

Evaluation de la pollution atmosphérique par les fibres d'amiante d'un bâtiment

Assessment of airborne asbestos pollution inside building

Marie-Annick BILLON-GALLAND (*)

RÉSUMÉ

La large utilisation des fibres d'amiante dans les matériaux d'isolation dans les bâtiments peut être une source potentielle de pollution.

De nombreuses mesures ont été conduites dans le monde mais il est souvent difficile de comparer les résultats du fait des divergences dans les méthodes de prélèvements, d'analyse (microscopie optique, microscopie électronique transmission analytique (META), microscopie électronique balayage) et d'interprétation des résultats.

Depuis 1975, notre laboratoire a effectué près de 2 000 prélèvements et analyses au META dans les bâtiments avec des matériaux contenant de l'amiante. Jusqu'en 1990, les résultats sont exprimés en concentrations massiques (ng/m^3) et après en concentrations numériques (F/L). Les niveaux obtenus depuis 1990 sont comparés aux valeurs de référence, c'est-à-dire aux 5 et 25 fibres de longueur supérieure 5 mm par litre d'air.

Les fibres d'amiante de type Chrysotile sont retrouvées seules dans la majorité des situations (82 %) et les fibres d'amiante Amphiboles (amosite essentiellement) dans 13 % des cas.

Dans 92 % des cas, les concentrations sont inférieures 5 F/L et dans 3 % des cas supérieures 25 F/L.

La mesure effectuée en microscopie électronique à transmission analytique est considérée comme étant la meilleure méthode pour évaluer la pollution intérieure par les fibres d'amiante et contrôler en association avec une inspection visuelle, l'état de dégradation des matériaux friables contenant de l'amiante, de même que pour évaluer la pollution suite à des travaux sur des matériaux contenant de l'amiante.

La stratégie d'évaluation de la pollution atmosphérique par les fibres d'amiante à l'intérieur d'un bâtiment nécessite une bonne connaissance de la situation et sera différente selon le contexte de l'exposition.

La large utilisation des fibres d'amiante comme matériau d'isolation peut être une source poten-

ABSTRACT

The widespread use of asbestos fibres as insulation products in buildings can be a potential source of indoor pollution.

Many measurements have been conducted worldwide but comparison are difficult because of discrepancies in methods for sample collection, analysis (optical microscopy, scanning or analytical transmission electron microscopy (ATEM) and interpretation.

Since 1975, our laboratory have performed about 2000 samples and analysis by ATEM inside buildings with asbestos containing materials. Until 1990, the results are expressed in mass concentrations (ng/m^3) and after in numerical concentrations (F/L). The levels found in these studies are compared with the threshold values i.e 5 and 25 fibres longer than 5 mm per liter.

Chrysotile asbestos fibres are found alone in the major of situation (82 %) and the Amphibole asbestos fibres (amosite) in 13 % of cases.

The concentrations are below 5 F/L in 92% of cases and above 25 F/L in 3 % of cases. Concerning the assessment of pollution after a removal of asbestos containing material, 32 % of the samples performed in 1995 were above the threshold level of 5 F/L leading to a clean up again, on 170 samples analysed between 1990 and 1994, a new cleaning up had to be done in 22 % of cases.

The analytical transmission electron microscopy method is the recommended one for the assessment of asbestos indoor pollution and to control in association with a visual inspection the state of damage of friable asbestos containing materials, as to do an evaluation of pollution after operation of maintenance on asbestos containing materials.

tielle de pollution et les mécanismes d'établissement de cette pollution à partir d'un matériau dépendent de plusieurs facteurs d'émission. Les émissions constantes dues à la dégradation du matériau et aux différentes activités autour de la source tels que les chocs, les vibrations, les mouvements d'air, les émissions occasionnelles dues aux impacts ou aux agressions lors des travaux de maintenance et les émissions secondaires liées à l'activité entraînant la remobilisation des particules déposées. Ainsi, la stratégie d'évaluation d'une pollution à l'intérieur d'un bâtiment devra prendre

(*) Laboratoire d'Etude des Particules Inhalées (LEPI), Ville de Paris - DASES - 11, rue George Eastman, 75013 Paris.

en compte ces différents mécanismes, et sera différente si on évalue la pollution liée à une source diffuse et continue comme un matériau en cours de dégradation, ou si on contrôle une pollution due à une source intermittente de forte importance due à une intervention directe sur le matériau.

