

5

Circonstances et niveaux d'exposition à l'amiante : expositions professionnelles et environnementales

1. Principales circonstances d'exposition à l'amiante

Diverses situations d'exposition aux fibres d'amiante peuvent être rencontrées. On peut les classer schématiquement en cinq groupes :

- **EXPOSITIONS PROFESSIONNELLES**

Il s'agit des personnes qui dans le cadre de leur activité professionnelle produisent (extraction et transformation) l'amiante, utilisent ce matériau directement pour diverses opérations de transformation (textile, Fibrociment, etc.) ou d'isolation thermique ou phonique, ou qui interviennent sur des matériaux contenant de l'amiante. On peut rattacher à cette catégorie diverses activités de bricolage (qui sont parfois, dans la littérature, classées dans la catégorie suivante), ainsi que des expositions professionnelles « passives » concernant les personnes qui travaillent à proximité de postes où des tâches d'intervention sur de l'amiante sont effectuées.

- **EXPOSITIONS PARA-PROFESSIONNELLES ET DOMESTIQUES**

Il s'agit des personnes qui sont en contact de travailleurs du premier groupe, notamment en milieu domestique, et qui peuvent être exposées aux poussières d'amiante transportées notamment par les vêtements de travail. On utilise parfois le terme d'exposition « domestique » pour désigner d'autres sources de pollution occasionnées par des objets ménagers contenant de l'amiante (planches à repasser, gants isolants, grille-pain, appareils de chauffage mobiles, etc.).

- **EXPOSITIONS ENVIRONNEMENTALES**

On peut les classer en trois catégories selon la source de pollution.

Pollution émise par une source « naturelle » d'origine géologique, dans certaines régions où le sol contient des fibres d'amiante qui sont inhalées par les personnes qui les respirent à l'occasion d'activités diverses.

Pollution émise par une source « industrielle » ponctuelle (mine d'amiante, usine de transformation d'amiante) qui projette des fibres d'amiante dans le voisinage, ces fibres pouvant être inhalées par les personnes vivant et/ou travaillant dans l'environnement de cette source.

Pollution émise par l'amiante mis en place dans des bâtiments et des installations diverses, et dont des fibres peuvent être relarguées dans l'atmosphère, soit du fait de la dégradation des installations, soit du fait d'interventions sur celles-ci ; on classe dans cette catégorie les expositions des occupants des bâtiments contenant de l'amiante dont l'activité habituelle ne les amène pas à intervenir sur les matériaux contenant de l'amiante, mais qui peuvent inhaler des fibres relarguées (exposition passive « intra-murale »), ainsi que les habitants des zones urbaines qui respirent une atmosphère extérieure contenant des fibres d'amiante en provenance des bâtiments et des installations contenant de l'amiante (notamment lors d'opérations de démolition ou d'enlèvement d'amiante) ou de la circulation automobile (freins, embrayages, usure du revêtement routier contenant de l'amiante).

Les conditions d'exposition ont une importance déterminante pour les risques qui leur sont associés. En mettant à part les aspects liés à la concentration et à la nature des fibres qui peuvent être inhalées (voir chapitre 2), on a synthétisé dans le Tableau 1 les principales caractéristiques temporelles de l'exposition correspondant à chaque catégorie.

Tableau 1 : Principales caractéristiques temporelles, correspondant aux différentes circonstances d'exposition

	Professionnel	Para-professionnel	Environ. naturel	Environ. industriel	Environnement Intra-mural	Environnement Urbain
Age de début	Adulte	Enfance ou adulte	Naissance	Naissance	Enfance	Naissance
Nombre d'années	40 (maximum)	Variable	Vie entière (maximum)	Vie entière (maximum)	60 (maximum)	Vie entière (maximum)
Durée par semaine (heures)	40 (maximum)	168 (maximum)	168 (maximum)	168 (maximum)	40 (maximum)	168 (maximum)
Caractère continu (C) intermittent (I)	C ou I (selon profession)	?	C	C	C	C

Les 3 premières lignes correspondent aux périodes pendant lesquelles on est soumis à l'exposition ; la variable Continu/Intermittent concerne la permanence de la source d'exposition (« continu » n'exclut pas l'existence de niveaux variables selon les moments).

Les situations présentées dans le tableau 1 sont évidemment schématiques et correspondent à des circonstances usuelles, mais qui peuvent varier fortement selon les individus. On a choisi des situations typiques qui sont les suivantes :

- l'activité professionnelle commence à l'âge adulte et dure 40 ans à raison de 40 h/semaine ;
- les expositions para-professionnelles peuvent commencer soit au cours de l'enfance (parent exposé) soit à l'âge adulte (conjoint exposé) ;
- les expositions environnementales naturelles ou par une source industrielle peuvent commencer à la naissance et durer toute la vie ; il en est de même pour les expositions environnementales urbaines ;

- les expositions « intra-murales » peuvent durer pendant toute la scolarité et la vie professionnelle à raison de 40 h/semaine ;
- le caractère continu ou intermittent de l'exposition d'origine para-professionnelle ou domestique ne semble pas évaluable avec les données disponibles.

Soulignons que les durées d'exposition proposées dans le tableau 1, dont la plupart sont des durées maximales, sont destinées à caractériser les principales situations d'exposition possibles et ne prétendent pas refléter des durées d'exposition généralement observées ; ainsi il est évident que l'immense majorité des personnes concernées par les expositions d'origine para-professionnelle ou domestique, ne passe pas 24h sur 24h à son domicile, par exemple.

2. Niveaux d'exposition à l'amiante

Les conditions d'exposition à l'amiante ne peuvent pas être décrites de manière unique. Un mineur professionnel, un travailleur à son poste de travail, une personne séjournant à proximité d'un site géologique susceptible de générer des fibres d'amiante ou un habitant d'une grande cité constituent autant de cas très différents devant être analysés de manière spécifique. De nombreux facteurs sont susceptibles d'influencer l'accumulation des fibres dans l'organisme et donc *a priori* la réaction de celui-ci vis-à-vis de cette agression. Parmi ceux-ci, on peut citer :

- le spectre granulométrique des particules inhalées. Il est maintenant habituel de caractériser la poussière inhalée par la fraction correspondant aux fibres de moins de 3 microns en diamètre, de longueur supérieure à 5 microns et de rapport longueur/diamètre supérieur à 3. Mais de plus en plus d'études s'intéressent à la fraction des fibres les plus fines, notamment pour la caractérisation des situations environnementales.

- la dose totale de particules inhalées qui sera exprimée comme le produit de la concentration multipliée par la durée d'exposition. Mais, bien que les pathologies associées à l'amiante soient des pathologies à long terme pour lesquelles il est vraisemblable que seule la dose totale est importante pour le déclenchement de celles-ci, les connaissances actuelles ne permettent pas d'exclure des différences de comportement de l'organisme selon la manière dont cette dose est répartie dans le temps. Une même dose, inhalée de manière continue à concentration constante ou en terme de pics d'exposition séparés par des périodes de faible exposition pourrait entraîner des effets différents. La manière dont sont évalués les concentrations et les temps de référence peuvent donc avoir, le cas échéant, une importance capitale dans l'évaluation des risques.

- Pour les expositions professionnelles les concentrations sont le plus souvent évaluées en terme de moyenne pondérée sur 8 heures lorsque l'on s'intéresse à des expositions à postes fixes pour lesquels l'activité est reproductible, ou sur une heure (voire 15 minutes) en cas de travaux donnant lieu à

des expositions ponctuelles. Dans le cas d'expositions de type environnemental, les faibles niveaux d'exposition qui correspondent à cette exposition « passive » sont mieux évalués si on tente de les quantifier sur des périodes de plus longue durée, par exemple la semaine, le mois ou l'année.

Par ailleurs, les méthodes de prélèvement et de comptage peuvent conduire à des quantifications très différentes selon les modes opératoires retenus (cf. chapitre 3).

Les systèmes de référence actuellement utilisés pour cette métrologie des fibres d'amiante ne se sont toutefois imposés que petit à petit, et il faut bien garder à l'esprit que les données de la littérature ne permettent pas de retrouver l'intégralité des éléments correspondant aux paramètres cités. Le plus souvent ces données, établies de manière ponctuelle, ne permettent pas d'évaluer de façon assurée l'exposition réelle d'un sujet sur la période ayant entraîné une éventuelle pathologie.

