cancérogénicité des LM chez l'animal, qui induisent des tumeurs par voie intrapéritonéale, mais pas par voie inhalatoire. Les études portant sur les travailleurs du secteur de la production de LM ne mettent pas en évidence d'augmentation du risque de cancer ou de pathologies respiratoires non malignes. Cependant, l'exposition dans le secteur de la production est d'un niveau généralement plus faible que chez les utilisateurs de ces matériaux, pour lesquels les données épidémiologiques sont insuffisantes pour évaluer le risque associé aux LM du point de vue de leur cancérogénicité pour l'homme.

### 4.2 RÉGLEMENTATION

#### 4.2.1 Classification Circ/Union européenne

##### Laines minérales

- **Circ**: groupe 3 (*l'agent - le mélange ou le mode d'exposition - ne peut être classé quant à sa cancérogénicité pour l'homme*); groupe 2B (*l'agent ou le mélange est un cancérogène possible pour l'homme*) jusqu'en 2002;
- **Union européenne**: cancérogène de catégorie 3 (*substances préoccupantes pour l'homme en raison d'effets cancérogènes possibles mais pour lesquelles les informations disponibles ne permettent pas une évaluation suffisante*).

##### Fibres céramiques réfractaires

- **Circ**: groupe 2B (*l'agent ou le mélange est un cancérogène possible pour l'homme*);
- **Union européenne**: cancérogène de catégorie 2 (*substances devant être assimilées à des substances cancérogènes pour l'homme*).

#### 4.2.2 Valeur limite moyenne d'exposition

##### Laines minérales

- **France**: 1 fibre.cm<sup>-3</sup> (valeur indicative);
- États-Unis d'Amérique: 1 fibre.cm<sup>-3</sup>;
- Allemagne; Australie: 0,5 fibre.cm<sup>-3</sup>;
- Irlande; Pays-Bas: 2 fibres.cm<sup>-3</sup>.

##### Fibres céramiques réfractaires

- **France**: du 26 octobre 2007 au 30 juin 2009: 0,5 fibre.cm<sup>-3</sup> (contre 0,6 fibre.cm<sup>-3</sup> antérieurement); à compter du 1<sup>er</sup> juillet 2009: 0,1 fibre.cm<sup>-3</sup>;
- Royaume-Uni: 1 fibre.cm<sup>-3</sup>;
- Allemagne: 0,5 fibre.cm<sup>-3</sup> (production) et 0,25 fibre.cm<sup>-3</sup> (installations nouvelles);
- Italie/Suède: 0,2 fibre.cm<sup>-3</sup>;
- États-Unis d'Amérique: valeur préconisée par "The RCF Coalition": 0,5 fibre.cm<sup>-3</sup> sur 8 h TWA; valeur préconisée par The American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH): 0,2 fibre.cm<sup>-3</sup> sur 8 h TWA.

#### 4.2.3 Identifiants réglementaires

##### Laines minérales

- n° CAS 71888-51-2 (Synthetic fibers, silica);
- n° CAS 287922-11-6 (laine de roche HT);
- n° CAS RN 194718-72-4 (laine de roche);
- n° index européen: 650-016-00-2;
- R38; Xi; irritant pour la peau.

##### Fibres céramiques réfractaires

- n° CAS: 142844-00-6;
- R49; R38; Xi; irritant pour la peau.

## 5. Matrice emplois-expositions aux laines minérales

### 5.1 DÉFINITION DES NUISANCES ÉVALUÉES

Il n'a pas été possible de distinguer clairement les applications des différents types de laines dans cette matrice. La matrice relative aux expositions aux LM les évalue donc sans distinction.

L'unité utilisée pour définir l'intensité d'exposition est le nombre de fibres par centimètre cube (ou par millilitre) d'air.

