

*Santé travail*

# Éléments techniques sur l'exposition professionnelle aux fibres d'amiante

Matrice emplois-expositions aux fibres d'amiante

# Sommaire

Abréviations	2
<b>1. L'amiante</b>	<b>3</b>
1.1. Définitions	3
1.1.1 Fibres d'amiante	3
1.1.2 Propriétés de l'amiante	4
1.2. Production et utilisations de l'amiante	4
1.2.1 Production	4
1.2.2 Produits contenant de l'amiante	5
1.2.3 Secteurs et professions concernés	6
1.3. Effets sur la santé	6
1.3.1 Les pathologies bénignes	6
1.3.2 Les pathologies malignes	7
1.4. Réglementation	7
1.4.1 Évolution de la législation en France	7
1.4.2 Réglementation actuelle	8
<b>2. La matrice emplois-expositions aux fibres d'amiante</b>	<b>9</b>
2.1. Périodes d'exposition retenues	9
2.2. Indices d'évaluation de l'exposition	9
2.2.1 Probabilité d'exposition	10
2.2.2 Fréquence d'exposition	10
2.2.3 Intensité d'exposition	10
2.3. Exemple d'utilisation pratique des différents indices d'évaluation de l'exposition	11
2.4. Nomenclatures utilisées	12
Références bibliographiques	14

# Éléments techniques sur l'exposition professionnelle aux fibres d'amiante

## Matrice emplois-expositions aux fibres d'amiante

### Rédacteurs

Aude Lacourt<sup>1,2</sup>, Patrick Brochard<sup>1,2</sup>, Stéphane Ducamp<sup>2,3</sup> et validation par le groupe de travail Matgéné<sup>3</sup>.

1/ Laboratoire santé travail environnement (LSTE), EA 3672, Institut de santé publique, d'épidémiologie et de développement (Isped), Université Victor Segalen Bordeaux 2, Bordeaux, France.

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

3/ DST, InVS, Saint-Maurice, France.

Ce guide a pour but de présenter la matrice emplois-expositions spécifique des fibres d'amiante développée par le DST-InVS et l'Essat, et de donner des éléments techniques sur l'exposition professionnelle à cette nuisance en France entre 1945 et 2007. En raison de la taille de celle-ci, et contrairement aux autres matrices issues du programme Matgéné, sa version CITP 1968 x NAF 2000 n'est consultable que sur le site internet "Evalutil" (<http://etudes.isped.u-bordeaux2.fr/evalutil003/>).

Quant au document synthétique de présentation, il est disponible comme les autres documents du programme Matgéné sur le site Internet de l'InVS : [www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr). De plus, un document de synthèse, produit par le DST de l'InVS : "Des indicateurs en santé travail. N°1 Risques professionnels dus à l'amiante" est consultable à la même adresse.

# Abréviations

<b>Circ</b>	Centre international de recherche sur le cancer
<b>DST</b>	Département santé travail
<b>Essat</b>	Equipe associée en santé travail
<b>InVS</b>	Institut de veille sanitaire
<b>MCA</b>	Matériaux contenant de l'amiante
<b>VLEP</b>	Valeur limite d'exposition professionnelle

# 1. L'amiante

## 1.1 DÉFINITIONS

Les fibres peuvent être définies comme des particules allongées dont le rapport longueur sur diamètre est au moins supérieur à 3. Seules les fibres fines dont le diamètre est inférieur à 3,5 microns ont la capacité d'atteindre la plèvre par inhalation.

Les fibres peuvent être classées selon leur nature : organiques ou inorganiques et naturelles ou synthétiques. Nous nous intéressons ici aux fibres d'amiante qui sont des fibres inorganiques naturelles.

### 1.1.1 Fibres d'amiante

On regroupe sous le terme d'amiante ou asbeste une famille de minéraux fibreux et cristallins d'origine naturelle. Les fibres d'amiante sont des silicates hydratés de forme allongée. On distingue deux grandes classes minéralogiques : les serpentines et les amphiboles. Dans chaque famille, on distingue une ou plusieurs espèces ayant des caractéristiques physico-chimiques spécifiques. Le chrysotile, qui est un silicate de magnésium, est l'espèce la plus courante et la seule du groupe serpentine tandis que les amphiboles comprennent cinq espèces : l'amosite, le crocidolite, l'anthophyllite, l'actinolite et la trémolite.

Ces variétés d'amiante ont en commun d'être composées essentiellement d'atomes de silicium (Si) et d'oxygène (O) structurés en tétraèdres silicate ( $\text{SiO}_4$ ). Plusieurs éléments peuvent ensuite se combiner avec les atomes d'oxygène : magnésium (Mg), fer (Fe), sodium (Na), etc.

#### Composition chimique typique des différentes variétés :

- **Chrysotile (serpentine, couleur : blanc) :  $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$**

$\text{SiO}_2$  : 37 à 44 %

$\text{MgO}$  : 39 à 44 %

$\text{H}_2\text{O}$  : 12 à 15 %

Le chrysotile est souvent accompagné d'impuretés représentant parfois plus de 20 % de sa masse. Les impuretés les plus courantes sont le fer (Fe) et l'aluminium (Al), les autres étant le calcium (Ca), le chrome (Cr), le nickel (Ni), le manganèse (Mn), le sodium (Na) et le potassium (K).

