

**Sécurité dans l'utilisation
des fibres minérales et synthétiques**



SÉRIE SÉCURITÉ, HYGIÈNE
ET MÉDECINE DU TRAVAIL
N° 64

SÉCURITÉ DANS L'UTILISATION DES FIBRES MINÉRALES ET SYNTHÉTIQUES

Document de travail et rapport
de la Réunion d'experts sur la sécurité
dans l'utilisation des fibres minérales
et synthétiques, Genève, 17-25 avril 1989

Contribution de l'OIT au Programme international
sur la sécurité des substances chimiques
mené conjointement par le
Programme des Nations Unies pour l'environnement,
l'Organisation internationale du Travail et
l'Organisation mondiale de la santé

BUREAU INTERNATIONAL DU TRAVAIL GENÈVE

Copyright © Organisation internationale du Travail 1990

Les publications du Bureau international du Travail jouissent de la protection du droit d'auteur en vertu du protocole n° 2, annexe à la Convention universelle pour la protection du droit d'auteur. Toutefois, de courts passages pourront être reproduits sans autorisation, à la condition que leur source soit dûment mentionnée. Toute demande d'autorisation de reproduction ou de traduction devra être adressée au Service des publications (Droits et licences), Bureau international du Travail, CH-1211 Genève 22, Suisse. Ces demandes seront toujours les bienvenues.

ISBN 92-2-206443-7

ISSN 0250-412X

Première édition 1990

Original anglais publié sous le titre :

Safety in the use of mineral and synthetic fibres (ISBN 92-2-106443-3), Genève, 1990.

Publié aussi en espagnol :

Seguridad en la utilización de fibras minerales y sintéticas (ISBN 92-2-306443-0), Genève, 1990

Les désignations utilisées dans les publications du BIT, qui sont conformes à la pratique des Nations Unies, et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Bureau international du Travail aucune prise de position quant au statut juridique de tel ou tel pays, zone ou territoire, ou de ses autorités, ni quant au tracé de ses frontières.

Les articles, études et autres textes signés n'engagent que leurs auteurs et leur publication ne signifie pas que le Bureau international du Travail souscrit aux opinions qui y sont exprimées. La mention ou la non-mention de telle ou telle entreprise ou de tel ou tel produit ou procédé commercial n'implique de la part du Bureau international du Travail aucune appréciation favorable ou défavorable.

Les publications du Bureau international du Travail peuvent être obtenues dans les principales librairies ou auprès des bureaux locaux du BIT. On peut aussi se les procurer directement, de même qu'un catalogue ou une liste des nouvelles publications, à l'adresse suivante : Publications du BIT, Bureau international du Travail, CH-1211 Genève 22, Suisse.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
1. INTRODUCTION	1
2. FIBRES MINERALES ARTIFICIELLES	5
2.1. Généralités	5
2.2. Caractéristiques	6
2.3. Procédés de fabrication	7
2.3.1. Généralités	7
2.3.2. Fibres de verre	9
2.3.3. Laine de roche et laine de laitier	9
2.3.4. Fibres réfractaires	10
2.4. Exposition professionnelle	10
2.4.1. Généralités	10
2.4.2. Fibres de verre en filament continu	11
2.4.3. Laines isolantes	11
2.4.4. Fibres réfractaires	12
2.4.5. Fibres de verre destinées à des applications spéciales	13
2.5. Expositions non professionnelles	14
2.6. Effets sur la santé	14
2.6.1. Généralités	14
2.6.2. Effets irritants	15
2.6.3. Affections respiratoires non malignes, y compris la fibrose	15
2.6.4. Affections respiratoires malignes	17
2.6.5. Autres facteurs pertinents	20
2.6.6. Evaluation du CIRC	21
2.7. Evaluation des risques pour la santé chez l'homme	23
2.7.1. Exposition professionnelle	23
2.7.2. Expositions non professionnelles	24

	<u>Page</u>
3. FIBRES MINERALES NATURELLES (AUTRES QUE L'AMIANTE) ...	27
3.1. Généralités	27
3.2. Caractéristiques	28
3.2.1. Erionite	28
3.2.2. Attapulgite	28
3.2.3. Wollastonite	29
3.3. Exposition professionnelle	30
3.3.1. Erionite	30
3.3.2. Attapulgite	30
3.3.3. Wollastonite	31
3.4. Expositions non professionnelles	34
3.4.1. Erionite	34
3.4.2. Attapulgite	35
3.4.3. Wollastonite	35
3.5. Effets sur la santé	35
3.5.1. Erionite	35
3.5.2. Attapulgite	36
3.5.3. Wollastonite	37
3.5.4. Résumé	38
4. FIBRES SYNTHETIQUES ORGANIQUES	41
4.1. Généralités	41
4.2. Caractéristiques	43
4.2.1. Fibres aramides	43
4.2.2. Fibres de carbone et fibres de graphite	44
4.2.3. Fibres polyoléfinés	44
4.3. Exposition professionnelle	45
4.3.1. Fibres aramides	45
4.3.2. Fibres de carbone et fibres de graphite	46
4.3.3. Fibres polyoléfinés	47

	<u>Page</u>
4.4. Expositions non professionnelles	47
4.5 Effets sur la santé	47
4.5.1. Fibres aramides	47
4.5.2. Fibres de carbone et fibres de graphite	48
4.5.3. Fibres polyoléfinés	49
4.5.4. Résumé	49
5. CONTROLE DES POUSSIÈRES EN SUSPENSION DANS L'AIR DU MILIEU DE TRAVAIL	51
5.1. Généralités	51
5.2. Détermination gravimétrique des poussières en suspension dans l'air	51
5.3. Détermination des concentrations de fibres respirables en suspension dans l'air	51
5.4. Détermination des fibres synthétiques organiques en suspension dans l'air	53
6. MESURES DE PREVENTION ET DE CONTROLE	55
6.1. Principes généraux de l'OIT	55
6.1.1. Instruments internationaux de l'OIT intéressant la sécurité et la santé au travail	55
6.1.2. Autres informations de l'OIT	58
6.2. Considérations générales relatives à l'exposition aux fibres minérales et synthétiques	58
6.3. Considérations particulières relatives à l'exposition aux fibres minérales et synthétiques	61
6.3.1. Limites d'exposition	61
6.3.2. Etiquetage	61
6.3.3. Méthodes de travail	62
6.3.4. Mesures techniques de prévention	63
6.3.5. Maintien de l'ordre et de la propreté ..	63

	<u>Page</u>
6.3.6. Surveillance du milieu de travail et de l'exposition des travailleurs	64
6.3.7. Equipement de protection individuelle ..	65
6.3.8. Instruction, formation et information ..	66
6.3.9. Surveillance de la santé	66
 7. LEGISLATION ET PRATIQUE DANS QUELQUES PAYS	 69
7.1. Production et utilisation des fibres minérales artificielles	69
7.2. Réglementation	71
7.2.1. Règlements généraux et particuliers	71
7.2.2. Etiquetage	71
7.2.3. Limites d'exposition	72
7.2.4. Contrôle de l'exposition aux poussières aux postes de travail	75
7.2.5. Surveillance de la santé des travailleurs	75
7.3. Renseignements complémentaires	75
 ANNEXE 1: <u>Résolution concernant l'établissement de mesures de prévention et de protection relatives aux risques pour la santé associés à l'exposition professionnelle aux fibres, qu'elles soient naturelles ou artificielles (adoptée par la Conférence internationale du Travail à sa 72e session, 1986)</u>	 77
 ANNEXE 2: <u>Rapport de la Réunion d'experts sur la sécurité dans l'utilisation des fibres minérales et synthétiques (Genève, 17-25 avril 1989)</u>	 80

1. INTRODUCTION

Lors de sa 72e session (juin 1986), à l'occasion de l'adoption de la convention et de la recommandation sur l'amiante, la Conférence internationale du Travail a exprimé son inquiétude face aux risques pour la santé pouvant résulter de l'exposition professionnelle à d'autres matériaux fibreux. Elle a, par conséquent, adopté une résolution concernant l'établissement de mesures de prévention et de protection relatives aux risques pour la santé associés à l'exposition professionnelle aux fibres, qu'elles soient naturelles ou artificielles (voir annexe 1). La Conférence a notamment invité le Directeur général à mettre sur pied un groupe tripartite d'experts pour étudier la question et conseiller le Bureau et le Conseil d'administration quant à l'action qu'il conviendrait d'entreprendre pour protéger les travailleurs contre les fibres minérales et synthétiques auxquelles ils pourraient être professionnellement exposés. A sa 239e session (février-mars 1988), le Conseil d'administration a décidé que la réunion proposée se tiendrait du 17 au 25 avril 1989.

La résolution appelait en outre le Directeur général à faciliter l'évaluation des risques pour la santé des fibres inorganiques, qu'elles soient naturelles ou artificielles, autres que l'amiante, entreprise dans le cadre du Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS), du Programme des Nations Unies pour l'environnement, de l'Organisation internationale du Travail et de l'Organisation mondiale de la santé. Cette évaluation est maintenant terminée; elle a été publiée par l'OMS dans le volume 77 de sa série Critères d'hygiène de l'environnement sous le titre Man-made mineral fibres (en anglais seulement).

Il existe une vaste gamme de produits susceptibles d'être désignés sous l'appellation de fibres synthétiques. Aux fins du présent document, il a été convenu de suivre les définitions fournies par l'Encyclopaedia of occupational health and safety du BIT (troisième édition, 1983), qui distingue les fibres synthétiques dans lesquelles la matière fibreuse est dérivée soit de produits chimiques monomères (fibres synthétiques organiques), soit de minéraux (fibres minérales artificielles), et les fibres artificielles dans lesquelles la matière fibreuse est d'origine végétale ou animale, telles que les fibres de rayonne de viscose ou d'esters cellulosiques et les fibres protéiniques. Conformément au mandat assigné à la réunion d'experts, le présent

document ne traite pas les fibres artificielles d'origine végétale ou animale.

Le présent document examine les problèmes de sécurité et de santé qui se posent lors de l'utilisation sur les lieux de travail de fibres minérales ou synthétiques. Il tient dûment compte des instruments internationaux en la matière, et notamment de la convention (no 155) et de la recommandation (no 164) sur la sécurité et la santé des travailleurs, 1981, de la convention (no 148) et de la recommandation (no 156) sur le milieu de travail (pollution de l'air, bruit et vibrations), 1977, de la convention (no 162) et de la recommandation (no 172) sur l'amiante, 1986, ainsi que du Recueil de directives pratiques du BIT Sécurité dans l'utilisation de l'amiante, publié en 1984.

Les trois premiers chapitres traitent des fibres minérales artificielles, des fibres minérales naturelles, des fibres synthétiques organiques et des effets sur la santé de ces divers types de fibres. Les chapitres suivants examinent les mesures de prévention et de protection ainsi que la législation et la pratique dans quelques pays. Les principaux ouvrages ayant servi de référence sont, pour ce qui concerne l'évaluation des risques, les monographies OMS/CIRC (Centre international de recherche sur le cancer) concernant l'évaluation des risques de cancer que présentent les substances chimiques pour l'homme, intitulée Silica and some silicates (vol. 42, 1987) et Man-made mineral fibres and radon (vol. 43, 1988), et les publications de l'OMS de la série Critères d'hygiène de l'environnement, intitulée Asbestos and other natural mineral fibres (no 53, 1986), et Man-made mineral fibres (no 77, 1988).

Le présent document a pour objet de fournir à tous les intéressés les informations de base nécessaires en ce qui concerne la sécurité dans l'utilisation des fibres minérales et synthétiques autres que l'amiante. Il couvre une vaste gamme de substances:

- i) les fibres minérales artificielles - laines d'isolation (de roche, de laitier et de verre); fibres réfractaires (dont les fibres céramiques); fibres de verre à filament continu; fibres destinées à des applications spéciales;
- ii) les fibres minérales naturelles autres que l'amiante - érionite, attapulgite et wollastonite;
- iii) les fibres synthétiques organiques - fibres aramides; fibres de carbone; fibres de graphite; fibres polyoléfines.

Ces substances ont deux importantes caractéristiques communes:

- i) toutes constituent des matières fibreuses, et la plupart renferment, à des degrés divers, des fibres respirables;
- ii) leur production et leur utilisation dans le monde s'accroissent (sauf en ce qui concerne l'ériionite).

La définition des fibres respirables à laquelle on se réfère dans le présent document est celle du Recueil de directives pratiques Sécurité dans l'utilisation de l'amiante, à savoir une particule d'un diamètre inférieur à 3 μm , dont la longueur est au moins égale à trois fois le diamètre. Mais la réunion d'experts s'est déclarée préoccupée par le fait que cette définition ne décrit pas de manière satisfaisante les fibres qui, estime-t-on, présentent à l'heure actuelle les risques les plus élevés. Les recherches portent à croire que les fibres d'un diamètre inférieur à 1,5 μm et d'une longueur supérieure à 5 μm , dont le rapport longueur/diamètre est supérieur à 5:1 sont probablement les plus dangereuses; aussi la réunion a estimé qu'une nouvelle définition des fibres respirables serait nécessaire, mais que cette tâche n'était pas de son ressort.

La production et l'utilisation de ces matières se développent rapidement et les recherches concernant leurs effets sur la santé se poursuivent. De plus, de nouvelles substances, de nouveaux produits et de nouvelles techniques de production apparaissent continuellement. Pour ces raisons, les informations contenues dans le présent rapport, qui reflètent l'état actuel des connaissances, devront être revues périodiquement, à la lumière de toute donnée nouvelle. Les experts souhaitent vivement que les recherches se poursuivent et que de nouvelles données soient obtenues.

2. FIBRES MINÉRALES ARTIFICIELLES

2.1. Généralités

Les fibres minérales artificielles (FMA), dont la plupart sont désignées aussi sous le nom de fibres artificielles vitreuses ou de fibres minérales synthétiques (vitreuses), sont produites et utilisées depuis plus de cent ans. Il en existe différents types tels que les laines isolantes (notamment la laine de verre, la laine minérale, la laine de roche et la laine de laitier), les fibres réfractaires (notamment les fibres céramiques), les fibres en filament continu et les fibres destinées à des applications spéciales (tableau 1)¹.

Tableau 1. Classification, diamètre nominal des FMA et procédés de fabrication

Fibres minérales artificielles				
	Filaments continus	Laine d'isolation	Fibres réfractaires	Fibres destinées à des applications spéciales
Types	1) Verre	1) Laine de verre 2) Laine de roche 3) Laine de laitier	1) Céramiques 2) Autres	1) Microfibres de verre
Diamètre nominal ^a	6-15 µm	2-9 µm	1,2-3 µm	0,1-3 µm
Procédés de fabrication	Etirage	Centrifugation Centrifugation/ Soufflage	Soufflage Soufflage/ Etirage	Atténuation par flamme

^a Plage approximative des diamètres moyens.

L'utilisation des divers types de FMA s'est révélée très bénéfique pour l'ensemble de la collectivité, qu'il s'agisse de l'isolation thermique de maisons d'habitation, de bureaux ou

d'usines, d'économie d'énergie, d'isolation acoustique, d'ignifugeage et de protection contre le feu, d'isolation d'appareils ménagers, d'isolation d'engins spatiaux ou encore de renforcement de matières plastiques, de plâtre, de ciment ou de textiles.

D'un autre côté, l'exposition des travailleurs à des concentrations excessives de poussières de FMA en suspension dans l'air a suscité de graves préoccupations en ce qui concerne leur nocivité éventuelle pour l'organisme, préoccupations étayées par les résultats de l'expérimentation animale et certaines preuves épidémiologiques. On sait, depuis plusieurs décennies, que les personnes exposées à de fortes concentrations de FMA peuvent souffrir d'irritation de la peau, des yeux et des voies respiratoires supérieures. Ce n'est que plus récemment que l'on s'est rendu compte que les FMA en suspension dans l'air peuvent être assez petites pour être respirables et se déposer dans le tissu pulmonaire. On s'est demandé dès lors si ces fibres ne pourraient pas avoir des effets analogues à ceux résultant d'une exposition excessive aux poussières d'amiante, c'est-à-dire provoquer des fibroses pulmonaires, des cancers du poumon ou des mésothéliomes de la plèvre ou du péritoine.

Certaines FMA contiennent des fibres de diamètre compris dans la gamme respirable qui peuvent, en certaines circonstances, être libérées dans l'atmosphère durant leur fabrication ou leur utilisation. Aussi des recherches approfondies ont-elles été entreprises au cours des vingt dernières années sur les effets sur la santé des FMA, qu'il s'agisse d'effets à court terme ou à long terme, et plus particulièrement sur le risque de cancer de l'appareil respiratoire. Si ces recherches n'ont pas permis d'élucider jusqu'ici toutes les questions concernant les effets éventuels des fibres considérées, elles n'en ont pas moins fourni des données suffisamment fiables sur la base desquelles il est possible de mettre au point des politiques pratiques pour l'adoption de mesures de sécurité dans la fabrication et l'utilisation de certaines FMA, notamment des laines isolantes et des filaments continus. On manque cependant d'informations pour ce qui est des fibres réfractaires et des fibres destinées à des applications spéciales.

2.2. Caractéristiques

La plupart des FMA sont des silicates amorphes, contrairement aux minéraux fibreux naturels à structure cristalline. C'est la raison pour laquelle elles ne se délitent pas longitudinalement en fibres d'un diamètre plus faible mais elles peuvent se casser transversalement en brins plus courts. On

ignore le volume exact de la production mondiale de ces fibres mais l'on considère, selon les estimations, qu'il est de l'ordre de 7 millions de tonnes par an. La composition chimique des divers types de fibres varie; il en va de même de la longueur et du diamètre des fibres elles-mêmes. Ces différences influencent de manière notable la possibilité qu'ont les fibres d'être inhalées et de rester dans les poumons.

La plupart des laines isolantes contiennent des liants et des agents inhibiteurs de poussières. Les liants sont essentiellement des résines phénol-formol; on utilise aussi des résines urée-formol. Ces résines sont projetées sur la masse fibreuse aux premiers stades de la production. Il n'est pas fait usage de liants ou d'agents inhibiteurs de poussières dans le cas des produits finis à base de fibres réfractaires. Les produits dépourvus de liants et d'agents inhibiteurs de poussières sont susceptibles de libérer, durant leur fabrication et leur utilisation, plus de fibres respirables dans l'atmosphère que les produits qui en contiennent.

Les FMA sont produites à des diamètres nominaux spécifiques qui sont fonction du type de fibre et de l'application envisagée. Le diamètre nominal des laines de verre est généralement compris entre 2 et 9 μm ; celui des fibres réfractaires entre 1,2 et 3 μm ; celui des fibres destinées à des applications spéciales entre 0,1 et 3 μm ; enfin, celui des fibres de verre en filament continu va de 6 à 15 μm . Tout échantillon non conditionné de laine isolante contiendra des fibres dont le diamètre sera un multiple ou une fraction du diamètre nominal.

2.3. Procédés de fabrication

2.3.1. Généralités

Depuis les débuts de la fabrication, des changements sont survenus dans les principes des procédés. Les méthodes de fabrication ont également été perfectionnées et ont conduit à des améliorations significatives du produit final.

Les procédés de fabrication comprennent l'étirage, le soufflage et le filage (centrifugation), seuls ou en combinaison, mais tous partent d'un bain de matières premières en fusion dont la nature est fonction des exigences fixées quant à la composition et aux caractéristiques du produit final. Les techniques mises en oeuvre font appel à des cubilots, des fours chauffés au gaz ou à l'électricité ou encore des fours à sole à électrodes. La plupart des matières en fusion exigent, pour être

transformées en fibres, des températures comprises entre 1.200 et 1.600 °C; les fibres réfractaires, quant à elles, exigent des températures supérieures.

Seul l'étirage permet de contrôler rigoureusement le diamètre des fibres. Cette méthode produit des filaments continus à des diamètres très rapprochés. L'étirage consiste, dans un premier temps, à chasser le mélange en fusion au travers d'une platine percée d'orifices de très petit diamètre. Les filaments ou fils sont étirés alors qu'ils sont encore à l'état fluide avant d'être passés au peigne et enroulés pour être ensuite retravaillés. Le diamètre des filaments est déterminé par la viscosité de la masse en fusion, le diamètre des orifices du panier et la vitesse de rotation du tambour de l'enrouleuse. Ces divers paramètres, qui peuvent être fixés de manière relativement aisée, permettent de contrôler avec exactitude le diamètre du filament produit avec une précision de 10 pour cent.

Le filage (appelé aussi centrifugation) consiste à déverser la matière en fusion sur des disques tournant à grande vitesse. Diverses configurations ont été mises au point pour tenir compte des spécifications exigées du produit final. La matière en fusion est projetée entre et hors des disques par la force centrifuge. Les gouttelettes de matière en fusion projetées hors des disques forment une sorte de tête de petite dimension (shot) suivie d'une tige allongée ou fibre. Ce procédé permet, selon les propriétés et la vitesse d'amenée de la masse en fusion, la vitesse de rotation des disques et les caractéristiques de la surface de ceux-ci, de fabriquer des fibres de diamètre et de longueur variables.

La transformation en fibres peut se faire également avec un seul disque, avec ou sans amenée tangentielle au disque d'air ou de vapeur permettant l'allongement des fibres produites tandis que la matière en fusion est projetée hors du disque par la force centrifuge.

Le soufflage est un procédé par lequel il peut être difficile de contrôler la gamme des diamètres des fibres. De manière simplifiée, cette technique consiste à soumettre un filet de matière en fusion à un jet d'air ou de vapeur orienté vers une chambre collectrice. Ce jet a pour effet de diviser la matière en fusion en fibres ainsi qu'en particules présentant une forme plus ou moins globulaire. Le soufflage est moins efficace que le filage, car il donne lieu à une plus forte proportion de particules globulaires.

Rotation et soufflage peuvent également être combinés dans le cadre de procédés où la matière en fusion est déversée à l'intérieur d'une cuve rotative (assiette de fibrage) dont la paroi périphérique est percée d'un grand nombre d'orifices. En

général, des jets de gaz de combustion conjuguent leur action à la force centrifuge pour la transformation en fibres.

Aujourd'hui, des procédés de soufflage plus perfectionnés ont fait leur apparition. Dans le cadre de l'un des plus importants de ces procédés, le verre à transformer en fibres est exposé sous forme de fines tiges à une flamme, ce qui permet d'obtenir des fibres de verre exemptes de "shots" (procédé d'atténuation par flamme). Il s'agit là du principal procédé employé pour produire des fibres ultrafines et des fibres destinées à des applications spéciales.

Des agents inhibiteurs de poussières sont ajoutés à la plupart des laines isolantes au stade de la collecte du produit, immédiatement après la transformation en fibres et avant que les fibres ne se constituent en matelas. Les substances utilisées comme inhibiteurs de poussières comprennent des huiles et des cires minérales et végétales. Lorsque les FMA sont appelées à résister à des températures élevées (c'est le cas des fibres céramiques réfractaires, en particulier), les agents en question sont carbonisés avant que le produit ne parvienne, en bout de ligne, au poste d'emballage.

2.3.2. Fibres de verre

Il existe trois sortes principales de fibres de verre: le filament continu, la laine isolante et les fibres destinées à des applications spéciales. Ce sont essentiellement des oxydes de silicium, de calcium, de sodium, de potassium, d'aluminium et de bore. Quant aux matières premières, elles comprennent la silice, le sable, le calcaire, la dolomite, l'oxyde de bore, le spath fluor et des fragments de verre. Les matériaux entrant dans la composition des fibres peuvent être modifiés en cours de fabrication en vue d'obtenir les propriétés désirées².

2.3.3. Laine de roche et laine de laitier

La laine de roche et la laine de laitier sont des laines isolantes produites à partir de roche magmatique fondue; la laine de laitier est fabriquée à partir de laitier fondu provenant de procédés métallurgiques tels que la fabrication du fer, de l'acier ou du cuivre. La laine de roche et la laine de laitier sont essentiellement, elles aussi, des oxydes de silicium, d'aluminium, de calcium et de magnésium, mais elles contiennent aussi de l'oxyde de fer. La résistance chimique et la solubilité dans l'eau de la laine de roche et de la laine de laitier varient considérablement².

2.3.4. Fibres réfractaires

Les fibres réfractaires, y compris les fibres céramiques, constituent un grand groupe de fibres minérales synthétiques amorphes ou partiellement cristallines. Elles sont fabriquées à partir d'argile kaolinique ou d'oxyde d'aluminium, de silicium ou d'autres métaux, ou plus rarement de substances autres que des oxydes telles que le carbure de silicium, le nitrure de silicium ou le nitrure de bore. Leur résistance thermique est accrue grâce à l'adjonction d'une plus grande proportion d'alumine. Présentant une structure amorphe à leur fabrication, ces fibres peuvent, à des températures voisines de 1.000 °C, se transformer en d'autres formes cristallines de silice, cristobalite ou mullite³.