Pour tenter de caractériser au mieux les conditions et les niveaux d'exposition, six cas-types ont été retenus, recouvrant différentes situations environnementales, professionnelles et para-professionnelles :

- situations de type environnemental :
 - exposition correspondant au fond de pollution rural et urbain
 - exposition à proximité d'un site géologique ou industriel
 - exposition passive à l'intérieur des locaux
- situations de type professionnel :
 - exposition à des postes de travail fixes
 - exposition à des pics de pollution intermittents
- situations de type para professionnel :
 - exposition du « bricoleur »
 - exposition domestique

Pour chacune de ces situations, on rappellera les principales circonstances d'exposition et des valeurs typiques de concentrations en fibres d'amiante publiées dans la littérature.

2.1. Situations de type environnemental

2.1.1 Fond de pollution rurale et urbaine

Caractéristiques de la pollution

Pour ces situations, la pollution est constituée pour la plus grande partie par des fibres de chrysotile. Il apparaît également que la proportion de fibres courtes (< à 5 µm) est plus importante que celle des fibres longues (> à 5 µm) sans qu'il soit possible d'établir un rapport fixe. D'une manière générale, on n'observe pas de corrélation claire entre les niveaux de concentration en zone urbaine et la densité de la circulation automobile, bien que les valeurs mesurées soient toujours plus élevées dans une zone donnée lorsque la circulation

est importante. Une hypothèse avancée (Chiappino *et al.*, 1993) serait que les véhicules ne constitueraient pas une source de pollution primaire, mais qu'ils ne participeraient qu'à une défibrillation et/ou une remise en suspension de fibres générées par ailleurs.

Il est également établi que le niveau de pollution en ville varie avec la saison, les niveaux les plus élevés étant observés au printemps et en été. Ceci a été observé, par exemple, pour la ville de Milan (Chiappino *et al.*, 1991 ; 1993), et des effets semblables ont été relevés à Paris par le LEPI [Laboratoire d'Etude des Particules inhalées] (Martinon *et al.*, 1996).

Niveaux de concentration

Un certain nombre de données sont disponibles dans la littérature internationale. Elles ne sont toutefois pas toutes exprimées avec les mêmes unités et il importe de vérifier les méthodes de comptage et d'analyse utilisées par les expérimentateurs si l'on souhaite comparer ces données (voir chapitre 3). Pour illustrer ces difficultés, Howitt *et al.* (1993) reprennent un certain nombre d'études effectuées sur plusieurs sites américains et mettent en parallèle les niveaux qu'il aurait été nécessaire de mesurer par microscopie optique à contraste de phase (MOCP) et les valeurs obtenues en microscopie électronique à transmission (MET). Ces valeurs (voir tableau 2 ci-dessous) diffèrent de plusieurs ordres de grandeur. En particulier, la sensibilité de la microscopie optique et le fond de pollution en autres fibres que l'amiante en zone urbaine rendent inadéquate cette technique pour ce type de détermination. Une valeur moyenne de 0,39 f/l (MET) est mentionnée pour l'ensemble des mesures effectuées sur 48 sites extérieurs. En ville, ces valeurs sont plus élevées et atteignent des valeurs moyennes de 1 f/l (Sacramento et San Francisco), 3 f/l (San Diego), 9 f/l à Los Angeles et même 150 f/l à San José.

Le rapport du Health Effect Institute (HEI-AR, 1991) synthétise diverses études effectuées entre 1971 et 1985. Une partie des mesures est exprimée en masse. Les valeurs mentionnées n'excèdent pas dans ce cas 1 ng/m³ — soit environ 0,5 F/l — en milieu rural avec des concentrations médianes inférieures de 1 à 2 ordres de grandeur. En site urbain, les valeurs sont en grande majorité (98,5 %) inférieures à 20 ng/m³ (environ 10 F/l) avec des valeurs médianes ne dépassant pas 3 ng/m³ (environ 1,5 F/l). D'autres mesures sont exprimées directement en nombre de fibre par ml. Les valeurs moyennes sont dans ce cas le plus souvent inférieures à 0,6 F/l, quelques valeurs atteignant toutefois 8 F/l en zone urbaine.

Un rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé (WHO, 1986) fait état de valeurs comparables : inférieures à 1 F/l en milieu rural et s'échelonnant de moins de 1 F/l à 10 F/l en milieu urbain. Ces données s'appuient sur des prélèvements effectués dans divers pays :

En Autriche (MEB) : moins de 0,1 F/l en milieu rural, moins de 0,1 F/l dans des villages avec et sans éléments de construction en amiante ciment, 0,1 F/l pour un trafic urbain léger et 4,6 F/l pour une zone à trafic routier important.

Tableau 2 : Concentrations en amiante mesurées dans l'air extérieur (d'après HOWITT et al., 1993).

Concentrations moyennes (Fibres/cc)	Méthode de mesure	Description des données
0.00039	MET	48 sites—concentrations ambiantes extérieures
0.000001	MOCP Equivalent	48 sites—concentrations ambiantes extérieures
0.000055 #	Gravimétrie	48 villes US—air ambiant
0.001	MET	Sacramento—2 sites—pollution urbaine
0.000003	MOCP Equivalent	Sacramento—2 sites—pollution urbaine
0.001	MET	San Francisco Bay Area—8 sites
0.000003	MOCP Equivalent	San Francisco Bay Area—8 sites
0.009	MET	South Coast (LA) Air Basin—8 sites
0.000003	MOCP Equivalent	South Coast (LA) Air Basin—8 sites
0.003	MET	San Diego
0.000009	MOCP Equivalent	San Diego
0.15	MET	San Jose
0.000047	MOCP Equivalent	San José

Valeur médiane

Au Canada (MET) : en ville, moins de 2 F/l en moyenne avec des pointes à 4F/l. Des situations de fort trafic ont donné lieu à des valeurs de concentration pouvant atteindre 13 F/l (Toronto)

En Allemagne (MEB) : en zone urbaine, 0,2 F/l en situation de trafic léger et pouvant atteindre jusqu'à 5 F/l pour une circulation importante.

Au Japon, Kohyama (1989) mentionne en milieu agricole une concentration moyenne sur 4 mesures, de 14,0 F/l (étendue : 4-91 F/l). En milieu urbain, pour 8 mesures, la valeur moyenne est de 19,8 F/l avec des valeurs extrêmes de 4 et 111 F/l. Dans des îles isolées, il indique une valeur de 9,7 F/l (étendue : 4-48 F/l) sur 19 mesures. Ces valeurs, qui semblent très élevées, sont exprimées en nombre total de fibres (< et > 5 mm) ; l'auteur indique une correspondance de 18 F/l en fibres totales pour 0,36 F/l en fibres longues > 5 mm.

En France, on ne dispose, pour la pollution urbaine, que de données concernant Paris. Une première étude de Sébastien et al. (1990), menée dans le cadre des travaux du LEPI, fait état pour Paris de 20 % de valeurs (25 sur 126) égales ou supérieures à 1 ng/m³ (environ 0,5 F/l). Pour 99 % des situations la concentration est inférieure à 7 ng/m³ (environ 3,5 F/l). La valeur la plus élevée correspondait à 9 ng/m³ (environ 4.5 F/l). Plus récemment, une deuxième campagne de mesures a été menée sur une année, entre juillet 1993 et juillet 1994 par le LEPI sur 4 sites parisiens différents (Martinon et al., 1996). Cent seize prélèvements ont ainsi été effectués correspondant à des durées de mesure d'une quinzaine de jours. Dans cette étude la valeur

moyenne retrouvée est de 0,47 F/l avec une borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % de 1,09 F/l alors que les valeurs médianes selon les stations de mesure varient entre 0,08 et 0,15 F/l. La fraction correspondant aux fibres courtes (inférieures à 5 µm) a également été déterminée. La gamme des concentrations varie de 0,08 à 2,73 F/l. La concentration maximale d'amiante dans l'air, retrouvée sur l'ensemble des échantillons, toutes longueurs confondues, est de 3 F/l.