- **Amosite (amphibole, couleur : gris clair à brun foncé) :  $(\text{Fe},\text{Mg})_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$**

$\text{SiO}_2$  : 49 à 53 %

$\text{FeO}$  : 34 à 44 %

$\text{MgO}$  : 1 à 7 %

$\text{K}_2\text{O}$  : 0 à 0,4 %

$\text{H}_2\text{O}$  : 2,5 à 4,5 %

$\text{Na}_2\text{O}$  : traces

- **Crocidolite (amphibole, couleur : bleu) :  $\text{Na}_2\text{Fe}_2(\text{Fe},\text{Mg})_3\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$**

$\text{SiO}_2$  : 49 à 53 %

$\text{FeO}$  : 13 à 20 %

$\text{MgO}$  : 0 à 3 %

$\text{CaO}$  : 0,3 à 2,7 %

$\text{Fe}_2\text{O}_3$  : 17 à 20 %

$\text{Al}_2\text{O}_3$  : 0 à 0,2 %

$\text{K}_2\text{O}$  : 0 à 0,4 %

$\text{Na}_2\text{O}$  : 4 à 8,5 %

$\text{H}_2\text{O}$  : 2,5 à 4,5 %

- **Anthophyllite (amphibole, couleur : blanc, brun, gris) :  $Mg_7Si_8O_{22}(OH)_2$** 

SiO <sub>2</sub> : 56 à 58 %	FeO : 3 à 12 %
MgO : 28 à 34 %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0,5 à 1,5 %
H <sub>2</sub> O : 1 à 6 %	
- **Actinolite (amphibole, couleur : vert) :  $Ca_2(Mg,Fe)_5Si_8O_{22}(OH)_2$** 

SiO <sub>2</sub> : 51 à 52 %	FeO : 5 à 15 %
MgO : 15 à 20 %	CaO : 10 à 12 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0 à 3 %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 1,5 à 3 %
K <sub>2</sub> O : 0 à 0,5 %	Na <sub>2</sub> O : 0,5 à 1,5 %
H <sub>2</sub> O : 1,5 à 2,5 %	
- **Trémolite (amphibole, couleur : blanc crème à vert foncé) :  $Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$** 

SiO <sub>2</sub> : 55 à 60 %	FeO : 0 à 4 %
MgO : 21 à 26 %	CaO : 11 à 13 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0 à 0,5 %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> : 0 à 2,5 %
K <sub>2</sub> O : 0 à 0,6 %	Na <sub>2</sub> O : 0 à 1,5 %
H <sub>2</sub> O : 0,5 à 2,5 %	

### 1.1.2 Propriétés de l'amiante

L'amiante a été très utilisé pour les caractéristiques suivantes :

- résistance au feu ;
- faible conductivité thermique, acoustique et électrique ;
- résistance mécanique (à la traction, à la flexion, à l'usure) ;
- résistance aux agressions chimiques (à la corrosion) ;
- élasticité ;
- possibilité d'être filé et tissé ;
- faible coût ;
- imputrescibilité ;
- affinité avec le ciment et d'autres liants minéraux et organiques.

Ces propriétés varient selon l'espèce considérée.

## 1.2 PRODUCTION ET UTILISATIONS DE L'AMIANTE

### 1.2.1 Production

L'extraction d'amiante s'est développée au XIX<sup>e</sup> siècle, avec la découverte de gisements considérables en Afrique du Sud, au Canada et en Russie. D'autres gisements d'importance se situent au Brésil, au Zimbabwe, en Chine, en Italie, en Colombie, en Grèce, en Inde, aux Etats-Unis, en Australie, en Allemagne et en France. L'exploitation d'amiante n'a cessé de croître pour atteindre son apogée en 1975. Au début des années 2000, les plus gros producteurs sont, par ordre d'importance, la Russie (39 % en 2004), la Chine (16 %), le Kazakhstan (15 %), le Canada (9 %), le Brésil (9 %) et le Zimbabwe (7 %).

En France, une mine d'amiante a été exploitée en Corse jusque dans le milieu des années 1960 sur la commune de Canari (Haute-Corse). En 1962, la production de ce gisement plaçait la France au 7<sup>e</sup> rang des pays producteurs d'amiante.

## 1.2.2 Produits contenant de l'amiante

L'amiante a été utilisé à large échelle à des fins industrielles dès le début du XX<sup>e</sup> siècle. En France, la consommation d'amiante a atteint son apogée dans les années 1970 avec 150 000 tonnes par an, avant son interdiction complète en 1997 (tableau 1) [1-5].

**TABLEAU 1**

### Consommation d'amiante brut en France par secteur d'activité - Moyennes quinquennales (1951-1975)

Produits contenant de l'amiante	Consommation moyenne par an en tonnes				
	1951-1955	1956-1960	1961-1965	1966-1970	1971-1975
Amiante-ciment	38 450	59 320	78 030	93 600	103 900
Revêtements de sol	1 830	5 060	8 060	9 190	12 140
Filature	1 970	3 440	3 060	3 670	4 160
Cartons/papiers	2 360	3 485	6 265	7 560	10 103
Joints	790	995	1 160	1 560	1 935
Garnitures de friction	645	1 175	2 055	2 970	4 180
Objets moulés et calorifuges	2 260	2 180	2 730	2 790	2 715
Autres	1 150	1 680	1 915	2 450	3 600
<b>Total</b>	<b>49 455</b>	<b>77 335</b>	<b>103 275</b>	<b>123 790</b>	<b>142 733</b>

Source : Association française de l'amiante (1996) ; citée par la cour des comptes dans le rapport d'information n°301 (2004-2005).