2.4. Exposition professionnelle

2.4.1. Généralités

En raison de la vaste gamme d'applications que connaissent les FMA, le nombre des personnes professionnellement exposées est considérable. Des fibres de verre en filament continu servent à renforcer le ciment, le plâtre ou les matières plastiques; ces fibres entrent également dans la fabrication d'articles en papier ou en caoutchouc, ainsi que dans les textiles industriels et les isolants électriques. Les laines isolantes sont utilisées, pour l'isolation acoustique aussi bien que thermique, à des fins industrielles ou domestiques, sous forme de dalles de plafond et de panneaux acoustiques; on les trouve également dans les conduits de ventilation, de conditionnement d'air ou de climatisation, de même que dans les matériaux d'ignifugeage et de protection contre le feu. Les fibres réfractaires sont utilisées en tant qu'isolants aux températures élevées, dans l'ignifugeage et la protection contre le feu, ainsi que dans les interpénétrations des bâtiments. Les laines isolantes et les fibres réfractaires entrent dans la composition des produits de friction. Des fibres de verre destinées à des applications spéciales sont employées lorsqu'il s'agit de réaliser une isolation très performante, plus particulièrement dans l'industrie aérospatiale; on les utilise également pour l'isolation acoustique et la filtration lorsqu'on désire obtenir des rendements élevés.

Le choix de FMA mises en oeuvre en qualité d'isolant thermique dépend de la résistance thermique des fibres elles-mêmes. La température maximale pour laquelle la plupart des laines de verre peuvent être utilisées ne dépasse pas 450 °C, bien qu'un type de laine récemment mis au point soit susceptible d'être utilisé jusqu'à 800 °C. La température maximale pour

laquelle la laine de roche et la laine de laitier peuvent être utilisées est de 820 °C. Les fibres céramiques, quant à elles, peuvent être utilisées au-delà de 820 °C. La tenue en température des fibres de silicate d'aluminium est de 1.300 °C; elle peut être portée à 1.600 °C avec les fibres à haute teneur en alumine. Le comportement des produits, c'est-à-dire leur conductibilité thermique, dépend essentiellement du diamètre de leurs fibres constituantes: plus ce diamètre est élevé, moindre est la performance.

2.4.2. Fibres de verre en filament continu

Du fait que ces produits ont des diamètres allant de 6 à 20 μm , ils ne contiennent pas de fibres respirables. Les concentrations de poussière totale peuvent être élevées dans les industries qui ont recours à ces produits, et les poussières sont fortement irritantes du fait qu'elles contiennent des fibres non respirables et des particules non fibreuses. Outre l'adoption de mesures de contrôle techniques, le port d'un équipement de protection des voies respiratoires et de lunettes de protection s'impose fréquemment dans les travaux de découpe, de meulage ou de ponçage sur des matériaux contenant des fibres de verre en filament continu tels que les plastiques renforcés (bateaux, piscines, baignoires, lavabos, pièces de plomberie, dalles de plafond, etc.) ou le plâtre renforcé.

Il importe aussi de veiller aux expositions de nature chimique qui leur sont associées et aux précautions qu'elles appellent. Des matrices de résines formaldéhyde sont utilisées lors de la fabrication. Au stade de l'utilisation des fibres de verre en filament continu destinées au renforcement de matières plastiques, on peut se trouver en présence de résines polyester, de naphthénates de cobalt et de peroxydes de méthyléthylcétone.

2.4.3. Laines isolantes

Les concentrations de poussière totale rencontrées dans la fabrication des laines isolantes (laine de verre, laine de roche et laine de laitier) ne dépassent que rarement les limites d'exposition généralement admises. Les concentrations de fibres respirables sont inférieures pour la plupart à 1 f/ml. Des résines formaldéhyde sont utilisées en tant que liants, et les concentrations de formaldéhyde peuvent être importantes.

De même, lors de la mise en place de revêtements isolants, les concentrations de fibres respirables en suspension dans l'air sont généralement peu importantes; la plupart des mesures donnent des valeurs inférieures à 1 f/ml, encore que des concentrations

allant de 1 à 2 f/ml aient été parfois relevées à l'intérieur d'espaces confinés.

La manutention de produits contenant des laines isolantes n'occupe qu'une partie de la journée de travail, aussi les concentrations moyennes pondérées dans le temps lors d'une journée complète de travail sont-elles d'ordinaire inférieures à celles que l'on observe lors de la mise en place proprement dite. Les niveaux de poussière totale sont généralement faibles. Cependant, sur les chantiers de construction, par suite des autres travaux effectués, les niveaux de poussière totale peuvent être plus élevés que dans les usines de production. L'IPCS¹ a estimé qu'en général les concentrations de fibres en suspension dans l'air, lors de la pose de produits contenant des FMA, sont comparables ou inférieures aux niveaux enregistrés au cours de la production, c'est-à-dire inférieures à 1 f/ml. Des exceptions peuvent se produire dans le cas d'opérations de soufflage ou de flochage effectuées en espace confiné, par exemple lors de l'isolation d'avions ou de greniers, où les niveaux moyens de fibres de verre et de laine minérale peuvent atteindre respectivement 1,8 f/ml et 4,2 f/ml. En espace confiné, les concentrations moyennes lors de la pose de matières non compactées vont jusqu'à 8,2 f/ml. La démolition de structures contenant des laines isolantes friables peut donner lieu à des niveaux élevés de poussières ou de fibres en suspension dans l'air.

La décomposition thermique des agents inhibiteurs de poussières et des liants entraîne un empoussiérage accru. Cela peut être également le cas avec les isolations anciennes, surtout si elles ont ramassé d'autres poussières au cours des années. La dépose de revêtements anciens ou ayant été soumis à la chaleur peut par conséquent libérer plus de poussières respirables que les opérations de mise en place.

Des concentrations élevées de fibres en suspension dans l'air peuvent être rencontrées lors du flochage et de certains travaux de nettoyage. Elles s'accompagnent généralement de très fortes concentrations de poussière totale, dues notamment au ciment utilisé pour le flochage.

2.4.4. Fibres réfractaires

Du fait que les produits ne comportent pas de liant, les concentrations de fibres respirables ont tendance à être plus élevées lors de la fabrication des fibres réfractaires que lors de la production des laines isolantes. Des concentrations dépassant 1 f/ml ont été relevées¹. Les concentrations de

poussière totale sont le plus souvent inférieures à 2 mg/m³. Le formaldéhyde ne pose pas de problème du fait qu'il n'est pas fait usage de liants.

Des résultats de mesure non publiés - émanant de l'industrie et d'institutions gouvernementales - montrent que, lors de la pose de revêtements de fibres réfractaires pour la protection antifeu des cloisons, plafonds et portes coupe-feu, on relève des concentrations de fibres respirables en suspension dans l'air inférieures à 1 f/ml, les concentrations de poussière totale pouvant aller jusqu'à 5 mg/m³. La mise en place de revêtements isolants sur des éléments portés à haute température (garnissages de fours ou d'étuves, gaines calorifuges de tuyauteries, par exemple) peut donner lieu à des concentrations de fibres respirables supérieures à 1 f/ml, les concentrations de poussière totale étant généralement inférieures à 2 mg/m³. La dépose de revêtements isolants du type considéré peut provoquer de très hauts niveaux de fibres respirables bien supérieurs à 1,0 f/ml (données non publiées émanant de l'industrie). Les concentrations de poussière totale peuvent être également très élevées et l'on peut rencontrer des poussières de cristobalite et de mullite.

2.4.5. Fibres de verre destinées à des applications spéciales

On ne possède que peu de données en ce qui concerne les concentrations de fibres respirables en suspension dans l'air rencontrées au cours de la fabrication des fibres en question. Leur diamètre nominal étant égal ou inférieur à 1,0 µm, et la fabrication des produits ne faisant pas appel à un liant, il est indispensable de contrôler les opérations de manière très stricte afin de maintenir les concentrations au-dessous de 1,0 f/ml. Les concentrations de poussière totale sont peu élevées. Les concentrations moyennes relevées dans des fabriques de fibres destinées à des applications spéciales vont de 1 à 2 f/ml, et les concentrations les plus élevées (1-50 f/ml) sont mesurées dans la production des microfibrés¹.

Les matériaux isolants destinés à des applications spéciales, tels que ceux que l'on met en oeuvre dans l'industrie aérospatiale, donnent lieu à de faibles concentrations de poussière totale mais à des concentrations élevées de fibres respirables dans l'air.

2.5. Expositions non professionnelles

Les laines isolantes sont très largement utilisées dans l'isolation des maisons d'habitation et sont souvent mises en place par les occupants eux-mêmes. Lorsqu'on a recours à des panneaux ou des rouleaux de matériaux comportant un liant, les concentrations de fibres respirables en suspension dans l'air sont peu élevées, généralement de l'ordre de 0,1 f/ml ou même moins. Les concentrations de poussière totale, par contre, peuvent atteindre 10 mg/m³ et même davantage, particulièrement lorsqu'on procède à l'isolation d'anciens bâtiments. On peut prévenir l'irritation cutanée par le port de gants, de chemises amples à manches longues, de pantalons longs, et grâce à une pièce de tissu passée sous le col. Il convient également de protéger les yeux par des lunettes de sécurité.

Les fibres de verre à filament continu sont utilisées, elles aussi, dans des applications domestiques, dans la construction de bateaux en plastiques renforcés et dans le bricolage. Les concentrations de poussière totale peuvent être importantes, surtout si l'on se sert d'outils électriques pour la découpe, le ponçage, etc.; on est cependant d'avis que les niveaux de fibres respirables ne posent pas de problème en raison du fort diamètre (supérieur à 6 µm) des fibres de verre à filament continu. Par contre, les risques chimiques associés peuvent être considérables si les travaux sont exécutés dans des locaux mal ventilés. On peut prévenir l'irritation cutanée par le port de gants, de chemises amples à manches longues, de pantalons longs et grâce à une pièce de tissu passée sous le col. On devrait par ailleurs se prémunir contre les expositions de type chimique en améliorant la ventilation et en utilisant un appareil respiratoire de modèle agréé.

2.6. Effets sur la santé

2.6.1. Généralités

Les résultats de vastes recherches portant sur les effets des FMA sur la santé ont été présentés à deux conférences internationales organisées par l'Organisation mondiale de la santé à Copenhague, en 1982⁴ et 1986⁵. Les effets sur la santé associés à l'exposition aux FMA dans le milieu de travail et l'environnement ont été évalués par le Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS)¹, et le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) a procédé à une évaluation de la cancérogénicité des FMA⁵.

2.6.2. Effets irritants

Les fibres dont le diamètre est supérieur à environ 4,5 - 5,0 μm , telles que la plupart des laines isolantes et des fibres de verre à filament continu, peuvent provoquer une irritation cutanée. Cette irritation, de nature mécanique, déclenche une dermatose qui peut se compliquer et donner lieu à des réactions urticariennes et eczémateuses. En règle générale, ces dermatites ont un caractère bénin et sont de courte durée^{7, 8}. En outre, des réactions allergiques aux résines utilisées dans la production des FMA peuvent survenir occasionnellement¹.

Des cas d'irritation oculaire ont également été signalés⁹; ils peuvent être le fait de grosses fibres entrées en contact avec les yeux aussi bien que des autres poussières non fibreuses que l'on rencontre fréquemment dans l'utilisation des FMA.

2.6.3. Affections respiratoires non malignes, y compris la fibrose

i) Effets sur l'homme

Les données disponibles sur les affections respiratoires non malignes chez des populations professionnellement exposées aux FMA ont été résumées par le Programme international sur la sécurité des substances chimiques de la manière suivante¹:

Un certain nombre d'études épidémiologiques par coupe instantanée paraissent indiquer que les FMA peuvent avoir sur la fonction respiratoire des effets liés à l'exposition, ce qui n'est pas le cas d'autres études. Une importante étude, menée avec soin, a relevé une prévalence accrue de petites ombres de faible densité sur les radiographies pulmonaires de fumeurs de cigarettes ayant travaillé pendant longtemps dans la fabrication de FMA. Aucun tableau cohérent d'effets non malins liés aux FMA n'a toutefois pu être mis en évidence jusqu'ici au niveau de l'appareil respiratoire sur la base de ces enquêtes transversales.

A la lumière des analyses épidémiologiques entreprises à ce jour, y compris les deux plus vastes enquêtes effectuées en Europe et aux Etats-Unis, il existe peu de preuves d'une surmortalité par affection respiratoire non maligne parmi les travailleurs des FMA. Aucune augmentation statistiquement significative de la mortalité par affection respiratoire non maligne n'a été mise en évidence dans un secteur quelconque de l'industrie, par comparaison avec les taux de référence locaux ... Il n'y avait pas de relation entre les taux de mortalité et le temps écoulé depuis la

première exposition, ni entre les taux de mortalité et la durée ou l'intensité de l'exposition.

On ne dispose d'aucun résultat d'étude concernant des personnes exposées aux fibres réfractaires.

ii) Effets sur les animaux d'expérimentation

Les résultats des études expérimentales effectuées sur l'animal concernant les affections non malignes ont également été résumés par l'IPCS de la manière suivante¹:

La plupart des études d'exposition par inhalation effectuées à ce jour ne révèlent que peu ou pas de preuves de fibrose pulmonaire dans une variété d'espèces animales soumises à des concentrations de divers types de FMA (note de l'éditeur: laine de roche, laine de laitier, laine de verre, fibres de verre destinées à des applications spéciales). Dans la plupart des cas, la réponse tissulaire se bornait à l'accumulation de macrophages pulmonaires dont beaucoup contenaient des fibres. Dans tous les cas, la réaction tissulaire chez les animaux exposés aux fibres de verre destinées à des applications spéciales et, dans une étude, à la laine de verre était beaucoup moins grave que dans le cas de quantités égales d'amiante chrysotile ou d'amiante crocidolite. De plus, contrairement à l'amiante, la fibrose n'avait pas progressé après cessation à l'exposition, bien que, pour l'amiante, le nombre de fibres ayant atteint le poumon puisse avoir été plus élevé que dans le cas des fibres de verre et de la laine de verre.

Il existe des preuves de fibrose, pour diverses espèces, après l'administration intratrachéale de fibres de verre destinées à des applications spéciales. Dans la plupart des cas, cependant, la réponse tissulaire s'est bornée à une réaction inflammatoire.

L'inhalation ou l'injection intrapleurale de fibres réfractaires d'oxyde d'aluminium contenant environ 4 pour cent de silice n'a provoqué qu'une faible réaction pulmonaire chez les rats. Par ailleurs, l'incidence des fibroses interstitielles après inhalation de fibres céramiques à base de silicate d'aluminium a été la même que pour les animaux exposés à l'amiante chrysotile (note de l'éditeur: sur la base des résultats d'une seule étude).

2.6.4. Affections respiratoires malignes

i) Effets sur l'homme

Les données épidémiologiques concernant la mortalité par cancer et l'incidence du cancer chez les personnes exposées aux FMA ont été résumées par l'IPCS de la manière suivante¹:

a) Laines isolantes (laine de verre, laine de roche, laine de laitier)

Un excès de mortalité par cancer pulmonaire a été mis en évidence dans de vastes études épidémiologiques effectuées en Europe et aux Etats-Unis concernant les travailleurs de la production de laine de roche et de laine de laitier, mais non pas dans les études portant sur la laine de verre. La surmortalité par cancer pulmonaire ou l'incidence accrue de cancers pulmonaires dans l'industrie de la production de la laine de roche et de la laine de laitier ont été constatées par comparaison avec les taux de référence locaux ou nationaux (statistiquement significatifs dans l'étude américaine mais non dans l'étude européenne). Il y avait une relation (non statistiquement significative) avec la durée écoulée depuis la première exposition pour ce qui est de l'étude européenne mais non pour l'étude américaine. Aucune relation avec la durée de l'emploi ou l'estimation de l'exposition cumulée aux fibres n'a été observée. Dans l'étude européenne, un excès statistiquement significatif de cancers pulmonaires a été rapporté chez les travailleurs des premières années de la production, dont on estime que les niveaux de fibres en suspension dans l'air étaient supérieurs aux niveaux enregistrés par la suite. Lors de l'étude européenne, une augmentation statistiquement significative de la mortalité par cancer pulmonaire, vingt ans après la première exposition, semblait avoir été associée à l'utilisation de laitier, mais c'est justement lors des premières années de la production qu'il a été fait usage de laitier. Ni l'utilisation de bitume et de brai ni la présence d'amiante dans certains produits n'expliquent cette augmentation des cancers pulmonaires. L'étude européenne n'a révélé aucune mortalité excessive par cancer pulmonaire chez les travailleurs employés à la production de laine de roche et de laine de laitier avec les procédés technologiques modernes où l'on estime que les concentrations de fibres ont diminué grâce à l'introduction des agents inhibiteurs de poussière.

Pour les travailleurs affectés à la production de laine de verre, il n'a pas été rapporté d'excès de mortalité par cancer pulmonaire en comparaison avec les taux locaux dans les grandes cohortes européennes ou américaines. Dans les deux études, il n'a pas été constaté d'augmentation

statistiquement significative de la mortalité par cancer pulmonaire en fonction du temps écoulé depuis la première exposition. Cependant, il n'a pas été établi de relation, dans l'enquête américaine, avec la durée de l'emploi ou avec l'estimation de l'exposition cumulée ni, pour l'étude européenne, avec les différentes phases technologiques. Pour la cohorte américaine, le "SMR" (taux comparatifs de mortalité) concernant le cancer pulmonaire chez les travailleurs qui avaient été exposés lors de la fabrication de fibres de verre de faible diamètre (moins de 3 μm) était élevé comparativement à celui des travailleurs qui n'avaient jamais été exposés dans ce secteur de production. L'excès constaté chez ces travailleurs a été mis en corrélation avec le temps écoulé depuis la première exposition, mais ni l'augmentation générale ni la corrélation avec le temps n'ont été statistiquement significatives. Une augmentation statistiquement significative du cancer pulmonaire, observée dans une petite cohorte canadienne de travailleurs employés à la production de laine de verre, n'a pas été mise en corrélation avec le temps écoulé depuis la première exposition ni avec la durée de l'emploi.

Il n'y a aucune preuve, dans les études menées à ce jour, que les mésothéliomes pleuraux ou péritonéaux soient associés à une exposition professionnelle aux laines isolantes.

b) Filaments continus

Dans les études effectuées à ce jour, il n'a pas été constaté d'augmentation des taux de mortalité et d'incidence concernant le cancer pulmonaire ou le mésothéliome chez les travailleurs affectés à la production des filaments en continu.

c) Fibres réfractaires

On ne dispose pas de données épidémiologiques sur les taux de mortalité et d'incidence concernant le cancer pulmonaire ou le mésothéliome chez les travailleurs des fibres réfractaires.

ii) Effets sur les animaux d'expérimentation

Les résultats des études expérimentales effectuées sur l'animal concernant les affections malignes ont été résumés par l'IPCS¹. Etant donné le manque de détails en la matière dans la publication de ces études, il est difficile de distinguer

nettement entre les types de fibres, bien que la plupart des données expérimentales se rapportent aux fibres destinées à des applications spéciales.

Les études d'exposition par inhalation effectuées à ce jour n'ont pas révélé d'augmentation statistiquement significative de tumeurs pulmonaires chez les animaux exposés aux fibres de verre (y compris les fibres destinées à des applications spéciales) ou à la laine de roche. Cependant, dans plusieurs de ces études, une augmentation des tumeurs pulmonaires, non significative statistiquement, a été constatée chez les animaux exposés. Dans toutes les études de cancérogénicité effectuées à ce jour, les mêmes concentrations d'amiante chrysotile ont nettement provoqué des tumeurs pulmonaires, tandis que l'amiante crocidolite n'a provoqué que peu ou pas de tumeurs. Les données disponibles sont toutefois insuffisantes pour qu'il soit possible de tirer des conclusions et de comparer le potentiel des divers types de fibres car, dans la plupart des études, l'exposition réelle (nombre de fibres respiratoires) n'était pas caractérisée.

On a décelé une incidence accrue des tumeurs pulmonaires chez deux espèces animales dans un même laboratoire après administration par voie intratrachéale de fibres destinées à des applications spéciales, mais ces résultats n'ont pas été confirmés par d'autres chercheurs.

Des études procédant par administration par voie intrapleurale ou intrapéritonéale de FMA à des animaux ont permis d'obtenir des informations sur l'importance de la dimension des fibres et de leur durabilité in vivo dans l'induction de fibroses et de néoplasmes. C'est avec les fibres d'un diamètre inférieur à $0,25 \mu\text{m}$ et d'une longueur supérieure à $8 \mu\text{m}$ que l'on a pu établir la plus forte corrélation de probabilité de manifestation de mésothéliomes après administration intrapleurale et intrapéritonéale; toutefois, les probabilités étaient également élevées avec des fibres d'un diamètre inférieur à $1,5 \mu\text{m}$ et d'une longueur supérieure à $4 \mu\text{m}$. On a proposé un modèle selon lequel le potentiel cancérogène des fibres est considéré comme étant fonction de la longueur et du diamètre ainsi que de la stabilité. Le pouvoir d'induction de tumeurs après administration intrapleurale s'est révélé plus fort pour l'amiante que pour la même concentration massique de fibres de verre. Toutefois, certains types de fibres céramiques se sont avérés avoir le même pouvoir que des concentrations massiques égales de crocidolite dans l'induction de mésothéliomes après injection intrapéritonéale. On a relevé des réactions tumorales analogues après injection intrapéritonéale d'un nombre comparable de fibres d'amiante

actinolite d'une longueur supérieure à 5 µm, de fibres de laine de basalte et de fibres de laine de céramique.

L'inhalation ou l'injection intrapleurale de fibres réfractaires d'oxyde d'aluminium contenant environ 4 pour cent de silicate n'ont pas donné lieu à des néoplasmes pulmonaires chez les rats. En revanche, l'incidence de néoplasmes pulmonaires après inhalation de fibres céramiques à base de silicate d'aluminium était comparable à l'incidence constatée chez les animaux exposés à la chrysotile; néanmoins, la moitié des tumeurs induites n'étaient pas typiques des tumeurs observées chez les animaux exposés à l'amiante (note de l'éditeur: sur la base des résultats d'une seule étude).

2.6.5. Autres facteurs pertinents

D'autres facteurs à prendre en compte pour l'évaluation des effets potentiels sur la santé associés à l'exposition aux FMA ont été résumés par le CIRC⁶ de la manière suivante (note de l'éditeur: dans la monographie du CIRC, l'expression "laine de verre" recouvre la laine de verre et les fibres destinées à des applications spéciales).

De nombreux échantillons de FMA de gros diamètre ne sont que faiblement respirables.

La solubilité des FMA in vitro et leur durabilité in vivo dépendent de leur composition chimique. Tandis que les fibres de laine de verre semblent être en général relativement non durables, un échantillon (note de l'éditeur: de fibres de silicate de bore non alcalin) s'est révélé très insoluble in vitro. Par ailleurs, alors que, dans une étude, les fibres céramiques se sont révélées très durables, un échantillon s'est révélé aussi soluble que la laine de verre utilisée à des fins de comparaison dans la même expérimentation in vitro. Le nombre des échantillons de laine de laitier et de laine de roche qui ont été testés est insuffisant pour que l'on puisse faire des prévisions quant au degré de leur solubilité dans les tissus. Il est impossible de généraliser sur la base des données dont on dispose quant à la durabilité d'une classe quelconque de FMA.

La laine de verre a induit des altérations chromosomiques numériques et structurelles mais pas d'échanges de chromatides-soeurs dans les cellules de mammifères in vitro. Elle a provoqué des transformations morphologiques dans des cellules des rongeurs in vitro; on a constaté que ces transformations étaient fonction de la

longueur et du diamètre de la fibre. La laine de verre n'induit pas de mutation chez les bactéries.

En ce qui concerne les fibres céramiques, on a décelé une faible réactivité dans le cadre d'une analyse portant sur la transformation morphologique, mais aucune lésion des ADN sur des cellules de souris in vitro.

On ne dispose pas de données suffisantes quant aux effets génétiques et connexes de la laine de roche et de la laine de laitier.

2.6.6. Evaluation du CIRC⁵

a) Laine de roche et laine de laitier

Il existe des preuves limitées de cancérogénicité pour l'homme de la laine de verre et de la laine de laitier.

Il existe des preuves limitées de cancérogénicité de la laine de roche chez l'animal d'expérimentation.

Il n'existe pas de preuves suffisantes de la cancérogénicité de la laine de laitier chez l'animal d'expérimentation.

Evaluation globale: la laine de roche et la laine de laitier sont peut-être cancérogènes pour l'homme (groupe 2B).

b) Laine de verre (y compris les fibres destinées à des applications spéciales)

Il n'existe pas de preuves suffisantes de la cancérogénicité de la laine de verre chez l'homme.

Il existe des preuves suffisantes de la cancérogénicité de la laine de verre chez l'animal d'expérimentation.

Evaluation globale: la laine de verre est peut-être cancérogène pour l'homme (groupe 2B).

c) Fibres de verre en filament continu

Il n'existe pas de preuves suffisantes de la cancérogénicité des fibres de verre en filament continu chez l'homme.

Il n'existe pas de preuves suffisantes de la cancérogénicité des fibres de verre en filament continu chez l'animal d'expérimentation.

Evaluation globale: les fibres de verre en filament continu ne peuvent être classées en termes de cancérogénicité pour l'homme (groupe 3).

d) Fibres réfractaires (céramiques)

On ne dispose pas de données concernant la cancérogénicité des fibres réfractaires (céramiques) chez l'homme.

Il existe des preuves suffisantes de la cancérogénicité des fibres réfractaires (céramiques) chez l'animal d'expérimentation.

Evaluation globale: les fibres réfractaires (céramiques) sont peut-être cancérogènes pour l'homme (groupe 2B).

Note: Le CIRC⁶ a défini comme suit les différentes catégories de cancérogénicité:

Groupe 1 - L'agent est cancérogène pour l'homme

Cette catégorie n'est utilisée que lorsqu'il existe des preuves suffisantes de cancérogénicité pour l'homme.