2.1.2 Sites géologiques ou industriels

Caractéristiques de la pollution

Il existe un certain nombre de sites naturels où des roches fibreuses sont affleurantes. L'érosion naturelle sur ces sites entraîne une dégradation de la roche qui conduit à la libération de fibres pouvant migrer à distance du site, celle-ci dépendant des configurations orographiques locales et du régime des vents dominants. Ces situations peuvent conduire à des expositions non négligeables pour d'éventuelles populations habitant à proximité de ces sites. Il peut en être de même à proximité des sites miniers ou d'usines d'amiante-ciment, par exemple. Dans de telles circonstances les doses inhalées par les personnes doivent être évaluées sur la base de durées de 24 heures par jour, 365 jours par an.

Concentrations

SITES GEOLOGIQUES

Au niveau international on dispose de données concernant divers pays. A titre d'exemple, on a résumé celles qui sont relatives à un site turc et un site italien.

En Turquie, Yazicioglu (1976, 1980) mentionne des résultats de mesures effectuées dans différents villages à proximité de gisements d'érionite affleurante donnant lieu à une importante érosion naturelle. Bien que l'érionite ne soit pas une amiante, les concentrations mesurées ont un certain intérêt. Des valeurs de 6 F/l ont été relevées en valeur moyenne dans ces régions. Des valeurs aussi élevées que 100 F/l ont également été enregistrées, une valeur atteignant 300 F/l dans un espace servant d'habitation. Mais il s'agit là de valeurs associées à une activité humaine, les matériaux du gisement étant utilisés dans les habitations.

En Italie, Chiappino *et al.* (1993) citent une valeur de 2,5 F/l en fibres totales à proximité d'une source naturelle de serpentinite dans la « Valle di Susa ». Pour une partie (1,1 F/l) cette pollution est constituée de fibres courtes de chrysotile, pour l'autre partie de fibres d'amphibole se répartissant pour 0,7 F/l en fibres courtes et pour 0,7 F/l en fibres longues. A proximité d'un massif strictement granitique, aucune fibre n'est détectée.

En France, on retiendra plus particulièrement l'étude effectuée par le LEPI en
62 Corse en 1982 (Billon-Galland *et al.*, 1983). La Corse peut être divisée

globalement en deux secteurs bien distincts sur le plan géologique, séparés par un relief montagneux NNW, SSE. La partie ouest est constituée par une zone de socle cristallin où prédominent des roches de type granitique. A l'est on trouve une zone de schistes lustrés jalonnée de petits massifs ultrabasiques serpentiniques comprenant des « zones amiantifères » dont certains ont fait l'objet d'exploitations minières anciennes. Le site de la mine de Canari (côte occidentale du Cap Corse) qui a donné lieu à une exploitation industrielle jusqu' en 1965, est lui-même situé dans cette zone est. Deux séries de prélèvements (durée de prélèvements de 11 heures) ont été effectuées sur deux ensembles de quatre villages respectivement situés dans les zones ouest et est.

A une exception près, seul le chrysotile a été identifié dans les prélèvements de la zone ouest. Aucune concentration ne dépasse la valeur de 2 ng/m^3 (environ 1 F/l) ; 12 des 16 mesures sont inférieures à $0,3 \text{ ng/m}^3$. Ces villages peuvent être considérés comme des villages témoins. Dans la zone des schistes lustrés (zone est), deux variétés d'amiante ont été retrouvées : le chrysotile et la trémolite, minéraux présents et décrits par les géologues dans les lentilles serpentiniques de Corse dans des proportions variables en fonction de la localisation. La pollution atmosphérique peut être mise ici en relation directe avec l'érosion naturelle. Les concentrations relevées sur ces sites sont variables, non seulement d'un site à l'autre mais également dans un même village, pouvant atteindre des niveaux élevés : de « non détecté » à 200 ng/m^3 (100 F/l).

SITES MINIERS ET INDUSTRIELS

Le rapport de l'OMS déjà cité (WHO, 1986) fait état de valeurs de concentrations mesurées dans divers pays à proximité de sites miniers. Au Canada, sur 11 sites répartis sous le vent de 5 mines, la concentration moyenne (mesurée au MET) s'établit à 47,2 F/l en prenant la totalité des fibres présentes dans l'échantillon prélevé. Cette valeur est de 7,8 F/l pour la fraction des fibres supérieure à $5 \mu\text{m}$. Les valeurs maximales relevées dans les mêmes conditions s'établissent respectivement à 97,5 F/l et 20,6 F/l. Dans le même temps les valeurs de référence du fond de pollution relevé en ville étaient respectivement pour les mêmes conditions de comptage de 14,7 F/l et de 0,7 F/l. Sont également mentionnées des valeurs relevées en Afrique du sud correspondant à des niveaux de 2 à 11 F/l dans des zones d'habitation de travailleurs sur le site de la mine et de 0,2 à 0,8 F/l pour des résidences situées à l'extérieur de celle-ci.

A proximité d'usines d'amiante-ciment des valeurs moyennes de 0,5 F/l (0 à 2,2 F/l) ont été mesurées en Autriche, de 0,2 F/l (MEB) en Afrique du sud. Pour la même situation une étude allemande indique des valeurs (MEB) de 2 F/l à 300 mètres sous le vent de l'usine, 0,8 F/l à 700 mètres et de 0,6 F/l à 1000 mètres. Près d'un dépôt d'amiante, une valeur moyenne de 0,2 F/l a été obtenue en Autriche (0 à 0,5 F/l).

En ce qui concerne le site italien de Casale-Monferrato pour lequel un excès de mésothéliome a été observé (voir chapitre 7), et où une importante

activité industrielle de fabrication de produit en amiante-ciment a existé, on notera que des concentrations élevées en amphibole (pouvant atteindre jusqu'à 6 F/l) ont été relevées à proximité des usines, valeurs très largement supérieures à celles retrouvées dans les autres villes italiennes objet de l'étude ; ainsi, la concentration atmosphérique moyenne d'amiante totale mesurée à Casale-Monferrato est de 48,4 F/l, et de 5,6 F/l à Brescia (Chiappino *et al.*, 1993). On a également observé dans la ville de Casale une proportion très importante de fibres courtes de chrysotile (jusqu'à 77 F/l). La concentration en fibre longue de chrysotile est elle-même élevée, atteignant en certains points proches des usines des valeurs de 10 F/l.

En France, l'étude du LEPI en Corse (Billon-Galland *et al.*, 1983) sur le site de la mine d'amiante de Canari, mentionne une concentration de 15 000 ng/m³ (environ 7 500 F/l) dans un bâtiment désaffecté de l'ancienne exploitation minière. Des mesures ont été faites dans les villages autour de la mine. De fortes valeurs mesurées dans le village d'Albo, situé à 5 km de la mine, montrent qu'il existe probablement une source plus localisée d'émission de fibres d'amiante, que l'on peut situer dans l'ancienne crique d'Albo comblée par les déchets de la mine. Les auteurs signalent que les prélèvements ont été effectués par grand vent et que les concentrations mesurées en extérieur sont probablement inférieures à celles que l'on obtiendrait par temps calme.

Une étude menée plus récemment (1994-1995) par l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques [INERIS] (Paquette et Blanchard, 1995) sur ce même site, mentionne des valeurs (MEB) qui atteignent 12,9 F/l (fibres de longueur supérieure à 5 µm) sur le site même de l'usine à l'intérieur de bâtiment. En ce qui concerne l'environnement immédiat du site, exceptés les deux points de prélèvement les plus proches du site d'exploitation, Cannelle au nord et Albo au sud, les concentrations mesurées près des hameaux ou villages sont faibles, inférieures à 1 F/l, et équivalentes à celle du bruit de fond du Cap Corse évalué par l'échantillonneur de Barratelli (maximum 1,1 F/l). Au cours de cette étude, 41 mesures ont été effectuées sur 10 sites. Les durées de prélèvements ont été dans tous les cas de une semaine. La pollution était constituée en quasi totalité de chrysotile à l'exception de quelques traces de trémolite sur 3 échantillons en provenance de la dégradation naturelle des roches affleurantes de la région.