Rappelons que la définition d'une fibre par l'OMS (comptage de fibres par MOCP définies dans la méthode OMS) est : diamètre  $\leq 3 \mu\text{m}$ , longueur  $\geq 5 \mu\text{m}$ ,  $L/D \geq 3$ . Or, l'étendue de la moyenne des diamètres des LM est de 1,7 à 8  $\mu\text{m}$ . Dans les études nord-américaines, l'utilisation des règles de comptage NIOSH 7400 B<sup>2</sup> entraîne une sous-estimation des concentrations réelles (d'un facteur moyen de 2 à 3 [8]) ; de même en ce qui concerne la non-prise en compte du dépôt de fibres sur le cylindre protégeant le filtre au cours du prélèvement. De plus, la MOCP ne permet de mesurer que des fibres de diamètre supérieur à 0,25  $\mu\text{m}$  et de longueur supérieure à 5  $\mu\text{m}$ . Il est donc entendu que toutes les fibres ne sont pas prises en compte au cours des comptages, notamment les plus fines ou les plus courtes, ou celles de diamètre plus gros ( $> 3 \mu\text{m}$ ). Les niveaux généralement relevés dans la littérature retenue semblent donc inférieurs aux niveaux "toutes fibres" réellement présents.

### 5.2 RÉALISATION PRATIQUE DE LA MATRICE

Pour réaliser la matrice, les étapes ont été les suivantes :

1/ Une recherche bibliographique a permis de préciser les caractéristiques des nuisances (physique, chimie, toxicologie), de recueillir des informations sur les procédés de fabrication, les circonstances d'utilisation, les produits et substances compris dans l'évaluation, les réglementations applicables et de réunir les données métrologiques et épidémiologiques disponibles, ainsi que les voies de pénétration prises en compte.

Un niveau minimum dans la population générale au-dessus duquel un individu est considéré comme exposé a également été défini. La base de données Evalutil [9] a servi d'assise à la réflexion de ce travail préparatoire. En effet, cette base rassemble des données métrologiques en milieu professionnel extraites de la littérature scientifique internationale ou de rapports techniques [6, 8, 10-36].

2/ Les nomenclatures de professions ont été systématiquement passées en revue pour définir les codes des professions exposées (à un niveau supérieur à celui de la population générale). Les professions avec une "exposition inférieure au minimum *a priori* quel que soit le secteur" ont été éliminées.

3/ Classement des secteurs d'activité selon deux grandes catégories :

- présence de LM uniquement dans l'isolation classique des bâtiments et pas de raison connue d'un délitage excessif de ces isolations : les travailleurs de type administratif de ces secteurs n'ont pas d'expositions supérieures à celle du "bruit de fond" de la population générale ( $10^{-3} \text{ f.cm}^{-3}$ ). Seuls seront exposés les travailleurs susceptibles d'intervenir sur ces isolations (électriciens, plombiers, personnels d'entretien...),
- en dehors de la présence de laines minérales dans les locaux, ces matériaux peuvent se retrouver dans les procédés de production ou en tant qu'isolants de machines ou de matériels. Les travailleurs naturels de ces secteurs peuvent donc être confrontés à une exposition directe, indirecte ou passive, supérieure au "bruit de fond" de la population générale.

4/ Création des couples profession x secteur spécifiques, puis création d'algorithmes (1 métier avec des expositions équivalentes sur plusieurs secteurs, ou 1 secteur avec des expositions équivalentes pour plusieurs métiers).

5/ Évaluation semi-quantitative des expositions (probabilité, intensité, fréquence – voir § suivant) dans chaque couple-période créé.

### 5.3 PÉRIODES D'EXPOSITION RETENUES

La production et les utilisations de LM ont beaucoup évolué depuis les années 1940 : augmentation des tonnages produits, mais aussi apparition de nouveaux matériaux pouvant se substituer aux laines, remplacement de l'amiante pour certaines utilisations. Afin de simplifier la matrice, autant pour sa construction que pour sa lecture, seules trois dates principales ont été retenues (1945, 1975 et 1985) pour les raisons suivantes :

- 1945 : reconstruction après guerre, début de l'utilisation en masse de LM ;
- 1975 : suite au choc pétrolier, efforts dans l'isolation, des logements notamment, ajoutés à une première réglementation amiante (flocages interdits en 1978) ;
- 1985 : baisse significative de l'utilisation de l'amiante (amorcée dès 1975), abaissement des VLE amiante (1987) et 2<sup>e</sup> réglementation amiante (seul le chrysotile reste autorisé après 1988).

Quelques dates particulières sont aussi présentes suivant les spécificités de l'emploi.

### 5.4 INDICES D'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION

Trois indices ont été utilisés pour évaluer l'exposition aux fibres de LM : la proportion de travailleurs exposés, l'intensité, la fréquence. Le type d'exposition majoritaire (direct ou indirect) est noté dans la matrice à titre informatif.