Groupe 2

Le groupe 2 comprend, d'un côté, des agents pour lesquels on a des preuves pratiquement suffisantes de cancérogénicité pour l'homme et, de l'autre côté, ceux pour lesquels on ne dispose pas de données concernant l'homme mais pour lesquels les preuves de cancérogénicité sont convaincantes chez l'animal d'expérience. Les agents sont classés dans la catégorie 2A (probablement cancérogènes pour l'homme) ou 2B (peut-être cancérogènes pour l'homme) sur la base de données épidémiologiques, expérimentales ou autres.

Groupe 2A - L'agent est probablement cancérogène pour l'homme

Cette catégorie est utilisée lorsqu'il existe des preuves limitées de cancérogénicité pour l'homme et des preuves suffisantes de cancérogénicité chez l'animal d'expérience. Exceptionnellement, un agent peut être classé dans cette catégorie uniquement sur la base de preuves limitées de cancérogénicité pour l'homme ou de preuves suffisantes de cancérogénicité chez l'animal d'expérience étayées par d'autres résultats pertinents.

Groupe 2B - L'agent est peut-être cancérogène pour l'homme

Cette catégorie est généralement utilisée lorsqu'il existe des preuves limitées de cancérogénicité pour l'homme

en l'absence de preuves suffisantes chez l'animal d'expérience. Cette catégorie peut être utilisée également lorsque les preuves de cancérogénicité chez l'homme sont insuffisantes, ou les données concernant l'homme inexistantes, mais que les preuves de cancérogénicité chez l'animal d'expérience sont suffisantes. On peut, dans certains cas, placer dans ce groupe un agent pour lequel les preuves chez l'homme sont insuffisantes, ou les données inexistantes, mais pour lequel il existe des preuves limitées de cancérogénicité chez l'animal d'expérience, étayées par d'autres résultats pertinents.

Groupe 3 - L'agent ne peut être classé quant à sa cancérogénicité pour l'homme

Les agents sont placés dans cette catégorie quand ils ne tombent dans aucun autre groupe.

Groupe 4 - L'agent est probablement non cancérogène pour l'homme

Cette catégorie est utilisée lorsqu'il existe des indications d'une absence de cancérogénicité pour l'homme de même que des indications d'une absence de cancérogénicité chez l'animal d'expérience. On peut, dans certains cas, placer dans ce groupe des agents pour lesquels les preuves sont insuffisantes ou les données inexistantes quant à leur cancérogénicité pour l'homme, mais pour lesquels il existe des données en faveur d'une absence de cancérogénicité chez l'animal d'expérience, solidement étayées par un grand nombre d'autres résultats pertinents.]

2.7. Evaluation des risques pour la santé chez l'homme

Les risques pour la santé en milieu professionnel et non professionnel ont été évalués par l'IPCS de la manière suivante¹.

2.7.1. Exposition professionnelle

Dans un milieu de travail où de bonnes pratiques sont respectées, les concentrations de FMA en suspension dans l'air sont généralement inférieures à 1,0 f/ml (note de l'éditeur: corrigé d'après l'IPCS). Cependant, les données étudiées montrent que les niveaux moyens de fibres en suspension dans l'air auxquels sont exposés certains travailleurs occupés dans le secteur de production des fibres céramiques et des fibres de laine de verre de petit

diamètre (inférieur à 1 µm) peuvent être identiques à ceux auxquels étaient exposés les travailleurs dans les premières années de la production. Par conséquent, bien qu'une faible proportion seulement de travailleurs soient employés dans ces secteurs de l'industrie, il se peut qu'ils courent un risque élevé de cancer pulmonaire. Cependant, on ne dispose pas encore de données épidémiologiques pour les travailleurs de l'industrie des fibres céramiques. En ce qui concerne les concentrations de fibres présentes lors du soufflage ou du flochage de laine isolante en espace confiné, des moyennes élevées ont été relevées et le risque de cancer pulmonaire de ces travailleurs pourrait de même être accru (note de l'éditeur: sur les lieux de travail susceptibles de présenter des concentrations élevées de poussières ou de fibres en suspension dans l'air, les mesures de prévention et de contrôle mentionnées dans la section 6.3 devraient être appliquées).

2.7.2. Expositions non professionnelles

Des cas isolés de symptômes respiratoires et de dermatoses associés à une exposition aux FMA dans des habitations privées et des bureaux ont été signalés. On ne dispose toutefois pas de données épidémiologiques suffisantes pour tirer des conclusions à cet égard. Comme avec les populations professionnellement exposées, c'est le risque potentiel de cancer pulmonaire à de faibles niveaux d'exposition qui soulève le plus de préoccupation, mais on ne possède aucune preuve directe permettant d'aboutir à des conclusions ...

Cependant, les niveaux de FMA mesurés jusqu'à présent dans les habitations et les environnements normaux sont très faibles, comparés aux niveaux existant dans la plupart des secteurs de la production et de l'utilisation, et ils sont certainement plus faibles (de plusieurs ordres de grandeur) que certains niveaux d'exposition professionnelle qui ont été associés dans le passé à des risques accrus de cancer pulmonaire. Il est à noter également qu'on n'a observé aucune augmentation du risque de cancer pulmonaire parmi les travailleurs qui bénéficient des meilleures conditions qu'offrent les procédés technologiques modernes et qui ont été suivis depuis assez longtemps.

L'examen d'ensemble montre que le risque éventuel de cancer pulmonaire pour le public en général est très faible, si tant est qu'il existe, et il ne devrait pas être une source de préoccupation si les faibles niveaux d'exposition observés actuellement se maintiennent.

Notes

¹ OMS: Man-made mineral fibres, Environmental Health Criteria No. 77 (Geneve, 1988).

² Klingholz, R.: "Technology and production of man-made mineral fibres", Annals of Occupational Hygiene, vol. 20, 1977, pp. 153-159.

³ Gantner, B.A.: "Respiratory hazard from removal of ceramic fibre insulation from high temperature industrial furnaces", American Industrial Hygiene Association Journal, vol. 47, 1986, pp. 530-534.

⁴ OMS: Les effets biologiques des fibres minérales artificielles, rapport sur une réunion OMS/CIRC, Copenhague, 20-22 avril 1982, rapports et études EURO 81 (Copenhague, Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, 1983).

⁵ Walton, W.H., et Coppock, S.M. (dir. de publication): "Man-made mineral fibres in the working environment", Annals of Occupational Hygiene, vol. 31, 1987, no 4B, pp. 517-834.

⁶ OMS/CIRC: Man-made mineral fibres and radon, IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 43 (Lyon, Centre international de recherche sur le cancer, 1988).

⁷ Hill, J.W.: "Man-made mineral fibres", Journal of the Society of Occupational Medicine, vol. 28, 1978, pp. 134-141.

⁸ Bjornberg, A.: "Glass fiber dermatitis", American Journal of Industrial Medicine, vol. 8, 1985, pp. 395-400.

⁹ Stokholm, J., Norn, M., Schneider, T.: "Ophthalmologic effects of man-made mineral fibers", Scandinavian Journal of Work, Environment and Health, vol. 8, 1982, pp. 185-190.

3. FIBRES MINÉRALES NATURELLES (AUTRES QUE L'AMIANTE)

3.1. Généralités

Le nombre des minéraux que l'on rencontre dans la nature à l'état fibreux est très élevé. Ces minéraux contiennent des particules qui répondent, en effet, à la définition que l'hygiène du travail donne d'une fibre, à savoir une particule dont le rapport de la longueur à l'épaisseur est égal ou supérieur à 3:1. Cette définition rassemble les cristaux élémentaires (prismatiques, aciculaires, filiformes ou lamellaires) et les agrégats ou agencements cristallins (asbestiformes, columnaires ou fibreux). L'avulsion et le clivage de matériaux particuliers discrets peuvent également donner lieu à des particules fibreuses.

La liste des minéraux contenant des particules fibreuses est fort vaste; elle comprend notamment l'érionite, l'attapulgite et la wollastonite. Ces minéraux seront étudiés dans le présent document en raison de leur faculté de conduire à des expositions professionnelles significatives et parce qu'ils ont été amplement traités dans le cadre du Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS)¹ et par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC)². Mais il en est beaucoup d'autres: epsomite, pectolite, pyrophyllite, anhydrite, fibrolite, zoisite, épidote, pistacite, sépiolite, halloysite, némalite, magnésite, apjohnite, gypse, gédrite, célestite, halotrichite, et bien d'autres encore.

Il est reconnu que le gypse est très largement utilisé, mais les effets sur la santé des particules fibreuses de gypse n'ont pas été étudiés. En fait, bien peu de minéraux fibreux ont fait l'objet d'expérimentations. Un très petit nombre seulement de ces minéraux fibreux ont fait l'objet de tests systématiques, et il n'existe que peu d'études portant sur les personnes qui y ont été exposées. A la lumière des données limitées dont on dispose, on peut néanmoins considérer que ces substances peuvent exercer sur la santé des effets très variables. L'érionite est considérée actuellement comme ayant un pouvoir puissant d'induction de mésothéliome dans des expositions environnementales de faible niveau; en ce qui concerne l'attapulgite et la wollastonite, on possède des preuves limitées de leur pouvoir d'induire des altérations pneumoconiotiques chez les travailleurs exposés.

Le présent chapitre illustre le fait que de nombreux minéraux rencontrés à l'état naturel contiennent des particules fibreuses. Les employeurs et les travailleurs devraient par conséquent être informés des concentrations et des propriétés des particules fibreuses présentes dans les matériaux auxquels ils

sont exposés et des méthodes de prévention et de contrôle qu'il convient d'adopter.

3.2. Caractéristiques

3.2.1. Erionite

L'érieronite est l'une des zéolites que l'on rencontre dans la nature. Sa structure de base, semblable à celle des autres zéolites, est constituée d'un ensemble tétraédrique d'aluminosilicates. Un type d'érieronite se présente en fibres faites de cristaux prismatiques groupés en forme rayonnée¹.

Il ne semble pas que l'érieronite soit extraite ou commercialisée actuellement sous une forme quelconque, mais elle peut être présente en tant qu'impureté dans certaines zéolites du commerce. L'extraction de zéolites se fait dans les seize pays ci-après: Afrique du Sud, République fédérale d'Allemagne, Bulgarie, Chine, République de Corée, Cuba, Etats-Unis, Hongrie, Italie, Japon, Mexique, Roumanie, Tchécoslovaquie, Turquie, URSS et Yougoslavie. Elle vise surtout la clinoptiolite et la mordénite. La production mondiale de zéolites naturelles est estimée à 300.000 tonnes par an².

Des minéraux zéolitiques sont les principaux constituants de nombreux tufs sédimentaires d'origine volcanique, là surtout où ceux-ci ont été déposés et transformés par les eaux de lacs salés. Plusieurs centaines de gisements de zéolite ont été répertoriés dans plus de quarante pays. L'érieronite est présente dans des roches de types divers (tuf rhyolitique par exemple) et dans une vaste gamme de formations géologiques. On ne la trouve cependant que rarement à l'état pur; elle est associée d'ordinaire à d'autres minéraux zéolitiques. On pense qu'elle est le résultat de l'action d'eaux salines sur des particules de verre d'origine volcanique, par voie de percolation ou d'immersion. Elle est présente en gisements de cristaux aciculaires ou prismatiques d'une longueur de quelques μm . Lorsqu'on les réduit en poudre, les particules d'érieronite ressemblent morphologiquement à des fibres d'amiante amphibole².

3.2.2. Attapulгите

Cette substance minérale est aussi connue sous le nom de palygorskite. Sa structure, apparentée à celle des minéraux du groupe des amphiboles et très semblable à celle de la sépiolite, comprend de longs cristaux fins ou lamellaires réunis en

faisceaux comprenant des feuilles minces faites de fibres finement entrelacées².

On trouve l'attapulгите associée à la sépiolite, à des phosphates, à des carbonates, à l'opale, au quartz, à la cristobalite et à d'autres minéraux argileux; le degré de pureté des produits commercialisés dépend du minéral que l'on extrait. L'extraction de l'attapulгите se fait actuellement dans les neuf pays ci-après: Afrique du Sud, Australie, Espagne, Etats-Unis, France, Inde, Sénégal, Turquie et URSS. Le principal producteur, et de loin, est les Etats-Unis (où l'attapulгите est connue sous le nom de "terre à foulon"). Les gisements d'attapulгите sont exploités à ciel ouvert. Le matériau extrait est ensuite affiné par des méthodes conventionnelles de broyage et de séparation et fournit ainsi diverses qualités de produits argileux. La production mondiale d'argiles à base d'attapulгите est de l'ordre de 1,5 million de tonnes par an.

3.2.3. Wollastonite

La wollastonite est composée d'oxyde de calcium et de dioxyde de silicium, le calcium pouvant être parfois partiellement remplacé par du fer, du magnésium ou du manganèse. On la trouve sous forme de masses constituées de grosses lamelles et qui n'affichent que rarement une structure cristalline convenable: les fragments de wollastonite concassée ont tendance à être aciculaires, lamellaires ou fibreux. Le rapport longueur:diamètre des particules est généralement compris entre 7:1 et 8:1. La wollastonite est rarement présente à l'état pur; elle est associée d'ordinaire à des minéraux tels que la calcite, le quartz, le grenat ou le diopside².

A l'heure actuelle, neuf sociétés seulement exploitent des gisements de wollastonite et commercialisent ce matériau. L'extraction se trouve concentrée aux Etats-Unis, où opèrent trois des sociétés en question, les autres se trouvant en Finlande, en Inde, au Japon, au Kenya, au Mexique et en Nouvelle-Zélande. L'affinage des matériaux extraits s'effectue par criblage et séparation magnétique et permet d'obtenir une wollastonite de forte teneur. Les opérations de concassage et de broyage produisent des matières pulvérulentes et des agrégats de divers calibres. La production mondiale annuelle de wollastonite est de l'ordre de 130.000 tonnes.

3.3. Exposition professionnelle

3.3.1. Erionite

L'érionite n'est ni extraite à des fins commerciales, ni commercialisée sous une forme quelconque. Elle peut néanmoins être présente en tant que constituant de faible importance dans certaines zéolites commerciales, raison pour laquelle on a étudié les opérations d'extraction de la zéolite.

Des échantillons de poussières en suspension dans l'air ont été recueillis en 1979 dans une mine de zéolite à ciel ouvert exploitée à Bowie, en Arizona; la zéolite contenait de l'érionite. Les concentrations de poussière totale mesurées dans les chantiers de préparation étaient comprises entre 0,4 et 5,8 mg/m³ (huit échantillons); dans les chantiers d'extraction, elles étaient comprises entre 0,01 et 13,7 mg/m³ (neuf échantillons). Les concentrations de poussières respirables dans les chantiers d'extraction allaient de 0,01 à 1,4 mg/m³ (cinq échantillons). Quant aux concentrations de poussières de quartz et de cristobalite en suspension dans l'air, elles étaient inférieures au seuil de détection (0,03 mg pour des échantillons d'air d'un volume de 100 à 800 litres). Les analyses au microscope électronique d'échantillons prélevés dans la masse et d'échantillons de particules véhiculées par l'air n'ont révélé aucune exposition notable aux fibres³.

Des échantillons de roche provenant d'un gisement de zéolite à Rome, dans l'Oregon, contenaient de nombreuses fibres dont le diamètre était compris entre 0,02 µm et 0,5 µm et la longueur entre 0,5 et 60 µm. La composante fibreuse formait de 10 à 30 pour cent et de 8 à 20 pour cent, respectivement, de deux échantillons prélevés dans une zone ériionitique du gisement, alors que dans un échantillon provenant d'une autre zone le pourcentage des fibres était inférieur à 1 pour cent. Aucune donnée n'a pu être obtenue en ce qui concerne l'exposition professionnelle correspondante, le gisement n'étant plus en exploitation⁴.

3.3.2. Attapulgite

Composante de plusieurs argiles naturelles, l'attapulgite était vraisemblablement utilisée dans l'antiquité dans la poterie et pour extraire l'huile dans la fabrication des tissus. A l'heure actuelle, ses principales applications intéressent la fabrication de produits absorbants pour litières d'animaux d'appartement, d'agents absorbants pour les huiles et les graisses, des boues de forage, de pesticides et produits connexes, d'engrais, de cosmétiques et de produits

pharmaceutiques. Les fibres d'attapulгите peuvent également adsorber des hydrocarbures polyaromatiques tels que le benzo-a-pyrène⁵.

En 1976, quelque 200 échantillons de poussières furent prélevés à divers postes de broyage d'une usine américaine de production d'attapulгите. Au cours des opérations de concassage, de broyage, de séchage et de séparation, les concentrations moyennes mesurées au niveau de la zone de respiration des travailleurs étaient comprises entre 0,05 et 2,1 mg/m³ pour la poussière totale et entre 0,02 et 0,32 mg/m³ pour les poussières respirables. Toutes les concentrations de poussières respirables de silice libre, à part quelques-unes, étaient inférieures à 0,05 mg/m³ pour chacun des postes étudiés. Selon les analyses effectuées au microscope électronique à transmission, les fibres d'attapulгите en suspension dans l'air avaient un diamètre médian de 0,07 µm et une longueur médiane de 0,4 µm, leurs valeurs limites respectives étant égales à 0,02 - 0,1 µm pour le diamètre et à 0,1-2,5 µm pour la longueur⁶.

Les concentrations de poussières ont été déterminées à partir de plusieurs centaines d'échantillons d'air prélevés dans deux sociétés des Etats-Unis procédant à l'extraction et au broyage d'argiles à base d'attapulгите. Les concentrations de poussière totale s'échelonnaient de 0,6 à 3,1 mg/m³ dans les opérations d'extraction, et de 0,1 à 23 mg/m³ aux postes de broyage et d'expédition. La moyenne des concentrations de poussières respirables pour l'ensemble des postes étudiés était inférieure à 5 mg/m³².

On ne dispose pas de données en ce qui concerne les expositions professionnelles aux poussières dans les industries qui utilisent l'attapulгите.

3.3.3. Wollastonite

C'est probablement au cours des années trente que l'on a commencé à extraire la wollastonite pour fabriquer de la laine minérale; la production commerciale n'a cependant atteint un niveau significatif qu'aux environs de 1950. Depuis ce moment, la wollastonite a connu un large essor, plus particulièrement dans l'industrie des produits céramiques. Ses autres applications intéressent principalement les peintures, les matières plastiques, le caoutchouc, les agents abrasifs et la métallurgie.

Le CIRC donne la description ci-après des utilisations de la wollastonite²:

Produits céramiques. La wollastonite entre dans la fabrication de divers produits céramiques; ce secteur représente plus de la moitié de sa consommation mondiale. Elle possède plusieurs avantages par rapport à d'autres matières premières classiques de l'industrie céramique, le principal d'entre eux étant son temps de cuisson plus court. Les matières céramiques contiennent jusqu'à 70 pour cent de wollastonite en poids; certains carreaux céramiques en renferment 5, 8, 36, 55 et 67 pour cent, si l'on en croit les formulations publiées; la wollastonite y est mélangée à de l'argile, du silex et du talc. D'autres applications céramiques comprennent les glaçures et les fondants, les services de table et objets d'art en céramique, ainsi que les isolants électriques.

Peintures et enduits. La wollastonite entre en tant qu'agent d'allongement dans les peintures à base d'émulsions à l'huile et à l'eau destinées à des applications extérieures, ainsi que dans les peintures à base de latex et les peintures de marquage des voies de circulation. En raison de l'éclat que donne la peinture blanche (lorsqu'elle est utilisée à l'état pur), de sa faible absorption d'huile, de son pH élevé et de ses bonnes propriétés de mouillage, on l'additionne à de nombreux types d'enduits auxquels elle confère couleur, fluidité et résistance aux moisissures. La wollastonite "qualité peinture" - qualité d'une pureté particulière - entre à raison de 9 à 13 pour cent en poids dans la composition de plusieurs peintures américaines.

Matières plastiques et caoutchouc. En raison de sa couleur et de ses propriétés mécaniques, la wollastonite entre comme charge dans la fabrication des matières plastiques; on l'utilise aussi en tant que pigment de charge (à 50 pour cent) dans la fabrication des résines époxydes.

Autres applications. La wollastonite est utilisée de plus en plus largement en lieu et place de l'amiante. Des qualités moins fines de wollastonite sont utilisées (à concurrence de 50 pour cent) pour la confection de panneaux de blocage thermique, conjointement avec d'autres charges, des liants et des fibres organiques. On l'a aussi employée dans la fabrication de dalles de plafonds et de sol, de garnitures de freins et d'appareils soumis à des températures élevées.

En Europe, une importante application de la wollastonite naturelle ou synthétique vise les poudres de soudage et les fondants de fonderie. L'intérêt de ces fondants tient aux propriétés structurales de la wollastonite, grâce auxquelles il est possible d'isoler des matériaux en fusion avant leur complet refroidissement.

La wollastonite est également utilisée dans les agents abrasifs, les électrodes de soudage, les engrais et les produits d'amélioration du sol, de même que pour remplacer le calcaire et le sable dans la fabrication du verre; elle entre aussi, comme charge, dans certains papiers et matériaux de construction de routes.

Selon la même source, les concentrations de poussières et de fibres ont été déterminées dans deux des principales usines de production de wollastonite:

Dans une carrière de Finlande, la wollastonite était un produit accessoire de l'extraction de roche calcaire. Les travaux, qu'il s'agisse des forages pratiqués à ciel ouvert ou du broyage fin effectué avant la flottation à la mousse en un endroit différent, impliquaient dès lors des expositions combinées à des fibres de wollastonite et à des poussières de granules de calcite. La roche extraite contenait en moyenne 15 pour cent de wollastonite et 2 ou 3 pour cent de quartz. La fraction respirable des échantillons de poussières prélevés sur les chantiers d'extraction et aux postes de broyage avait une composition analogue. Aux postes de forage, de concassage et de triage, les concentrations de poussière totale étaient comprises entre 2 et 99 mg/m³, tandis que celles des fibres en suspension dans l'air, mesurées au microscope optique à contraste de phase, allaient de 1 à 45 f/ml. Aux installations de flottation et d'emballage, les poussières contenaient essentiellement de la wollastonite; les concentrations aux postes de travail s'échelonnaient entre 15 et 30 mg/m³ pour la poussière totale et entre 8 et 37 f/ml pour les fibres, comptées ici aussi au microscope optique à contraste de phase. Dans toutes les opérations considérées, la concentration moyenne de particules de quartz respirables était inférieure à 0,1 mg/m³. Les critères de numération étaient les mêmes que ceux couramment utilisés pour l'amiante: toutes les fibres d'une longueur supérieure à 5 µm, d'un diamètre inférieur à 3 µm et dont le rapport longueur:diamètre dépassait 3:1 étaient comptées. Examinées au microscope électronique à balayage, les fibres de wollastonite les plus fines avaient un diamètre généralement compris entre 0,2 et 0,3 µm. Les longueurs et diamètres médians des fibres étaient de 4 et 0,8 µm, respectivement, au poste de broyage, et de 2 et 0,4 µm, respectivement, à l'ensachage.

Des résultats analogues ont été signalés dans une installation de production de wollastonite établie aux Etats-Unis. Dans les chantiers d'extraction souterrains ou à ciel ouvert, aux installations de broyage et d'emballage et dans les travaux d'entretien, les concentrations moyennes de

poussière totale étaient comprises entre 0,9 et 10 mg/m³. Les échantillons prélevés dans la masse contenaient moins de 2 pour cent de silice libre, et les concentrations de poussières de silice respirables allaient de moins de 0,01 à 0,13 mg/m³. Dans les mêmes chantiers et opérations, le comptage des fibres en suspension dans l'air à l'aide du microscope optique à contraste de phase a mis en évidence une concentration moyenne de 0,3 f/ml dans les chantiers d'extraction et de 0,8 à 8,48 f/ml dans les installations de traitement des produits. Les particules fibreuses avaient un diamètre médian de 0,22 µm et une longueur médiane de 2,5 µm.

Les seules données dont on dispose sur les expositions professionnelles relevées lors de la mise en oeuvre de la wollastonite intéressent la fabrication de panneaux de ciment renforcés par des fibres. On a noté, dans les opérations d'empilage des panneaux et de malaxage, des concentrations de fibres en suspension dans l'air comprises entre 0,02 et 0,2 f/ml².

3.4. Expositions non professionnelles

3.4.1. Erionite

Tous les effets sur l'organisme humain signalés dans la section 3.5.1 se rapportent aux expositions relevées dans une collectivité en Turquie. On a constaté la présence de fibres d'érionite dans des échantillons de sols prélevés dans une région agricole de la Cappadoce centrale, en Turquie. Les échantillons de roches et de poussières provenant des villages de Tuzkoy et de Karain contenaient des fibres dont le diamètre était inférieur à 0,25 µm et la longueur supérieure à 5 µm, avec des rapports élémentaires conformes à ceux de l'érionite⁷.

Les concentrations de fibres en suspension dans l'air ont été déterminées à Karain et à Karlik, autre village turc, à l'aide du microscope électronique à transmission. Les concentrations de fibres d'une longueur de plus de 5 µm n'atteignaient pas 0,01 f/ml dans les rues des deux villages (20 échantillons), alors que les concentrations relevées en certains lieux de travail (atelier de taille de la pierre, champs où se déroulaient des travaux agricoles) ou de loisirs (préau d'école) étaient comprises entre 0,2 et 0,3 f/ml. Tous les échantillons prélevés à Karlik à l'intérieur de locaux contenaient 0,01 f/ml, alors que sept des onze échantillons prélevés à Karain (également à l'intérieur) renfermaient de 0,03 à 1,38 f/ml. Près de 80 pour cent des fibres respirables à Karain et 20 pour cent de celles présentes à Karlik avaient une

composition chimique proche de celle de l'érieronite, les autres étant constituées essentiellement de calcite⁸.