2.1.3 Exposition passive à l'intérieur des locaux

Au niveau international, le rapport du HEI-AR (1991) présente deux séries d'études. La première série (13 études) collige les résultats de mesures effectuées entre 1974 et 1987, exprimés en masse (TEM méthode directe ou indirecte). L'ensemble comprend 643 valeurs obtenues dans des bâtiments scolaires ou des immeubles. Les moyennes arithmétiques des concentrations relevées dans le cadre de ces différentes études sont extrêmement variables en fonction de la nature et de l'état de dégradation du revêtement. Elles oscillent entre 1,1 ng/m³ et 217 ng/m³ (environ 0,5 et 113 F/l). Les valeurs médianes sont comprises entre 0,5 ng/m³ et 121,5 ng/m³ (environ 0,25 et 60 F/l).

La deuxième série, quant à elle, reprend les résultats de 19 études effectuées entre 1982 et 1991 et dont les résultats sont exprimés en nombre de fibres par millilitre. Les valeurs correspondent à 1377 prélèvements d'atmosphère effectués dans 198 bâtiments. La figure 1 ci-dessous présente un récapitulatif de l'ensemble de ces valeurs classées par nature de bâtiments.

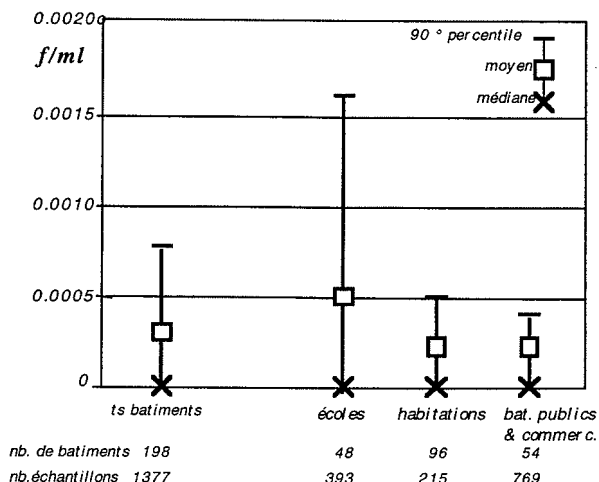


Figure 1 : Distribution des concentrations atmosphériques moyennes par type de bâtiment (d'après HEI-AR).

Le rapport de l'OMS (WHO, 1986) compile de nombreuses valeurs provenant de diverses études :

- au Canada, une étude de 1982 portant sur 19 bâtiments cite des valeurs (MET) comprises entre 0 et 0,3 F/l. Une autre étude mentionne pour 10 bâtiments des valeurs pouvant atteindre 9 F/l.
- en Allemagne, des mesures réalisées dans 45 lycées (en 1984) montrent des valeurs (MEB) comprises entre 0,1 et 1,1 F/l ; pour 5 écoles (en 1984) les valeurs (MEB) sont comprises entre 0,1 et 11 F/l ; dans des bâtiments publics contenant des gaines de ventilation ou des plaques d'amiante-ciment les valeurs sont comprises entre 0,1 et 0,2 F/l ; dans des bâtiments publics floqués les valeurs s'échelonnent entre 1,0 et 10,0 F/l ; dans des habitations avec des radiateurs électriques des valeurs de 0,1 à 6,0 F/l sont observées.

Un rapport de l'Environmental Protection Agency (EPA, 1988) indique des valeurs (MET) beaucoup plus élevées correspondant à une valeur moyenne de 6 F/l sur 94 bâtiments non scolaires (de 0 à 200 F/l) et une valeur moyenne de 30 F/l pour 41 écoles (de 0 à 100 F/l).

Howitt *et al.* (1993) mentionne des valeurs moyennes (MET) respectivement de 0,99 F/l dans 6 bâtiments sans matériaux contenant de l'amiante, de

0,59 F/l dans 6 bâtiments avec des matériaux contenant de l'amiante en bon état et 0,73 F/l dans 37 bâtiments comportant des matériaux contenant de l'amiante en mauvais état.

En France, une étude de Sébastien *et al.* (1976,1980) menée dans les années 70 dans 21 bâtiments à Paris montre, pour 135 prélèvements, une valeur moyenne de concentration (moyenne arithmétique) de 35 ng/m^3 (environ 17 F/l). Les mesures ont été faites en microscopie électronique à transmission, méthode indirecte. La valeur médiane des concentrations s'établit à $1,8 \text{ ng/m}^3$ (environ 1 F/l). Des valeurs aussi élevées que 518 ng/m^3 et 751 ng/m^3 (environ 260 et 375 F/l) sont signalées pour des locaux comportant des flocages très dégradés.

- un rapport du LEPI (Gaudichet *et al.*, 1989) portant sur 1469 mesures effectuées ces dix dernières années dans des bâtiments publics ou privés comportant des revêtements à base d'amiante fait état pour 64 % d'entre eux de concentrations inférieures à 5 F/l (MET — méthode indirecte) correspondant à une absence de pollution, pour 26 % d'entre eux de concentrations comprises entre 5 et 25 F/l et pour les 10 % restant de concentrations dépassant 25 F/l, traduisant une dégradation avancée.

- une étude de la Caisse Régionale d'Assurance Maladie d'Ile-de-France (Laureillard et Beaute, 1995) portant sur 77 prélèvements atmosphériques effectués entre 1992 et 1994 dans des locaux floqués conduit pour 77,5 % d'entre eux à des concentrations inférieures à 5 F/l (MET — méthode indirecte), pour 15,5 % d'entre eux à des concentrations comprises entre 5 et 25 F/l et pour les 7,5 % restant à des concentrations supérieures 25 F/l. Ce rapport mentionne également diverses valeurs obtenues dans des locaux comportant des sources d'amiante autre que des flocages. Dans des locaux avec clapets coupe-feu, les valeurs étaient comprises entre 0,06 et 1,9 F/l. Dans des bureaux paysagers, ces valeurs étaient comprises entre 0,35 et 2,83 F/l.

2.2. Situations de type professionnel

On peut schématiquement distinguer deux grands types d'exposition à l'amiante :

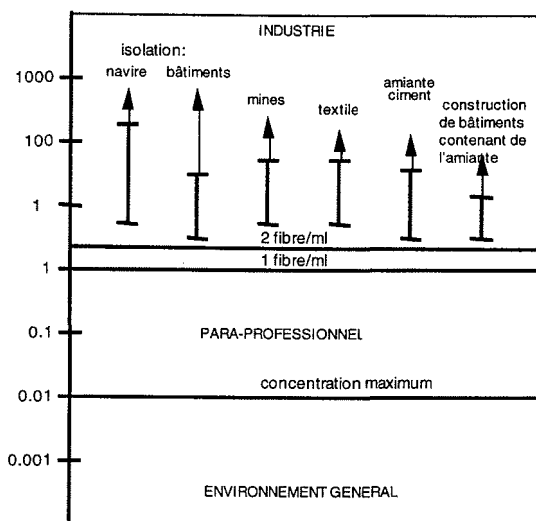
- à des postes de travail fixes, qu'on rencontre dans les industries de production (mines), de transformation (amiante-textile et amiante-ciment notamment) et d'utilisation primaire de l'amiante (isolation dans les bâtiments ou industrie navale par exemple). Les travailleurs concernés occupent le même poste tout au long de leur journée de travail, et sont exposés de façon continue ; les concentrations d'amiante dans l'atmosphère de travail sont plus ou moins stables, et peuvent inclure des pics de pollution plus ou moins longs, ce qui implique, pour évaluer les niveaux d'exposition, des stratégies de mesure sur des périodes représentatives suffisamment longues ;

- à des postes de travail entraînant des expositions sporadiques, qu'on rencontre dans de très nombreuses professions où les travailleurs sont amenés à exécuter certaines tâches d'intervention sur des matériaux contenant de

l'amiante ; la fréquence et la durée de ces tâches peuvent être extrêmement variables d'une profession à l'autre, voire au sein de la même profession (d'une fois par an pendant quelques minutes à plusieurs fois par jour pendant plusieurs heures). L'évaluation du niveau d'exposition et surtout de l'exposition cumulée sur une longue période, sont particulièrement difficiles dans ces circonstances de pics intermittents d'exposition.

