



information



formation



recherche



*coopération
internationale*

FIBRES D'AMIANTE DANS L'AIR INTÉRIEUR ET EXTÉRIEUR

ÉTAT DE SITUATION AU QUÉBEC

INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC

FIBRES D'AMIANTE DANS L'AIR
INTÉRIEUR ET EXTÉRIEUR
ÉTAT DE SITUATION AU QUÉBEC

SOUS-COMITÉ SUR LA MESURE DE L'EXPOSITION

SEPTEMBRE 2003

AUTEURS

Pierre Lajoie, médecin et responsable du Comité,
Direction de la santé publique de Québec et Institut national de santé publique du Québec

Chantal Dion, chimiste, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail

Louis Drouin, médecin, Direction de la santé publique de Montréal-Centre

André Dufresne, chimiste, Université McGill

Benoît Lévesque, médecin,
Direction de la santé publique de Québec et Institut national de santé publique du Québec

Guy Perrault, chimiste, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail

Henri Prud'homme, médecin, Direction de la santé publique de Québec

Luc Roberge, hygiéniste, Centre local de services communautaires Frontenac

Robert Simard, médecin, Direction de la santé publique de Montréal-Centre

Alice Turcot, médecin, Direction de la santé publique de Chaudière-Appalaches

Jean-Marc Tardif, hygiéniste, responsable du projet amiante,
Direction de la protection de la santé publique, ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec

EN COLLABORATION AVEC

Marcel Bélanger, médecin, Direction de la santé publique de Lanaudière

Raynald Brulotte, ingénieur, ministère de l'Environnement du Québec

Louise De Guire, médecin, Direction de la santé publique de Montréal-Centre

Jacques Lebel, chimiste, Institut de l'amiante de Québec

Maurice Poulin, médecin-conseil, responsable de l'unité Santé au travail, Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels, Institut national de santé publique du Québec

SECRÉTARIAT

Hélène Brisson, Direction de la santé publique de Québec

Raymonde St-Jean, Direction de la santé publique de Trois-Rivières (révision)

RÉVISION DES TEXTES

Jean-Marc Leclerc, agent de recherche, Institut national de santé publique du Québec

Ce rapport est présenté au ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec par le sous-comité sur la mesure de l'exposition du Comité avisé sur l'amiante au Québec.

*Ce document est disponible en version intégrale sur le site Web de l'INSPQ : <http://www.inspq.qc.ca>
Reproduction autorisée à des fins non commerciales à la condition d'en mentionner la source.*

CONCEPTION GRAPHIQUE
MARIE PIER ROY

DOCUMENT DÉPOSÉ À SANTÉCOM ([HTTP://WWW.SANTECOM.QC.CA](http://www.santecom.qc.ca))
COTE : INSPQ-2003-053

DÉPÔT LÉGAL – 4^e TRIMESTRE 2003
BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU QUÉBEC
BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU CANADA
ISBN 2-550-41045-9

©Institut national de santé publique du Québec (2003)

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX.....	III
LISTE DES FIGURES.....	III
INTRODUCTION	1
1. LES TECHNIQUES DE MESURES DE L'EXPOSITION AUX FIBRES	5
1.1. ANALYSES DES FIBRES DANS LES ÉCHANTILLONS DE PROCÉDÉ.....	5
1.2. MESURES DE LA CONCENTRATION DE FIBRES DANS L'AIR (5).....	7
CONCLUSION	12
RÉFÉRENCES	12
2. LES NORMES ET CRITÈRES D'EXPOSITION ADMISSIBLE EN MILIEU DE TRAVAIL.....	13
2.1. ÉTAT DE LA SITUATION	13
RÉFÉRENCES	14
3. LES ÉDIFICES PUBLICS.....	15
3.1. L'EXPOSITION ET LES RISQUES À LA SANTÉ	16
3.2. MISE EN PLACE D'UN PROGRAMME DE MAINTENANCE ET D'ENTRETIEN.....	24
3.3. L'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES MATÉRIAUX CONTENANT DE L'AMIANTE	24
3.4. ÉTUDE DANS LES ÉCOLES DU QUÉBEC.....	26
CONCLUSION	28
RÉFÉRENCES	29
4. L'INDUSTRIE DE LA TRANSFORMATION DE L'AMIANTE.....	33
4.1. MÉTHODOLOGIE.....	33
4.2. RÉSULTATS	34
4.3. DISCUSSION.....	40
RÉFÉRENCES	44
5. LE SECTEUR MINIER.....	47
5.1. MINÉRALOGIE	47
5.2. NORMES	48
5.3. ÉCHANTILLONNAGE.....	48