3.4.2. Attapulгите

Des centaines de milliers de personnes sont exposées à l'attapulгите contenue dans les litières d'animaux d'appartement. On ne dispose cependant d'aucune donnée en ce qui concerne soit les concentrations de poussières produites, soit leurs effets éventuels sur la santé.

3.4.3. Wollastonite

On ne dispose pas non plus de données en matière d'expositions non professionnelles aux poussières de wollastonite ni sur leur action pathogène éventuelle.

3.5. Effets sur la santé

3.5.1. Erionite

Lors de son évaluation d'ensemble des effets sur la santé de l'érieronite, le CIRC² a conclu qu'il existe des preuves suffisantes de la cancérogénicité de cette substance chez les animaux de laboratoire et chez l'homme. Le CIRC a placé l'érieronite dans le groupe 1.

Les preuves des effets sur la santé ont été fournies par des observations faites sur les habitants de certaines régions de Turquie où l'on exploite des gisements d'érieronite⁹. Ces observations ont permis de mettre en évidence, dans trois villages turcs, une mortalité très élevée par mésothéliome malin, de la plèvre surtout. La contamination se faisait par le sol et la roche, et les habitants avaient été exposés dès leur naissance. Des fibres d'érieronite ont été décelées dans des spécimens de tissu pulmonaire chez des sujets atteints de mésothéliome de la plèvre; la présence de corps ferrugineux a été constatée dans les crachats en proportions beaucoup plus grandes chez les habitants des villages considérés que chez les groupes témoins.

L'expérimentation animale a porté sur des rats auxquels des fibres d'érieronite avaient été administrées par inhalation et par injection intrapleurale, ainsi que sur des souris auxquelles la substance avait été injectée par voie intrapéritonéale. Tous les tests ont fait ressortir une incidence élevée de mésothéliomes, et cela quel que soit le mode d'administration choisi. Bien que

le mésothéliome ait constitué l'issue la plus sérieuse, la réaction initiale consistait en une inflammation généralisée des tissus conduisant à une fibrose grave.

3.5.2. Attapulгите

Les effets de l'attapulгите sur la santé ont fait, eux aussi, l'objet d'une étude d'ensemble conduite par le CIRC². Cette étude a conclu à des preuves limitées de la cancérogénicité de l'attapulгите chez les animaux de laboratoire, et a des preuves insuffisantes de la cancérogénicité pour l'homme. Le CIRC a classé l'attapulгите dans le groupe 3.

Des recherches ont porté sur les travailleurs exposés à cette substance. Les clichés radiographiques et les résultats des épreuves fonctionnelles respiratoires de 701 travailleurs, rassemblés dans le cadre d'examens de routine effectués au sein de deux sociétés des Etats-Unis, ont fait l'objet d'une analyse. Les travailleurs en question étaient affectés à l'extraction et au broyage d'argile à base d'attapulгите. La prévalence globale des pneumoconioses (catégorie de densité supérieure à 1/0 selon la Classification internationale des radiographies de pneumoconioses du BIT, 1980) était égale à 6,4 pour cent. La prévalence des altérations radiographiques augmentait régulièrement avec l'âge et l'exposition cumulée aux poussières, sans toutefois que cette augmentation soit statistiquement significative. La prévalence des pneumoconioses chez les travailleurs exposés durant plus de quinze ans était de 11,9 pour cent dans l'une des sociétés considérées, et de 25,3 pour cent dans l'autre, et cela après avoir pris en considération l'âge, la race et la consommation de tabac. La fonction pulmonaire était affectée chez les travailleurs d'une des deux sociétés.

Une étude épidémiologique isolée portant sur des travailleurs employés à l'extraction ou au broyage d'attapulгите a révélé une mortalité accrue par cancer du poumon dans un petit groupe de personnes exposées à des concentrations élevées pendant une période prolongée. Les méthodes épidémiologiques suivies étaient toutefois entachées de nombreuses lacunes et il n'a pas été possible d'établir un lien causal entre l'attapulгите et le cancer du poumon.

Dans des expériences portant sur l'animal, des échantillons d'attapulгите provenant de différents gisements ont été testés sur des rats en vue de déterminer leur pouvoir cancérogène; dans l'une des expériences, la substance était administrée par injection intrapéritonéale, alors que dans deux autres elle l'était par application intrapleurale. Un échantillon d'attapulгите contenant 30 pour cent de fibres d'une longueur supérieure à 5 µm a provoqué des mésothéliomes et des sarcomes

dans la cavité abdominale, et cela après injection intrapéritonéale. En outre, un échantillon d'attapulgite contenant moins de 2 pour cent de fibres d'une longueur supérieure à 4 μm a entraîné la formation de tumeurs du mésothéliome après administration intrapleurale. Deux échantillons d'une autre attapulgite contenant moins de 1 pour cent de fibres d'une longueur supérieure à 4 μm et administrée par voie intrapleurale n'ont pas entraîné d'augmentation significative de l'incidence des tumeurs.

3.5.3. Wollastonite

Les effets de la wollastonite sur la santé ont également été examinés par le CIRC², qui a conclu à l'existence de preuves limitées de sa cancérogénicité chez les animaux de laboratoire, mais de preuves insuffisantes pour l'homme. Le CIRC a placé la wollastonite dans le groupe 3.

Une étude de portée limitée entreprise en Finlande parmi des travailleurs employés dans des carrières de wollastonite a permis de constater de légères altérations du parenchyme pulmonaire et de la plèvre. Aux Etats-Unis, des enquêtes entreprises dans une mine et une usine de préparation de wollastonite ont révélé, en 1982, une prévalence de pneumoconioses (catégorie de densité supérieure à 1/0 selon la Classification internationale des radiographies de pneumoconioses du BIT, 1980) chez quatre mineurs sur 76 et sur trois ouvriers des postes de broyage sur 108. Les épreuves de la fonction pulmonaire traduisaient une légère restriction ventilatoire liée à l'empoussièrément. On n'a pas constaté d'altération au niveau de la plèvre.

On ne connaît qu'une seule étude épidémiologique ayant porté sur les effets cancérogènes éventuels de la wollastonite. Elle a été conduite en Finlande parmi 192 hommes et 46 femmes employés durant une année au moins dans une carrière de calcaire et de wollastonite. On a décelé une tumeur rare du mésenchyme rétropéritonéal qui s'est déclarée trente ans après la première exposition chez une femme qui ne fumait pas et qui avait occupé divers postes de production tout au long d'une période de seize ans. Ses antécédents n'ont révélé aucune autre exposition à des poussières. Hormis ce cas de tumeur rare, aucune preuve d'un excès de cancers n'a été constatée.

Quatre variétés de wollastonite ayant des distributions granulométriques différentes ont été testées dans une expérience sur des rats en vue de déterminer leur pouvoir cancérogène après implantation intrapleurale. On a constaté, pour deux de ces variétés, une augmentation significative des sarcomes de la plèvre; pour une troisième, l'augmentation n'était pas statistiquement significative. Ces diverses variétés contenaient

des fibres d'une longueur supérieure à 4 µm et d'un diamètre inférieur à 0,5 µm. Aucun cas de sarcome de la plèvre n'a été observé après implantation d'une variété de wollastonite qui ne contenait que relativement peu de fibres de cette taille.

3.5.4. Résumé

Les constatations faites dans trois villages turcs indiquent clairement que l'érionite peut provoquer des mésothéliomes à de faibles concentrations de fibres. Les propriétés cancérogènes de cette substance ont aussi été mises largement en évidence par l'expérimentation animale.

Il n'existe pas de preuves nettes permettant d'affirmer que l'attapulgite et la wollastonite ont une action cancérigène chez l'homme; cependant, les études de portée restreinte portant sur la prévalence des affections constatées paraissent indiquer que les poussières d'attapulgite et de wollastonite peuvent induire des altérations de type pneumoconiotique. Des études réalisées sur des animaux ont fourni des preuves limitées de la cancérigénicité de l'une et l'autre substances.

Notes

¹ OMS: Asbestos and other natural mineral fibres, Environmental Health Criteria No. 53 (Genève, 1986).

² OMS/CIRC: Silica and some silicates, IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 42 (Lyon, Centre international de recherche sur le cancer, 1987).

³ Roberts, W.C., Rapp, G.R., Webber, J.L.: Encyclopedia of minerals (New York, Van Nostrand Reinhold, 1974).

⁴ Herrick, R.F., Robinson, C.: Survey report on zeolite ore mining near Bowie, Arizona, NIOSH Report No. 111.10; Report No. PB81-241689 (Cincinnati, National Institute for Occupational Safety and Health, 1981).

⁵ Harvey, G., Pagé, M., Dumas, L.: "Binding of environmental carcinogens to asbestos and mineral fibres", British Journal of Industrial Medicine, vol. 41, 1984, pp.396-400.

⁶ Albers, A.: Mining environmental target investigation: Natural zeolites (Morgantown, National Institute for Occupational Safety and Health, 1981).

⁷ Zumwalde, R.: Industrial Hygiene Studies: Engelhard Minerals and Chemicals Corporation, Attapulcus, Georgia (NIOSH 00106935) (Cincinnati, National Institute for Occupational Safety and Health, 1976).

⁸ Pooley, F.D.: "Evaluation of fibre samples taken from the vicinity of two villages in Turkey", dans Lemen. R., Dement, J.H. (dir. de publication): Dusts and disease (Park Forest South, Illinois, Pathotox, 1979).

⁹ Baris, Y.I., Saracci, R., Simonato, L., Skidmore, J.W., Artivinli, M.: "Malignant mesothelioma and radiological chest abnormalities in two villages in central Turkey: An epidemiological and environmental investigation", Lancet, vol. 1, 1981, pp. 984-987.

4. FIBRES SYNTHETIQUES ORGANIQUES

4.1. Généralités

Les fibres synthétiques sont fabriquées avec des polymères de synthèse obtenus à partir de substances ou de composés chimiques fournis par l'industrie pétrochimique et qui appartiennent essentiellement aux groupes ci-après: polyamides, polyesters, dérivés polyvinyliques, polyoléfines, polyuréthanes et polytétrafluoréthylènes¹. Les appellations génériques et commerciales les plus courantes de ces produits sont présentées sous forme succincte au tableau 2.

Tableau 2. Appellations génériques et commerciales de certaines fibres synthétiques organiques

Polyamides	Nylon 66 (Etats-Unis), Anid (Espagne), Ducilo (Argentine), Nailon (Italie), Nylsuisse (Suisse), Perlton T (République fédérale d'Allemagne), Nylon 6 (Etats-Unis), Amilon (Japon), Dayan (Espagne), Kapron (URSS), Lilion (Italie), Perlton, Kevlar et Twaron (République fédérale d'Allemagne, Etats-Unis).
Polyesters	Dacron (Etats-Unis), Diolène (République fédérale d'Allemagne) Lavsan (URSS), Tergal (France), Térital et Wistel (Italie), Terylene (Royaume-Uni), Tetoron (Japon), Trevira (République fédérale d'Allemagne), Nigerlene (Nigéria).
Polyacrylonitriles	Acrlon et Orlon (Etats-Unis), Amlana (Pologne), Courtelle (Royaume-Uni), Crylor (France), Leacril et Velicran (Italie), Dolan (République fédérale d'Allemagne, Royaume-Uni).
Polyoléfines	Courlene (Royaume-Uni), Pulpex et Ulstron (Royaume-Uni), Hostalen (République fédérale d'Allemagne), Meraklon (Italie).
Polyuréthanes	Lycra, Glospan et Vyrene (Etats-Unis), Spandell (Royaume-Uni), Dorlestan et Lycra (République fédérale d'Allemagne).

Polytétrafluoro- Teflon
éthylènes

Source: D'après BIT: Encyclopaedia of occupational health and safety (Genève, 1983).

La plupart des fibres synthétiques organiques sont utilisées dans l'industrie textile. On a récemment mis au point des fibres synthétiques organiques offrant de meilleures propriétés telles que durabilité, résistance mécanique et résistance aux agressions chimiques. Fabriqués en fibres de petits calibres, certains de ces produits possèdent des caractéristiques remarquables en matière d'isolation et de résistance thermique; on les utilise de manière croissante en lieu et place des fibres minérales naturelles ou artificielles. Citons, parmi ces nouveaux produits, les fibres aramides, les fibres de polyoléfines et les fibres de carbone et de graphite. Les deux premières sont des polymères organiques, tandis que les fibres de carbone et de graphite contiennent essentiellement du carbone. Le présent chapitre traitera de ces trois groupes de fibres, à l'exclusion de celles utilisées dans l'industrie textile.

Bien que la plupart des fibres considérées soient produites à des diamètres nominaux bien supérieurs au diamètre respirable (3 μm), les risques d'exposition à des fibres respirables et à des particules de poussières respirables n'en existent pas moins. En raison de la durabilité de ces fibres et du fait également que les fibres aramides ont une action fibrogène et cancérigène chez l'animal, il importe de les traiter avec prudence. Des méthodes de travail et des normes appropriées devraient être élaborées afin que leur fabrication et leur mise en oeuvre puissent s'effectuer sans danger.

Il importe de mentionner qu'un certain nombre de matières premières et de produits intermédiaires entrant dans la fabrication des fibres synthétiques organiques peuvent présenter des propriétés toxiques. Il en est de même des produits résultant de la décomposition thermique des fibres. Ces éléments, de même que le contrôle de l'exposition des travailleurs et la protection de leur santé contre les effets nocifs de ces substances chimiques, ne sont pas pris en considération ici. Le présent document traite des effets sur la santé des fibres respirables.

On a retenu, au nombre des diverses fibres synthétiques organiques existantes, les fibres aramides, les fibres de carbone et de graphite, ainsi que les fibres polyoléfines, parce qu'elles peuvent donner lieu à des fibres respirables en suspension dans l'air et parce qu'on dispose d'informations à leur sujet. Il

convient de souligner qu'il n'a été procédé, en ce qui les concerne, à aucune évaluation de leurs effets sur la santé, ni par l'IPCS ni par le CIRC.

4.2. Caractéristiques

4.2.1. Fibres aramides

Ces fibres sont obtenues à partir de polyamides à chaîne longue². La production mondiale intéresse actuellement deux types de fibres aramides, les para-amides et les méta-amides. Les para-amides sont dérivées d'un polymère de p-phénylènediamine et de chlorure de téréphthaloyle; elles sont fabriquées aux Etats-Unis et en Irlande sous le nom de Kevlar^R et aux Pays-Bas sous celui de Twaron^R. Les méta-amides sont dérivées d'un polymère de m-phénylènediamine et de chlorure d'isophthaloyle. Elles sont fabriquées aux Etats-Unis sous l'appellation commerciale de Nomex^R et au Japon sous celle de Teijinconex^R.

Ces deux types de fibres aramides sont fabriqués en diamètres voisins de 12 µm; le polymère est préparé sous forme de solution et filé avant d'être extrudé à travers une filière. Ils présentent tous deux une résistance élevée à la traction de même qu'une bonne tenue à la chaleur, à la flamme et à la plupart des substances chimiques; ce sont également de bons isolants électriques. Les fibres appartenant au premier type, c'est-à-dire Kevlar^R et Twaron^R, sont beaucoup plus résistantes. Autre différence importante: les fibres du premier type peuvent donner naissance à des fibres plus fines d'un diamètre inférieur à 1 µm.

Kevlar^R et Twaron^R sont fabriqués en filaments continus à brins multiples, en fibres discontinues, en fils coupés, en tissu ou en pulpe. Celle-ci est constituée de fils coupés au massicot en segments de 2 à 8 mm de long. Le massicotage produit des fibres fines appelées "fibrilles" par les fabricants, et le procédé de fabrication de la pulpe tend à produire une plus grande surface, ce qui améliore le produit. Ces fibres fines ont un diamètre supérieur à 0,1 µm et une longueur qui peut être comprise entre 3 et 1.000 µm. La facilité de malaxage et les caractéristiques de renforcement du produit sont améliorées par la présence des fibres fines du fait de leur rapport longueur:diamètre élevé.

La fabrication de fibres discontinues produit des fils de 3 à 80 mm de longueur. Ce procédé donne naissance lui aussi à des fibres fines lors du massicotage, mais leur formation dans ce cas est fortuite et non délibérée.

Nomex^R et Teijinconex^R sont fabriqués en filaments continus et massicotés eux aussi en fibres courtes; ils ne sont pas produits en pulpe. Les fibres produites ont toutes un diamètre de 12 µm. Une partie de la production est transformée en papier par le fabricant, ce qui donne lieu à la production de paillettes. Il n'y a pas de production de fibres fines dans la fabrication et l'utilisation de la fibre et du papier.

4.2.2. Fibres de carbone et fibres de graphite

Bien que le carbone soit un élément, les fibres de carbone et les fibres de graphite sont traitées au chapitre des fibres organiques synthétiques du fait que leur production fait le plus souvent appel à des composés organiques. Elles sont produites à haute température par un procédé de carbonisation de l'un des trois matériaux précurseurs qui sont la rayonne (cellulose régénérée), le brai (goudron de houille ou résidu du pétrole) et le polyacrylonitrile (PAN). Les fibres de carbone sont obtenues le plus souvent à partir de PAN.

On utilise souvent les termes carbone et graphite l'un pour l'autre. Il existe pourtant des différences. La production des fibres de graphite exige des températures élevées, de l'ordre de 2.000 à 3.000 °C en règle générale, tandis que les fibres de carbone sont fabriquées à 1.300 °C. Les fibres de graphite sont plus résistantes et plus rigides que les fibres de carbone. Les principaux pays producteurs des fibres en question sont les Etats-Unis, le Japon et le Royaume-Uni. Le Japon est le plus gros producteur de fibres à base de PAN, tandis que les Etats-Unis sont en tête pour les fibres à base de rayonne et de brai.

Les fibres de carbone et de graphite sont caractérisées par leur faible densité, leur résistance élevée à la traction, leur souplesse, leur bonne conductibilité électrique, leur tenue en température et leur inertie chimique. On les fabrique en diamètres nominaux de 5 à 8 µm, bien qu'une proportion du produit ne dépassant pas 25 pour cent puisse être constituée de fibres d'un diamètre inférieur à 3 µm et d'une longueur inférieure à 80 µm. Sous l'action d'une forte contrainte mécanique ou thermique, les fibres de carbone et de graphite peuvent se diviser en fibres plus fines, respirables.

4.2.3. Fibres polyoléfines

Ces fibres sont constituées de polymères de l'éthylène, du propylène et d'autres groupes d'oléfines. Près de 95 pour cent des fibres en question sont obtenues à partir du polypropylène³.

Les fibres polyoléfiniques sont fabriquées en fils monofilamentaires (diamètre supérieur à 150 µm), en fils multifilamentaires (diamètre des fils individuels compris entre 5 et 20 µm), en rubans et en nappes continus, en non tissés, en fibres discontinues obtenues par massicotage, en pâte synthétique (avec des fibres de diamètre compris entre 5 et 40 µm et de longueur comprise entre 2,5 et 3 mm) et en microfibrilles d'un diamètre de 1,0 à 5,0 µm. Ces fibres ne donnent pas naissance à des fibres plus fines par fragmentation longitudinale.

4.3. Exposition professionnelle

4.3.1. Fibres aramides

Les niveaux de fibres respirables en suspension dans l'air ont été mesurés lors de la fabrication de fibres de Kevlar^R/Twaron^R. Ils étaient compris entre moins de 0,01 f/ml et 0,4 f/ml (données non publiées émanant de l'industrie).

Les fibres Kevlar^R et Twaron^R sont utilisées dans la fabrication des câblés de pneumatiques, de vêtements de protection (y compris les gilets pare-balles), de vêtements résistant à la chaleur et aux flammes, de tissus à usage industriel, de matériaux composites à haute performance, de cordages à haute résistance et de matériaux de friction.

Les applications qui soulèvent le plus de préoccupations parmi les usagers sont celles où le produit est mis en oeuvre soit sous la forme de fibres libres (pulpe) en vue de fabriquer des matériaux de friction, soit sous la forme du matériau de départ servant à la fabrication du fil. Le produit est livré d'ordinaire en sacs, à l'état pulvérulent et sec (4 à 8 pour cent d'humidité au maximum) et il est mélangé à d'autres substances après avoir été "peluché" pour libérer ses fibres. Les articles ainsi fabriqués comprennent les plaquettes de freins à disque, les garnitures de freins pour véhicules lourds et d'autres pièces de friction à usage industriel. Les concentrations de fibres respirables en suspension dans l'air ont été mesurées dans des installations utilisant de la pâte à l'état sec. Les résultats obtenus vont de moins de 0,01 à 0,09 f/ml. La production à partir du matériau de départ de fils destinés notamment à la fabrication de vêtements de protection, de garnitures d'embrayage peut aussi donner lieu à l'émission de fibres respirables. Les niveaux de fibres respirables en suspension dans l'air mesurés peuvent atteindre 2,9 f/ml, la plupart des valeurs se situant entre 0,2 et 0,9 f/ml (données non publiées émanant de l'industrie). Les autres utilisations du Kevlar^R et du Twaron^R ne sont pas de nature à mettre en suspension des fibres respirables. Toutes les

opérations, par exemple de tissage ou d'usinage, qui produisent une abrasion de fibres Kevlar^R/Twaron^R à filament continu peuvent libérer des fibres respirables. Les niveaux de fibres respirables en suspension dans l'air mesurés vont jusqu'à 0,3 f/ml (données non publiées émanant de l'industrie).

Nomex^R et Teijinconex^R sont produits en rubans, en fibres discontinues ou en fibres à filament continu. Les rubans sont surtout utilisés pour l'isolation électrique des moteurs et des transformateurs. Quant aux fibres discontinues ou à filament continu, leurs principales applications sont la fabrication de filtres industriels à manche pour émissions de gaz chauds, la confection de vêtements de protection et le revêtement de tissus. Ce type de fibres aramides n'est pas produit en fibres de diamètre respirable et l'on ne trouve pas non plus de fibres de ce calibre au stade de l'utilisation. Les résultats de mesure des concentrations de fibres respirables en suspension dans l'air ont tous été inférieurs à la limite de détection de 0,01 f/ml (données non publiées émanant de l'industrie).

4.3.2. Fibres de carbone et fibres de graphite

Du fait de leurs propriétés - résistance mécanique et élasticité élevées, faible poids, résistance élevée à la chaleur et aux agressions chimiques -, ces fibres ont des applications nombreuses et variées. Elles entrent principalement dans la fabrication de matériaux composites renforcés et dans la confection de revêtements isolants en présence de hautes températures.

Les fibres en question sont produites à des diamètres nominaux de 5 à 8 μm ; une proportion des fibres ne dépassant pas 25 pour cent peuvent cependant avoir un diamètre inférieur à 3 μm . Par ailleurs, ces fibres peuvent se fractionner au cours du travail et donner lieu à la formation de particules de poussières respirables. On ne dispose pas de résultats de mesures à ce sujet, mais des concentrations relevées dans des usines de fabrication au Royaume-Uni⁴ et en URSS⁵ ont été publiées. Au Royaume-Uni, les niveaux moyens pour le groupe de travailleurs le plus exposé (laboratoire) étaient de 0,39 mg/m³ pour la poussière totale, et de 0,16 mg/m³ de poussières respirables. En URSS, les concentrations de poussière totale étaient le plus souvent comprises entre 0,3 et 5,7 mg/m³; cependant, dans certaines opérations, les concentrations de poussière totale étaient supérieures à 15 mg/m³.

4.3.3. Fibres polyoléfin

Ces fibres connaissent depuis plusieurs décennies de très nombreuses applications, plus spécialement dans la fabrication des tapis et dans celle des meubles et tissus d'appartement (rideaux, articles de literie et tissus d'ameublement). Depuis quelques années, on utilise également des fibres fines de polypropylène (diamètre 1-5 µm) pour fabriquer des vêtements isolants légers résistant à l'action de l'humidité. Citons, à titre d'exemple, les combinaisons de plongée, les vêtements de sport, les gants et le matériel de couchage.

Sauf pour ces applications récentes des fibres fines, les polyoléfin

4.4. Expositions non professionnelles

On ne dispose pas d'informations quant aux expositions extra-professionnelles aux fibres synthétiques organiques, ni sur leur action pathogène éventuelle.

4.5. Effets sur la santé

4.5.1. Fibres aramides

On ne connaît pas d'étude portant sur l'action pathogène des fibres aramides sur l'organisme humain.

Les expériences effectuées sur l'animal⁶, au cours desquelles des rats ont inhalé pendant deux semaines des fibres para-aramides extrafines Kevlar^R, de dimensions déterminées (diamètre le plus souvent inférieur à 1,0 µm, longueur comprise entre 10 et 30 µm), ont mis en évidence une réaction faible à modérée aux corps étrangers à des concentrations de 3 mg/m³ (280 f/ml) et 18 mg/m³ (environ 2.000 f/ml). Une fibrose s'est manifestée à une concentration de 18 mg/m³ et a persisté après l'exposition. Aucune manifestation pathologique n'a été constatée aux concentrations inférieures à 0,5 mg/m³.