2.2.1 Exposition à des postes de travail fixes

L'OMS (1986) a compilé de nombreuses études correspondant à la période « historique ». Les valeurs atteignaient couramment la dizaine de fibres/cm³. Elles ont pu atteindre la centaine de fibres/cm³ dans les mines, l'industrie textile et la construction navale avec des valeurs de pics encore plus élevées (voir figure 2 ci-dessous) :



D'après OMS)

Figure 2 : Concentrations atmosphériques moyennes (barres) et concentrations atteintes lors des pics (flèches) en milieu de travail dans diverses branches de l'industrie de l'amiante (données internationales) d'après AFA.

Plus récemment, dans les pays qui se sont dotés d'une réglementation, l'aménagement des postes de travail dans l'industrie de l'amiante (postes fixes) a permis de diminuer considérablement ces valeurs. Les valeurs relevées en Grande-Bretagne dans les années 70 font état de niveaux le plus souvent inférieurs à 2 f/ml. Le tableau 3 ci-dessous, repris du rapport de l'OMS, regroupe ces valeurs par branche d'activité.

Tableau 3 : Niveaux d'amiante dans différentes industries de transformation au Royaume Uni, 1972-1978 * (d'après OMS, 1986).

Industrie	Nombre de mesures	Pourcentage de mesures		
		< 0.5	< 1.0 (fibres/ml)	< 2.0
Amiante-ciment	845	86.5	95.0	98.5
Papier/ cartons	135	87.0	98.2	99.6
Matériaux de friction	900	71.0	85.5	95.0
Textiles	1304	58.5	80.7	95.0
Calorifugeage	545	54.0	72.5	88.6

* Source : Health and Safety Commission (1979).

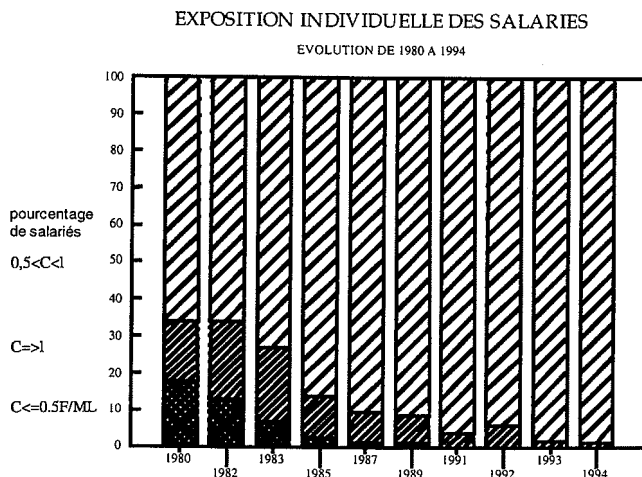
L'intégralité des valeurs disponibles dans la littérature internationale antérieurement à 1983 a été compilée dans un document en langue allemande (Woitowitz *et al.*, 1983). L'ensemble de ces données n'est pas facilement interprétable par manque d'homogénéité, dans la mesure où de nombreuses valeurs anciennes ont été obtenues à partir de méthodes d'évaluation non stabilisées (résultats souvent exprimés en masse plutôt qu'en nombre de fibres).

Au niveau français, on ne dispose que de peu de données d'exposition correspondant à la période antérieure à 1977. Certaines situations industrielles où l'amiante a été mise en œuvre sans aménagements particuliers des postes de travail, ont certainement conduit à des concentrations dépassant largement plusieurs dizaines de fibres/ml. La mise en place du décret de 1977 rendant obligatoire le contrôle périodique des concentrations aux postes de travail a permis de disposer des valeurs d'ambiance et de suivi individuel des opérateurs de l'ensemble des secteurs professionnels de l'industrie transformatrice. Depuis cette date de nombreux aménagements ont été apportés aux postes de travail, se traduisant par une diminution régulière des concentrations.

De 1977 à 1983, le pourcentage de postes de travail dans l'ensemble de l'industrie transformatrice pour lesquels la concentration dépassait 2 f/ml est passé de 28 % à 3,5 %. Pour les concentrations comprises entre 1 f/ml et 2 f/ml ce pourcentage est passé de 25 % à 13,4 %. En 1983, 83,1 % des concentrations correspondaient à des valeurs inférieures à 1 f/ml contre 47 % en 1977.

Ces valeurs correspondent, pour 1983, à des prélèvements individuels au niveau de 894 points de mesure supposés représentatifs de l'exposition de 3197 salariés effectués dans le cadre de l'application de la réglementation ; les mesures ont été effectuées en microscopie optique à contraste de phase conformément à celle-ci.

On trouvera dans la figure 3 le pourcentage de salariés exposés en fonction de trois niveaux de concentration (concentration supérieure à 1 f/ml, concentration comprise entre 0,5 f/ml et 1 f/ml, concentration inférieure à 0,5 f/ml) pour les années 1980 à 1994. En 1994, 15 sociétés participaient à ce bilan pour un total de 2480 salariés répartis dans 19 établissements.



d'après AFA

Figure 3 : Exposition individuelle des salariés dans l'industrie de l'amiante (postes fixes). Evolution de 1980 à 1994

On notera que ce bilan est établi sur la base des données recueillies par l'Association Française de l'Amiante au niveau de ses adhérents. Certaines entreprises de ce secteur industriel (activité de transformation de l'amiante) ne sont pas membres de cette organisation et ne figurent donc pas dans ces statistiques. Il faut également souligner que la population concernée, qui travaille dans l'industrie de la transformation de l'amiante, ne représente qu'une très faible proportion de la population exposée à l'amiante actuellement. La très grande majorité de la population exposée l'est du fait de travaux d'intervention sur des matériaux contenant de l'amiante, c'est à dire de façon intermittente.

2.2.2 Exposition à des pics de pollution intermittents

Au niveau international, les données relatives aux expositions sporadiques telles qu'elles sont rencontrées au niveau de postes de travail de certains « utilisateurs » d'amiante ou relatives à des opérations d'entretien de matériel industriel ou de bâtiment se retrouvent dans la compilation réalisée par *Woitowitz et al.* en 1983.

Différentes données concernant des opérations de maintenance sont également reprises dans le rapport de l'HEI-AR (1991). Les valeurs mentionnées sont très variables et s'échelonnent de 0,02 à 11 f/ml en fonction de la nature de l'activité considérée. Corn (1994) cite également des valeurs de concentration pour des travaux dans des bâtiments qui s'échelonnent de 0 à 0.228f/ml (fibres > 5 µm). Les activités concernées sont relatives à des travaux de démontage de faux-plafond, de passage de câble, de travaux d'électricité et d'encapsulation.

En France, diverses déterminations de concentrations ont été effectuées par les caisses régionales d'assurance maladie (CRAM) dans le cadre de leur mission de contrôle. Ces valeurs sont enregistrées dans la base de données COLCHIC gérée par l'Institut National de Recherche sur la Sécurité (INRS). Sont également disponibles des données correspondant à des prélèvements et analyses effectués par les laboratoires agréés à la demande d'industriels, dans le cadre de l'application de la réglementation, notamment par le laboratoire d'étude des particules inhalées (LEPI) et le laboratoire d'hygiène et de contrôle des fibres (LHCF). Une partie de ces résultats est actuellement centralisée dans la base de données EVALUTIL qui intègre également les valeurs de la littérature internationale publiées depuis 1983 (Réseau National de Santé Publique, 1995). L'ensemble des données correspond à des mesures effectuées en microscopie optique à contraste de phase et les résultats exprimés en f/ml. Diverses mesures correspondant à des prélèvements de courte durée ont été effectuées spécialement dans le cadre de l'étude EVALUTIL et sont bien documentées. L'étendue des valeurs mentionnées est là aussi extrêmement large et fortement dépendante de l'opération effectuée. Parmi celles-ci on citera quelques valeurs typiques de concentration :

- entre 5 et 10 f/ml mesurées sur 30 minutes lors de changement d'éléments de friction et nettoyage à la soufflette sur des machines de fabrication de carton ondulé

- entre 1.6 et 1.87 f/ml lors d'opération de grattage de joint sur des brides de vanne dans l'industrie papetière

- une valeur de 0,72 f/ml lors de soudage au chalumeau avec protection thermique en amiante

- entre 0.27 et 1.52 f/ml pour de la découpe de joint à la cisaille

- entre 0.58 et 1.01 f/ml lors de la remise en état d'un presse-étoupe de vanne

- une valeur de 0,3 f/ml lors de la manipulation de carton d'amiante dans un magasin (sans découpe)

- entre 0.15 et 0.41 f/ml lors de la dépose de faux-plafonds

- entre 0.53 et 0.78 f/ml lors du perçage de trous dans un flochage (sur 20 minutes)

- entre 0.7 et 1.19 f/ml lors de démontage d'un tambour de frein sur un véhicule poids lourd (sur 4 minutes).