Les méthodes d'évaluation des niveaux de pollution par l'amiante sont différentes en fonction des pays et notamment à l'intérieur des bâtiments les niveaux retrouvés dans la littérature proviennent de mesures faites soit en microscopie optique, soit en microscopie électronique à balayage (norme allemande VDI 3492, 1985), soit en microscopie électronique transmission (MET) par la méthode directe ou par la méthode indirecte. En France, la méthodologie choisie pour évaluer les niveaux d'empoussièrement à l'intérieur des bâtiments avec des matériaux contenant de l'amiante est la microscopie électronique à transmission qui est la méthode la plus sensible (HWANG, 1983 ; MARCONI, 1984 ; VERMA, 1995) pour l'étude des fibres d'amiante et notamment pour les fibres d'amiante chrysotile.

Stratégie d'évaluation de la pollution par les fibres d'amiante d'un bâtiment

Pour les matériaux friables, le décret n° 96-97 du 7 février 1996 relatif à la protection de la population contre les risques sanitaires liés à une exposition à l'amiante dans les immeubles bâtis, stipule que les propriétaires doivent rechercher la présence des flocages et des calorifugeages contenant de l'amiante et faire vérifier leur état de conservation à l'aide d'une grille d'évaluation. Le recensement prescrit par ce décret concerne uniquement les flocages et les calorifugeages, cependant, d'autres matériaux contenant de l'amiante (crépis, dalles vinyl, cloisons, faux plafonds, amiante ciment, etc.) peuvent également être présents à l'intérieur des bâtiments, aussi dans le cadre du décret n° 96-98 du 7 février 1996 relatif à la protection des travailleurs contre les risques liés à l'inhalation des poussières d'amiante, il est précisé que les chefs d'établissement doivent évaluer le risque éventuel de présence d'amiante dans ces autres matériaux avant tout travaux d'entretien ou de maintenance.

1) Identification de l'amiante dans les matériaux

L'identification de la présence d'amiante dans les matériaux doit être réalisée selon une méthodologie spécifique qui est soit la microscopie optique à lumière polarisée ; par cette méthode, les fibres sont identifiées sur la base de leurs propriétés optiques (morphologie, biréfringence, allongement, indice de réfraction), soit le microscope électronique à transmission analytique, méthode la

plus précise pour caractériser les fibres d'amiante les plus fines qui sont identifiées selon leurs caractéristiques morphologiques, cristallographiques et chimiques.

2) Grille d'évaluation

En cas de présence de flocages ou de calorifugeages contenant de l'amiante, une évaluation de l'état de conservation de ces matériaux doit être faite à partir d'une grille d'évaluation qui tiendra compte de l'état de surface, de la dégradation, de la protection physique, de l'exposition du produit aux circulations d'air ou aux chocs et vibrations. Le résultat de ce diagnostic conduira à 3 classements. S'il est à 3, des travaux de correction devront être effectués dans un délai de 12 mois à compter du diagnostic, s'il est 2, des mesures du niveau d'empoussièrement devront être conduites par un laboratoire agréé et s'il est 1, un contrôle périodique de l'état de conservation des matériaux sera effectué dans un délai de 3 ans à compter de la date du diagnostic.