Une étude d'inhalation chronique d'une durée de deux ans a aussi été effectuée⁷. Des rats ont été exposés à des fibres

extrafines Kevlar^R d'un diamètre le plus souvent inférieur à 1,5 µm et d'une longueur inférieure à 20 µm, à des concentrations de 2,5, 25, 100 et 400 f/ml. Les auteurs ont constaté que le groupe exposé à la concentration la plus élevée montrait, après une année déjà, des signes de lésions pulmonaires graves qui ont conduit à interrompre l'expérience. Des tumeurs squamo-cellulaires présentant une kératinisation kystique ont été décelées chez les rats exposés aux deux concentrations les plus élevées. Par ailleurs, des fibroses ont été constatées chez les rats exposés à 25, 100 et 400 f/ml; elles étaient liées à la dose administrée. Aucune manifestation pathologique n'a, par contre, été constatée à 2,5 f/ml.

Les effets du Kevlar^R ont également été étudiés après injection de fibres dans la cavité péritonéale du rat^{8,9}. Les auteurs ont signalé un faible niveau de fibrose ainsi qu'un effet cancérigène peu marqué. L'incidence de mésothéliome était de 6 à 13 pour cent, sans rapport toutefois avec la dose injectée. Les fibres avaient un diamètre inférieur à 1,0 µm.

On n'a pas constaté, avec les fibres méta-aramides Nomex^R, les effets pathogènes qui sont associés aux fibres para-amides fines (diamètre inférieur à 1,5 µm).

4.5.2. Fibres de carbone et fibres de graphite

Les auteurs d'une étude ayant porté sur la santé de 88 travailleurs affectés à la fabrication de fibres de carbone à base de PAN⁴ ont conclu à l'absence d'effets des fibres de carbone sur les poumons pour les travailleurs de la production. Les concentrations de poussières étaient faibles, les niveaux moyens du groupe le plus empoussiéré (laboratoire) étant de 0,39 mg/m³ de poussière totale et de 0,16 mg/m³ de poussières respirables. Les fibres de carbone de 8-10 µm de diamètre se sont divisées latéralement mais non longitudinalement en fibres fines. Les particules respirables étaient pour la plupart non fibreuses et composées de résines et de matières étrangères.

Lors d'une autre étude, 162 travailleurs affectés à la fabrication de fibres de carbone (exposés aux concentrations indiquées dans la section 4.2.2) ont été examinés. Les auteurs ont rapporté une détérioration de la fonction respiratoire chez 42 pour cent d'entre eux, et un début d'altérations atrophiques de la muqueuse des voies respiratoires supérieures chez presque la moitié d'entre eux⁵.

Plusieurs études ont été effectuées sur l'animal, par inhalation aiguë et subchronique. A l'exception d'une seule, elles n'ont révélé aucune preuve de cancer ou de fibrose

pulmonaires. Dans l'une de ces études, toutefois, les auteurs ont constaté l'apparition de fibroses après instillation intratrachéale de fibres de carbone. La même étude a permis de constater que l'amiante chrysotile avait un pouvoir fibrogène plusieurs fois supérieur à celui de la fibre de carbone¹.

4.5.3. Fibres polyoléfines

On ne dispose pas d'informations sur les effets de ces fibres sur la santé chez l'homme. L'expérimentation animale se borne à des études où les fibres ont été administrées par injection, et aucune preuve nette d'action pathogène n'a été signalée. Aucun test d'inhalation n'a été pratiqué.

4.5.4. Résumé

Il est apparu, lors d'études effectuées sur des rats exposés par inhalation, que les fibres aramides Kevlar^R peuvent provoquer l'apparition de fibroses et de tumeurs pulmonaires.

Il existe une étude concluant à une détérioration de la fonction pulmonaire chez des travailleurs affectés à la production de fibres de carbone.

On ne dispose pas d'informations sur les effets pathogènes des fibres polyoléfines.

Notes

¹ BIT: Encyclopaedia of occupational health and safety (Genève, 1983).

² Preston, J.: "Aramid fibres", dans Kirk-Othmer Encyclopaedia of chemical technology, vol. 3 (New York, John Wiley and Sons, 1979).

³ Buchanan, D.R.: "Olefin fibres", dans Kirk-Othmer Encyclopaedia of chemical technology, vol. 16, op. cit.

⁴ Jones, H.D., Jones, T.R., Lyle, W.H.: "Carbon fibre: Results of a survey of process workers and their environment in a factory producing continuous filament", Annals of Occupational Hygiene, vol. 26, 1982, pp. 861-868.

⁵ Fedjakina, R.P.: L'hygiène du travail dans la production de fibres de carbone à partir de fibres polyacrylonitriles et d'hydrate de cellulose, Gigiena Truda i Professionalnye Zabolevaniya, 1985, no 9, pp. 26-29 (en russe).

⁶ Lee, K.P., Kelly, D.P., Kennedy, G.L. Jr.: "Pulmonary response to inhaled Kevlar^R aramid synthetic fibres in rats", Toxicology and Applied Pharmacology, vol. 71, 1983, pp. 242-253.

⁷ Lee, K.P., Kelly, D.P., O'Neal, F.O., Stadler, J.C., Kennedy, G.L., Jr: "Lung response to ultrafine Kevlar^R aramid synthetic fibres following a 2-year inhalation exposure in rats", Fundamental and Applied Toxicology, vol. 11, 1988, pp. 1-20.

⁸ Davis, J.M.G.: Carcinogenicity of Kevlar^R aramid pulp following intraperitoneal injection into rats, Report No. TM/87/12 (Edimbourg, Institute of Occupational Medicine, 1987).

⁹ Pott, F., Roller, M., Ziem, U., Reiffer, F.-J., Bellmann, B., Rosenbruch, M., Huth, F.: Carcinogenicity studies on natural and man-made fibres with the intraperitoneal test in rats, communication présentée au IARC Symposium on Mineral Fibres in the Non-Occupational Environment, Lyon, 8-10 sept. 1987.

¹⁰ Troickaja, N.A., Velichkovskij, B.T., Kogan, F.M., El'nichnykh, L.N.: La fibrogénicité comparative des fibres de carbone et de l'amiante, Gigiena i Sanitarija, vol. 6, 1984, pp. 18-20 (en russe).

5. CONTROLE DES POUSSIÈRES EN SUSPENSION DANS L'AIR DU MILIEU DE TRAVAIL

5.1. Généralités

Les méthodes suivantes sont utilisées pour mesurer les concentrations de poussière totale ou de fibres respirables en suspension dans l'air du milieu de travail.

5.2. Détermination gravimétrique des poussières en suspension dans l'air

Il n'existe pas de méthode gravimétrique spécifique pour les poussières contenant des fibres minérales, qu'elles soient naturelles ou artificielles, mais l'on peut avoir recours aux méthodes générales ci-après.

Pour mesurer les poussières en suspension dans l'air contenant des fibres d'amiante, le BIT se réfère à une méthode gravimétrique dont les principes peuvent être appliqués aux fibres minérales de tout type¹. Cette méthode fait appel à un échantillonnage à grand volume destiné aux prélèvements sectoriels et non aux prélèvements individuels.

Plusieurs méthodes gravimétriques peuvent être utilisées pour les prélèvements individuels dans la zone de respiration^{2,3,4}. Ces méthodes prélèvent des échantillons de poussières dont la répartition granulométrique est sensiblement conforme aux définitions des poussières inspirables et de la poussière inhalable totale^{5,6}. Ces définitions se réfèrent, en gros, aux particules en suspension dans l'air inhalées par le nez ou la bouche durant la phase inspiratoire.

5.3. Détermination des concentrations de fibres respirables en suspension dans l'air

Le BIT¹, le Bureau régional de l'OMS pour l'Europe⁷ et l'Institut national de sécurité et d'hygiène du travail des Etats-Unis (NIOSH)⁸ ont proposé, pour la détermination des fibres respirables en suspension dans l'air, des méthodes reposant sur la technique largement utilisée du filtre à membrane.

Tableau 3. Détermination des concentrations de fibres respirables en suspension dans l'air: principales caractéristiques des méthodes proposées par le BIT, l'OMS et le NIOSH

BIT	OMS	NIOSH
<u>Débit</u>		
Débit d'aspiration de l'instrument égal à 1 l/min \pm 5 pour cent	Débit compris entre 0,5 et 2 l/min (pour optimiser le chargement du filtre)	Débit supérieur à 0,5 l/min, normalement 2 l/min, moins en cas d'air empoussiéré, plus en cas d'air pur
<u>Numération et taille des fibres</u>		
Les fibres respirables sont seules comptées; ce sont celles dont le diamètre est inférieur à 3 μ m, dont la longueur est supérieure à 5 μ m et dont le rapport longueur:diamètre est supérieur à 3:1	Tant les fibres non respirables que les fibres respirables sont comptées	On compte les fibres d'une longueur supérieure à 5 μ m, d'un diamètre inférieur à 3 μ m et dont le rapport longueur: diamètre est égal ou supérieur à 5:1
Toutes les fibres, de même que leurs agglomérats, doivent avoir un diamètre inférieur à 3 μ m sur toute leur longueur	Les fibres sont considérées comme respirables si leur diamètre "moyen" est inférieur à 3 μ m, que des particules leur soient attachées ou non	Il faut compter au minimum 200 extrémités de fibres et diviser par 2 pour obtenir le nombre de fibres (ou, si moins, le nombre pour 100 secteurs de comptage)
Il faut compter 100 fibres au moins sur un minimum de 20 secteurs de comptage	Le comptage porte sur 100 secteurs de comptage, à moins que l'observation ne porte sur plus de 100 fibres; 20 secteurs de comptage au minimum doivent être évalués	Un minimum de 20 secteurs de comptage doivent être évalués
<u>Limites de détection</u>		
Cette limite est fixée à 0,1 f/ml	La détection d'une concentration de 0,05 f/ml ne pose d'ordinaire pas de problème. Des seuils de détection plus bas peuvent être atteints	0,04 f/ml pour 8 h de prélèvement à 2 l/min; 0,02 à 1,25 f/ml dans les autres conditions

Le Recueil de directives pratiques du BIT Sécurité dans l'utilisation de l'amiante¹ définit les principes de la méthode de prélèvement par filtre à membrane et comptage au microscope optique applicable aux fibres d'amiante. Il se réfère, pour les modalités d'application pratique, au guide de l'Association internationale de l'amiante. La méthode du Bureau régional de l'OMS pour l'Europe et la méthode du NIOSH sont décrites avec davantage de détails.

Ces méthodes diffèrent sur certains points qui peuvent influencer sur les résultats de l'évaluation des concentrations de poussières.

5.4. Détermination des fibres synthétiques organiques en suspension dans l'air

Pour mesurer la concentration des fibres organiques synthétiques en suspension dans l'air, on peut recourir aux méthodes gravimétriques utilisées pour la surveillance de l'exposition aux poussières végétales dans le milieu de travail. Les principes de ces méthodes ont été examinés par l'OMS³.

La teneur en poussière totale peut être déterminée à l'aide de précipitateurs électrostatiques, d'échantillonneurs à grand volume équipés d'un filtre cellulosique ou d'un filtre en fibres de verre, ou encore d'échantillonneurs gravimétriques. Plusieurs types de capteurs avec présélecteur granulométrique du type élutriateur ou cyclone sont utilisés pour la sélection granulométrique des poussières de fibres végétales; ils permettent de séparer la fraction des poussières d'un diamètre aérodynamique inférieur à 7 µm des poussières inhalables plus grosses.

Notes

¹ BIT: Sécurité dans l'utilisation de l'amiante, Recueil de directives pratiques (Genève, 1984).

² Health and Safety Executive (Royaume-Uni): General methods for the gravimetric determination of respirable and total inhalable dust, MDHS 14 (Londres, H.M. Stationery Office, 1986).

³ Mark, D., Vincent, J.H.: "A new personal sampler for airborne total dust in workplaces", Annals of Occupational Hygiene, vol. 30, 1986, pp. 89-102.

⁴ Beaulieu, H.J., Fidino, A.V., Arlington, K.L.B., Buchan, R.M.: "A comparison of aerosol sampling techniques: Open versus closed-face filter cassettes", American Industrial Hygiene Association Journal, vol. 41, 1980, pp. 758-765.

⁵ Organisation internationale de normalisation (ISO): Qualité de l'air - Définitions des fractions de tailles des particules pour l'échantillonnage lié aux problèmes de santé, rapport technique ISO/TR 7708(F) (Genève, 1983).

⁶ Phalen, R.F., Hinds, W.C., John, W., Lioy, T.J., Lippmann, M., McCawley, M.A., Raabe, B.J., Soderholm, S.C., Stuart, B.O.: "Rationale and recommendations for particle-size selective sampling in the workplace", Applied Industrial Hygiene, vol. 1, 1986, pp. 3-14.

⁷ OMS: "Reference methods for measuring airborne man-made mineral fibres (MMMF)", dans Environmental Health 4 (Copenhague, Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, 1985).

⁸ National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (Etats-Unis): NIOSH method 7400, Revision 1, 5/15/85.

⁹ OMS: Exposition à certaines poussières végétales: limites recommandées d'exposition professionnelle à visée sanitaire, Série de rapports techniques, no 684 (Genève, 1983).

6. MESURES DE PREVENTION ET DE CONTROLE

6.1. Principes généraux de l'OIT

Dans ses conventions, ses recommandations et ses recueils de directives pratiques, l'OIT a énoncé, pour assurer la protection de la santé des travailleurs contre les agents nocifs présents sur les lieux de travail, des principes qui devraient être appliqués également dans les opérations mettant en oeuvre des fibres naturelles ou synthétiques. L'application de ces principes généraux au contrôle du milieu où des émissions de poussières peuvent se produire contribue à la mise en oeuvre de bonnes pratiques de travail.

Le présent chapitre résume les dispositions des instruments internationaux de l'OIT les plus généraux en la matière et contient des considérations qui valent plus spécialement pour l'utilisation des fibres minérales et synthétiques.

6.1.1. Instruments internationaux de l'OIT intéressant la sécurité et la santé au travail

Les instruments les plus généraux de l'OIT visent la quasi-totalité des aspects de la sécurité et de la santé au travail et sont applicables à toutes les branches d'activité économique et à tous les types de travaux. Les plus importants sont la convention (no 155) et la recommandation (no 164) sur la sécurité et la santé des travailleurs, 1981, qui prévoient la définition et la mise en application d'une politique nationale cohérente en matière de sécurité, de santé des travailleurs et de milieu de travail. La convention (no 148) et la recommandation (no 156) sur le milieu de travail (pollution de l'air, bruit et vibrations), 1977, de même que la convention (no 139) et la recommandation (no 147) sur le cancer professionnel, 1974, définissent les mesures de prévention, de contrôle et de protection à prendre à l'égard des risques professionnels résultant de l'exposition aux agents considérés. La convention (no 161) et la recommandation (no 171) sur les services de santé au travail, 1985, en définissent les fonctions.

On peut résumer comme suit les principes sur lesquels reposent les instruments généraux de l'OIT.

Leur champ d'application englobe toutes les branches d'activité économique. Des exclusions peuvent être admises après consultation des organisations les plus représentatives des employeurs et des travailleurs. Les instruments stipulent que

tous les travailleurs devraient bénéficier de leur application et que la possibilité d'appliquer pleinement leurs dispositions aux travailleurs indépendants et aux personnes employées dans le secteur non structuré devra être prise en considération.

Les instruments exposent également les actions à entreprendre au niveau national et au plan de l'entreprise et définissent les rôles qui incombent à l'autorité compétente, aux employeurs et aux travailleurs ainsi qu'à leurs organisations.

Les Etats Membres devront, à la lumière des conditions et de la pratique nationales et en consultation avec les organisations d'employeurs et de travailleurs les plus représentatives, définir, mettre en application et réexaminer périodiquement une politique nationale cohérente en matière de sécurité, de santé des travailleurs et de milieu de travail. Cette politique aura pour objet de prévenir les accidents et les atteintes à la santé qui résultent du travail en réduisant le plus possible, dans la mesure où cela est raisonnable et pratiquement réalisable, les causes des risques inhérents au milieu de travail.

Au niveau national, la politique en question sera mise en oeuvre de la manière suivante:

- la législation nationale prescrira les mesures à prendre en vue de prévenir et de contrôler les risques inhérents au milieu de travail;
- les mesures prescrites par la législation nationale porteront sur des questions telles que la conception, la construction et l'aménagement des lieux de travail, des procédés de travail et des substances et agents auxquels les travailleurs peuvent être exposés, de même que sur les précautions qu'ils appellent;
- des limites d'exposition telles que des concentrations maximales admissibles de substances nocives dans l'air, des limites de niveau de bruit ou de rayonnement devront, là où cela est approprié, être fixées;
- l'interdiction, la limitation ou l'autorisation préalable de certains procédés de travail ou de l'utilisation de certaines substances devront être envisagées là où elles sont appropriées;
- des procédures seront établies et utilisées pour la déclaration des accidents du travail et des maladies professionnelles; les données recueillies feront l'objet d'une analyse statistique.

Un système d'inspection approprié devra assurer l'application des lois et des règlements. L'éducation et la formation devraient être assurées et des méthodes de travail appropriées devraient être utilisées.

Au niveau de l'entreprise, les employeurs devront:

- faire en sorte que, dans la mesure où cela est raisonnable et pratiquement réalisable, les lieux de travail, les machines, les matériels et les procédés de travail placés sous leur contrôle ne présentent pas de risque pour la sécurité et la santé des travailleurs;
- fournir aux travailleurs, en cas de besoin, un équipement de protection approprié; des mesures techniques devront autant que possible permettre d'éliminer les risques inhérents au milieu de travail;
- prendre les autres mesures organisationnelles qui pourraient s'imposer;
- adopter des dispositions pour assurer la surveillance du milieu de travail et de l'état de santé des travailleurs;
- informer les travailleurs des risques professionnels qui peuvent être liés au milieu de travail et les instruire des mesures qui permettent de les prévenir et de les contrôler. Les mesures de prévention et de protection, de même que celles qui visent la surveillance de la santé, ne doivent entraîner aucune dépense pour les travailleurs intéressés.

Les travailleurs, de leur côté, devront coopérer à l'accomplissement des obligations incombant à l'employeur dans le domaine de la sécurité et de l'hygiène du travail. Ils se conformeront aux procédures de sécurité visant la prévention et le contrôle des risques professionnels dans le milieu de travail. La coopération des employeurs et des travailleurs et de leurs représentants dans l'entreprise devra être un élément essentiel de toutes les mesures concernant la sécurité et la santé des travailleurs.

Les instruments généraux de sécurité et d'hygiène du travail sont complétés par des conventions et des recommandations plus spécifiques qui traitent de manière plus détaillée de certaines questions techniques; on peut citer, à titre d'exemple, la convention (no 162) et la recommandation (no 172) sur l'amiante, 1986.

6.1.2. Autres informations de l'OIT

L'Encyclopédie de médecine, d'hygiène et de sécurité du travail contient des informations de base concernant les effets sur la santé des fibres minérales et synthétiques ainsi que sur les mesures de sécurité qu'elles appellent.

Plusieurs recueils de directives pratiques fournissent des indications sur le contrôle des poussières en suspension dans l'air, notamment les ouvrages suivants: Exposition professionnelle à des substances nocives en suspension dans l'air, 1981, Sécurité dans l'utilisation de l'amiante, 1984, ainsi que le no 39 de la Série Sécurité, hygiène et médecine du travail: La prévention du cancer professionnel, deuxième édition (révisée) 1989. Le recueil de directives pratiques du BIT Sécurité, santé et conditions de travail dans les transferts de technologie aux pays en développement, 1988, peut également être consulté.

Des informations à jour peuvent être obtenues auprès du Centre international d'informations de sécurité et de santé au travail (CIS) et du Système international d'alerte pour la sécurité et la santé des travailleurs.

6.2. Considérations générales relatives à l'exposition aux fibres minérales et synthétiques

La taille, la forme et les propriétés physiques et chimiques de chacune des matières fibreuses considérées dans le présent document et les risques que peuvent présenter leur production, leur extraction et leur utilisation sont très divers. Par conséquent, la nature et la portée spécifiques des mesures de prévention et de contrôle, décrites en termes généraux dans la section 6.3, devraient être basées sur une évaluation du risque présenté par chaque type de fibre. Sur cette base, les fabricants et les fournisseurs devraient donner en outre les informations les plus récentes relatives à leurs produits. Dans tous les cas, l'objectif à retenir doit être de réduire l'exposition aux fibres respirables en suspension dans l'air.

Aux fins de l'adoption et de la mise en vigueur d'instruments législatifs ou réglementaires de sécurité et d'hygiène du travail, les autorités gouvernementales compétentes devront procéder à une évaluation du risque; l'évaluation du risque en vue de la détermination d'une politique de prévention et de l'adoption de mesures techniques sur le lieu de travail est du ressort de l'employeur.

La valeur des données dont on dispose pour procéder à une évaluation du risque varie considérablement pour les différents types de fibres examinés dans le présent document. Par exemple, les études épidémiologiques et de laboratoire exhaustives sur les laines d'isolation (laines de roche, de laitier et de verre) ont été évaluées aussi bien par le CIRC que par l'IPCS, tandis que la base de données concernant les fibres réfractaires, les fibres aramides et les fibres de verre destinées à des applications spéciales est bien moins complète. En ce qui concerne les matières fibreuses respirables pour lesquelles on ne dispose que de données incomplètes, les données relatives à la dimension et à la durabilité des fibres sont des éléments particulièrement importants pour évaluer le risque. Les fibres durables sont celles qui persistent dans le poumon. Les fibres longues, minces et durables sont apparemment les plus dangereuses pour un degré d'exposition donné.

On devrait choisir, autant que possible et chaque fois que les besoins de l'utilisation le permettent, les matériaux contenant les fibres les plus grosses et les moins durables et les méthodes impliquant la plus faible émission de fibres respirables. En outre, lorsque le matériau mis en oeuvre n'est pas assez bien connu, des mesures de prévention et de contrôle devraient être appliquées sur une base temporaire, étant entendu que le bien-fondé de ces mesures devra être réexaminé à la lumière de tout nouvel élément d'information. Il est important que tout soit fait pour obtenir de tels éléments d'information. (Il est également important qu'un organisme international tel que l'OIT joue un rôle actif et décisif dans la collecte, l'évaluation et la diffusion de telles informations.)

Outre l'évaluation du risque, dont la nature dépend de l'ampleur de la base de données disponibles, les autres facteurs à prendre en considération dans la sélection et l'application de mesures de prévention et de contrôle appropriées sont les niveaux possibles d'exposition et l'efficacité des mesures de prévention existantes.

On peut établir, sur la base des principes esquissés ci-dessus, quelques conclusions générales concernant les mesures de prévention et de contrôle appropriées pour certaines des matières fibreuses visées dans le présent rapport. Par exemple, les fibres d'érionite ont été classifiées par le CIRC comme appartenant au groupe I de cancérogénicité. Cette évaluation, ainsi que le fait que l'on sait que des mésothéliomes humains sont apparus à la suite d'une exposition à des degrés très faibles de fibres d'érionite, conjuguée à la difficulté de contrôler l'exposition de manière adéquate, donne à penser que l'utilisation commerciale de fibres d'érionite présente un risque majeur pour la santé.

Les données dont on dispose en ce qui concerne la morbidité et la mortalité de populations exposées à des concentrations élevées de fibres respirables lors de la production et de l'utilisation des laines isolantes (de roche, de laitier et de verre) indiquent que, moyennant l'adoption des mesures de contrôle et de prévention appropriées, basées sur les recommandations générales énoncées dans la section 6.3, les risques associés à la production et à l'utilisation de ces laines devraient être minimes.

En ce qui concerne les fibres en filament continu ainsi que de nombreuses fibres organiques synthétiques, la probabilité de dégagement de fibres respirables est très faible mais des précautions s'imposent en raison des propriétés irritantes des poussières et des risques d'exposition à des substances chimiques toxiques.

Les informations dont on dispose comme base d'évaluation du risque en ce qui concerne les fibres de verre destinées à des applications spéciales, les fibres réfractaires et les fibres aramides ne permettent que de recommander des mesures provisoires basées sur les recommandations de la section 6.3. Ces précautions devraient être assez rigoureuses pour que l'inhalation de fibres respirables soit aussi réduite que possible et devraient être réexaminées périodiquement à la lumière de tout nouvel élément d'information. Tout devrait être fait pour obtenir de nouvelles données dans les meilleurs délais possibles.

Dans le présent rapport, les données relatives à l'évaluation du risque concernant la plupart des fibres minérales naturelles sont limitées. Toutefois, à l'exception des fibres d'érionite, qui ne devraient pas être utilisées commercialement, des mesures de prévention et de contrôle comparables à celles qui sont appliquées pour les laines isolantes devraient être adoptées pour l'extraction et l'utilisation des minéraux dont on sait qu'ils libèrent des fibres respirables.

En ce qui concerne les matières fibreuses susceptibles de dégager des fibres respirables au cours de leur extraction, de leur production et de leur utilisation, au sujet desquelles on ne dispose pas d'informations permettant d'effectuer une évaluation des risques, il convient d'appliquer des mesures strictes de prévention et de contrôle, basées sur les principes énoncés dans la section 6.3.