L'annexe 1 présente un certain nombre de ces résultats. Les valeurs retrouvées sont typiquement comprises entre 0,01 et 10 f/ml.

D'une manière générale on dispose donc d'un certain nombre de mesures fiables relatives à différents postes de travail, même si un certain nombre de ces situations sont peu ou pas documentées. On constate toutefois que pour la même opération élémentaire, les concentrations mesurées peuvent différer d'un ordre de grandeur en fonction de paramètres difficiles à préciser. Par ailleurs, les durées d'exposition réelles sur l'ensemble d'une vie professionnelle sont extrêmement différentes d'un individu à un autre, y compris pour des métiers identiques, et difficiles à appréhender. Il est difficile dans ces conditions de définir des profils d'exposition standards quantifiés de manière précise pour ce type d'exposition. Certains auteurs (BK-report, 1994) retiennent toutefois des conditions-type d'évaluation des niveaux en fixant notamment des durées minimales d'exposition, permettant un calcul des quantités de fibres inhalées y compris pour des opérations ponctuelles de très courtes durées. Pour une durée de travail calculée sur une base journalière (8 heures travaillées), la durée minimale d'exposition retenue est de 1 heure (1/8 d'équipe), quelle que soit la durée réelle de l'opération élémentaire prise en compte. Pour un travail plus régulier effectué sur une base hebdomadaire dans le cadre de travail en équipe, la durée minimale d'exposition retenue est de 0,5 heure (1/16 d'équipe) correspondant à 2,5 heure/semaine.

Ce choix revient certainement à majorer les doses réellement inhalées par les ouvriers, mais a le mérite de permettre des regroupements des sujets exposés en catégories homogènes susceptibles, à terme, de faciliter l'interprétation des résultats des mesures de concentration.

2.3. Situations de type para-professionnel

En ce qui concerne les expositions para-professionnelles, relatives notamment aux activités de bricolage, il n'existe pas de données dans la littérature permettant d'évaluer les niveaux d'exposition de façon fiable. Pour chaque opération élémentaire — soudage, découpe de carton d'amiante, découpe ou perçage d'amiante-ciment... — il paraît légitime de considérer les pics d'émission comme identiques à ceux relevés lors des opérations industrielles de même nature. Les différences éventuelles de niveau d'exposition, en terme de dose inhalée, sont à rechercher au niveau des durées d'exposition, le bricoleur n'effectuant pas ces opérations avec la même fréquence que le professionnel.

Quelques situations particulières d'exposition para-professionnelles ont donné lieu à des mesures de concentrations atmosphériques. On signalera en particulier l'étude menée par le LEPI (Luce *et al.*, 1994) en Nouvelle Calédonie, dans l'environnement de sites de trémolite affleurante donnant lieu à une érosion naturelle et à une activité traditionnelle de blanchiment des habitations de la région (hors exploitation industrielle). Des valeurs de 59 F/l et 669 F/l ont été retrouvées dans des nuages de poussière soulevés par le passage

de véhicules sur les routes. La préparation du badigeon a conduit à des valeurs de 558 F/l et des valeurs aussi élevées que 78000 F/l ont été mesurées lors du nettoyage de maisons.

2.4. Synthèse

Malgré les difficultés liées à l'évolution des techniques de mesure, il est possible de fixer avec une certaine fiabilité les plages de valeurs des niveaux d'exposition correspondant aux grandes catégories définies.

On trouvera une synthèse de ces valeurs dans la figure 4 ci-dessous qui fixe les fourchettes d'exposition des différentes situations retenues. Les concentrations correspondent à des comptages effectués en microscopie électronique (F/l) pour les situations de type environnemental, et en microscopie optique à contraste de phase (f/ml) pour les situations de type professionnel. Elles regroupent sans distinction des valeurs anciennes et des valeurs obtenues plus récemment.

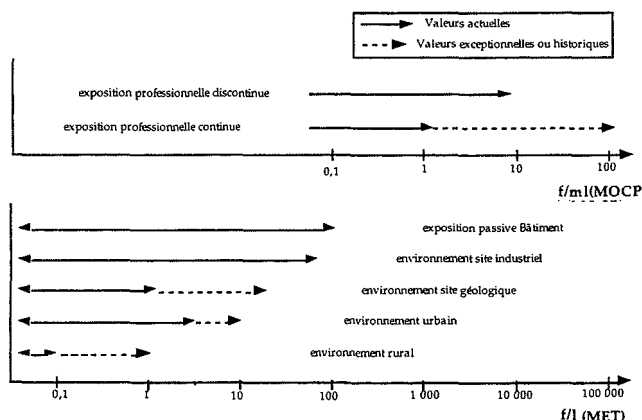


Figure 4 : Fourchettes d'exposition des différentes situations d'exposition retenues

Les quelques remarques suivantes permettent de préciser la diversité des situations :

- D'une manière générale les mesures effectuées en France ne présentent pas de différences notables par rapport aux valeurs relevées à l'étranger.
- Les concentrations relevées en site rural et constituant le fond de pollution sont en général inférieures à 0,1 F/l et dépassent rarement 0,5 F/l.
- La valeur moyenne des concentrations mesurées en site urbain en France (Paris) entre juillet 1993 et mars 1995 s'établit à 0,5 F/l. Sur la même période la valeur maximale relevée à été de 1,1 F/l. Ces valeurs sont équivalentes à celles relevées en moyenne dans la littérature internationale, bien que des valeurs aussi élevées que 3 F/l, 9 F/l et même 150 F/l aient été mentionnées pour certaines villes des Etats-Unis.

- Les concentrations relevées à proximité de sites géologiques naturels montrent que l'on peut atteindre et même dépasser les valeurs obtenues en site urbain. En Corse, des valeurs de 0,1 et 2 ng/m³ (environ 1F/l) de chrysotile ont été mesurées dans des villages situés à proximité de l'ancienne mine de Canari alors que des concentrations atteignant 200 ng/m³ (environ 100F/l) de trémolite (associée à l'érosion naturelle de roches affleurantes) ont été relevées dans une région voisine de l'île. En Nouvelle Calédonie des valeurs comprises entre 59 et 670 F/l de trémolite (associée ici aussi à l'érosion naturelle et à l'activité traditionnelle locale) ont été relevées dans des villages et dans les nuages de poussières soulevés par le passage de véhicules.

- A proximité de sites industriels, des valeurs moyennes de 7,8 F/l ont été mesurées sous le vent de mines d'amiante avec des maxima pouvant atteindre 20,6 F/l. A proximité d'usine d'amiante-ciment des valeurs de 2F/l ont été relevées à 300 mètres sous le vent de l'usine, valeurs s'établissant à 0,6 F/l à 1000 mètres de celle-ci.

- Concernant les expositions passives à l'intérieur des locaux, de nombreuses évaluations existent au niveau international. Les valeurs mentionnées sont comprises entre 0 et 200 F/l selon la nature et l'état des matériaux rencontrés. En France, une étude conduite par le LEPI et portant sur 1469 bâtiments indique que dans 64 % des cas la concentration en fibres d'amiante est inférieure à 5 F/l, que dans 26 % des cas cette concentration est comprise entre 5 et 25 F/l et que la valeur de 25 F/l est dépassée dans 10 % des cas. Une étude similaire de la CRAM d'Ile de France mentionne, quant à elle, 77,5 % de situations correspondant à des concentrations inférieures à 5f/l, 15,5 % comprises entre 5 et 25 F/l et 7,5 % supérieures à 25 F/l. Il convient de noter que ces résultats ne correspondent pas à un panel représentatif de la situation des bâtiments en France, mais correspondent à l'état des situations rencontrées par ces deux organismes dans leur activité de contrôle.