<sup>2</sup> NIOSH : National institut for occupational safety and health.

### 5.4.1 La probabilité d'exposition

C'est la proportion moyenne de travailleurs de l'emploi concerné exposés aux fibres de LM. Cette probabilité est évaluée en quatre classes :

|                          | 1. Faible | 2. Moyenne | 3. Forte | 4. Très forte |
|--------------------------|-----------|------------|----------|---------------|
| Proportion d'exposés (%) | 1 à 10    | 11 à 50    | 51 à 90  | ≥90           |

Lorsque dans un emploi donné, moins de 1 % des personnes sont exposées, l'emploi est considéré comme non exposé et n'est pas présenté dans la matrice.

autres sources de contamination *via* des machines ou des procédés utilisant les FMA.

L'intensité évalue la concentration à laquelle est soumis l'opérateur au moment de l'exposition (ou pendant les tâches exposantes) en fonction des tâches effectuées et de son environnement de travail.

### 5.4.2 L'intensité

#### Intensité minimum

Les intensités d'exposition prises en compte sont celles qui sont supérieures aux niveaux de fond relevés dans des bâtiments avec des dalles de plafond ou des systèmes de ventilation contenant des FMA, soit des niveaux de l'ordre de  $10^{-3}$  f.cm<sup>-3</sup> (Inserm [4] - 1999) ; sont donc exclues les personnes qui n'ont qu'une exposition passive par le biais de l'isolation de leur lieu de travail, mais sans

Les niveaux d'exposition concernent toutes les fibres (inhalables, respirables...) car si les fibres les plus "fines" (dites respirables : diamètre <3 µm) sont susceptibles d'avoir des effets sur l'appareil respiratoire, les fibres de diamètre plus important peuvent avoir des effets cutanés, ophtalmologiques et au niveau des voies aéro-digestives supérieures. La proportion de fibres respirables varie suivant les observations de terrain de 20 à 80 %.

|                                            | Intensité 1                                                                                                                                                   | Intensité 2                                                                                                                  | Intensité 3                                                                                                                               |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Échelle quantitative (f.cm <sup>-3</sup> ) | 0,001 à 0,1                                                                                                                                                   | 0,1 à 1*                                                                                                                     | ≥ à 1                                                                                                                                     |
| Ambiance/Tâches                            | Pas d'intervention directe sur les matériaux (présence sur site de production ou de pose) ou petites interventions (petites quantités utilisées) sans usinage | Interventions directes sur matériaux avec usinage ou pose de matériaux compacts neufs essentiellement<br>Production primaire | Interventions (installation/retrait) sur matériaux friables ou retrait/usinage de matériaux compacts usagés (grosses quantités utilisées) |

\* Pour rappel, la VME est de 1 f.cm<sup>-3</sup>.

### 5.4.3 La fréquence

Elle donne une indication du temps moyen que l'opérateur passe à effectuer ces tâches exposantes sur l'ensemble de son temps de travail. Cette fréquence est découpée en quatre classes :

|          | 1. Occasionnelle | 2. Intermittente  | 3. Fréquente | 4. Permanente |
|----------|------------------|-------------------|--------------|---------------|
| % global | <5               | 5-30              | 30-70        | >70           |
| Jour     | <30 min          | 30-120 min        | 2-6 heures   | >6 heures     |
| Semaine  | <2 heures        | 2-8 heures        | 1-3 jours    | >3 jours      |
| Mois     | <1 jour          | 1-6 jours         | 6-15 jours   | >15 jours     |
| Année    | <15 jours        | 15 jours - 2 mois | 2-5 mois     | >5 mois       |

### 5.4.4 Type d'exposition

Le type d'exposition majoritaire est noté dans la matrice à titre informatif :

- **direct** : la personne manipule le matériau ;
- **indirect** : la personne est exposée *via* d'autres personnes manipulant le matériau.

## 5.5 NOMENCLATURES UTILISÉES

Les évaluations de l'exposition aux LM ont été réalisées pour des couples de professions et d'activités codés suivant la nomenclature française (PCS 1994 [3] pour les professions et NAF 2000 [2] pour les activités) et la nomenclature internationale (CITP 1968) [1] pour les professions<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> PCS : nomenclature des professions et catégories socioprofessionnelles ; NAF : nomenclature d'activités françaises ; CITP : classification internationale type des professions.