6.3. Considérations particulières relatives à l'exposition aux fibres minérales et synthétiques

6.3.1. Limites d'exposition

Des méthodes de travail et des mesures techniques et administratives de contrôle appropriées devraient être adoptées en vue de contrôler l'exposition des travailleurs aux poussières et aux fibres en suspension dans l'air et de la maintenir à des niveaux ne dépassant pas les limites d'exposition reconnues ou répondant à tout autre critère d'exposition visant à l'évaluation du milieu de travail, conformément à la législation nationale. Lors de l'établissement de ces limites ou de ces critères, on devra tenir compte du type de fibres et de leur risque potentiel pour la santé, et la décision devra être prise après consultation des représentants des employeurs et des travailleurs intéressés et avec l'avis des organismes scientifiques compétents.

La nécessité d'établir des limites d'exposition ou d'autres critères en la matière pour la concentration de poussière totale aussi bien que pour celle des fibres respirables repose sur les considérations ci-après. Certaines FMA et certaines fibres synthétiques organiques ne contiennent parfois qu'une proportion limitée de fibres respirables, et les concentrations de fibres respirables dans l'atmosphère sont de ce fait peu élevées. Si la limite d'exposition ne porte que sur les seules fibres respirables, la concentration de poussière totale peut être exagérément importante et avoir des effets nocifs tels que l'irritation des voies respiratoires, des yeux et de la peau. Par ailleurs, une limite d'exposition ne s'appliquant qu'à la concentration de poussière totale ne permettra pas nécessairement de supprimer l'exposition aux fibres respirables.

6.3.2. Etiquetage

Les utilisateurs de fibres minérales ou synthétiques et de produits qui en contiennent pourront ne pas être au courant de la composition de ces substances et des risques qu'elles peuvent présenter pour la santé. Par conséquent, les fabricants et les fournisseurs de produits contenant des fibres minérales et synthétiques devraient être rendus responsables de l'étiquetage approprié du conteneur ou du produit, conformément à la législation nationale. L'étiquette devrait donner les informations de base ci-après: appellation commerciale du produit, dénomination de la composante fibreuse, nom du fabricant ou du fournisseur, nature des risques spécifiques (atteintes à la santé), emblème de danger, mesures relatives à la sécurité de mise en oeuvre du produit et à la protection du personnel, etc. Pour faciliter la compréhension, l'étiquette pourra comporter des

symboles graphiques simples, sans exclure pour autant un texte rédigé de manière à pouvoir être aisément assimilé par les travailleurs.

Ces indications devraient être développées dans des fiches techniques de sécurité.

Les renseignements figurant sur les étiquettes et dans les fiches techniques de sécurité devraient faire partie des informations fournies aux travailleurs.

6.3.3. Méthodes de travail

L'adoption de méthodes de travail appropriées devrait contribuer à la prévention des poussières et des fibres en suspension dans l'air. Ces méthodes devraient être fondées sur les principes suivants:

- a) l'utilisation et l'entretien des machines, des matériels, de l'outillage et des systèmes de ventilation conformément aux instructions données;
- b) le mouillage, lorsque cela est approprié, des produits contenant des matières fibreuses avant leur manipulation;
- c) le nettoyage régulier des machines et des zones de travail par des méthodes appropriées, elles-mêmes non génératrices de poussières, tels le passage à l'aspirateur ou le nettoyage par voie humide;
- d) l'utilisation correcte d'un équipement de protection individuelle;
- e) la vérification des méthodes de travail et des mesures de prévention et de contrôle.

Etant donné le développement continu de nouveaux types de fibres minérales et synthétiques, les fabricants devraient s'efforcer de mettre au point des produits ne donnant lieu qu'à un minimum de poussières et de fibres respirables lors de leur fabrication ou des opérations ultérieures telles que la découpe ou le façonnage, la pose, la dépose et l'élimination. Les employeurs devraient avoir recours autant que possible à des matériaux, des produits et des méthodes de travail ne donnant lieu qu'à un minimum de fibres et de poussières sur les lieux de travail.

L'emballage, l'entreposage et le transport des produits devraient s'effectuer de manière à réduire le plus possible la formation de poussières et de fibres. Les produits finis à livrer

devront être emballés de manière à éviter qu'il ne s'en dégage des poussières. Ils devront également être fournis sous une forme qui permette de les utiliser avec un minimum d'interventions (découpe, perçage, etc.) susceptibles de dégager des poussières et des fibres.

6.3.4. Mesures techniques de prévention

Les mesures techniques de prévention devraient comprendre, en tant que de besoin:

- a) la séparation, l'automatisation ou la mise en appareil clos du procédé;
- b) l'adjonction aux fibres de liants aptes à éviter l'émission de poussières;
- c) une aspiration locale;
- d) une ventilation générale;
- e) l'utilisation de matériaux humides;
- f) l'emploi d'outils spéciaux produisant peu de poussières;
- g) la séparation des lieux de travail pour certaines opérations.

6.3.5. Maintien de l'ordre et de la propreté

Les zones de travail devraient être nettoyées à intervalles réguliers afin de prévenir toute accumulation de poussières et de fibres. Les déchets devraient être placés dans des conteneurs appropriés et évacués sans délai afin d'éviter qu'on ne les piétine et les répande.

L'enlèvement des déchets devrait s'effectuer par aspiration au moyen d'appareils équipés de filtres appropriés; on peut avoir recours à des procédés humides lorsque l'aspiration n'est pas possible. Le soufflage à l'air comprimé ne devrait pas être utilisé aux fins de nettoyage.

On ne devrait ni manger ni boire ni fumer sur les lieux de travail.

6.3.6. Surveillance du milieu de travail et de l'exposition des travailleurs

La première chose à faire avant de mesurer les concentrations est de vérifier si les méthodes de travail sont appropriées, de contrôler l'efficacité des méthodes techniques de prévention par rapport aux méthodes recommandées. En cas de nécessité, on devra procéder immédiatement aux mesures correctives appropriées. La surveillance du milieu de travail devrait être envisagée.

Au niveau des utilisations, les mesures de poussière et de fibres sont importantes afin de développer des banques de données pour rassembler des informations sur les concentrations typiques, et cela dans le plus grand nombre d'applications possible. Il n'est guère praticable de procéder à des mesures sur tous les sites et dans toutes les opérations; la nécessité d'un contrôle devrait par conséquent être déterminée en fonction de la nature particulière du site ou de l'opération, de la durée de celle-ci ainsi que de la disponibilité et de la fiabilité des données fournies par l'évaluation des mesures effectuées dans d'autres travaux similaires.

Les postes de fabrication devraient faire l'objet de contrôles réguliers. Un intervalle de deux ans peut convenir, pour autant que le procédé de fabrication n'ait pas subi de modification entre-temps. La fréquence des contrôles devrait être augmentée après toute modification du procédé de fabrication (cela s'applique aussi aux modifications apportées en matière de liants ou de capacité productive) ou des mesures techniques de prévention.

Il convient de procéder à des contrôles statiques (sectoriels) et à des contrôles individuels. Les contrôles statiques sont importants aux fins d'évaluation de l'efficacité des mesures techniques de prévention, plus particulièrement dans les installations de traitement. Quant aux contrôles individuels, ils sont importants eux aussi pour obtenir une estimation de l'exposition moyenne à laquelle les travailleurs sont soumis au cours des différentes opérations. Il est indiqué de déterminer tant la concentration de la poussière totale en suspension dans l'air que la concentration des fibres.

En dehors des matières fibreuses, il pourra être nécessaire de contrôler également d'autres polluants atmosphériques, tels que le quartz ou l'ériionite dans les matériaux fibreux naturels, ou d'autres substances chimiques lors de la fabrication ou de l'utilisation des FMA et des fibres synthétiques organiques.

La détermination des concentrations de poussière et de fibres respirables en suspension dans l'air devrait être

effectuée, conformément à la législation nationale, par des personnes formées aux techniques de prélèvement et aux méthodes d'analyse et expérimentées dans leur application pratique.

Les résultats des mesures devraient être communiqués aux travailleurs, à leurs représentants dans l'entreprise et aux services de santé au travail chargés de la surveillance de la santé des travailleurs. Ils devraient être conservés par les employeurs pendant une durée correspondant à la période de latence des affections considérées. Une période d'au moins trente ans paraît indiquée dans le cas du cancer.

6.3.7. Équipement de protection individuelle

Si l'on a des raisons de craindre que les limites d'exposition aux poussières ou aux fibres respirables sont dépassées, il convient de prendre des mesures pour abaisser cette concentration. Si de telles mesures s'avèrent irréalisables ou insuffisantes, un équipement de protection respiratoire approprié doit être fourni pour être utilisé jusqu'à l'achèvement des travaux ou jusqu'à ce qu'un contrôle ait permis d'établir que les niveaux de poussières et de fibres respirables sont inférieurs aux normes nationales.

L'équipement de protection respiratoire employé doit obéir aux normes appropriées prévues pour la protection contre les niveaux particuliers de poussières ou de fibres respirables. Les appareils respiratoires devront être essayés pour s'assurer qu'ils s'adaptent convenablement. Ils doivent être gardés et maintenus en bon état de marche et de propreté.

Pour la protection des yeux, des lunettes de sécurité appropriées ou des écrans faciaux doivent être portés chaque fois que le travailleur est appelé à faire un travail au-dessus de sa tête et que les niveaux de poussières risquent d'être élevés.

L'irritation cutanée peut être réduite le plus possible par le port de gants, de chemises amples à manches longues, de pantalons longs, et grâce à une pièce de tissu passée sous le col.

Les travailleurs devraient disposer de moyens appropriés pour se laver et se changer. Des vêtements de travail devraient leur être fournis, qui devraient être lavés régulièrement et séparément les uns des autres afin de prévenir tout risque de contamination et toute irritation cutanée éventuelle d'autres travailleurs.

6.3.8. Instruction, formation et information

Toute personne exposée à des fibres minérales et synthétiques devraient être informée comme il convient de leurs effets potentiels sur la santé. Les informations fournies doivent être assez précises pour que les effets en question et les précautions à prendre pour les prévenir soient bien compris.

Les cadres, agents de maîtrise et salariés devraient recevoir l'instruction et la formation leur permettant d'assumer leurs responsabilités et de s'acquitter de leurs tâches en sécurité. Ces mesures devraient comprendre: des méthodes de travail appropriées, des moyens techniques de protection (notamment des systèmes de ventilation), ainsi que l'utilisation et l'entretien corrects des vêtements et équipements de protection individuelle. L'importance de l'instruction et de la formation devrait être adaptée aux responsabilités de chacun. Leur contenu devrait être suffisamment détaillé pour permettre aux intéressés de bien comprendre non seulement les exigences du travail et de la sécurité, mais aussi leur raison d'être.

6.3.9. Surveillance de la santé

Toutes les personnes exposées aux poussières, que ce soit dans la fabrication ou dans l'utilisation des produits, devraient bénéficier d'une surveillance régulière de leur état de santé. Cette surveillance devrait débuter au moment de l'admission à l'emploi et se poursuivre aux intervalles fixés par le service de santé au travail, compte tenu de la nature des risques rencontrés, du niveau de l'exposition et de l'état de santé du travailleur intéressé.

Les examens devraient comporter une anamnèse personnelle et professionnelle tenant compte des antécédents tabagiques ainsi qu'un examen clinique; ils peuvent être complétés par d'autres examens ou tests lorsque cela est approprié et conformément à la législation nationale. Ces examens devraient tendre à une évaluation de la santé du travailleur pour ce qui est de son exposition aux fibres en suspension dans l'air et autres agents nocifs du milieu de travail et de sa capacité à utiliser un équipement de protection individuelle.

Les résultats de la surveillance de la santé devraient être communiqués aux travailleurs. Ils devraient être protégés par le secret médical, mais les résultats globaux obtenus sur un site donné devraient être analysés afin d'en dégager les tendances significatives. Les dossiers médicaux devraient être conservés pendant une durée correspondant à la période de latence des affections associées à l'exposition aux poussières fibreuses.

Dans le cas du cancer, une durée d'au moins trente ans paraît indiquée.

Lorsque cela est possible, les résultats de la surveillance de la santé devraient être mis en corrélation avec les résultats de la surveillance de l'exposition.

7. LEGISLATION ET PRATIQUE DANS QUELQUES PAYS

Les données figurant dans le présent chapitre sont extraites des réponses adressées au BIT en 1986 (et mises à jour en 1988) par les organismes nationaux désignés collaborant avec le Système international d'alerte pour la sécurité et la santé des travailleurs; les informations demandées portaient sur les matériaux fibreux exempts d'amiante, naturels et artificiels. Les pays ci-après ont envoyé une réponse: République fédérale d'Allemagne, Australie, Belgique, Bolivie, Botswana, Bulgarie, Cameroun, Canada, Chili, Chypre, Colombie, Côte d'Ivoire, Danemark, République dominicaine, Egypte, Equateur, Espagne, Etats-Unis, Finlande, Ghana, Guinée-Bissau, Japon, Koweït, Madagascar, Malaisie, Malawi, Malte, Maurice, Nigéria, Norvège, Nouvelle-Zélande, Pakistan, Pays-Bas, Philippines, Pologne, Qatar, République démocratique allemande, Royaume-Uni, Rwanda, Seychelles, Singapour, Sri Lanka, Suède, République-Unie de Tanzanie, Tchécoslovaquie, Trinité-et-Tobago, Tunisie, Turquie, URSS et Uruguay. Le BIT tient à les remercier de leur concours.

7.1. Production et utilisation des fibres minérales artificielles

Des FMA sont utilisées dans tous les pays ayant participé à l'enquête, alors que leur production se limite à quelques-uns d'entre eux seulement.

La fabrication de laine de verre (et du filament de verre) et de laine de roche (y compris la laine de laitier le plus souvent non différenciée dans les réponses parvenues au Bureau) a été mentionnée par les pays suivants: Australie, Bulgarie (laine de verre seulement), Chili, Danemark, Espagne, Etats-Unis, Finlande, Japon, Malaisie (laine de roche), Nigéria (laine de verre), Norvège, Nouvelle-Zélande, Pays-Bas, Pologne, Singapour (laine de verre), Suède, Tchécoslovaquie, URSS et Uruguay (laine de verre).

La fabrication d'autres types de fibres synthétiques est moins courante. L'Espagne, les Etats-Unis, le Japon et la Suède produisent des fibres de carbone, tandis que des fibres céramiques sont fabriquées en Espagne, aux Etats-Unis, au Japon et en Uruguay, et des fibres d'acier au Japon et aux Pays-Bas.

La majeure partie des applications concernent les fibres de verre et de roche. La laine de verre entre dans l'isolation thermique (industrie de la construction, isolation de tuyauteries, etc.); des textiles à base de fibres de verre

servent à la fabrication de plastiques renforcés (pièces d'automobiles et de bateaux, conteneurs, meubles, etc.); la laine de roche est utilisée pour l'isolation thermique et pour l'absorption acoustique (en panneaux rigides posés sous les plafonds ou sur les cloisons), pour la confection de garnitures de freins ou encore mélangée à du ciment ou des adhésifs, pour le flocage sur des murs intérieurs ou extérieurs; les fibres céramiques entrant dans la fabrication d'isolants spéciaux utilisés dans la sidérurgie; les fibres de carbone servant à confectionner des équipements de sport et des matériels utilisés dans l'industrie aérospatiale. Il existe encore beaucoup d'autres applications de ces diverses fibres.

Les quantités de matériaux fibreux utilisées annuellement ressortent du tableau ci-après, établi sur la base des réponses reçues en 1986.

Tableau 4. Quantités de matériaux fibreux utilisées, 1986
(milliers de tonnes)

Pays	Laine de roche	Laine de verre	Filament de verre	Total FMA
Australie	9	18	-	-
Espagne	6 (prod.)	-	-	-
Etats-Unis	-	-	8,5 (prod.)	-
Finlande	71	9	-	-
Japon	245	136	253	-
Malaisie	0,95	-	0,6	-
Nigéria	-	5-6	-	-
Nouvelle-Zélande	2,8	4,5	2	-
Pologne	-	-	-	150
Singapour	Plusieurs	Plusieurs	-	-

Ces indications, bien qu'incomplètes, donnent une idée de l'importance des applications des FMA. La Finlande a signalé, par ailleurs, qu'elle a utilisé 2.000 tonnes de wollastonite; la Nouvelle-Zélande dit avoir employé 10 tonnes de fibres aramidés Kevlar^R et 1 tonne de fibres de carbone.

La quantité de FMA utilisée annuellement en Suède est évaluée à près de 5 millions de m³.

Selon les informations fournies par l'Industrieverband Chemiefaser E.V. (République fédérale d'Allemagne), la production mondiale en 1987 a atteint 1,6 million de tonnes de laine de

verre, 3.000 tonnes de fibres de carbone et 2,5 millions de tonnes de fibres acryliques. En 1988, 3,7 millions de tonnes de fibres de polyamide, 8,1 millions de tonnes de polyesters et 30.000 tonnes de fibres d'aramides ont été fabriquées.

7.2. Réglementation

7.2.1. Règlements généraux et particuliers

La quasi-totalité des pays qui ont répondu ont relevé que les travaux impliquant une exposition à des matériaux fibreux en suspension dans l'air tombent sous le coup de dispositions générales de sécurité et d'hygiène du travail dont l'objet est de prévenir les atteintes à la santé liées à l'exposition professionnelle à des substances nocives. Les dispositions en question exigent d'ordinaire que les exploitants prennent toutes mesures utiles afin d'assurer la protection des travailleurs contre l'inhalation de toutes poussières susceptibles de présenter un danger pour leur santé, que ce soit par la mise en oeuvre de méthodes de travail appropriées, par des mesures techniques (ventilation, en particulier), en ayant recours au port de vêtements de protection et d'équipements de protection individuelle (surtouts, masques respiratoires, etc.), ou par d'autres moyens encore.

La seule réglementation spécifique signalée est l'ordonnance suédoise AFS 1982:4 relative aux fibres synthétiques inorganiques, promulguée en date du 18 mars 1982 par le Conseil national de sécurité et d'hygiène du travail ainsi que la directive du Royaume-Uni EH46 de 1986 concernant l'exposition aux laines minérales émanant de la Direction de la sécurité et de l'hygiène du travail. Le premier instrument s'applique aux matières contenant plus de 5 pour cent en poids de fibres de ce type. L'un et l'autre fournissent des directives de caractère général sur les risques pour la santé, les méthodes de travail appropriées, les mesures de protection et de contrôle et la surveillance. En Norvège, la mise en oeuvre de l'attapulgite et de la sépiolite dans l'industrie pétrolière a été frappée d'interdiction et l'on prépare en ce moment une réglementation portant sur les FMA.

7.2.2. Etiquetage

La réglementation suédoise prescrit l'étiquetage des colis contenant des FMA. Elle ne rend pas obligatoire l'étiquetage de produits de laine d'isolation si ces produits sont aisément identifiables. Aucune autre disposition spécifique n'a été

signalée par les autres pays où l'étiquetage est prévu par la réglementation générale relative au marquage des matières que l'on considère dangereuses.

7.2.3. Limites d'exposition

Un certain nombre de pays ont fixé des limites d'exposition spécifiques, pour les FMA, tandis que d'autres font état de limites d'exposition pour les poussières inertes (généralement 10 mg/m³ pour la poussière totale ou 5 mg/m³ pour les poussières respirables).

Les données ci-après ont été communiquées au Bureau en ce qui concerne les limites d'exposition spécifiques:

République fédérale d'Allemagne

- Poussières en général 6 mg/m³

La limite d'exposition est en cours de révision.

Bulgarie

- FMA, fibres de plus de 3 µm de diamètre, poussière totale 3 mg/m³
- FMA, fibres de moins de 3 µm de diamètre, poussière totale
poussières respirables 2 mg/m³
concentration des fibres 0,2 mg/m³
3 f/ml

Danemark

- FMA (laine de roche, de laitier et de verre):
postes de travail fixes 2 f/ml
postes de travail mobiles, poussière totale 5 mg/m³

Etats-Unis

La limite d'exposition admissible établie par l'OSHA (Administration de la sécurité et de l'hygiène du travail) est en cours de révision.

- Limite d'exposition recommandée par le NIOSH (Institut national de sécurité et d'hygiène du travail) pour les fibres de verre, la laine de roche et les fibres de graphite (TWA-valeur moyenne pondérée dans le temps):

poussière totale	5 mg/m ³
fibres d'un diamètre inférieur ou égal à 3,5 µm et d'une longueur supérieure ou égale à 10 µm	3 f/ml

Finlande

- Limite recommandée pour la wollastonite	5 mg/m ³
---	---------------------

Japon

Un "niveau administratif" (E) a été fixé pour les poussières minérales; il est défini comme suit:

$$E = \frac{2,9}{0,22 Q + 1} \text{ mg/m}^3$$

où Q est la teneur en silice libre (en pour cent).

Nouvelle-Zélande

- FMA, poussière totale	5 mg/m ³
- FMA, fibres de moins de 3 µm de diamètre	moins de 1 f/ml

Bien que ces deux limites soient applicables ensemble, le critère le plus sévère sera déterminé par les caractéristiques de la fibre considérée.

Pologne

- FMA, poussière totale	4 mg/m ³
- FMA, fibres de plus de 5 µm de long	2 f/ml

République démocratique allemande

- Poussières minérales fibreuses exemptes d'amiante (TWA-valeur moyenne pondérée dans le temps)	2 mg/m ³
---	---------------------

Un projet de recherche devant être achevé en 1990 comprend l'étude des caractéristiques de séparation des FMA dans les voies respiratoires, l'identification des modalités pratiques de mesure et d'analyse et l'établissement d'une nouvelle limite d'exposition pour les FMA.

Royaume-Uni

- FMA, poussière totale, limite de contrôle (limite maximale d'exposition à compter d'octobre 1989) 5 mg/m³

Pour la numération des fibres (FMA), une limite maximale d'exposition de 2 f/ml est à l'étude.

Suède

La nouvelle ordonnance AFS 1987:12 est entrée en vigueur le 1er juillet 1988. La limite d'exposition LLV pour les fibres synthétiques inorganiques (=FMA) a été ramenée à 1 f/ml (la LLV est une valeur limite applicable aux expositions d'une journée entière).

Tchécoslovaquie

- FMA, poussière totale (en tant que poussière minérale exempte de propriétés fibrogènes) 8 mg/m³

On se propose de ramener cette limite à 4 mg/m³ et d'établir une limite d'exposition pour les fibres respirables égale à 0,2 f/ml. Ces deux dernières limites pourraient s'appliquer de manière alternative.

URSS

Poussière totale:

- FMA: silicates, aluminosilicates à structure vitreuse (fibres de verre, laine de verre, laine minérale, laine de laitier, fibres à base de mullite avec une teneur en Cr³⁺ allant jusqu'à 5% en poids) 2 mg/m³

- Fibres de carbone obtenues à partir d'hydrate de cellulose ou de PAN:

Limite pour exposition de courte durée (30 minutes) 4 mg/m³

TWA (valeur moyenne pondérée dans le temps) 2 mg/m³

7.2.4. Contrôle de l'exposition aux poussières aux postes de travail

Aucune réglementation spécifique n'a été promulguée sur ce point; la question est traitée d'ordinaire par la réglementation générale de sécurité et d'hygiène du travail concernant les travaux exposant à des poussières en suspension dans l'air (au Japon, par exemple, des mesures doivent être effectuées aux postes de travail au moins une fois tous les six mois).

Au Danemark, on applique le principe d'une valeur limite applicable à la définition des zones d'exposition et fondée sur la détermination gravimétrique de la concentration de poussière totale. Seuls les échantillons dont la concentration dépasse la limite en question sont retenus aux fins d'évaluation de leur concentration en fibres respirables.

7.2.5. Surveillance de la santé des travailleurs

Aucune réglementation spécifique en la matière n'a été signalée; la question est généralement traitée par la voie des dispositions relatives aux examens médicaux des travailleurs. Le Japon fait état de sa réglementation relative aux examens médicaux en présence d'un risque de pneumoconiose. En Finlande, des examens périodiques sont pratiqués dans les usines fabriquant ou mettant en oeuvre des matériaux fibreux, en règle générale tous les trois à cinq ans. En Pologne, cette périodicité est comprise entre deux et trois ans.

7.3. Renseignements complémentaires

Un certain nombre d'indications ont été fournies en ce qui concerne les concentrations de poussières en suspension dans l'air mesurées aux postes de travail. En Australie, les concentrations moyennes sont de l'ordre de 2 mg/m³ pour la poussière totale et de 0,5 mg/m³ pour la fraction respirable. Au Danemark, on a relevé des concentrations de 0,05 à 3 f/ml à des postes de travail mettant en oeuvre de la laine minérale. En Finlande, les concentrations de laine de verre couramment rencontrées sont égales à 0,1 - 2,5 mg/m³, c'est-à-dire inférieures à 0,1 f/ml; cependant, on peut avoir des concentrations de l'ordre de 1 f/ml lors de la mise en place par soufflage d'isolations constituées de laine en vrac. En Nouvelle-Zélande, on a mesuré 0,45 f/ml dans l'application de laine de roche. En Pologne, les concentrations de poussière totale s'échelonnaient entre 9,41 et 15,58 mg/m³, et celles de poussières respirables entre 0,05 et 1,41 f/ml; ces valeurs

concernent toutes des postes de production de FMA. En Tchécoslovaquie, dans la fabrication des fibres de verre, on rencontre fréquemment des concentrations de poussière totale de l'ordre de 0,2 à 4,5 mg/m³, ce qui correspond à 0,02 à 0,4 f/ml.