- Les concentrations correspondant aux expositions des travailleurs de l'industrie transformatrice en France se sont régulièrement abaissées depuis la publication du décret de 1977. En 1994, 77,4 % des personnels exposés le sont à des niveaux inférieurs à 0,2 f/l, 22,5 % le sont à des niveaux compris entre 0,2 et 0,6 f/l et 0,1 % à des niveaux supérieurs à 0,6 f/l. Les concentrations les plus élevées sont relevées dans le secteur des textiles amiante, les valeurs les plus basses dans le secteur de l'amiante-ciment. A noter que, pour la France, en 1994, l'effectif des salariés exposés du secteur de la transformation de l'amiante correspond à 2480 personnes (source Association Française de l'Amiante).

- En ce qui concerne les expositions professionnelles discontinues (pics de pollution), il n'existe que peu de données fiables permettant de reconstituer les doses réellement inhalées par les opérateurs. Des données de concentrations correspondant aux gestes professionnels existent, mais les durées correspondantes de prélèvement sont souvent manquantes. De plus, dans la plupart

des cas, les données manquent pour reconstituer les durées réelles d'exposition, par profession, sur l'ensemble d'une carrière professionnelle. Typiquement ces valeurs s'établissent entre $0,15 \text{ f/cm}^3$ et 10 f/cm^3 . Les valeurs les plus basses correspondent à des opérations de type démontage de faux plafonds, les valeurs les plus élevées sont relevées lorsque les travaux s'accompagnent d'opérations de dépoussiérage « à la soufflette ». L'ensemble des valeurs disponibles au niveau international a été compilé dans une base de données française dans le cadre de l'étude EVALUTIL sous une forme permettant des regroupements par secteurs professionnels. A noter qu'un protocole de recueil d'informations destiné à mieux documenter ces expositions a été établi à cette occasion et a déjà permis d'analyser un certain nombre de postes de travail.

- En ce qui concerne les expositions para professionnelles — relatives notamment aux activités de bricolage - il est légitime de considérer les pics d'exposition comme identiques à ceux relevés lors d'opérations industrielles de même nature. Les différences essentielles de niveau d'exposition, en terme de dose inhalée, concernent la durée d'exposition, le bricoleur n'effectuant pas, le plus souvent, ces opérations avec la même fréquence que le professionnel. A noter que certaines opérations particulières peuvent se révéler extrêmement polluantes : en Nouvelle Calédonie, des opérations de préparation de badigeon à partir des roches naturelles trémolitiques ont conduit à des niveaux de concentrations de 558 f/l et des valeurs atteignant 78000 f/l ont été mesurées lors d'opérations de nettoyage des maisons.

3. Conclusion : l'utilisation des données d'exposition pour l'épidémiologie et l'estimation des risques au niveau populationnel

Les données présentées dans ce chapitre appellent quelques remarques d'ordre général concernant leur utilisation dans une optique épidémiologique et pour l'estimation des risques pour la santé au niveau de la population. Ces remarques concernent certains aspects essentiels : la représentativité des mesures effectuées, l'évaluation des niveaux cumulés d'exposition et les effectifs des populations concernées. En effet, pour estimer les risques pour la santé à l'échelle d'une population, il faut disposer :

- de « fonctions de risques » qui associent, à un niveau d'exposition cumulée à un certain âge, le risque de développer une maladie occasionnée par l'amiante ; ces fonctions de risque sont fournies par diverses enquêtes épidémiologiques dans des populations spécifiques ;

- de l'effectif, au sein de la population pour laquelle on veut estimer des risques, des personnes exposées, pour chaque niveau d'exposition cumulée et pour chaque classe d'âge. Disposer de telles données implique qu'existent, pour chaque type et circonstance d'exposition, des données représentatives des niveaux d'exposition, de l'effectif des personnes se trouvant dans ces circonstances, et de la durée de ces expositions.

Or les données réunies dans ce chapitre ne permettent pas, pour la population française, de disposer de l'ensemble des éléments permettant une estimation fiable des risques.

– *représentativité* : ainsi que cela a déjà été souligné et rappelé à plusieurs reprises dans ce chapitre, les mesures effectuées en milieu professionnel dans des circonstances d'exposition sporadiques (de très loin les plus fréquentes actuellement) correspondent à des situations de contrôle de la réglementation, qui sont donc des situations spécifiques ; la même remarque s'applique pour les mesures réalisées à l'intérieur des bâtiments, qui sont faites dans des conditions particulières. Ce problème de la représentativité des mesures ne concernent pas seulement les lieux et les personnes, mais aussi les circonstances temporelles dans lesquelles sont réalisées les mesures (existence de pics de pollution d'origine diverses) ; les données disponibles ne peuvent donc être considérées comme un reflet solide des expositions à l'amiante dans diverses circonstances à l'échelle de la population.

– *niveaux cumulés d'exposition et effectifs* : comme on le verra plus loin, l'analyse épidémiologique des risques associés aux expositions à l'amiante repose sur la connaissance des niveaux cumulés d'exposition des individus à l'amiante. Il faut donc connaître, non seulement le niveau instantané de pollution correspondant aux diverses circonstances d'exposition, mais aussi la durée pendant laquelle les personnes sont exposées à ces niveaux. Or, les données présentées dans ce chapitre ne permettent pas d'apprécier ces durées à l'échelle de la population, ni pour la fréquentation des locaux contenant de l'amiante, ni pour les expositions professionnelles sporadiques (les quelques indications fournies par l'étude EVALUTIL ne peuvent prétendre être représentatives à l'échelle des professions).

Enfin, on ne dispose d'aucune donnée permettant d'apprécier les effectifs de la population concernés par les différentes circonstances d'exposition présentées ici, *a fortiori* de données croisant les effectifs exposés par niveau cumulé et par âge.

C'est pourquoi il n'est pas possible, dans l'état des données actuellement disponibles, de proposer des estimations de risques pour la santé associés aux expositions à l'amiante pour la population française, qui permettraient de prédire des risques à venir, sur la base de données d'exposition à l'échelle populationnelle. Ceci explique le caractère « théorique » des estimations de risque proposées dans le chapitre 9.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BILLON-GALLAND MA, DUFOUR G, GAUDICHET A. Etude de la pathologie asbestosique liée à l'environnement en Corse LEPI Contrat INSERM (1982-1983) n° 82-0131 - 83-0123.

BK-Report 1/94 « Faserjahre » Bearbeitungshinweise zur Berufskrankheit Nr. 4104 « Lungenkrebs », HVBG, Décembre 1994.

CHIAPPINO G, SEBASTIEN P, TODARO A. L'inquinamento atmosferico da amianto nell'ambiente urbano : Milano, Casale Monferrato, Brescia, Ancona, Bologna, Firenze. *Med Lav.* 1991, **82** : 424-438.

CHIAPPINO G, TODARO A, BLANCHARD O. L'inquinamento atmosferico da amianto nell'ambiente urbano : Roma, Orbasso e localita di controllo (II parte). *Med Lav.* 1993, **84** : 187-192.

CORN M. Airborne concentrations of asbestos in non-occupational environments, *Ann Occup Hyg.* 1994, **38** : 495-502,.

EPA Study of asbestos-containing materials in public buildings : A Report to Congress. U.S. Environmental Protection Agency, 1988.

Exposition du personnel dans les entreprises transformatrices d'amiante. Bilan Décembre 1994, AFA, juin 1995.

GAUDICHET A, PETIT G, BILLON-GALLAND MA, DUFOUR G. Levels of atmospheric pollution by man-made mineral fibres in buildings. In : *Non-occupational exposure to mineral fibres*. Bignon J, Peto J, Saracci R (Eds). IARC Scientific publications n° 90, 1989, pp 291-298.

HEALTH EFFECTS INSTITUTE - ASBESTOS RESEARCH : *Asbestos in public and commercial buildings : a literature review and synthesis of current knowledge*. Cambridge (MA), 1991.