Les produits à base d'amiante se sont présentés sous différentes formes :

- amiante brut en vrac : isolation thermique en bourrage, protection thermique et acoustique par projection (flocage) ;
- amiante tissé ou tressé : calorifugeage des chaudières, tuyaux et autres installations thermiques, équipements de protection individuelle (bandes textiles pour la protection contre la chaleur, couverture anti-feu ou pour soudage-chaudronnerie, rideaux coupe-feu, gants, tabliers...), isolation de câbles électriques... ;
- amiante sous forme de plaques de papier ou de carton d'épaisseurs variables (5 à 50 mm) : isolation thermique d'équipements chauffants, de faux plafonds, de joints... ;
- amiante sous forme de feutre : filtration pour liquide, air et gaz, carreaux de feutre (à base de latex), feutres bituminés, cartons de remplissage de plafonds, cloisons et portes coupe feu ;
- amiante incorporé sous forme de poudre : mortiers à base de plâtre, mortiers-colles, colles, enduits de finition... ;
- amiante-ciment (composé d'environ 10 % de fibres et de 90 % de ciment) : plaques planes ou ondulées, tuiles et autres panneaux de toiture, appuis de fenêtre et plaques de façade, plaques et panneaux de cloisons intérieures et de faux plafonds, tuyaux de canalisations d'adduction et d'évacuation d'eau, clapets coupe-feu, panneaux ignifuges et éléments de jardin... ;
- amiante comme charge minérale : incorporé à des peintures, des vernis, des mastics, des mousses d'isolation... ;
- amiante mélangé à des matières plastiques ou des élastomères : joints, dalles de revêtement de sol, ustensiles ménagers, garnitures de freins... ;
- amiante incorporé aux bitumes : toitures, revêtements routiers (teneur minimum en fibres de 2 %), etc.

L'amiante pouvait également se retrouver dans certains produits finis plus particuliers :

- des jouets ;
- des articles pour fumeurs tels que les pipes à tabac, les porte-cigarettes et les porte-cigares ;
- des tamis catalytiques et dispositifs d'isolation des appareils de chauffage utilisant du gaz liquéfié ;
- des filtres à usage médicaux, les diaphragmes des cellules d'électrolyse ;
- divers articles à usage domestique : tables et housses à repasser, grille-pains, panneaux isolants pour le bricolage, appareils de chauffage mobile, etc.

### 1.2.3 Secteurs et professions concernés

Du fait de leurs nombreuses propriétés physico-chimiques, ces fibres ont été très largement utilisées dans diverses industries pendant de longues années. Les principaux secteurs d'activité concernés étaient [6-12] :

- la fabrication de matériaux contenant de l'amiante (MCA) : fibrociment, industrie textile de l'amiante ;
- la fabrication d'isolants électriques ;
- les centrales thermiques ;
- les raffineries ;
- l'industrie chimique ;
- la construction et la réparation navales ;
- la réparation d'automobiles et de poids lourds ;
- le secteur du bâtiment ;
- l'isolation thermique et phonique ;
- la sidérurgie (hauts fourneaux, cokeries, aciéries) ;
- l'industrie du verre ;
- l'installation de chaudières ;
- l'installation d'ascenseurs.

L'exposition professionnelle à l'amiante concernait donc les personnes qui, dans le cadre de leur activité professionnelle :

- produisaient l'amiante (extraction) ;
- transformaient l'amiante (textile, amiante-ciment, joints...) ;
- utilisaient ce matériau directement pour l'isolation thermique ou phonique notamment ;
- intervenaient sur des MCA ou sur l'amiante déjà en place.

Ainsi, l'amiante a été très utilisé par de nombreuses personnes aux professions diverses : tôliers-chaudronniers, soudeurs, ajusteurs, verriers, carrossiers, plombiers-tuyauteurs, charpentiers, électriciens, couvreurs, peintres, plâtriers, étanchéistes, ouvriers des chantiers navals, cheminots, conducteurs de chaudières, dockers, techniciens de laboratoires, décorateurs, bijoutiers...

Malgré l'interdiction de son utilisation en 1997, de nombreuses professions peuvent encore être exposées aux fibres d'amiante, notamment du fait des travaux d'entretien réalisés sur des installations ou des bâtiments comprenant des résidus d'amiante. Cela concerne plus particulièrement les professions du bâtiment et les ouvriers d'entretien et de maintenance.

## 1.3 EFFETS SUR LA SANTÉ

Les effets sur la santé de l'inhalation de fibres d'amiante peuvent être bénins ou malins. L'inhalation de ces fibres peut notamment provoquer deux processus pathologiques touchant gravement la fonction respiratoire : la fibrose qui se traduit par une affection pulmonaire appelée asbestose et par des atteintes pleurales, et les cancers : cancer bronchopulmonaire et mésothéliome [4].

### 1.3.1 Les pathologies bénignes

Parmi les pathologies bénignes dues à l'inhalation de fibres d'amiante, on peut distinguer les lésions bénignes de la plèvre qui sont les maladies liées à l'amiante le plus souvent observées et la fibrose pulmonaire ou asbestose :

- pleurésies asbestosiques bénignes : pleurésies exsudatives subaiguës asymptomatiques, peu fréquentes (5 % des travailleurs exposés à l'amiante) qui surviennent chez les sujets jeunes, 10 à 15 ans après le début de l'exposition à l'amiante ;
- épaissements pleuraux diffus : épaissement tissulaire non spécifique constitué de collagène dense et de cellules inflammatoires diverses, avec disparition du revêtement mésothélial. Ils succèdent habituellement à des pleurésies bénignes, peu abondantes et peu symptomatiques, et sont souvent associés à une fibrose parenchymateuse sous pleurale. Les symptômes cliniques les plus classiques sont douleurs et dyspnée, et la fonction respiratoire peut être altérée ;
- atélectasies par enroulement ou atélectasies rondes : opacité arrondie en contact avec un épaissement pleural, associée à une perte de volume du parenchyme pulmonaire adjacent ;
- plaques pleurales : lésions, le plus souvent asymptomatiques, de la plèvre pariétale qui apparaissent en général plus de 15 ans après la première exposition à l'amiante. Leur fréquence et leur densité radiologique augmentent avec le

temps écoulé depuis le début de l'exposition. Leur évolutivité est lente ou nulle et ne semble pas constituer un facteur de risque supplémentaire d'asbestose, de cancer bronchopulmonaire ou de mésothéliome pleural ;

- asbestose : fibrose interstitielle diffuse et progressive qui provoque une sclérose du tissu pulmonaire. Elle est spécifique d'une exposition à l'amiante et apparaît en général 10 à 20 ans après le début de l'exposition. Initialement, l'asbestose est asymptomatique, puis des symptômes non spécifiques apparaissent progressivement : dyspnée progressive, d'abord limitée à l'effort, parfois accompagnée d'une toux, râles crépitants fins. Avec le temps, la capacité pulmonaire et la capacité de diffusion de l'oxyde de carbone sont réduites. L'asbestose peut être associée à d'autres maladies : des atteintes broncho-pulmonaires bénignes telles que des bronchites chroniques, des désordres immunologiques, voire une insuffisance cardiaque. Il n'existe pas de traitement susceptible de faire régresser le processus.