On s'attache tout particulièrement à éviter l'exposition aux fibres extra-fines (d'un diamètre inférieur à 0,3 µm, que l'on rencontre par exemple dans la laine de verre qui sert à confectionner les bouchons intra-auriculaires) (Royaume-Uni, Suède).

Le nombre des travailleurs exposés peut être considérable. Aux Etats-Unis, près de 38.000 travailleurs sont en contact avec la laine de roche. En Pologne, quelque 2.000 travailleurs sont employés à la production de FMA.

Les Pays-Bas signalent un fait important, à savoir que les fibres minérales artificielles sont souvent mises en oeuvre dans la petite industrie: production de matières plastiques renforcées de fibres de verre, chantiers navals, construction mécanique, bâtiment et génie civil, fabrication de réfrigérateurs, etc.

ANNEXE 1

Résolution concernant l'établissement de mesures
de prévention et de protection relatives
aux risques pour la santé associés à l'exposition
professionnelle aux fibres, qu'elles soient naturelles
ou artificielles

(adoptée par la Conférence internationale du Travail
à sa 72e session, 1986)

La Conférence générale de l'Organisation internationale du Travail,

Rappelant la résolution concernant l'amélioration des conditions et du milieu de travail et les conclusions relatives à l'action future dans le domaine des conditions et du milieu de travail, adoptées par la 70e session de la Conférence internationale du Travail, en 1984;

Notant avec préoccupation que l'utilisation de substances dangereuses ainsi que les risques potentiels liés à la production, à l'entreposage et à la distribution de ces substances peuvent entraîner une augmentation des risques professionnels pour un grand nombre de travailleurs;

Notant la nécessité d'évaluer les risques pour la santé associés à l'exposition professionnelle à des substances dangereuses ainsi que de prévenir et contrôler l'exposition qui constitue un risque pour les travailleurs;

Soulignant, à cet égard, l'importance de la formation et du perfectionnement de tous ceux qui, dans le cadre de leur travail, sont ou seront exposés aux risques découlant de l'utilisation de substances dangereuses;

Reconnaissant qu'une participation entière et active des travailleurs et de leurs organisations constitue un facteur essentiel pour la protection de la santé et la prévention des accidents ainsi que pour l'amélioration des conditions et du milieu de travail;

Accueillant favorablement les efforts accrus déployés par le Bureau international du Travail en vue de renforcer et d'améliorer ses activités en matière de contrôle et de prévention des risques graves dus à l'utilisation de substances dangereuses;

Tenant compte de la discussion des 71e et 72e sessions de la Conférence internationale du Travail (1985 et 1986) concernant la sécurité dans l'utilisation de l'amiante;

Exprimant son inquiétude face aux risques potentiels que peut présenter l'utilisation des fibres, qu'elles soient naturelles ou artificielles,

1. Invite le Conseil d'administration du Bureau international du Travail à prier le Directeur général:

- a) de faciliter l'évaluation des risques pour la santé des fibres inorganiques, qu'elles soient naturelles ou artificielles, autres que l'amiante, actuellement entreprise par le Programme des Nations Unies pour l'environnement - le Bureau international du Travail - l'Organisation mondiale de la santé [le Programme international de sécurité chimique], et aussi d'entreprendre, dès que possible, l'évaluation des fibres organiques dans le cadre du programme;
- b) de mettre sur pied dans le cadre des ressources approuvées de l'OIT un groupe tripartite d'experts, représentant toutes les régions, pour étudier la question des mesures de prévention et de protection relatives aux risques professionnels pour la santé dus à l'exposition aux fibres, qu'elles soient naturelles ou artificielles, autres que l'amiante;
- c) d'examiner la nécessité de préparer des instruments pertinents;
- d) de renforcer les activités de coopération technique et les activités normatives du BIT en vue de l'application des mesures de prévention et de protection relatives aux risques professionnels pour la santé associés à l'exposition aux fibres, qu'elles soient naturelles ou artificielles, et de renforcer, à cet égard, la coopération du BIT avec d'autres institutions compétentes des Nations Unies, en particulier l'Organisation mondiale de la santé et le Programme des Nations Unies pour l'environnement;
- e) de mettre l'accent, dans le contexte des services d'assistance technique et consultatifs assurés par le BIT dans les domaines de la formation, de l'inspection du travail et de l'éducation ouvrière, sur les risques potentiels pour la santé dus à l'exposition professionnelle à toutes les fibres, qu'elles soient naturelles ou artificielles, et sur les mesures de prévention et de protection qu'il est nécessaire de prendre.

2. Demande au Conseil d'administration du Bureau international du Travail d'appeler tous les Etats Membres, sur la base des données déjà disponibles, à promulguer et appliquer des lois et des directives appropriées pour l'établissement de normes et de conditions de sécurité et d'hygiène dans les domaines de l'extraction, de la fabrication, de la manutention et de l'utilisation de certains types de fibres, qu'elles soient naturelles ou artificielles, et à assurer la participation active des organisations de travailleurs et d'employeurs à l'élaboration et au contrôle de ces dispositions.

3. Demande au Conseil d'administration du Bureau international du Travail d'appeler tous les Etats Membres exportant des fibres, qu'elles soient naturelles ou artificielles, à assumer un rôle actif en matière de coopération technique, tant bilatérale que multilatérale.

ANNEXE 2

Rapport de la Réunion d'experts sur la sécurité dans l'utilisation des fibres minérales et synthétiques

(Genève, 17-25 avril 1989)

1. A sa 239e session (février-mars 1988), le Conseil d'administration a décidé de convoquer une réunion d'experts sur la sécurité dans l'utilisation des fibres minérales et synthétiques, à l'exception de l'amiante. Cette réunion s'est tenue à Genève du 17 au 25 avril 1989.

Ordre du jour de la réunion

2. L'ordre du jour de la réunion, basé sur la décision du Conseil d'administration, était constitué des points ci-après de la résolution concernant l'établissement de mesures de prévention et de protection relatives aux risques pour la santé associés à l'exposition professionnelle aux fibres, qu'elles soient naturelles ou artificielles, adoptée par la Conférence internationale du Travail à sa 72e session:

- étudier la question des mesures de prévention et de protection relatives aux risques professionnels pour la santé dus à l'exposition aux fibres, qu'elles soient naturelles ou artificielles, autres que l'amiante;
- examiner la nécessité de préparer des instruments pertinents;
- renforcer les activités de coopération technique du BIT en vue de l'application des mesures de prévention et de protection relatives aux risques professionnels pour la santé associés à l'exposition aux fibres considérées;
- étudier les mesures qui permettront à l'OIT de fournir son appui en matière de formation, d'inspection du travail et d'éducation ouvrière.

Participants

3. Quinze experts ont été invités à cette réunion, cinq après consultation avec les gouvernements, cinq après

consultation avec le groupe des employeurs et cinq après consultation avec le groupe des travailleurs du Conseil d'administration.

4. Plusieurs représentants d'organisations internationales ou observateurs ont assisté à la réunion. Ils représentaient: l'Organisation mondiale de la santé (OMS), l'Association internationale de la sécurité sociale (AISS), la Commission internationale de la médecine du travail (CIMT), la Confédération internationale des syndicats libres (CISL), la Confédération mondiale du travail (CMT), la Fédération syndicale mondiale (FSM), l'Organisation internationale des employeurs (OIE), l'Association européenne des fabricants de matériaux isolants (EURIMA), l'Association internationale de l'amiante (AIA), la Fédération internationale des syndicats, de travailleurs de la chimie, de l'énergie et des industries diverses (ICEF), la Fédération internationale des travailleurs du bâtiment et du bois (FITBB), la Fédération internationale des travailleurs du textile, de l'habillement et du cuir (FITTHC), le Joint European Medical Research Board (JEMRB), la Thermal Insulation Manufacturers' Association (TIMA) et l'Union internationale des syndicats des travailleurs du bâtiment, du bois et des matériaux de construction (UITBB).

5. La liste des participants est jointe en annexe au présent rapport.

Allocution d'ouverture

6. La réunion a été ouverte par M. V. Morozov, Sous-directeur général du BIT. Il a souhaité la bienvenue aux participants à la réunion et a relevé avec satisfaction la présence de représentants d'autres organisations internationales et d'observateurs d'organisations d'employeurs et de travailleurs. Il a constaté avec plaisir que l'OMS, qui a fourni une contribution de prix dans l'évaluation des effets des fibres naturelles et artificielles sur la santé, était notamment représentée. Il a souligné l'importance des travaux du Centre international de recherche sur le cancer et de l'action déployée dans le cadre du Programme international sur la sécurité des substances chimiques, activité commune de l'OIT, de l'OMS et du Programme des Nations Unies pour l'environnement.

7. M. Morozov a souligné que cette réunion constituait un événement qui se situe dans le droit fil des activités de l'OIT concernant la protection des travailleurs contre les maladies et les accidents survenant du fait de leur emploi. Il a rappelé que la prévention et le contrôle des risques pour la santé des

travailleurs que constitue l'exposition à des poussières en suspension dans l'air avaient toujours constitué un point fort des nombreuses activités de l'OIT dans le domaine de l'hygiène du travail. Il a fait référence aux conférences internationales sur les pneumoconioses convoquées par l'OIT et à la Classification internationale du BIT des radiographies de pneumoconioses. L'OIT a prêté son concours aux Etats Membres en matière d'évaluation et de contrôle de l'exposition des travailleurs aux poussières dans l'industrie et dans les activités extractives à travers un certain nombre de séminaires, de réunions des commissions d'industrie compétentes, de publications, de recueils de directives pratiques et de projets de coopération technique.

8. M. Morozov a souligné l'importance des activités de l'OIT dans le domaine de la sécurité dans l'utilisation de l'amiante. Ces activités recouvrent la publication, en 1984, d'un Recueil de directives pratiques sur la sécurité dans l'utilisation de l'amiante et l'adoption, en 1986, de la convention no 162 et de la recommandation no 172 sur l'amiante. La Conférence internationale, en adoptant la convention et la recommandation sur l'amiante, avait exprimé sa préoccupation quant aux risques que présente pour la santé l'exposition professionnelle aux fibres, qu'elles soient naturelles ou artificielles, et avait adopté une résolution sur l'élaboration de mesures de prévention et de protection. La présente réunion a été convoquée en conséquence de cette résolution. Il a été demandé aux participants de donner leur opinion en vue d'assurer une protection suffisante des travailleurs exposés aux fibres minérales et synthétiques et de garantir une utilisation appropriée de matières présentant potentiellement un grand intérêt. M. Morozov a rappelé aux participants qu'ils assistaient à cette réunion en leur qualité individuelle d'experts et a exprimé le voeu que les débats s'orientent sur une voie constructive.

Election du président

9. M. K.C. Gupta a été élu à l'unanimité président et rapporteur de la réunion.

Présentation du document de travail

10. La réunion était saisie d'un document de travail sur la sécurité dans l'utilisation des fibres minérales et synthétiques, qui a été présenté par le Dr K. Kogi, représentant du Directeur

général. Le document de travail traitait de l'exposition professionnelle aux fibres synthétiques et minérales et de ses effets sur la santé ainsi que des mesures de prévention et de contrôle, y compris la législation et la pratique en vigueur dans certains pays. Les chapitres concernant les fibres minérales artificielles et les fibres minérales naturelles étaient basés sur l'évaluation que l'OMS avait réalisée notamment dans le cadre du Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS) et du Centre international de recherche sur le cancer (CIRC), alors que le chapitre concernant les fibres synthétiques ne s'appuyait pas sur des analyses comparables.

11. Le président a invité les experts à discuter le document de travail en se basant sur leur expérience. La publication, par le Bureau, d'un document de travail révisé devrait être profitable pour les utilisateurs de fibres minérales et synthétiques puisqu'elle permettrait de définir des mesures de prévention et de contrôle pratiques. L'opinion des experts constituerait une contribution de prix aux efforts concertés que déploient gouvernements, industriels et travailleurs pour contrôler ces risques sur le lieu de travail.

Discussion du document de travail

Discussion générale

12. Au cours de la discussion générale, il a été convenu de retenir comme définition des fibres respirables les particules d'un diamètre inférieur à 3 µm et dont la longueur est au moins égale à trois fois le diamètre, conformément à la définition retenue pour les fibres d'amiante respirables dans le Recueil de directives pratiques du BIT sur la sécurité dans l'utilisation de l'amiante et dans d'autres documents. On a fait valoir que toute modification de cette définition à ce stade donnerait lieu à des confusions. Toutefois, compte tenu de l'évolution des connaissances concernant les effets des fibres de diverses tailles sur la santé, il a été convenu qu'il y aurait lieu de revoir cette définition dans un proche avenir.

13. Un consensus s'est dégagé sur l'idée que le document de travail devrait s'appuyer autant que possible sur l'évaluation des effets sur la santé réalisée par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) de l'OMS et le Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS).

14. Un participant s'est interrogé sur la pertinence du titre du document, qui se réfère à la sécurité dans l'utilisation des fibres, compte tenu du fait que l'on ne peut concevoir de

manière réaliste un milieu de travail totalement exempt de dangers. Il a été répondu que, dans le présent contexte, le terme "sécurité" emporte la notion d'objectif réalisable et non de situation totalement exempte de risques. Certains participants se sont référés à cet égard au titre de la convention de l'OIT concernant la sécurité dans l'utilisation de l'amiante, dans lequel le mot sécurité s'entend d'un objectif. Les experts sont convenus qu'il ne serait pas indiqué de fournir aux usagers un document présentant un titre différent de ceux qui concernent l'amiante et ont donc décidé de conserver le titre proposé.

15. Un participant a demandé sur quelle base s'est opéré le choix des fibres dont il est question dans le document de travail. On a donc rappelé que le Conseil d'administration a décidé de convoquer cette réunion pour traiter des fibres minérales et synthétiques, et l'on s'est référé également à la définition des fibres artificielles contenues dans l'Encyclopaedia of occupational safety and health du BIT (troisième édition, 1983). Les fibres artificielles se répartissent entre les fibres synthétiques, qui incluent les fibres synthétiques organiques dérivées de substances chimiques monomères et les fibres minérales artificielles, et les fibres artificielles d'origine végétale ou animale. Conformément au mandat de la réunion, seules les fibres synthétiques ont été abordées. En ce qui concerne les fibres minérales artificielles, les experts sont convenus de retenir la nomenclature contenue dans le document IPCS Man-made mineral fibres, publié par l'OMS dans la série Critères d'hygiène de l'environnement (no 77, 1988). Il a été précisé que le terme "fibre" s'entendrait au long de cette réunion comme couvrant aussi bien les fibres respirables que les fibres non respirables, et que les effets sur la santé et les mesures de contrôle concerneraient essentiellement les fibres respirables.

16. Les experts se sont interrogés sur l'opportunité de prendre en considération les effets dus aux substances chimiques associées à la production et à l'utilisation des matières fibreuses. Il a été convenu de prendre en considération les risques chimiques lorsque cela s'avérerait nécessaire.

Fibres minérales artificielles

17. Les experts ont suivi la classification des fibres minérales artificielles établie par l'IPCS, à savoir: laine d'isolation (laine de verre, laine de roche et laine de laitier), fibres réfractaires (fibres céramiques), fibres à filament continu et fibres destinées à des applications spéciales. Ils ont noté que l'hypothèse selon laquelle l'exposition à ces fibres peut avoir des effets nocifs pour l'homme est étayée par les résultats d'expérimentations animales et par certains indices

épidémiologiques. Ils ont relevé, par contre, que les changements intervenus progressivement dans les procédés de fabrication ont apporté des améliorations notables des produits finals et, en corollaire, une réduction des fibres respirables en suspension dans l'air.

18. Les résultats des recherches récentes concernant les effets sur la santé des fibres minérales artificielles ont été discutés abondamment. Certains experts ont fait observer qu'outre des dermatoses et des irritations de l'oeil, des réactions allergiques aux agents chimiques employés au stade de la production pouvaient survenir. Les données disponibles présentées succinctement par l'IPCS montrent qu'il n'existe pas de preuve nette que des populations de travailleurs exposés à ces fibres aient été atteintes d'affections respiratoires non malignes (y compris les fibroses pulmonaires). Les données épidémiologiques de mortalité par cancer et d'incidence de cette maladie, présentées également par l'IPCS, font apparaître une mortalité accrue par cancer des poumons chez les travailleurs employés à la production de laine de roche et de laine de laitier, mais non chez les travailleurs employés à la production de laine de verre et de fibres à filament continu. Il n'existe pas de preuve que le mésothéliome soit associé à l'exposition professionnelle aux laines isolantes ou aux fibres à filament continu. Il n'existe pas de données épidémiologiques sur l'incidence du cancer des poumons ou du mésothéliome chez les travailleurs des fibres réfractaires. L'évaluation du CIRC indique que la laine de verre, la laine de roche, la laine de laitier et les fibres réfractaires (céramiques) sont peut-être cancérogènes pour l'homme (groupe 2B) et que les fibres à filament continu ne peuvent être classées quant à leur cancérogénicité pour l'homme en raison du caractère insuffisant des données.

19. Les experts ont pris note de l'évaluation de l'IPCS selon laquelle le risque de cancer peut être accru pour certains travailleurs occupés à la production de fibres céramiques et de fibres de laine de verre de faible diamètre (moins de 1 μ m) en l'absence de mesures de prévention techniques appropriées, ainsi que pour les travailleurs employés au soufflage ou au flochage de laines isolantes en espace confiné sans que des mesures de protection aient été prises. Ils ont également noté que le risque de cancer des poumons pour la population en général est minime et ne devrait pas être une source de préoccupation compte tenu des faibles taux d'exposition.

Fibres minérales naturelles (autres que l'amiante)

20. Les experts ont noté qu'une vaste gamme de minéraux existent à l'état naturel sous forme fibreuse et qu'ils contiennent des fibres de dimension respirable. La liste de ces

minéraux est longue, mais les experts sont convenus de traiter au cours de leur discussion de l'érionite, de l'attapulgite et de la wollastonite en raison des risques que courent les travailleurs d'y être exposés et parce que de vastes études y ont été consacrées par l'IPCS et le CIRC. Les experts ont aussi noté que ces minéraux n'existent pas que sous forme fibreuse.

21. D'autres minéraux, comme le gypse, a-t-on souligné, contiennent des particules fibreuses et sont largement utilisés, mais leurs effets sur la santé n'ont guère été étudiés. De fait, très peu de minéraux fibreux ont été soumis à des tests systématisés. Les experts considèrent que, d'après le peu d'éléments dont on dispose à leur sujet, les effets que ces minéraux pourraient avoir sur la santé sont très divers. Par conséquent, les employeurs devraient s'efforcer d'obtenir des informations sur les particules fibreuses auxquelles les travailleurs risquent d'être exposés au contact de ces matières.

22. D'après l'évaluation du CIRC, l'érionite présenterait, pour de faibles expositions, un potentiel d'induction du mésothéliome plus élevé que le crocidolite. Les résultats de petites études de prévalence portent à croire que l'attapulgite et la wollastonite pourraient provoquer des altérations pneumoconiotiques (fibrose des poumons) chez l'homme. L'expérimentation animale a fourni des preuves limitées de la cancérogénicité de l'attapulgite et de la wollastonite.

23. Les experts ont noté que les échantillonnages de poussières prélevés lors de l'extraction et du traitement de l'érionite ou de l'attapulgite montrent la présence, dans une mesure limitée, de poussières respirables. Avec la wollastonite, il semble que les travailleurs soient exposés à de plus fortes concentrations. Certains experts ont fait observer que l'exposition de la population à l'érionite peut également présenter un risque.

Fibres organiques synthétiques

24. Parmi les nombreuses fibres organiques synthétiques dérivées de polymères, les experts ont retenu trois groupes - les fibres aramides, les fibres de carbone et de graphite et les fibres polyoléfiniques - en raison de leur potentiel de libération dans l'air de fibres respirables et du fait qu'on possède un certain nombre d'informations à leur sujet. Les experts ont exprimé des réserves sur la validité de l'évaluation des effets de ces matières sur la santé, étant donné qu'on ne dispose pas à leur sujet d'évaluation de l'IPCS ou du CIRC.

25. Les experts ont relevé que certaines expérimentations par inhalation sur l'animal ont conclu qu'à des concentrations

élevées certaines fibres para-aramides peuvent induire des fibroses et des tumeurs pulmonaires. Les experts ont souligné que, dans le cas des fibres para-aramides, l'exposition qui suscite le plus d'inquiétude pour l'utilisateur est l'utilisation du produit sous la forme de pulpe, pour fabriquer des matériaux de friction, ou sous la forme du matériau de départ, pour la fabrication du fil. Les autres utilisations actuelles des fibres para-aramides ne donnent pas lieu à des émissions de fibres respirables.

26. Si les fibres de carbone et les fibres de graphite peuvent se briser au cours de leur transformation et libérer des particules de poussière respirable, on ne dispose pas d'éléments concernant les mesures de concentration des fibres respirables en suspension dans l'air. Les polyoléfinés sont, pour la plupart, des fibres de grand diamètre, et la libération dans l'air de fibres respirables ne pose pas vraiment de problème. On ne dispose d'aucune information concernant les effets des polyoléfinés sur la santé. On ne dispose pas non plus d'informations sur les expositions non professionnelles aux fibres organiques synthétiques, ni sur leurs effets éventuels sur la santé.

Surveillance du milieu de travail

27. Les experts sont convenus que le contrôle du milieu de travail devrait faire appel aux moyens suivants: surveillance et vérification de l'efficacité des mesures de contrôle et de prévention, notamment: 1) des dispositifs techniques de contrôle; 2) de la sélection des matériaux et des équipements; 3) des méthodes de travail; 4) de la ventilation; mesure des concentrations de poussière et de fibres et suivi des risques pour la santé liés à l'exposition aux fibres minérales et synthétiques.

28. Les experts sont convenus que, pour assurer une prévention efficace, il est indispensable de mesurer les concentrations de fibres respirables en suspension dans l'air sur le lieu de travail selon des méthodes établies. Ils ont noté qu'une instruction appropriée aux techniques de mesure et un contrôle de la qualité de ces mesures sont également indispensables pour parer à toute erreur. Il a été convenu d'établir un descriptif des principales méthodes de mesure des concentrations de poussière totale et de fibres respirables en suspension dans l'air sur les lieux de travail.

29. Pour ce qui est de la détermination gravimétrique de la poussière totale en suspension dans l'air, la méthode gravimétrique de mesure des poussières contenant des fibres d'amiante décrite dans le Recueil de directives pratiques du BIT

sur la sécurité dans l'utilisation de l'amiante peut être appliquée dans ses principes à tous les types de fibres minérales et synthétiques.

30. Trois procédés de détermination des concentrations de fibres respirables en suspension dans l'air, ceux du Recueil de directives pratiques du BIT, du Bureau régional de l'OMS pour l'Europe et de l'Institut national de sécurité et d'hygiène du travail des Etats-Unis, ont été mentionnés. Ils sont basés sur la méthode très communément utilisée du filtre à membrane. Les experts ont relevé que les différences entre ces méthodes peuvent avoir une incidence sur les résultats de l'évaluation des concentrations de poussières. Plusieurs méthodes d'évaluation des concentrations de fibres synthétiques organiques en suspension dans l'air, y compris celles qui permettent la séparation de la fraction respirable, ont également été mentionnées.

Méthodes de prévention et de contrôle

31. Les experts ont noté que les dimensions, la forme et les propriétés physiques et chimiques de chacune des matières fibreuses considérées, ainsi que les risques que peuvent présenter leur extraction, leur production et leur utilisation, sont très divers. La nature et l'ampleur des mesures de prévention et de contrôle adaptées à chacune doivent être déterminées en fonction de l'évaluation des risques qu'on lui attribue. Partant de ce principe, il conviendrait que producteurs et fournisseurs s'attachent à donner des informations complètes et à jour concernant leurs produits. Dans tous les cas, l'objectif recherché devrait être de réduire l'exposition des individus aux fibres respirables.

32. Les experts sont convenus que les principes généraux énoncés dans les conventions et les recommandations internationales du travail et les recueils de directives pratiques du BIT concernant la protection de la santé des travailleurs contre les agents nocifs présents dans le milieu de travail devraient s'étendre aux fibres minérales et synthétiques. Ils ont insisté sur l'importance d'une bonne coordination des mesures d'application prises au niveau national et au niveau de l'entreprise telles qu'elles sont stipulées par les instruments les plus généraux en la matière. Les mesures générales prescrites par la législation ou la réglementation nationales en matière de prévention et de contrôle des risques professionnels, notamment en matière de conception, de construction et d'aménagement des entreprises et de méthodes de travail, s'avèrent elles aussi essentielles dans le cas des matières fibreuses. Ils ont en outre souligné qu'il est indispensable de se référer, lorsqu'il y a lieu, aux principes énoncés dans des instruments spécifiques.

33. Au niveau de l'entreprise, les experts ont insisté sur la responsabilité qui incombe aux employeurs de veiller à ce que les lieux de travail, les machines, les matériels et les procédés placés sous leur contrôle ne présentent pas de risques pour la sécurité et la santé des travailleurs. Les employeurs doivent prendre toutes mesures utiles afin que le milieu de travail et la santé des travailleurs fassent l'objet d'une surveillance appropriée et que l'éducation et la formation soient assurées. La coopération des travailleurs aux mesures que doit prendre l'employeur pour s'acquitter de ses obligations est un élément essentiel. Les experts ont estimé que les autorités nationales devraient aider les petites entreprises à prendre les mesures de prévention et de contrôle nécessaires.