5.4. RÉSULTATS	52
5.5. DISCUSSION	54
CONCLUSION	55
RÉFÉRENCES.....	56
6. L'ENVIRONNEMENT EXTÉRIEUR.....	57
6.1. BRUIT DE FOND	57
6.2. VILLES MINIÈRES.....	62
6.3. RÉSIDUS D'AMIANTE.....	64
6.4. ÉVALUATION DE LA SITUATION AU QUÉBEC	72
CONCLUSION	73
RÉFÉRENCES.....	74
CONCLUSION GÉNÉRALE	77
ANNEXE 1 NUMÉRATION DES FIBRES	81
ANNEXE 2 ÉVOLUTION DES NORMES EN MILIEU DE TRAVAIL	85
ANNEXE 3 PROTOCOLE D'ÉVALUATION DU POTENTIEL D'ÉMISSION DES FIBRES D'AMIANTE DANS L'AIR AMBIANT	91
ANNEXE 4 CARACTÉRISTIQUES DES ÉTABLISSEMENTS OÙ DES DÉPASSEMENTS DE NORMES ONT ÉTÉ IDENTIFIÉS.....	97
ANNEXE 5 RECOMMANDATIONS SUR LES NORMES DE QUALITÉ DE L'AIR POUR L'AMIANTE.....	101

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Répartition des établissements selon le secteur économique et nombre total de travailleurs.....	36
Tableau 2	Concentrations d'amiante dans l'air extérieur rapportées dans la littérature.....	59
Tableau 3	Études sur les concentrations de fibres d'amiante dans l'air extérieur.....	61
Tableau 4	Concentrations de particules de chrysotile : moyennes annuelles par poste et par région	66

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Concentrations de fibres d'amiante dans l'air ambiant.....	63
Figure 2	Concentrations de fibres d'amiante dans l'air ambiant.....	63
Figure 3	Variation saisonnière de la pollution atmosphérique par l'amiante.....	67

INTRODUCTION

En 1997, un Comité aviseur sur l'amiante a été mis sur pied par le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) compte tenu des développements internationaux dans le dossier de l'amiante, notamment suite au bannissement de ce dernier en France et à la controverse qui a suivi. L'objectif de ce comité était de faire des recommandations concernant les mesures appropriées d'information de la population et de protection de la santé publique à mettre en œuvre.

Le mandat du Comité aviseur sur l'amiante (mesure de l'exposition) consistait à « évaluer la pertinence et la faisabilité de dresser un portrait de l'exposition de la population générale à l'amiante, particulièrement, dans les édifices publics dont les écoles ». Pour ce faire, le sous-comité créé à cette fin a d'abord analysé les données existantes disponibles concernant l'ensemble des milieux. Dès juin 1997, le sous-comité identifiait les écoles comme étant un milieu prioritaire d'intervention. Pour ce milieu, le sous-comité a développé un protocole ainsi que des outils d'évaluation environnementale à l'intention de l'ensemble des commissions scolaires et des directions de santé publique (DSP) concernées. Sous l'égide du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), les travaux se sont effectués en étroite collaboration avec le ministère de l'Éducation (MEQ), la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST) et l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST).