### 1.3.2 Les pathologies malignes

Les pathologies malignes causées par une exposition à l'amiante sont essentiellement de deux types :

- cancers bronchopulmonaires : ils représentent la première cause de mortalité des sujets ayant été exposés à l'amiante. Le temps de latence entre la première exposition et le développement de la maladie dépasse en général 20 ans. Aucune particularité clinique ou radiologique ne les distingue des cancers bronchopulmonaires d'autres origines et leur développement est indépendant d'une fibrose pulmonaire. Il existe une relation dose-effet entre l'intensité de l'exposition à l'amiante et le risque de cancer bronchique, mais à ce jour, aucune valeur seuil n'a pu être définie.
- mésothéliome : tumeur primitive agressive développée à partir des cellules mésothéliales, il atteint toutes les séreuses mais principalement la plèvre (90 %), puis le péritoine (10 %) et exceptionnellement le péricarde. La symptomatologie clinique associe des signes thoraciques (douleur, dyspnée et toux), liés au développement local de la maladie, et des signes généraux (amaigrissement, fièvre et sueurs) évoquant le plus souvent une maladie avancée. Les mésothéliomes pleuraux malins peuvent être classés en trois types histologiques principaux. La forme épithélioïde est la plus fréquente (70 % des cas). La forme sarcomateuse (10 %) inclut une sous-variante de mauvais pronostic dite desmoplastique. Et la forme mixte, ou biphasique, associe les deux types précédents. Le mésothéliome pleural est considéré comme une tumeur très spécifique d'une exposition dans le passé à l'amiante. Typiquement, la période de latence entre exposition et maladie est longue, entre 15 et 40 ans (35 ans en moyenne).

## 1.4 RÉGLEMENTATION

La première mesure réglementaire au niveau mondial date de 1931 en Grande-Bretagne. Elle visait à réduire les valeurs limites maximales d'exposition professionnelle. En 1946, l'American College of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) a émis la première réglementation aux Etats-Unis visant à limiter le risque d'asbestose et recommandait une valeur limite de 15 f/ml, puis de 6 f/ml en 1969. En 1972, l'Occupational Safety and Health Administration (OSHA) a réduit cette valeur à 5 f/ml puis à 2 f/ml en 1976. Enfin, en 1977, le Centre international de recherche sur le cancer (Circ) de l'Organisation mondiale de la santé classait l'amiante dans la catégorie 1 des cancérogènes pour l'homme » (IARC Monographie du Circ n°14 - 1977, Supplément 7-1987). Cette nouvelle classification sera un des éléments déclencheurs qui amènera la France, à son tour, à réglementer l'usage de l'amiante.

### 1.4.1 Évolution de la législation en France

Le premier texte réglementaire en France est l'arrêté du 29 juin 1977 interdisant les flocages à base d'amiante dans les locaux d'habitation. Il sera suivi le 17 août 1977 par un décret introduisant une valeur limite d'exposition sur 8h de travail (VLEP) fixée à 2 f/ml. Cette VLEP sera ensuite diminuée en 1987 à 1 f/ml pour toutes les variétés minéralogiques de l'amiante autres que la crocidolite : 0,5 f/ml lorsque la crocidolite est la seule variété d'amiante utilisée et 0,8 f/ml pour les mélanges contenant de la crocidolite. En 1992, elle est encore abaissée à 0,6 f/ml lorsque le chrysotile est la seule variété minéralogique d'amiante utilisée, et à 0,3 f/ml pour toutes les autres variétés minéralogiques de l'amiante, isolées ou en mélange, y compris lorsqu'il s'agit d'un mélange contenant du chrysotile. Enfin, le décret du 2 février 1996 abaisse les VLEP à 0,3 f/ml lorsque le chrysotile est la seule variété minéralogique d'amiante présente (valeur modifiée à 0,1 f/ml par le décret du 24 décembre 1996) et 0,1 f/ml dans les situations résiduelles où d'autres variétés minéralogiques d'amiante sont présentes, sous forme isolée, ou en mélange, y compris lorsqu'il s'agit d'un mélange contenant du chrysotile.

Le décret 78-394 du 20 mars 1978 interdit d'utiliser des produits contenant plus de 1 % en masse d'amiante pour le flocage des bâtiments.

Le décret 88-466 du 28 avril 1988 interdit certains produits contenant de l'amiante (matériaux destinés à être appliqués par flocage, jouets...) et régleme nte l'étiquetage.

Le 26 juillet 1994, le décret 94-645 qui est une transposition de la directive européenne de 1991 interdit l'usage des amphiboles et le décret 96-1133 du 24 décembre 1996 interdit totalement l'usage de l'amiante au 1<sup>er</sup> janvier 1997, sauf pour de rares exceptions (fin des exceptions en 2002).