Deux matrices seront donc disponibles par type de fibres (LM et FCR) :

- la matrice CITP 1968 x NAF 2000 ;
- la matrice PCS 1994 x NAF 2000.

La matrice a été élaborée en premier lieu dans la version CITP 1968 x NAF 2000 car cette dernière intègre les intitulés de professions et de secteurs les plus précis et permet ainsi une évaluation de l'exposition la plus fine. La version PCS 1994 x NAF2000 a ensuite été élaborée par déclinaison de cette première version.

#### **Passage de la version CITP 1968 x NAF 2000 à la version PCS 1994 x NAF 2000**

1. Les codes professions PCS concernés par l'exposition ont été recherchés à partir de la nomenclature. En complément, les codes CITP de la matrice version CITP x NAF ont été transcodés en PCS.
2. Les croisements avec les codes NAF ont été réalisés en tenant compte de ceux de la version CITP x NAF et, pour chacun des emplois PCS x NAF ainsi créé, il a été défini de quel emploi CITP x NAF il devait être rapproché.
3. Compte tenu des différences de précisions entre les deux nomenclatures des professions (PCS et CITP), les indices d'exposition évalués dans la version CITP x NAF ont été revus et ajustés pour les appliquer à la version PCS x NAF.

## **5.6 PARTICULARITÉS DE LA MATRICE**

Seuls les couples de professions et secteurs d'activité considérés exposés à la substance sont indiqués dans la matrice ; les professions ou secteurs d'activité non présentés sont considérés comme non exposés.

- **Versión CITP 1968 x NAF 2000** : le secteur de la production de laine de verre est clairement identifié (*NAF 26.1G : fabrication de fibres de verre*). Il permet donc d'identifier les personnes exposées spécifiquement au sein de cette activité. Concernant les laines de roche et de laitier, ce secteur est inclus dans un secteur plus vaste (*NAF 26.8C : fabrication de produits minéraux non métalliques n.c.a.*). Donc, seul le croisement avec une CITP spécifique (*CITP 8 99 70 : conducteur de machine à filer ou fibrer le verre*) permet de différencier un groupe d'employés de la production.
- **Versión PCS 1994 x NAF 2000** : la PCS ne propose pas de code spécifique à la production de fibres, seul le code NAF 26.1G permet d'identifier les employés du secteur de la production de laine de verre. Rien ne permet d'isoler spécifiquement les employés de la production des laines de roche et de laitier.

**NB** : l'ensemble des informations concernant la construction de la matrice emplois-expositions aux FCR sera présenté dans la plaquette d'accompagnement au moment de sa mise en ligne et ce guide technique sera mis à jour.