3) Mesure du niveau d'empoussièrement

Les mesures d'empoussièrement sont effectuées à l'intérieur des locaux avec des flocages ou calorifugeages contenant de l'amiante si le résultat du diagnostic de la grille d'évaluation est 2 mais également à l'intérieur des locaux avec d'autres matériaux contenant de l'amiante qui sont susceptibles d'engendrer une pollution et aussi à but de contrôle de fin de travaux avant la restitution des locaux. La méthodologie de prélèvement et d'analyse est définie dans la norme AFNOR X43 050 de Janvier 1996, sur la détermination de la concentration en fibres d'amiante par microscopie électronique à transmission par la méthode indirecte. La surveillance du niveau d'empoussièrement à but diagnostic est réalisée dans des locaux où la présence d'amiante est avérée, le nombre de prélèvements pouvant être très variable en fonction de la surface et des situations différentes dans un même bâtiment et du résultat de la grille d'évaluation dans le cas des flocages et des calorifugeages. Un prélèvement sera réalisé sur une durée qui est en général de cinq jours, aux heures d'occupation des locaux, car la remobilisation des particules liée à l'activité est le facteur le plus important parmi les mécanismes d'établissement d'une pollution. Une étude comparative faite dans les mêmes locaux occupés et inoccupés (SEBASTIEN, 1979) révélait des niveaux de pollution de 10 à 100 fois plus élevés quand ceux-ci étaient occupés. Une étude similaire de GUILLEMIN (1989) montrait également une augmentation du nombre de fibres quand il y avait une activité dans les locaux. Ainsi, les appareils programmés fonctionnent aux horaires d'occupation, aux endroits où il y a un maximum d'activité. Le débit de prélèvement est de 5 litres ou 7 litres par minute selon la tête de prélèvement

utilisée et l'air est aspiré sur une membrane de 47 millimètres de diamètre et 0,45 micron de porosité. La méthode d'analyse sera uniquement la microscopie électronique transmission analytique (META).

Le microscope électronique à transmission analytique est un microscope électronique à transmission couplé avec un système d'analyse chimique élémentaire de type spectromètre dispersif en énergie de rayons X (SDEX). L'identification des fibres d'amiante est obtenue sur la base de leur critère morphologique (faciès), cristallographique par microdiffraction électronique et chimique par microanalyse. Les fibres d'amiante après identification sont mesurées et comptées, seules celles de longueur (L) supérieures à 5 microns, de diamètre (D) inférieur à 3 microns et de rapport L/D supérieur à 3 sont prises en compte pour l'évaluation de la pollution à l'intérieur des locaux. Les résultats sont exprimés en nombre de fibres d'amiante par litre d'air (F/l).

Dans le cadre d'un chantier d'amiante (déflocage, encoffrement, encoffrement), les travaux devront être faits par des entreprises spécialisées selon une procédure précise. L'évaluation des expositions à l'amiante pourra se faire à toutes les étapes du chantier. Avant les travaux, en microscopie électronique à transmission, pour connaître le niveau de départ ; pendant les travaux, en effectuant des mesures de type hygiène industrielle en microscopie optique contraste de phase (norme AFNOR X43 269), pour contrôler l'exposition des travailleurs lorsqu'ils ne sont plus protégés dans les sas de sorties ; après les travaux, avant la restitution des locaux. Pour ce dernier stade, les prélèvements d'air sont réalisés dans la zone confinée, non humide, la première couche de polyane enlevée, les extracteurs d'air en fonctionnement pour d'une part assainir l'air et d'autre part remobiliser les particules en simulant l'activité ; la durée du prélèvement étant de 36 heures en continu. Cette étude devra se faire après une inspection visuelle des lieux pour vérifier que l'amiante soit complètement enlevée. Le prélèvement et l'analyse sont effectués selon la même méthodologie que pour un diagnostic, avec étude en microscopie électronique à transmission.

Lors d'un diagnostic, le niveau d'empoussièrément qui entraîne l'exécution de travaux est de 25 F/l. Entre 5 et 25 F/l, un contrôle périodique de l'état de conservation des flocages et calorifugeages doit être fait dans un délai de deux ans compter de la date des résultats du présent contrôle et à 5 F/l ou en dessous, le contrôle de l'état de conservation doit être réalisé dans un délai de trois ans.