## 1.4.2 Réglementation actuelle

- **Mesures de prévention des risques d'exposition à l'amiante :**
  - arrêté du 25 avril 2005 : formation à la prévention des risques liés à l'amiante,
  - arrêté du 22 février 2007 : définition des travaux de confinement et de retrait de matériaux non friables contenant de l'amiante, présentant des risques particuliers,
  - arrêté du 4 mai 2007 : mesure de la concentration en fibres d'amiante sur les lieux de travail et conditions d'accréditation des laboratoires ;
- **Valeurs limites d'exposition professionnelle :**
  - article R.4412-104 du code du travail : la concentration moyenne en fibres d'amiante dans l'air inhalé par un travailleur ne doit pas dépasser la valeur limite de 0,1 fibre/ml sur une heure de travail ;
- **Travaux interdits :**
  - article D 4153-28 du code du travail interdisant aux travailleurs de moins de 18 ans les activités de retrait ou de confinement d'amiante ou de MCA, les activités et interventions susceptibles de provoquer l'émission de fibres d'amiante, sur des flocages ou calorifugeages contenant de l'amiante,
  - article D 4154-1 du code du travail interdisant aux travailleurs d'entreprises de travail temporaire les opérations d'entretien ou de maintenance sur des flocages ou calorifugeages, travaux de confinement, de retrait d'amiante ou/et de démolition ;
- **Maladies professionnelles :**
  - article L 461-2 du code de la Sécurité sociale : tableaux n°30 et 30 bis du régime général et tableaux n°47 et 47 bis pour le régime agricole,
  - article L 461-4 du code de la Sécurité sociale : déclaration obligatoire à la Caisse primaire d'assurance maladie et à l'Inspection du travail de procédés de travail susceptibles de provoquer une maladie professionnelle inscrite aux tableaux n°30 et 30 bis ;
- **Surveillance médicale renforcée :**
  - arrêté du 11 juillet 1977 fixant la liste des travaux nécessitant une surveillance médicale spéciale,
  - arrêté du 6 décembre 1996 présentant l'attestation d'exposition à remplir par l'employeur et le médecin du travail,
  - arrêté du 13 décembre 1996 déterminant les recommandations et fixant les instructions techniques aux médecins du travail assurant la surveillance des salariés exposés à l'amiante ;
- **Surveillance médicale post-professionnelle :**
  - article D 461-25 du code de la Sécurité sociale fixant le modèle type d'attestation d'exposition et les modalités d'examen dans le cadre du suivi post-professionnel des salariés ayant été exposés à des agents ou procédés cancérogènes ;
- **Cessation anticipée d'activité des travailleurs de l'amiante :**
  - article 41 de la loi n°98-1194 du 23 décembre 1998 créant une allocation de cessation anticipée d'activité des travailleurs de l'amiante pouvant être versée aux travailleurs de plus de 50 ans. Il est à ce titre créé un Fonds de cessation anticipée d'activité des travailleurs de l'amiante, chargé de financer cette allocation ;
- **Fonds d'indemnisation des victimes de l'amiante (Fiva) :**
  - loi n° 2000-1257 du 23 décembre 2000 de financement de la Sécurité sociale pour 2001, article 53 et son décret d'application n° 2001-963 du 23 octobre 2001 portant création du Fonds d'indemnisation des victimes de l'amiante (modifié par la loi 2002-1487 2002-12-20 art. 52 puis modifié par l'ordonnance n° 2009-537 du 14 mai 2009 – art 18).

## 2. La matrice emplois-expositions aux fibres d'amiante

La matrice emplois-expositions aux fibres d'amiante concerne l'exposition professionnelle aux fibres d'amiante quel que soit le type de fibres en présence. En effet, tous les types de fibres ont pu être utilisés en France pour les différents usages. Cette matrice recense tous les emplois exposés aux fibres d'amiante depuis 1945 jusqu'en 2007. Un emploi est défini comme une profession exercée dans un secteur d'activité ; les codes et intitulés des professions et des activités sont issus de nomenclatures, nationale et internationale, décrites dans le paragraphe 2.4. La matrice attribue à chaque emploi exposé des indices d'exposition définis au paragraphe 2.2 ci-après.

### 2.1 PÉRIODES D'EXPOSITION RETENUES

La matrice retrace les expositions survenues entre 1945 et 2007 et tient compte de l'évolution de la réglementation concernant l'usage de l'amiante et la protection des travailleurs. En effet, l'usage de l'amiante à des fins industrielles a beaucoup évolué depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle : consommation massive jusque dans les années 1970 et restriction de son usage jusqu'à la fin du siècle avant son interdiction totale en 1997. Ainsi, pour suivre au mieux cette évolution, des dates permettant de définir des périodes d'exposition particulières ont été introduites dans la matrice. Cinq périodes ont été retenues : 1945-1977, 1978-1997, 1998-2000, 2001-2005 et après 2005 :

- 1977 : première valeur limite d'exposition ; usage de l'amiante contrôlé et décroissant à partir de cette date. En effet, entre 1977 et 1997, les VLEP ne cessent de diminuer, le flochage des bâtiments est réduit à partir de 1978, certains produits contenant de l'amiante sont interdits en 1988 et les amphiboles sont interdites en 1994 ;
- 1997 : interdiction totale de l'usage de l'amiante ;
- 2000 : cette date tient compte du caractère progressif du retrait des fibres d'amiante dans les installations et bâtiments ;
- 2005 : nous avons estimé qu'à partir de cette date, le retrait planifié des fibres d'amiante dans les installations et bâtiments était quasiment finalisé, ce qui n'empêche pas la présence résiduelle d'amiante dans certains bâtiments, en particulier privés.

Du fait de la fermeture en 1965 de l'exploitation minière d'amiante de Canari en Corse, cette date apparaît également dans la matrice pour le secteur de l'extraction.

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

L'exposition à l'amiante dans un emploi à une période donnée a été analysée à travers :

- des tâches spécifiques à la profession (quel que soit le secteur) ;
- la nature des MCA qui sont susceptibles d'être manipulés : vrac, friable, autre ;
- la fréquence de réalisation des gestes exposants dans une année ;
- des expositions de voisinage liées à la co-activité ;
- des expositions diffuses liées à la contamination de l'atmosphère de travail dans l'entreprise.