# Références bibliographiques

- [1] Classification internationale type des professions. édition révisée ed. 1968, Genève : Bureau International du Travail. 415 p.
- [2] Nomenclature d'activités et de produits françaises NAF-CPF. 1999, Paris : Insee. 741 p.
- [3] Nomenclature des professions et catégories socioprofessionnelles PCS. 2nde éd. 1994 : Insee. 417 p.
- [4] Inserm – 1999 – Expertise collective – Effets sur la santé des fibres de substitution à l'amiante.
- [5] Afsset – Janvier 2007 – Les fibres minérales artificielles siliceuses : les fibres céramiques réfractaires et les fibres de verre à usage spécial, évaluation de l'exposition de la population générale et des travailleurs – Rapport.
- [6] Cherrie J and Dodgson J – 1986 – Past exposures to airborne fibers and other potential risk factors in the European man-made mineral fiber production industry – Scand J Work Environ Health – vol 12, suppl 1 – p 26-33.
- [7] [www.rockwool.fr](http://www.rockwool.fr)
- [8] Cherrie J, Dodgson J, Groat S and Maclaren W – 1986 – Environmental surveys in the European man-made mineral fiber production industry – Scand J Work Environ Health – vol 12, suppl 1 – p 26-33.
- [9] <http://etudes.isped.u-bordeaux2.fr/evalutil003/>
- [10] Antonsson AB and Runmark S – 1987 – Airborne fibrous glass and dust originating from reinforced plastics – Am. Ind. Hyg. Assoc. J – vol 48(8) – p 684-87.
- [11] Breyse PN, Lees PS, Rooney BC, McArthur BR, Miller ME and Robbins C – 2001 – End-user exposures to synthetic vitreous fibers: II. Fabrication and installation fabrication of commercial products – Appl Occup Environ Hyg – vol 16 – p 464-70.
- [12] Breyse PN, Rice C, Aubourg P, Komoroski MJ, Kalinowski M, Versen R, Woodson J, Carlton R and Lees PSJ – 1990 – Cowl rising procedure for airborne fiber sampling – Appl Occup Environ Hyg – vol 5 – p 619-22.
- [13] Cherrie J, Krantz S, Schneider T, Ohberg I, Kamstrup O and Linander W – 1987 – An experimental simulation of an early rock wool/slag wool production process – Ann. occup. Hyg. – vol 31 – p 567-82.
- [14] Corn M and Hammad Y – 1976 – Employee exposure to airborne fiber and total particulate matter in two mineral wool facilities – Environmental Research – vol 12 – p 59-74.
- [15] Corn M and Sansone EB – 1974 – Determination of total suspended particulate matter and airborne fiber concentrations at three fibrous glass manufacturing facilities – Environmental Research – vol 8 – p 37-52.
- [16] Crawford NP – 1987 – Monitoring and evaluating man-made mineral fibers: work of a WHO/Euro reference scheme – Ann Occup Hyg – vol 31 N° 4B – p 557-65.
- [17] Dement JM – 1975 – Environmental aspects of fibrous glass production and utilization – Environmental Research – vol 9 – p 295-312.
- [18] European Ceramic Fibre Industry Association (Ecfa). Recognition and control of exposure to refractory ceramic fibres (RCF). Paris: Ecfa, 1999 [Guide].
- [19] Esmen N, Corn M, Hammad Y, Whitier D and Kotsko N – 1979 – Summary of measurements of employee exposure to airborne dust and fiber in sixteen facilities producing man-made mineral fibers – Am. Ind. Hyg. Assoc. J – vol 40.
- [20] Esmen NA, Sheehan MJ, Corn M, Engel M and Kotsko N – 1982 – Exposure of employees to man made vitreous fibers: installation of insulation materials – Environmental research – vol 28 – p 386-98.
- [21] Filmm – Laines minérales et santé – livre blanc – avril 1999 – 2<sup>e</sup> édition.

- [22] Fowler DP, Balzer JL and Cooper WC – Exposure of insulation workers to airborne fibrous glass – American industrial hygiene association journal.
- [23] Head IWH and Wagg RM – 1980 – A survey of occupational exposure to man-made mineral fiber dust – Ann Occup Hyg – vol 23 – p 235-58.
- [24] INRS – Guimon M, Roos F – 2001 – Fiche pratique de sécurité ED 93 – Les laines minérales d'isolation : Bonnes pratiques d'utilisation.
- [25] Jacob – 1993 – Airborne glass fiber concentrations during manufacturing operations involving glass wall insulation - American industrial hygiene association journal – vol 54(6) – p 320-26.
- [26] Jacob TR, Hadley JG, Bender JR and Eastes W – 1992 – Airborne glass fiber concentrations during installation of residential insulation – American industrial hygiene association journal – vol 53(8) – p 519-23.
- [27] Jaffrey ASMT – 1990 – Levels of airborne man-made mineral fibers in U.K. dwellings. 1– Fiber levels during and after installation of insulation – Atmospheric Environment – vol 24 A, N° 1 – p 133-41.
- [28] Johnson – 1969 – Exposure to fibers in the manufacture of fibrous glass – American industrial hygiene association journal – p 545-50.
- [29] Kauffer E, Barat F, Certin JF, Laureillard J and Vigneron JC – 1993 – Matériaux isolants formés de fibres minérales artificielles – Niveaux d'empoussièrement et mesures de prévention lors de la pose – Cahiers de notes documentaires – vol 150.
- [30] Kauffer E and Vigneron JC – 1987 – Enquête épidémiologique dans deux usines productrices de fibres minérales artificielles – Arch Mal Prof – vol 48, N° 1 – p 1-6.
- [31] Krantz S – 1988 – Exposure to man-made mineral fibers at ten production plants in Sweden – Scand J Work Environ Health – vol 14, suppl 1 – p 49-51.
- [32] Lees PSJ, Breyse PN, McArthur BR, Miller ME, Rooney BC, Robbins CA and Corn M – 1993 – End user exposures to man-made vitreous fibers: 1. Installation of residential insulation products – Appl Occup Environ Hyg – vol 8(12).
- [33] Maxim LD, Allshouse JN, Chen SH, Treadway JF and Venturin O - 1998 – The development and use respirator response functions as part of a workplace exposure monitoring program for control of potential respiratory hazards – Regul Toxicol Pharmacol. – vol 27 – p 131-49.
- [34] Perrault G, Dion C and Cloutier Y – 1992 – Sampling and analysis of mineral fibers on construction sites – Appl Occup Environ Hyg – vol 7(5) – p 323-26.
- [35] Rice CH, Lockey JE and Lemasters GK – 1997 – Estimation of historical and current employee exposure to refractory ceramic fibers during manufacturing and related operations – Appl Occup Environ Hyg – vol 12(1) – p 54-61.
- [36] Schneider T – 1979 – Exposures to man-made mineral fibers in user industries in Scandinavia – Ann Occup Hyg – vol 22 – p 153-62.