Pour les mesures de fin de travaux, le niveau d'empoussièrément ne doit pas être supérieur 5 F/l. A ce stade, une inspection visuelle doit être également réalisée après l'enlèvement de la dernière couche de polyane et avant la restitution des locaux.

4) Références

Des données de référence ont été établies par le laboratoire, en évaluant le fond général de pollution extérieure, par les fibres d'amiante. Une première étude réalisée Paris en 1974 (SEBASTIEN, 1979) donnait comme niveau moyen 0,6 ng/m³ au niveau de la rue et 0,9 ng/m³ aux carrefours. Dans cette méthode, toutes les fibres d'amiante quelle que soit leur longueur étaient comptées. Une corrélation (BIGNON, 1990) établie entre les concentrations pondérales (ng/m³) et les concentrations numériques (F/l) permet de convertir ces valeurs en F/l, où seules les fibres de longueur supérieure 5 mm sont comptées. En utilisant cette corrélation, la valeur moyenne est de 0,33 F/l et la concentration maximale de 4,8 F/l. Seules des fibres d'amiante de type chrysotile ont été retrouvées dans cette étude. Une nouvelle étude réalisée en 1994 (contrat du Ministère de l'Environnement) confirme cette dernière remarque, quand la valeur moyenne elle se situe 0,47 F/l pour les fibres de longueur supérieure à 5 microns, avec une limite supérieure de l'intervalle de confiance à 1,09 F/l. Pour les fibres de toutes longueurs, la valeur maximale retrouvée est de 3 F/l.

5) Résultats

A l'intérieur des bâtiments avec des matériaux contenant de l'amiante, les contrôles de la pollution réalisés par le laboratoire sur environ 800 mesures au META depuis 1990, période à partir de laquelle les résultats sont exprimés en F/l, montrent que dans près de 92 % des cas, les concentrations sont inférieures 5 F/l et dans 3 % des cas supérieures à 25 F/l avec une valeur maximum 300 F/l. Sur l'ensemble des mesures, on retrouve en majorité des expositions aux fibres de chrysotile seules (près de 82 %). Les fibres d'amiante de type amphiboles (amosite, essentiellement) variété d'amiante absente du fond général de pollution extérieure sont retrouvées seules dans 13 % des cas, associée avec du chrysotile dans 5 % des cas.

En ce qui concerne la restitution des locaux après déflocage, les concentrations retrouvées lors de la première évaluation étaient dans 32 % des cas supérieures à 5 F/l, niveau nécessitant un nettoyage de la zone de travaux et une nouvelle évaluation de la pollution. Ces données proviennent des dernières études faites en 1995 sur 70 mesures. Si on se réfère aux résultats obtenus de 1990 1994, un nettoyage était à refaire dans 22 % des cas.

Discussion

La méthodologie d'évaluation des expositions à l'amiante dans les bâtiments avec des matériaux contenant de l'amiante est source de divergence et l'absence de standardisation des méthodes de

prélèvements et d'analyse (HEI-AR, 1991 ; GUILLEMIN, 1989) ne permet pas d'établir de comparaison d'un pays à l'autre. La méthodologie préconisée en France depuis la parution du décret de Février 1996 qui est la microscopie électronique à transmission par la méthode indirecte est une méthodologie qui est utilisée depuis les années 70 par notre laboratoire et quelques autres depuis également une vingtaine d'années. Cette méthode a été comparée à la méthode directe et ne montre pas de différence quand on ne compte que les fibres de longueur supérieure à 5 µm (KAUFFER, 1996). Les études menées par notre laboratoire ont permis d'évaluer le fond général de pollution extérieure à Paris et la valeur de 5 F/l (valeur calculée à partir de la corrélation ng/m³/ F/l) et correspondant au niveau maximum retrouvé à l'extérieur dans l'étude de 1974, sert actuellement de référence pour les contrôles du niveau de pollution à l'intérieur des bâtiments. Cependant, cette valeur se trouve maintenant abaissée 0,47 F/l depuis la nouvelle étude de 1994 aussi, cette nouvelle donnée pourrait servir à redéfinir la valeur de référence à l'intérieur des bâtiments.