En outre, la variabilité dans l'activité professionnelle au sein d'un même emploi est prise en compte à travers une probabilité de réalisation des tâches exposantes.

Au total, la matrice emplois-expositions aux fibres d'amiante donne cinq paramètres d'exposition :

- une probabilité d'exposition. Elle correspond à la proportion moyenne de travailleurs exposés aux fibres d'amiante dans l'emploi concerné ;
- une fréquence d'exposition liée aux tâches spécifiques. Elle correspond à la fréquence des situations d'exposition liées aux gestes spécifiques de l'emploi. Elle donne une indication de la proportion du temps moyen que l'opérateur passe à effectuer ces gestes spécifiques sur l'ensemble de son temps de travail au cours d'une journée de travail typique de 8h ;
- une fréquence d'exposition liée à l'ambiance de travail. Elle correspond à la fréquence de "l'exposition de fond". Elle donne une indication de la proportion du temps moyen que l'opérateur passe en présence de cette exposition de fond sur l'ensemble de son temps de travail au cours d'une journée de travail typique de 8h ;
- une intensité d'exposition liée aux tâches spécifiques. Elle correspond à l'intensité estimée lors des situations d'exposition. Elle évalue la concentration moyenne à laquelle est soumis l'opérateur lors de la réalisation de ces gestes spécifiques ;

- une intensité d'exposition liée à l'ambiance de travail. Elle correspond à l'intensité estimée lors de "l'exposition de fond". Elle évalue la concentration moyenne à laquelle est soumis l'opérateur lors de cette exposition de fond.

### 2.2.1 Probabilité d'exposition

La probabilité d'exposition P correspond à la proportion moyenne de travailleurs exposés aux fibres d'amiante. La probabilité d'exposition d'un emploi donné dépend :

- de la probabilité que les entreprises du secteur utilisent des MCA ;
- de la proportion des entreprises utilisatrices de MCA dans le secteur considéré ;
- de la proportion des salariés concernés par les MCA dans les entreprises utilisatrices de MCA ;
- de la contamination de l'atmosphère de travail par les MCA dans les entreprises ;
- de la probabilité que la profession exercée soit à l'origine d'un contact avec des MCA ;
- du type de contact avec le MCA (direct ou indirect).

La probabilité d'exposition d'un emploi est définie en cinq classes :

- 0 : non exposé ;
- 1 : peu probable (de 1 à 5 %) ;
- 2 : possible (de 5 % à 30 %) ;
- 3 : probable (de 30 % à 70 %) ;
- 4 : très probable (>70 %).

Lorsque la probabilité est inférieure à 1 %, les emplois sont considérés comme non exposés et la probabilité est égale à 0.

### 2.2.2 Fréquence d'exposition

La fréquence d'exposition d'un emploi donné est définie par : i) une fréquence d'exposition liée aux tâches spécifiques de l'emploi,  $F_s$  ; et ii) une fréquence d'exposition liée à l'ambiance de travail,  $F_a$ . Elle donne une indication de la proportion du temps moyen que l'opérateur passe à effectuer les tâches spécifiques et/ou en présence de l'exposition de fond sur l'ensemble de son temps de travail au cours d'une journée de travail typique de 8h.

La fréquence d'exposition liée aux tâches spécifiques de l'emploi,  $F_s$  dépend :

- de la fréquence d'utilisation des MCA dans les entreprises du secteur (occasionnelle/permanente) ;
- de la fréquence de contact direct ou indirect avec des MCA (sporadique/occasionnelle/fréquente/permanente) que la profession exercée occasionne.

La fréquence d'exposition liée à l'ambiance de travail,  $F_a$  dépend :

- du statut de la profession : cadre, ouvrier, intermédiaire ;
- du type de contact avec les MCA de la profession : direct, indirect ;
- de la fréquence d'utilisation des MCA dans les entreprises du secteur (occasionnelle/permanente) ;
- de la contamination de l'atmosphère de travail par les MCA dans les entreprises.

Les fréquences d'exposition liées aux tâches spécifiques  $F_s$  et à l'ambiance de travail  $F_a$  sont définies en cinq classes :

- 0 : non exposé (0 %) ;
- 1 : sporadique (>0 à 5 %) ;
- 2 : occasionnelle (de 5 % à 30 %) ;
- 3 : fréquente (de 30 % à 70 %) ;
- 4 : permanente (>70 %).

### 2.2.3 Intensité d'exposition

L'intensité d'exposition d'un emploi donné est définie par : i) une intensité d'exposition liée aux tâches spécifiques de l'emploi,  $I_s$  ; et ii) une intensité d'exposition liée à l'ambiance de travail,  $I_a$ . Elle évalue la concentration moyenne à laquelle est soumis l'opérateur lors de la réalisation des tâches spécifiques et/ou de l'exposition de fond.

Il n'y a pas d'influence du secteur d'activité sur l'intensité d'exposition liée aux tâches spécifiques de l'emploi,  $I_s$ . Elle ne dépend que de l'intensité liée à un contact direct ou indirect avec des MCA occasionné par la profession exercée.

L'intensité d'exposition liée à l'ambiance de travail de l'emploi,  $I_a$  dépend :

- du statut de la profession : cadre, ouvrier, intermédiaire ;

- de la quantité de MCA présente dans les entreprises du secteur ;
- de la contamination de l'atmosphère de travail par les MCA dans les entreprises ;
- du type de contact de la profession avec le MCA : direct, indirect.