La démarche de gestion sécuritaire de l'amiante dans les écoles a été lancée dès l'été 1997. Une grande partie des ressources du sous-comité a été mobilisée pour cette démarche. De plus, les ressources ont été affectées à la définition d'un critère d'action utilisable pour la gestion de la situation dans les écoles. Parallèlement, les travaux se sont poursuivis concernant les autres volets pertinents : les critères et les normes en vigueur au Québec, l'échantillonnage des fibres d'amiante dans l'air ambiant, l'état de situation dans les milieux de travail dont les mines et les usines de transformation et enfin, les niveaux d'exposition dans les villes minières et dans l'air ambiant, en général.

Le présent rapport présente le mandat du comité sur la mesure de l'exposition, puis les principaux éléments de la problématique de l'amiante au niveau environnemental. Par la suite, il résume les connaissances actuelles sur l'exposition de la population dans certains milieux susceptibles de contenir des fibres d'amiante : bâtiments publics, air ambiant et milieu de travail. Enfin, il discute de l'état de la situation au Québec. Le comité présente une série de recommandations au MSSS en rapport avec cette situation.

Sous-comité du Comité aviseur sur la mesure de l'exposition

Objectif général

Évaluer la pertinence et la faisabilité de dresser un portrait de l'exposition de la population générale à l'amiante, particulièrement dans les édifices publics dont les écoles. En fonction des résultats, réaliser, s'il y a lieu, ce portrait, en collaboration avec les directions de santé publique du Québec.

Objectifs spécifiques :

- Analyser les données existantes disponibles, au Québec et ailleurs : écoles, édifices publics, milieux de travail.
- Déterminer un échantillon des lieux (écoles, autres édifices) susceptibles de présenter un problème d'exposition à l'amiante.
- Effectuer des visites de reconnaissance dans ces lieux afin d'apprécier la situation.
- Mettre en œuvre, s'il y a lieu, une stratégie d'échantillonnage environnemental de l'exposition à l'amiante dans les lieux identifiés à l'étape précédente.
- Obtenir la liste des commissions scolaires concernées.
- Établir une définition d'une école ou d'un édifice public considéré(e) comme à risque.
- Évaluer les résultats et déterminer la pertinence et la faisabilité de dresser un portrait plus exhaustif de l'exposition à l'amiante au Québec.

L'amiante et les sources d'exposition

Le nom d'amiante s'applique à un groupe de minéraux fibreux composés de silicate. Le terme fibre s'applique à tous les matériaux inorganiques et organiques qui ont un rapport longueur sur diamètre plus grand que 3. L'amiante fait partie des fibres dites naturelles. Les fibres d'amiante sont utilisées commercialement à cause de leur grande résistance mécanique et thermique de même que de leur grande durabilité. La famille des fibres d'amiante se divise en deux groupes : les fibres serpentines et les fibres amphiboles. Les serpentines dont le seul membre fibreux est le chrysotile (amiante blanc) représentent plus de 90 % de l'amiante produite dans le monde. Parmi les amphiboles, les types de fibres les plus fréquents sont la crocidolite (amiante bleuté), l'amosite (amiante gris-brun), la trémolite, et l'actinolite. Lorsqu'il est manipulé ou lorsqu'il est soumis à des pressions mécaniques, l'amiante a tendance à se fragmenter et libérer des fibres dans l'air. Les fibres d'amiante contenues dans le minerai ne sont pas respirables à moins qu'elles soient libérées et dispersées dans l'air par des procédés d'extraction et de transformation. Les fibres d'amiante peuvent être inhalées lorsqu'elles sont en suspension dans l'air.

Les fibres d'amiante libérées dans l'environnement peuvent contaminer l'air, le sol, l'eau et les aliments. La contamination de l'environnement peut provenir de sources naturelle ou industrielle. L'érosion naturelle du sol et des rochers au niveau de la croûte terrestre représente une source de contamination potentielle. À certains endroits sur la planète, il y a des dépôts commercialement exploitables de minerai d'amiante, notamment au Québec et en ex-Union soviétique. Les sources industrielles sont générées par l'extraction, la transformation et l'utilisation de l'amiante. Les mines et les moulins d'amiante représentent sans doute les sources les plus importantes dans l'environnement en général. L'amiante est utilisé dans la fabrication de plusieurs centaines de produits de consommation. Les sources principales sont reliées à la fabrication de plaquettes de freinage, de matériaux d'amiante ciment et d'isolants.