Conclusion

La mesure en microscopie électronique à transmission analytique est considérée comme étant la meilleure méthode pour évaluer la pollution intérieure par les fibres d'amiante à l'intérieur des locaux où il y a présence de matériaux contenant de l'amiant et contrôler en association avec une inspection visuelle (grille d'évaluation) l'état de conservation des matériaux friables. Cette méthode est cependant réservée pour évaluer les expositions dites passives et pourra servir à mesurer les pics d'exposition dues aux interventions sur des matériaux contenant de l'amiant dans certaines conditions bien spécifiques.

Avant de procéder à une étude de l'évaluation des niveaux de pollution d'un bâtiment, il est nécessaire de connaître le contexte de cette étude qui devra se faire en accord avec tous les partenaires (maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre, entreprises, contrôleurs techniques, etc.) afin d'établir le type de mesures effectuées et de définir les urgences selon la nature des locaux et le type de matériau.

Bibliographie

1. AFNOR. Qualité de l'air - Air des lieux de travail. Détermination de la concentration en nombre de fibres par microscopie optique en contraste de phase - Méthode

du filtre membrane. Association française de Normalisation, 1991, X43-269. ISSN : 0335-3931.

2. AFNOR. Qualité de l'air - Détermination de la concentration en fibres d'amiant par microscopie électronique transmission - Méthode indirecte. Association française de Normalisation, 1996, X43-050. ISSN : 0335-3931.

3. J. BIGNON, G. DUFOUR, M.-A. BILLON-GALLAND, P. BROCHARD. Is there a health hazard for building occupants of airborne mineral fibers exposure ? *Aerobiologia*, 1990, 6 : 4-7.

4. CONTRAT MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT. Contribution à l'étude de l'exposition des citadins aux particules atmosphériques inhalables étude quantitative et qualitative des particules fibreuses en agglomération parisienne. 1993, n° 3131.

5. M.-P. GUILLEMIN, P. MADELAINE, G. LITZISTORF, P. BUFFAT, F. ISELIN. Asbestos in buildings. *Aerosol Science and Technology*. 1989, 11, 221-6. HEI-AR. Asbestos in public and commercial buildings : A literature review and synthesis of current knowledge. Cambridge (USA) : Health Effects Institute-Asbestos Research, 1991.

6. HEI-AR. Asbestos in public and commercial buildings ; A literature review and synthesis of current knowledge. Cambridge (USA) : Health Effects Institute-Asbestos Research, 1991.

7. C.-Y. HWANG, Z.-M. WANG. Comparison of methods of assessing asbestos fiber concentrations. *Arch Environ Health*, 1983, 38 (1) : 5-10.

8. E. KAUFFER, M.-A. BILLON-GALLAND, J.-C. VIGNERON, S. VEISSEIRE, P. BROCHARD. Effect of preparation methods on the assessment of airborne concentrations of asbestos fibres by transmission electron microscopy. *Ann Occup Hyg*, 1996, 40(3) : 321-330.

9. A. MARCONI, E. MENICHINI, L.-A. PAOLETTI. Comparison of light microscopy and transmission electron microscopy results in the evaluation of the occupational exposure to airborne chrysotile fibres. *Ann Occup Hyg*, 1984, 28 (3) : 321-331.

10. P. SEBASTIEN, M.-A. BILLON-GALLAND, G. DUFOUR, A. GAUDICHET, G. BONNAUD, J. BIGNON. Levels of asbestos air pollution in some environmental situations. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 1979, 330, 401-415.

11. VEREIN DEUTSCHE INGENIEURE. Mesure de particules fibreuses inorganiques dans l'air ambiant. Richtlinie 3492 - VDI Verlag, Dusseldorf, 1985.

12. D.-K. VERMA, N.-E. CLARK. Relationships between phase contrast microscopy and transmission electron microscopy results of samples from occupational exposure to airborne chrysotile asbestos. *Amer. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 1995, 56 : 866-873.