Les intensités d'exposition liées aux tâches spécifiques  $I_s$  et à l'ambiance de travail  $I_a$  sont définies en six classes :

- 0 : non exposé (<0,0001 f/ml) ;
- 1 : très faible (de 0,0001 à 0,01 f/ml) ;
- 2 : faible (de 0,01 f/ml à 0,1 f/ml) ;
- 3 : moyenne (de 0,1 f/ml à 1 f/ml) ;
- 4 : forte (de 1 f/ml à 10 f/ml) ;
- 5 : très forte (>10 f/ml).

Lorsque l'intensité est inférieure à 0,0001 f/ml, les emplois sont considérés comme non exposés et l'intensité d'exposition est égale à 0. En effet, ce niveau a été estimé comme étant le fond de pollution en France auquel la population est soumise en moyenne [1].

NB : Le type d'exposition majoritaire est également noté dans la matrice :

- 1 : exposition directe : le travailleur manipule le matériau,
- 2 : exposition indirecte : le travailleur est exposé *via* d'autres personnes manipulant le matériau,
- 3 : exposition passive : le travailleur est exposé du fait de la contamination de l'atmosphère de travail par les MCA (il ne s'agit pas ici de la contamination par les MCA en place dans les bâtiments).

## 2.3 EXEMPLE D'UTILISATION PRATIQUE DES DIFFÉRENTS INDICES D'ÉVALUATION DE L'EXPOSITION

Pour obtenir une information résumée de l'exposition professionnelle à l'amiante au niveau du sujet, plusieurs indices d'exposition peuvent être calculés. Pour cela, il peut être nécessaire, au préalable, d'affecter des valeurs correspondantes aux classes des cinq paramètres d'exposition fournis par la matrice.

Le tableau 2 propose des valeurs à affecter à la probabilité, la fréquence due aux tâches spécifiques, la fréquence due à l'ambiance de travail, l'intensité due aux tâches spécifiques et l'intensité due à l'ambiance de travail lors de l'analyse de calendriers professionnels. Chaque utilisateur de la matrice pourra bien évidemment affecter les valeurs qu'il souhaite, mais celles proposées dans le tableau 2 sont considérées comme étant les plus raisonnables par les concepteurs de la matrice.

Avec les valeurs proposées ici, et en utilisant les centres des classes pour les paramètres de fréquence et d'intensité, la matrice permet donc de repérer des travailleurs exposés aux fibres d'amiante à partir d'un niveau d'environ  $10^{-5}$  f/ml.

## I TABLEAU 2 I

### Définition des paramètres d'exposition et exemples de valeurs à affecter pour calculer des indices d'exposition, matrice amiante 2007

Paramètres	Définitions	Valeurs affectées		
<b>Probabilité d'exposition</b>	<b>P en %</b>			
0 : non exposé	P=0	0		
1 : peu probable	0<P≤5	0,025		
2 : possible	5<P≤30	0,175		
3 : probable	30<P≤70	0,5		
4 : très probable	P>70	0,85		
<b>Fréquence d'exposition F<sub>s</sub> et F<sub>a</sub></b>	<b>F en % des jours travaillés</b>			
0 : non exposé	F=0	0		
1 : sporadique	0<F≤5	0,025		
2 : occasionnelle	5<F≤30	0,175		
3 : fréquente	30<F≤70	0,5		
4 : permanente	F>70	0,85		
<b>Intensité d'exposition I<sub>s</sub> et I<sub>a</sub></b>	<b>I en fibres-millilitre (f/ml)</b>	<b>Type d'exposition<sup>a</sup></b>		
		<b>Exposition d'ambiance</b>		<b>Exposition spécifique directe</b>
		<b>Passive</b>	<b>Indirecte</b>	
0 : non exposé	I = 0	0	0	0
1 : très faible	0<I≤ 0,01	0,0005	0,0025	0,005
2 : faible	0,01<I≤0,1	0,005	0,025	0,05
3 : moyenne	0,1< I≤ 1	0,05	0,25	0,5
4 : forte	1<I ≤10	0,5	2,5	5
5 : très forte	I>10	2	10	20

<sup>a</sup> Il existe trois types d'exposition :

- exposition passive : le travailleur est exposé du fait de la contamination diffuse des locaux ;
- exposition indirecte : le travailleur est exposé via d'autres personnes manipulant le matériau ;
- exposition directe : le travailleur manipule le matériau.

## 2.4 NOMENCLATURES UTILISÉES

Les évaluations de l'exposition aux fibres d'amiante ont été réalisées pour des couples de professions et d'activités codés suivant la nomenclature nationale (NAF 2000) pour les activités [13] et la nomenclature internationale (CITP 1968) pour les professions [14]. C'est en effet dans ces versions que les intitulés de professions et de secteurs sont les plus précis et permettent ainsi une évaluation de l'exposition la plus fine. Un exemple de lignes de la matrice emplois-expositions amiante est présenté dans le tableau 3 ci-après.