L'exposition de la population peut survenir dans deux types d'environnement, le milieu de travail et l'environnement en général. Au travail, les milieux les plus à risque sont les mines et les moulins d'amiante, les usines de transformation, les chantiers de construction, l'entretien et la rénovation des bâtiments. L'industrie de la transformation comprend plusieurs secteurs dont la construction et la

réparation de navires, l'industrie du matériel de transport, la fabrication de modules métalliques, l'industrie des adhésifs.

Dans l'environnement général, la population peut être exposée tant à l'extérieur qu'à l'intérieur. On retrouve des concentrations détectables de fibres d'amiante dans l'air en milieu rural même éloigné. En milieu urbain, l'air est davantage contaminé à cause de la présence de certaines sources diffuses, notamment l'amiante provenant de l'usure des plaquettes de frein. Près de certaines sources industrielles comme les mines et les moulins d'amiante, les industries de fabrication de produits à base d'amiante, les concentrations peuvent être élevées.

Les principales sources de contamination de l'air intérieur sont reliées à la présence de matériaux d'amiante friable tel l'amiante « floqué » ou « giclé » posé sur les plafonds et les murs de certains bâtiments publics jusqu'à la fin des années 70. Dans les bâtiments publics et les navires, l'amiante enrobé a été utilisé de façon importante pour isoler la tuyauterie; certains endroits comme les chaufferies peuvent être contaminés lorsque ces isolants sont détériorés. La contamination à partir de vêtements de travailleurs de l'amiante peut constituer une source non négligeable à l'intérieur des bâtiments et des résidences. On retrouve aussi l'amiante dans certains matériaux de construction comme les isolants de chaudières et de tuyaux, des tuiles de plancher ou de plafond, certaines peintures, certains papiers et textiles. Toutefois il s'agit dans la plupart des cas de matériaux non friables.

1. LES TECHNIQUES DE MESURES DE L'EXPOSITION AUX FIBRES

(Chantal Dion, André Dufresne et Guy Perrault)

Le Règlement sur la qualité du milieu de travail (RQMT) fait état de valeurs moyennes d'exposition pondérée (VEMP) et de valeurs d'exposition de courte durée (VECD) pour plusieurs fibres – amiante, fibres minérales naturelles, fibres minérales vitreuses artificielles et fibres organiques (1). Le Code de sécurité pour les travaux de construction requiert des prélèvements réguliers dans l'aire de travail des chantiers de construction à risque élevé (2). De plus, récemment, le ministère de la Santé et des Services Sociaux (MSSS) s'est doté d'un critère de gestion afin d'identifier des sources possibles d'émission de fibres dans l'air ambiant des édifices publics, incluant les écoles (3).

Des mélanges de plusieurs fibres peuvent être rencontrés dans un même environnement. Il est d'abord important de caractériser la phase fibreuse dans les échantillons de poussières déposées, dans les matériaux en vrac ou dans les matériaux isolants. La teneur en fibres d'amiante ou autres fibres réglementées est ensuite estimée afin d'orienter la stratégie d'échantillonnage et le protocole de surveillance environnementale prescrit dans les différentes réglementations.

Le prélèvement de l'échantillon de procédé ou de matériau en vrac doit être représentatif du milieu. En milieu de travail, les poussières déposées représentent généralement bien l'exposition du travailleur aux poussières aéroportées, particulièrement si cet échantillon est prélevé en hauteur sur des poutres ou des meubles élevés à quelques mètres du sol.

Dans le cas de matériaux isolants, il est important de vérifier l'homogénéité de l'isolant dans une même pièce – peut-être faudra-t-il prélever plusieurs échantillons à différents endroits – mais aussi pénétrer toute l'épaisseur de l'isolation afin de s'assurer qu'il n'y ait pas eu plusieurs recouvrements consécutifs.