34. Les experts ont examiné certains aspects spécifiques concernant l'exposition aux matières fibreuses. Ils ont souligné que des méthodes de travail et des mesures de prévention techniques et administratives correctes devraient avoir pour objectif de contrôler l'exposition des travailleurs aux poussières et aux fibres en suspension dans l'air et de maintenir cette exposition en deçà des limites d'exposition reconnues ou de tout autre critère d'exposition appliqué pour l'évaluation du milieu de travail, conformément à la réglementation nationale. Certaines fibres minérales et synthétiques peuvent ne contenir qu'une proportion restreinte de fibres respirables et ne donner lieu qu'à de faibles concentrations de fibres respirables dans l'air. S'il n'est établi de limite d'exposition que pour les fibres respirables, la concentration de poussières totales peut être excessivement élevée et provoquer des affections telles qu'une irritation de l'appareil respiratoire, des yeux ou de la peau. Les experts considèrent donc qu'un contrôle doit s'exercer aussi bien sur les poussières totales que sur les fibres respirables et qu'il faut veiller à ce que les unes comme les autres restent en deçà des limites d'exposition ou de tout autre critère d'exposition appliqué pour l'évaluation du milieu de travail.

35. Les experts ont souligné que les fabricants et les fournisseurs de matières fibreuses devraient informer les utilisateurs des risques que celles-ci peuvent présenter ainsi que des mesures de prévention requises, la responsabilité de la formation des travailleurs incombant aux employeurs. Ils ont considéré qu'il importe de signaler à l'attention de tous les utilisateurs les dangers inhérents à chaque sorte de matière fibreuse. Ils ont souligné la nécessité d'une évaluation des risques présentés par chacune des matières fibreuses.

36. Les experts ont souligné qu'il conviendrait de choisir, chaque fois que les besoins de l'utilisation le permettent, des fibres comparativement grosses et peu persistantes et des procédés n'impliquant qu'une libération aussi faible que possible

de fibres dans l'air. Ils sont convenus que des mesures de contrôle et de prévention rigoureuses devraient être adoptées lors de l'extraction, de la production et de l'utilisation de matières fibreuses susceptibles de libérer des fibres respirables dont les risques sont mal connus.

37. Les experts ont souligné que les produits qui risquent de libérer des fibres respirables devraient être étiquetés de manière appropriée et livrés accompagnés de fiches techniques de sécurité. Les étiquettes devraient fournir des indications essentielles sur les risques et sur leur prévention, et être conçues de manière que ces indications soient comprises de tous les travailleurs appelés à utiliser ou manipuler ces produits et soient conformes aux prescriptions nationales en la matière.

38. L'attention des experts s'est portée tout particulièrement sur l'importance, pour le contrôle des poussières et des fibres en suspension dans l'air, des bonnes pratiques de travail, des mesures de sécurité, de l'ordre et de la propreté. Ils ont estimé que le port d'un équipement de protection individuelle ne devrait être recommandé que lorsque les procédés techniques demandés par de bonnes pratiques de travail ne sont pas suffisants. Les mesures de sécurité devraient consister en priorité à séparer ou à isoler les opérations, à retenir les procédés impliquant une libération aussi réduite que possible de poussières et de fibres respirables, à utiliser des liants pour prévenir la formation de poussières et à prévoir un système d'aspiration locale à la source. Des installations adéquates permettant aux travailleurs de se laver et de se changer devraient être prévues, et des vêtements de travail appropriés, devant être lavés séparément pour éviter toute contamination, devraient être fournis.

39. En outre, avant de mesurer les concentrations de poussières, il convient de vérifier si les méthodes de travail sont correctes et si les mesures techniques de contrôle sont efficaces. Comme il n'est pas possible de contrôler l'exposition sur tous les lieux de travail et à tous les postes, les modalités de contrôle devraient être déterminées en fonction de la nature spécifique des lieux et des tâches, de la durée des tâches, des données recueillies ailleurs dans le même secteur d'activité et de la fiabilité de ces données.

40. Les experts ont souligné la nécessité d'évaluer les données concernant l'exposition du personnel en même temps que les dossiers médicaux. Des experts ont signalé que l'on s'employait, dans certains pays, à instituer un système de dossiers médicaux contenant des informations sur l'exposition professionnelle à des substances dangereuses sur le lieu de travail. Des dispositions ont été prises pour la tenue de ces dossiers de façon qu'ils soient disponibles pour les études

épidémiologiques et autres, cela selon des modalités garantissant le secret et le respect de la vie privée, l'identification des intéressés n'étant possible que pour le personnel médical compétent. Les experts sont convenus que, si le caractère confidentiel de ces dossiers est essentiel, il importe de pouvoir apprécier l'état de santé du travailleur en relation avec son exposition sur le lieu de travail à des fibres en suspension dans l'air et à d'autres agents dangereux.

Législation et pratique nationales

41. Les experts ont noté que plusieurs pays avaient répondu aux demandes qui leur avaient été adressées en communiquant des données à jour concernant leur législation et leur pratique dans le domaine intéressant la réunion. Les adjonctions et corrections nécessaires ont été faites. Il a été noté que certaines législations nationales sont en cours de révision.

Promotion de mesures de prévention et de protection dans les travaux comportant des fibres synthétiques et minérales (autres que l'amiante)

42. Les experts ont noté qu'il faudrait appeler toutes les parties intéressées à fournir toutes informations utiles à l'évaluation des risques présentés par les nouvelles matières susceptibles de libérer des fibres en suspension dans l'air lors de leur emploi, de leur production et de leur emploi avant qu'elles soient mises sur le marché et utilisées. Il convient d'encourager également la diffusion de toutes nouvelles données concernant des fibres pour lesquelles on ne disposait jusque-là que d'informations insuffisantes pour permettre une évaluation du risque. Ces données pourraient être transmises au BIT par le canal de son Système international d'alerte pour la sécurité et la santé des travailleurs.

43. Les experts sont convenus d'inviter l'IPCS à entreprendre l'évaluation des fibres organiques synthétiques, comme le prévoit la résolution adoptée par la Conférence internationale du Travail à sa 72e session. L'OIT devrait collaborer étroitement avec l'OMS et d'autres organisations internationales au fonctionnement d'une banque de données qui aiderait au classement des matières selon les risques qu'elles présentent. Les experts ont souligné la nécessité de mettre au point un protocole normalisé d'évaluation des effets toxicologiques potentiels des fibres. Ils ont suggéré que cette tâche soit confiée à l'IPCS.

44. Une longue discussion s'est ouverte sur la préparation par le BIT d'un recueil de directives pratiques portant sur des fibres telles que les laines isolantes, qui sont faciles à définir et pour lesquelles il existe suffisamment de données. Certains experts ont relevé que les risques présentés par ces fibres - qui ne sont pas les plus dangereuses - ont souvent été exagérés; toutefois, un très grand nombre de personnes dans le monde sont en contact avec elles. Les fabricants de ce type de fibres sont attentifs aux considérations de santé qui s'attachent à leurs produits et coopèrent étroitement avec les milieux scientifiques pour élaborer des directives de sécurité concernant leur utilisation. De l'avis des experts, c'est précisément parce que l'industrie a déjà accompli un grand travail dans ce domaine qu'un recueil de directives pratiques spécifiques pour les laines isolantes peut être suggéré.

45. Les experts ont été unanimes à recommander l'élaboration d'un recueil de directives pratiques sur la sécurité dans l'utilisation des laines isolantes. Un tel recueil de directives serait bénéfique tant pour l'industrie que pour les travailleurs, et il serait particulièrement utile aux pays en développement. Il pourrait être établi rapidement vu le nombre d'informations disponibles.

46. Les experts ont déclaré qu'en attendant la publication d'un tel recueil de directives l'échange d'informations sur les risques potentiels et les mesures de contrôle dans l'utilisation des diverses fibres devrait se poursuivre. Ils ont signalé l'expansion rapide de l'industrie des fibres et ont souligné qu'il conviendrait de soumettre ces matières à des tests préalables. L'IPCS et les autres organismes compétents devraient poursuivre leurs travaux sur les risques que ces fibres présentent pour la santé, y compris pour les utilisateurs. La définition des fibres et leur classification devraient être revues.

Adoption d'instruments internationaux

47. La réunion a estimé qu'il serait prématuré d'adopter un ou plusieurs instruments internationaux concernant la sécurité dans l'utilisation des fibres minérales et synthétiques. De l'avis général, il conviendrait dans un premier temps de faire porter les efforts sur l'élaboration d'un recueil de directives pratiques, comme il en a été question plus avant, et sur l'échange d'informations et de conclusions d'expériences qui viendraient à se faire jour à propos des diverses fibres.

Renforcement de la coopération technique

48. La réunion a étudié diverses manières de renforcer les activités de coopération technique de l'OIT, en particulier dans les pays en développement, en vue d'instituer des mesures de prévention et de protection pour les travaux dans le cadre desquels des fibres synthétiques et minérales sont mises en oeuvre. La création de diverses activités, financées aussi bien sur le budget ordinaire de coopération technique que sur les ressources extra-budgétaires, a été envisagée. Vu la spécificité des problèmes que pose l'utilisation de ces fibres, une attention particulière a été accordée à la nécessité d'organiser des journées d'étude, séminaires et cours de formation. Il s'avère également essentiel d'offrir des conseils et des orientations pratiques sur les mesures de prévention et sur le contrôle du milieu de travail.

49. Il a été souligné que le manque d'informations suscite des inquiétudes chez les travailleurs en cause. L'accès à l'information est donc capital. L'élaboration et la diffusion d'une information appropriée sur les matières en question sont une mission qui s'impose d'urgence dans le cadre de la coopération technique.

50. Les experts sont convenus de la nécessité d'un contrôle de qualité pour ce qui concerne la surveillance du milieu de travail; il conviendrait d'établir pour cela des systèmes ou centres spéciaux, ce qui permettrait également de fournir des conseils en matière d'appareils et de procédures de surveillance.

51. Les experts ont constaté que la disparité des normes d'un pays à l'autre était une source de problèmes dans les transferts de technologie, notamment lorsqu'il s'agit de technologie portant sur les fibres. Les pays d'origine devraient également transférer aux pays en développement le savoir-faire concernant les mesures de prévention et de protection en même temps que la technologie. Ils devraient également veiller constamment à transmettre leur maîtrise technique et leurs conseils en ce qui concerne ces mesures. Il a été dit que l'on devrait attendre des initiatives de la part des pays receveurs. Le rôle qui échoit à l'OIT, a-t-on souligné, est de déterminer les mesures prioritaires ainsi que de formuler des propositions de coopération technique, compte tenu de la maîtrise voulue pour traiter les questions de matières fibreuses.

Soutien de l'OIT en matière d'éducation
et de formation

52. Les experts ont insisté sur le fait que l'éducation et la formation en matière de sécurité dans l'utilisation des fibres minérales et synthétiques doivent s'effectuer à plusieurs niveaux, les groupes cibles étant le personnel de direction, les agents de maîtrise et les travailleurs, de même que les inspecteurs du travail et les agents de la sécurité et de l'hygiène du travail. Cette formation spécifique, ont estimé les experts, devrait s'inscrire dans le cadre des programmes généraux de formation en matière de sécurité et de santé au travail. Des dossiers pédagogiques portant spécialement sur les fibres minérales et synthétiques devraient être mis au point pour être incorporés aux programmes généraux s'adressant à chacun des groupes cibles.

53. Les experts reconnaissent qu'il est difficile pour les employeurs des petites entreprises de prendre des mesures de prévention. Beaucoup peuvent ne pas être au courant des risques en jeu ou avoir du mal à prendre des mesures appropriées. C'est aux fournisseurs et aux autorités compétentes qu'il devrait incomber d'aider ces entreprises, notamment en ce qui concerne la formation en matière d'évaluation des risques pour la santé et en matière de mesures de contrôle pratiques.

54. Les experts ont souligné qu'il faudrait former un grand nombre de personnes. Pour cela, dans le cadre de la coopération internationale bénéficiant du soutien de l'OIT, l'effort devra porter sur la mise au point de moyens matériels de formation pratique et d'information ainsi que sur la formation d'instructeurs compétents aux niveaux national et régional. Des modules de formation basés sur des méthodes efficaces sans être onéreuses devraient être mis au point. Ces modules serviraient à diverses activités de formation, concernant notamment les risques associés à l'exposition aux substances chimiques ou aux poussières, ainsi que les services d'hygiène du travail.

55. La pénurie de compétences techniques a été reconnue comme l'un des obstacles à la mise en place d'activités de formation dans beaucoup de pays. Les experts ont considéré que l'assistance de l'OIT était requise pour former tout aussi bien des spécialistes qui traiteront de ces questions au niveau national que des instructeurs non spécialisés dont l'action pédagogique aura des effets en chaîne.

Examen du document de travail révisé

56. Les participants ont examiné le document de travail révisé sur la sécurité dans l'utilisation des matières minérales et synthétiques et en ont recommandé la publication par le BIT.

Conclusions et recommandations

57. Les conclusions et recommandations ci-après ont été formulées dans le cadre de la réunion.

1. Les experts ont apprécié l'évaluation concernant les fibres minérales artificielles effectuée dans le cadre du Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS), conformément à la résolution adoptée par la Conférence internationale du Travail à sa 72e session. Cette évaluation s'est révélée une base de discussion utile. Attendu qu'il s'avère encore nécessaire de procéder à de nouvelles évaluations en ce qui concerne d'autres fibres, les experts ont appuyé le point de cette résolution appelant une évaluation, dans le cadre de l'IPCS, des risques que les fibres synthétiques organiques présentent pour la santé. Cette évaluation doit s'effectuer rapidement.
2. Les experts sont convenus de conserver la définition des fibres respirables figurant dans le Recueil de directives pratiques sur la sécurité dans l'utilisation de l'amiante et dans d'autres documents. Toutefois, ils se sont déclarés préoccupés par le fait que cette définition ne donne pas une description adéquate des fibres qui sont actuellement considérées comme représentant un risque significatif, et ils ont estimé qu'une nouvelle définition est nécessaire.
3. Les experts ont constaté qu'il importe d'établir, par l'intermédiaire d'un organe international tel que l'IPCS, une procédure de laboratoire standard pour l'évaluation des aspects toxicologiques que présente l'utilisation des fibres minérales et synthétiques.
4. Les experts ont souligné qu'il importe que les conseils pratiques sur les mesures de prévention et de contrôle lors de la production et de la mise en oeuvre des fibres minérales et synthétiques touchent tous les individus concernés, afin que les effets potentiellement nocifs de ces fibres sur la santé soient aussi réduits que possible. A cette fin, le document de travail sur la sécurité dans

l'utilisation des fibres minérales et synthétiques, tel qu'il a été revu lors de cette réunion, devrait être publié par le BIT.

5. L'OIT devrait réunir et diffuser des informations sur les risques que présentent les fibres minérales artificielles pour la santé et sur les mesures de contrôle appropriées par l'intermédiaire du Centre international d'informations de sécurité et de santé au travail (CIS) et de son réseau.
6. Les experts ont souligné qu'il faudra diffuser dès que possible tout nouvel élément d'information concernant la découverte d'autres risques pour la santé ou de nouvelles mesures de contrôle qui s'avèreraient efficaces pour combattre les effets des diverses fibres minérales et synthétiques. Ces informations, de même que les données provenant de sources non publiées, devraient être communiquées en faisant plus largement appel au Système international d'alerte pour la sécurité et la santé des travailleurs.
7. Les experts ont recommandé que l'OIT élabore et adopte dès que possible un recueil de directives pratiques sur la sécurité dans l'utilisation des laines isolantes (laine de verre, de roche, de laitier). Ce document traiterait des risques que peuvent présenter ces fibres, de la protection des travailleurs contre ces risques et de la sécurité dans l'utilisation de ces fibres.
8. Les experts ont noté qu'il serait prématuré d'adopter une convention et une recommandation concernant la sécurité dans l'utilisation des fibres minérales et synthétiques, eu égard au manque actuel de connaissances concernant ces fibres.
9. Les experts ont insisté sur le fait qu'il faut développer, en particulier dans les pays en développement et par l'intermédiaire de l'OIT, des activités de coopération technique de nature à renforcer les moyens permettant, notamment, d'évaluer les risques que présentent les fibres minérales et synthétiques pour la santé, d'instaurer des mesures de contrôle et de prévention, de procéder à la surveillance du milieu de travail et de former les personnes concernées.
10. Les experts ont mis l'accent sur le rôle clé de l'éducation et de la formation dans l'utilisation des fibres minérales et synthétiques et ont recommandé la mise au point de dossiers et de modules pédagogiques adaptés aux divers groupes cibles.

11. Les experts recommandent au Conseil d'administration du Bureau international du Travail de prendre en considération ce qui précède lorsqu'il formulera ses propositions concernant le programme et budget pour l'exercice 1992-93.

LISTE DES PARTICIPANTS

Experts

- M. O.A. Akinniranye
Director,
Mains Ventures Ltd.,
PO Box 730,
IKORODU
Lagos State
(Nigéria)
- Dr H. Behrens
Wissenschaftlicher Mitarbeiter,
Bundesanstalt für Arbeitsschutz,
Postfach 170202
4600 DORTMUND
(République fédérale d'Allemagne)
- M. S. Dixon
Occupational Health Consultant,
E.I. Du Pont de Nemours & Co.,
N11502,
1007 Market Street,
WILMINGTON
Delaware 19898
(Etats-Unis)
- M. P. Elmes
Consultant in Occupational Lung
Diseases,
Dawros House,
St. Andrews Road,
DINAS POWYS
South Glamorgan CF6 4HB
(Royaume-Uni)
- Dr K. Esser
European Mineral Fibres Association,
Grünzweig & Hartmann Glasfaser AG,
Bürgermeister-Grünzweig-Strasse 1,
6700 LUDWIGSHAFEN
(République fédérale d'Allemagne)

- M. H. Goto
Director, Working Environment
Improvement Office,
Industrial Safety and Health
Department,
Labour Standards Bureau,
Ministry of Labour,
1-2-2 Kasumigaseki,
Chiyoda-ku
TOKYO 100
(Japon)
- M. K.C. Gupta
Director-General,
Factory Advice Service & Labour
Institutes,
Central Labour Institute,
N.S. Mankiker Marg,
Sion,
BOMBAY 400 022
(Inde)
- Dr A. Khalef
Cité Inforba,
Bt A2 No. 10,
Rouiba,
35300 BOUMERDES
(Algérie)
- M. K.D. Klaua
Freier Deutscher Gewerkschaftsbund,
70 Fritz-Heckert Strasse,
1026 BERLIN
(République démocratique
allemande)
- Dr H.H. Lim
Director,
Mediviron Consultants,
c/o Malaysian Employers' Federation,
PO Box 11026,
50732 KUALA LUMPUR
(Malaisie)

Mlle B. Meek

Senior Evaluator,
Environmental Health Directorate,
Environmental Health Centre,
Room 204,
Tunney's Pasture,
OTTAWA
Ontario K1A 0L2
(Canada)

Dr N.N. Molodkina (Mme)

Research Institute for Labour
Hygiene & Occupational Diseases,
Prospekt Budennogo 31,
105 275 MOSCOW
(URSS)

M. S.W. Samuels

American Federation of Labour and
Congress of Industrial
Organisations,
815 Sixteenth Street,
WASHINGTON DC 20006
(Etats-Unis)

M. A. Suggun

Malaysian Trade Union Congress,
PO Box 38,
PETALING JAYA
(Malaisie)

Dr P. Westerholm

Confederation of Swedish Trade
Unions (LO),
Barnhusgatan 18,
10553 STOCKHOLM
(Suède)

Conseillers des experts

Dr J. Dunnigan
Conseiller de Mlle Meek

Director,
Health and Environment,
The Asbestos Institute,
Pavillon Marie-Victorin,
Suite 336,
Sherbrooke University,
SHERBROOKE
Quebec J1K 2R1
(Canada)

M. A. Ignatow
Conseiller de Mlle Meek

Acting Director,
Mineral Policy Sector,
Department of Energy, Mines
and Resources,
580 Booth Street, 6th Floor,
OTTAWA
Ontario K1A 0E4
(Canada)

M. M. Kurilin
Conseiller du Dr Molodkina

Senior Economist,
State Committee for Labour,
Department of International
Relations,
MOSCOW
(URSS)

Dr J.W. Rothuizen
Conseiller de M. Dixon

Director, Rothuizen Consulting,
"En Thiéré"
1261. GENOLIER, Vd.
(Suisse)

M. H. Tiesler
Conseiller du Dr Esser

Grünzweig & Hartmann A.G.,
Bürgermeister-Grünzweig-Strasse 1,
6700 LUDWIGSHAFEN
(République fédérale d'Allemagne)

Représentants d'organisations interna-
tionales gouvernementales

Organisation mondiale
de la santé

Mr. F. Valić,
Vice Rector,
Andrija Stampar School of
Occupational Health,
Zagreb University,
Rockefellerova 4,
41000 ZAGREB
(Yougoslavie)

Représentants d'organisations
internationales non gouvernementales

- Association de
la sécurité sociale
- Dr. A. Oberhansberg,
Berufsgenossenschaft der chemischen
Industrie,
Gaisbergstrasse 11,
Postfach 101 480,
6900 HEIDELBERG
(République fédérale d'Allemagne)
- Commission internationale de
la médecine du travail
- Dr. Marianne Saux
Saint-Gobain "Les miroirs",
18 avenue d'Alsace,
92096 PARIS
(France)
- Mrs. B. Fauchère,
World Confederation of Labour,
1 rue de Varembe,
Case postale 122,
1211 GENEVE 20
(Suisse)
- Confédération internationale
des syndicats libres
- M. E. Laurijssen,
Directeur,
CISL,
rue Montagne-aux-herbes-potagères
37-41,
1000 BRUXELLES
(Belgique)
- Confédération mondiale
du travail
- M. L. Dusoleil,
Ocidergemselaan 26-32,
1040 BRUXELLES
(Belgique)
- Fédération syndicale
mondiale
- M. A. Potapov,
Représentant permanent,
FSM,
10 rue Fendt,
1201 GENEVE
(Suisse)

Organisation internationale
des employeurs

Mlle B. Perkins,
Assistante du Secrétaire général,
OIE,
Case postale 68,
1216 GENEVE
(Suisse)

M. A. Buoli,
Ingénieur,
Balzaretti Modigliani,
SpA,
Viale B. Romagnoli 6,
20146 MILANO
(Italie)

Mr. M. Falk,
Deputy Head,
Working Environment Department,
Danish Employers' Confederation,
PO Box 386,
1503 COPENHAGEN
(Danemark)

Mr. J. Meijers,
Medical Adviser,
Rockwool Lapinus BV,
PO Box 1160,
6040 KD ROERMOND
(Pays-Bas)

Observateurs

Association européenne
des fabricants de
matériaux isolants

Dr. H. Grimm,
EURIMA,
avenue Louise 137,
bte 8,
1050 BRUXELLES
(Belgique)

M. I. Ohberg,
EURIMA;
avenue Louise 137,
bte 8,
1050 BRUXELLES
(Belgique)

- Association internationale
de l'amiante
- M. D. Bouige,
Association française de
l'amiante,
10 rue de la Pépinière,
75008 PARIS
(France)
- Fédération internationale
des syndicats de travailleurs
de la chimie, de l'énergie
et des industries diverses
- Mr. E. Lechelt,
IG Chemie-Papier-Keramik,
Königsworther Platz 6,
3000 HANOVER
(République fédérale
d'Allemagne)
- Fédération internationale
des travailleurs du
bâtiment et du bois
- M. E. Laub,
Services de recherche,
FITBB,
27-29 rue de la Coulouvrenière,
1204 GENEVE
(Suisse)
- Fédération internationale
des travailleurs du textile,
de l'habillement et du cuir
- M. E. Brombart,
FITTHC,
8 rue Joseph Stevens
1000 BRUXELLES
(Belgique)
- Joint European Medical
Research Board
- Mr. C.E. Rossiter,
London School of Hygiene and
Tropical Medicine,
Keppel Street,
LONDON WC1E 7HT
(Royaume-Uni)
- Dr. O. Kamstrup,
Occupational Physician,
Rockwool A/S,
2640 HEDEHUSENE
(Danemark)

Thermal Insulation
Manufacturers' Association

Dr. F.J. Rauscher Jr.,
Executive Director,
Thermal Insulation
Manufacturers' Association,
29 Bank Street,
STAMFORD
Ct. 06093
(Etats-Unis)

Dr. J. Konzen,
Owens-Corning Fiberglas,
Fiberglas Tower,
TOLEDO
Ohio 43659
(Etats-Unis)

Dr. R. Anderson,
Manville Corporation,
PO Box 5108,
DENVER
Colorado 80202
(Etats-Unis)

Mr. D. Samson,
Manville Corporation,
PO Box 5108,
DENVER
Colorado 80202
(Etats-Unis)

Mr. K. Gould,
Owens-Corning Fiberglas.
Fiberglas Tower,
TOLEDO
Ohio 43659
(Etats-Unis)

Dr. R. Mast,
Carborundum Company,
PO Box 156,
345 3rd Street,
NIAGARA FALLS
New York 14302
(Etats-Unis)

Union internationale des
syndicats des travailleurs
du bâtiment, du bois et
des matériaux de
construction

M. J. d'Angelo,
Fédération nationale des travail-
leurs de la construction,
Case 413,
263, rue de Paris
99514 MONTREUIL Cédex
(France)