## Exemple de lignes de la matrice emplois-expositions amiante

Libellé du code NAF	NAF	Libellé du code CITP	CITP	Probabilité	Fréquence spécifique d'ambiance	Intensité spécifique	Intensité d'ambiance	Type de contact	Début	Fin
Extraction de minerais de métaux non ferreux	13.ZZ	Mineur en général	7-11.05	1	0	3	0	2	1945	2007
Fabrication de papier et de carton	21.1C	Ajusteur-électricien, en général	8-51.10	3	2	3	3	2	1945	1997
Fabrication de papier et de carton	21.1C	Ajusteur-électricien, en général	8-51.10	2	2	3	2	2	1998	2000
Fabrication de papier et de carton	21.1C	Ajusteur-électricien, en général	8-51.10	2	1	3	1	2	2001	2005
Fabrication de papier et de carton	21.1C	Ajusteur-électricien, en général	8-51.10	1	1	0	1	0	2006	2007
Raffinage de pétrole	23.ZZ	Pompiste (raffinage pétrole)	7-45.30	1	0	2	0	2	1945	1997
Raffinage de pétrole	23.ZZ	Pompiste (raffinage pétrole)	7-45.30	1	0	2	0	1	1998	2000
Raffinage de pétrole	23.ZZ	Pompiste (raffinage pétrole)	7-45.30	1	0	1	0	1	2001	2005
Fabrication de savons, détergents et produits d'entretien	24.5A	Chimiste en général	0-11.10	1	2	0	1	0	1945	2007
Fabrication d'ouvrages en fibre-ciment	26.6J	Sténographe-dactylographe en général	3-21.10	2	0	2	0	2	1945	1977
Fabrication d'ouvrages en fibre-ciment	26.6J	Sténographe-dactylographe en général	3-21.10	1	0	2	0	1	1978	1997
Chaudronnerie-tuyauterie	28.3C	Tuyauteur, en général	8-71.10	4	2	3	3	2	1945	1997
Chaudronnerie-tuyauterie	28.3C	Tuyauteur, en général	8-71.10	4	2	3	2	2	1998	2000
Chaudronnerie-tuyauterie	28.3C	Tuyauteur, en général	8-71.10	3	1	3	1	2	2001	2005
Chaudronnerie-tuyauterie	28.3C	Tuyauteur, en général	8-71.10	2	1	0	1	0	2006	2007

## Références bibliographiques

- [1] Assemblée nationale. Rapport n°2884 fait au nom de la mission d'information sur les risques et les conséquences de l'exposition à l'amiante.
- [2] Afsset. Les fibres courtes et les fibres fines d'amiante. Prise en compte du critère dimensionnel pour la caractérisation des risques sanitaires liés à l'inhalation d'amiante. Réévaluation des données toxicologiques, métrologiques et épidémiologiques dans l'optique d'une évaluation des risques sanitaires en population générale et professionnelle. 2009.
- [3] Got C. Rapport sur la gestion politique et administrative du problème de santé publique posé par l'amiante en France. 1997.
- [4] Inserm. Effets sur la santé des principaux types d'exposition à l'amiante. Paris: Inserm. Collection expertises collectives. 1997.
- [5] Sénat. Session ordinaire de 2005-2006. Rapport d'information fait au nom de la mission commune d'information sur le bilan et les conséquences de la contamination par l'amiante. 2005.
- [6] Asbestos in public and commercial buildings: a literature review and synthesis of current knowledge. Cambridge: Health Effects Institute-Asbestos Research;1991.
- [7] Corn M. Airborne concentrations of asbestos in non-occupational environments. *Ann Occup Hyg.* 1994;38(4):495-502,410.
- [8] Essat. Evalutil. 2008. Disponible à partir de l'URL : <http://etudes.isped.u-bordeaux2.fr/evalutil003/>
- [9] Kauppinen T, Korhonen K. Exposure to asbestos during brake maintenance of automotive vehicles by different methods. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1987;48(5):499-504.
- [10] Paustenbach DJ, Richter RO, Finley BL, Sheehan PJ. An evaluation of the historical exposures of mechanics to asbestos in brake dust. *Appl Occup Environ Hyg.* 2003;18(10):786-804.
- [11] Perkins JL, Rose VE, Cleveland MS. Analyses of PCM asbestos air monitoring results for a major abatement project. *Appl Occup Environ Hyg.* 1992;7:27-32.
- [12] Williams PR, Phelka AD, Paustenbach DJ. A review of historical exposures to asbestos among skilled craftsmen (1940-2006). *J Toxicol Environ Health B Crit Rev.* 2007;10(5):319-77.
- [13] Nomenclatures d'activités et de produits françaises NAF-CPF. Paris: Insee. 1999.
- [14] Classification internationale type des professions. Édition révisée. Genève : Organisation internationale du travail. 1968.

## Éléments techniques sur l'exposition professionnelle aux fibres d'amiante

### Matrice emplois-expositions aux fibres d'amiante

Ce guide a pour but de présenter la matrice emplois-expositions spécifique aux fibres d'amiante développée par l'Essat (Equipe associée en santé travail ; InVS-DST/Isped-LSTE) et le Département santé travail de l'Institut de veille sanitaire, et de donner des éléments techniques sur l'exposition professionnelle à l'amiante en France. La matrice emplois-expositions fournit, pour l'ensemble des emplois considérés comme exposés en France, la probabilité, la fréquence et l'intensité d'exposition entre 1945 et 2007.

La matrice relative aux fibres d'amiante est consultable sur le site Internet Evalutil (<http://etudes.isped.u-bordeaux2.fr/evalutil003/>) et sa plaquette synthétique de présentation est, quant à elle, consultable sur le site Internet de l'InVS (dossier thématique Matgéné consultable à partir de l'URL : [www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr)).

**Mots clés :** amiante, matrice emplois-expositions, fibres minérales, exposition professionnelle, réglementation

## Technical data on occupational exposure to asbestos fibers

### Job-exposure matrix for asbestos fibers

*The aim of this guide is to present the specific job-exposure matrix for asbestos fibers that was developed by Essat (InVS-DST/Isped-LSTE) and the Occupational Health department at the French Institute for Public Health Surveillance. The guide provides technical data on occupational exposure to asbestos in France. For all of the jobs considered as exposed in France, the job-exposure matrix provides the probability, frequency and intensity of exposure to asbestos fibers from 1994 to 2007.*

*The matrix for asbestos fibers is available for consultation on the Evalutil website (<http://etudes.isped.u-bordeaux2.fr/evalutil003/>) and its presentation booklet is available for consultation on the InVS website ([www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr)).*

#### Citation suggérée :

Lacourt A, Brochard P, Ducamp S. Éléments techniques sur l'exposition professionnelle aux fibres d'amiante - Matrice emplois-expositions aux fibres d'amiante. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2010. 14 p. Disponible à partir de l'URL : [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 : 978-2-11-099458-5

Dépôt légal : décembre 2010