Suite à la caractérisation du matériau fibreux, généralement par microscopie à lumière polarisée (MLP), l'échantillonnage des fibres dans l'air ambiant peut être effectué. Selon le but de l'intervention visé, la mesure de la concentration de fibres dans l'air pourra être réalisée par microscopie optique à contraste de phase (MOCP) ou par microscopie électronique à transmission (MET).

1.1. ANALYSES DES FIBRES DANS LES ÉCHANTILLONS DE PROCÉDÉ

Microscopie à lumière polarisée

La caractérisation des fibres dans les échantillons en vrac est généralement réalisée à l'aide de la microscopie optique à lumière polarisée (MLP), utilisant des techniques conventionnelles de pétrographie ou de géologie. L'IRSSST décrit la caractérisation des fibres dans les poussières déposées ou dans les matériaux par cette technique dans la méthode 244-2 (4).

Principe de la méthode

Le principe de la méthode consiste en premier lieu à faire un examen minutieux au stéréomicroscope à faible grossissement (10 à 60x) afin de vérifier l'homogénéité de l'échantillon, de mettre en évidence les différentes composantes de l'échantillon et d'en estimer la teneur. Le montage des prélèvements dans des solutions d'indice de réfraction approprié permettra l'identification des substances par l'étude de leur morphologie et par l'observation de différentes propriétés optiques dont la dispersion colorante qui est efficace pour une caractérisation rapide de fibres d'amiante.

Le montage sur lames de microscope de poussières représentatives du produit est parfois relativement difficile en raison de la nature de l'échantillon qui peut être hétérogène, et des distributions granulométriques très variées pour les différentes composantes du mélange. Les fibres plus courtes que 5 µm et de diamètre inférieur à 1 µm sont difficilement détectées avec la lentille de dispersion colorante. De façon générale, une portion des fibres contenues dans les matériaux isolants a des dimensions supérieures à ces limites.

Les fibres d'amiante chauffées à hautes températures subissent des transformations minéralogiques. Leurs propriétés optiques peuvent changer et l'identification des fibres devient ainsi plus difficile. La nature du procédé doit donc être spécifiée lors d'une demande d'analyse de façon à ce que les produits d'altération ou de transformation soient recherchés ou identifiés.

Expression des résultats

La quantification des différentes composantes du mélange, parfois non homogène, demeure subjective puisqu'elle est basée sur une estimation visuelle par l'analyste. La méthode ne permet donc qu'une détermination semi-quantitative du contenu en fibres dans les échantillons telle que perçue visuellement par l'analyste par comparaison à des préparations de référence dont la valeur est connue. Les résultats des analyses sont présentés en gammes de concentrations exprimées en pourcentage (V/V), pour les différentes composantes fibreuses de l'échantillon

- n.d. (pas de mise en évidence après plusieurs prélèvements);
- trace (quelques fibres seulement : contamination possible de l'échantillon);
- < 1 %; 1 – 5 %; 10 – 25 %; 25-50 %
- 50 – 75 %; 75 – 90 %; >90 %.

Du point de vue pratique, des mesures plus précises de la teneur en fibres dans les échantillons en vrac ne sont pas nécessaires pour orienter une décision sur le mode de gestion de l'amiante en place ou pour le choix d'équipements de protection adéquats.

Contrôle de qualité et assurance qualité

Des procédures d'étalonnage des instruments et des solutions de montage sont requises par la méthode 244-2 (4). La contamination des lames, lamelles de microscope et des solutions de montage doivent être vérifiées régulièrement. Des analyses quantitatives de préparations standard doivent être faites sur une base régulière de façon à documenter la précision de l'analyste et du laboratoire. Des lames en

duplicata pour au moins 10 % des échantillons analysés sont préparées et analysées par le même analyste ou un autre analyste du laboratoire. Ces résultats doivent être rapportés dans un cahier.