**Sites Internet consultés (au 18 juillet 2008) :**

<http://etudes.isped.u-bordeaux2.fr/evalutil003/>

[www.rockwool.fr](http://www.rockwool.fr)

[www.film.fr](http://www.film.fr)

[www.eurima.org](http://www.eurima.org)

[www.isover.fr](http://www.isover.fr)

[www.ecfia.eu](http://www.ecfia.eu)

## Éléments techniques sur l'exposition professionnelle aux fibres minérales artificielles

Matrices emplois-expositions aux fibres minérales artificielles (FMA) :

- laines minérales (verre, roche, laitier)
- fibres céramiques réfractaires (FCR)

Ce guide a pour but de présenter les matrices emplois-expositions spécifiques des fibres minérales artificielles développées par le Département santé travail (DST) de l'Institut de veille sanitaire (InVS) et l'Essat (Équipe associée en santé travail; InVS-DST/Isped-LSTE; Bordeaux), et de donner des éléments techniques sur l'exposition professionnelle à ces produits en France de 1945 à 2007. Les matrices emplois-expositions fournissent, pour l'ensemble des emplois considérés comme exposés en France, la probabilité, la fréquence et l'intensité d'exposition pour les laines minérales (laine de verre; laine de roche; laine de laitier) et pour les FCR.

La matrice relative aux laines minérales, accompagnée d'une plaquette synthétique de présentation, est consultable sur le site Internet de l'InVS ([www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr)). La matrice FCR et sa plaquette synthétique seront disponibles ultérieurement, accompagnées d'une mise à jour de ce guide.

## Technical data on occupational exposure to Man made mineral fibers

Job-exposure matrices for man made mineral fibers (MMMMF)

- mineral wools (glass wool, rock wool, slag wool)
- refractory ceramic fibers (RCF)

*The aim of this guide is to present specific job-exposure matrices for man made mineral fibers that were developed by the Occupational Health department at the French Institute for Public Health Surveillance (Institut de veille sanitaire, InVS) and Essat (Équipe associée en santé travail; InVS-DST/Isped-LSTE; Bordeaux). The guide provides technical data on occupational exposure to those products in France from 1945 to 2007. For any job assessed as exposed in France, the job-exposure matrices provide the probability, frequency and exposure intensity for mineral wools (glass wool, rock wool, slag wool) and RCF.*

*The matrix related to mineral wool, together with its presentation booklet, is available for consultation on the InVS website ([www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr)). The matrix related to RCF and its presentation booklet will be available later, accompanied with an updating of this guide.*

### Citation suggérée:

Ducamp S et le groupe de travail Matgéné. Éléments techniques sur l'exposition professionnelle aux fibres minérales artificielles – Matrices emplois-Expositions aux fibres minérales artificielles: laines minérales, fibres céramiques réfractaires. Saint-Maurice (Fra): Institut de veille sanitaire, 2008, 15 p. Disponible sur [www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr)

### INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE

12 rue du Val d'Osne  
94 415 Saint-Maurice Cedex France  
Tél. : 33 (0)1 41 79 67 00  
Fax : 33 (0)1 41 79 67 67  
[www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr)

ISSN : 1956-5488  
ISBN-NET : 978-2-11-098305-3  
Réalisé par DIADEIS-Paris  
Dépôt légal : octobre 2008