HOWITT DG, HATFIELD J, FISHLER G. The difficulties with low-level asbestos exposure assessments in public, commercial, and industrial building. *Am Ind Hyg Assoc J.* 1993, **54** : 267-271

KOHYAMA N. Airborne asbestos levels in non-occupational environments in Japan. In : *Non-occupational exposure to mineral fibres*. Bignon J, Peto J, Saracci R (Eds). IARC Scientific Publications n° 90, 1989, pp 262-276.

LAUREILLARD J, BEAUTE C. Bilan des prélèvements d'atmosphère de longue durée dans des batiments floqués à l'amiante et des locaux à revêtements amiantés. *Chimie info.* 1995, **55** : 14-22.

LUCE D, BROCHARD P, QUENEL P, SALOMON-NEKIRIAI C, GOLDBERG P, BILLON-GALLAND MA, GOLDBERG M. Malignant pleural mesothelioma associated with exposure to tremolite. *Lancet* 1994, **334** : 1777.

MARTINON L, BILLON-GALLAND MA, VALENTIN F, BROCHARD P. Etude qualitative et quantitative de la pollution de fond urbaine par les fibres d'amiante et par les fibres minérales synthétiques -LEPI. Contrat de recherche du ministère de l'environnement 93131, Paris, 1996.

PAQUETTE Y, BLANCHARD O. Evaluation des risques liés à l'ancienne mine de Canari. INERIS, Rapport de synthèse. Paris, 1995.

Reseau National de Santé Publique : Evaluation et prévention du risque amiante lors de l'utilisation professionnelle de matériaux contenant de l'amiante (à l'exclusion des industries d'extraction et de transformation). Paris, 1995.

SEBASTIEN P, BILLON-GALLAND MA, DUFOUR G, GAUDICHET A, BONNAUD G. Levels of asbestos air pollution in some environmental situations. *Ann NY Acad Sci.* 1990, 330 : 401-415.

SEBASTIEN P, BIGNON J, GAUDICHET A, BONNAUD G. Les Pollutions Atmosphériques Urbaines par l'Asbeste. *Rev Fr Mal Resp.* 1976, 2 : 51-62.

SEBASTIEN P, BILLON-GALLAND MA, DUFOUR G, BIGNON J. Measurements of asbestos air pollution inside buildings sprayed with asbestos, EPA 560/13-80-026, 1980 : 65p.

WOITOWITZ HJ, RÔDELSPERGER K, ARHELGER R, GIESEN T. Asbeststaubbelastung am Arbeitsplatz, Messwerten der internationalen Literatur. BAU Nr.10 Schriftenreihe gefährliche Arbeitstoffe. 1983.

World Health Organisation : Environmental Health Criteria n° 53 : *Asbestos and other natural mineral fibres.* Genève, 1986.

YAZICIOGLU S, ILCAYTO R, BALCY K, SAYLI BS, YORULMAZ B. Pleural calcification, pleural mesothelioma, and bronchial cancers caused by tremolite dust. *Thorax* 1980, 35 : 564-569.

YAZICIOGLU S. Pleural calcification associated with exposure to chrysotile asbestos in southeast country. *Chest* 1976, 70 : 43-47.

ANNEXE 1

**Caractéristiques de quelques postes de travail à expositions intermittentes
(d'après EVALUTIL)**

activité industrielle	profession	type d'opération et/ou objet manipulé	durée et/ou type du prélèvement	concentration t/mi	fréquence
fabrication de carton	magasinier	découpe de joints	1 mn	< 0,11	10 fois/sem.
	mécanicien d'entretien	entretien de freins	30 mn	5 - 10	1 fois/sem.
industrie papetière	soudeur	grattage de joint	-	1.7	18 mn/2sem
	soudeur	soudage au chalumeau	-	0.72	1 sem./mois
		découpe de joint	-	0.27 - 1.52	15 mn/sem.
	ouvrier d'entretien	presse-étoupe	-	0,58 - 1.01	15 mn/2sem.
verrerie	magasinier	carton d'amiante	-	0.3	8 h/jour
	verrier	cordon d'amiante	-	0.3	8 h/jour
panneaux de signalisation	émailleur	sortie de pièces de fours	10 mn	0.06 - 0.11	10 fois/jour
serrurerie	manceuvre	dépose d'un faux-plafond	-	0.15 - 0.41	5-6 fois/an
production d'électricité	ouvrier d'entretien	découpe, perçage de joint	-	0.03 - 0.11	7 h/jour
	monteur-tuyauteur	découpe de joint (molette)	-	0.03 - 0.25	1 mois/an
robinetterie	-	découpe de joint (presse)	-	0.17 - 0.28	8 h/jour
	-	ponçage de joint (+ aspi.)	-	0.07	2h, 3fois/sem.
	-	mise en sachet de joint	-	< lim. de sens.	8 h/jour
	-	découpe de joint (molette)	-	0.14	8 h/jour
chauffage urbain	monteur de chaudière	démontage de calorifugeage	-	0.28 - 16.3	variable
installation électrique	électricien	perçage amiante/plâtre	20 mn	0.53 - 0.78	20 mn/jour
génie climatique	peintre en bâtiment	panneau amiante/alu (dépose)	ambiance	0.26	ponctuel
	calorifugeur	panneau amiante/alu (découpe scie)	ambiance ind.	1.05 1.5	3 jours - 1 fois
	calorifugeur	panneau amiante/alu (évacuation)	ambiance ind.	0.49 - 0.73 0.78 - 1.14	3 jours - 1 fois
décalorifugeage	décalorifugeur	enlèvement de calorifuge	ind.	6.1 - 17.9	6h/jour-2mois

Circonstances et niveaux d'exposition à l'amiante : expositions professionnelles et environnementales

activité industrielle	profession	type d'opération et/ou objet manipulé	durée et/ou type du prélèvement	concentration f/ml	fréquence
maintenance-entretien	ascensoriste	entretien périodique	ind.	0.1	4h/jour
transf. matière plastique	opérateur	plaque amiante (moule)	ind.	0.005 - 0.014	-
entretien de bâtiment	ouvrier	amiante/plâtre (perçage)	ind.	1.01	qq. mn
déflocage	ouvrier	flocage (enlèvement)	ambiance	0.63 - 1.68	8h/jour - 15j.
entretien de bâtiment	ouvrier	flocage (perçage)	ind.	2.17	qq. mn
rénovation de bâtiment	ouvrier	flocage (coffrage)	ind.	0.11 - 0.69	-
transport ferroviaire	ouvrier d'entretien	démontage semelle de frein	ind.	0.02	-
mécanique automobile	mécanicien	ébavurage joint de culasse	ind. ambiance	0.07 0.01 - 0.05	2h/jour -
garage municipal	mécanicien auto	frein-pl (démontage) (dépoussiérage avec captage)	ind. (4 mn) ind. (9 mn)	0.7 - 0.19 0.21 - 0.25	qq. fois/jour qq. fois/jour
	mécanicien auto	plaquette de frein (échange)	ind. (23 mn)	0.23	
	mécanicien auto	plaquette de frein (dépoussiérage « soufflette »)	ambiance ind.	0.77 2.33	qq. fois/jour qq. fois/jour
		frein-vl (démontage tambour)	ind. (2 mn)	3.3	qq. fois/jour
fabrication de câbles	ouvrier	tressage de fils d'amiante	ind.	0.11	40h/mois
fabric. appareil ménager	ouvrier	carton d'amiante (montage d'appareil)	ambiance ind.	0.03 0.33	160h/mois
		carton d'amiante (impression)	ind.	0.53	40h/mois
fabric. isolant électrique	ouvrier	pièces en amiante (découpe - perçage)	ambiance ind.	0.02 0.1	8h/mois
		pièces en amiante (sciage, tournage, rectification)	ambiance ind.	0.03 0.64	160h/mois
construction aéronautique	-	produits moulés (cylindrage)	ambiance ind.	0.01 - 0.03 0.01 - 0.07	2h/mois
distribution pièces auto	-	plaquette de frein (conditionnement - rivetage)	ind.	0.13 - 0.36	160h/mois
	-	plaquette de frein (rivetage - collage)	ind.	0.08 - 0.58	160h/mois