Tous les laboratoires impliqués dans l'analyse des fibres dans les échantillons en vrac devraient participer à un programme d'échange interlaboratoire ou un programme de contrôle de qualité tel le National Voluntary Laboratory Accreditation Program (NVLAP) ou celui de Research Triangle Institute (RTI). Chaque analyste doit avoir un entraînement formel complet en microscopie à lumière polarisée et sur son application au matériel cristallin. En raison de la nature subjective de cette méthode, des pratiques fréquentes sont essentielles de façon à conserver la performance dans l'estimation des pourcentages de fibres.

Autres méthodes d'analyse

Lorsque l'analyste ne distingue pas de fibres par MLP mais qu'il soupçonne la présence d'amiante (i.e. dans des tuiles de PVC), la technique de diffraction des rayons X peut être utilisée pour confirmer la présence de minéraux de la classe des serpentines ou de la classe des amphiboles de dimension sub-microscopique. Cette technique complémentaire ne peut pas différencier les fibres des particules angulaires d'un groupe minéral donné. La détection de ces minéraux laisse toutefois supposer la présence de fines fibres qui pourront être caractérisées positivement par une autre technique telle la microscopie électronique.

La microscopie électronique peut être nécessaire lorsque les poussières sont trop fines pour la résolution de la microscopie optique. L'identification des fibres est basée sur la composition chimique obtenue par l'analyse de l'énergie dispersive des rayons X (EDRX). Des fibres de diamètre supérieur à 0,05 µm peuvent être observées en microscopie électronique à balayage tandis que celles ayant un diamètre aussi petit que 0,01 µm peuvent être analysées en microscopie électronique à transmission. Le coût des analyses en microscopie électronique dépasse par un facteur de trois à cinq le coût des analyses en microscopie optique et les échantillons à analyser doivent subir des manipulations multiples.

1.2. MESURES DE LA CONCENTRATION DE FIBRES DANS L'AIR (5)

Microscopie optique à contraste de phase

Principe de la méthode

La technique pour évaluer la concentration de fibres dans l'atmosphère d'un poste de travail et comparer les résultats aux valeurs prescrites dans le RQMT est la méthode de collecte des fibres sur filtre à membrane et de numération par microscopie optique à contraste de phase (MOCP). Son principe consiste à échantillonner, au moyen d'une pompe, un volume connu d'air à travers un filtre à membrane pour recueillir les fibres. Une portion du filtre d'esters de cellulose mélangés (ECM) est par la suite clarifiée et montée sur une lame de verre pour observation au microscope. Les fibres contenues sur une surface déterminée du filtre sont comptées visuellement à l'aide d'un microscope optique avec condensateur pour contraste de phase à un grossissement de 400x.

Les fibres plus longues que 5 µm, de diamètre inférieur à 3 µm et dont le rapport longueur-diamètre est supérieur à 3:1 sont prises en compte pour la numération. Les fibres dont le diamètre est inférieur à 0,25 µm ne sont généralement pas détectées en MOCP. Cette méthode d'analyse s'applique à l'évaluation de la concentration des fibres dans l'atmosphère de postes de travail pour toutes fibres naturelles ou synthétiques, sans restriction ni distinction, dont l'indice de réfraction est compatible avec la solution de montage. Cette technique ne permet pas de différencier les types variés de matériel fibreux normalement retrouvés dans l'environnement : fibres d'amiante, fibres inorganiques naturelles ou synthétiques, fibres organiques ou végétales. Une telle méthode suppose donc une connaissance préalable de la prépondérance des fibres d'amiante sur les autres matériaux fibreux.

Échantillonnage

La méthode IRSST 243-1 est très similaire à la méthode de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) (Annexe 1). L'échantillonnage se fait à l'aide d'une cassette conductrice avec extension munie d'une membrane de 25 mm de diamètre en esters de cellulose mélangés (ECM) dont la taille des pores est de 0,8 à 1,2 µm. Le débit d'échantillonnage est variable : de 0,5 à 2,5 L/min pour mesurer une valeur d'exposition moyenne pondérée en milieu industriel, pouvant aller au-delà de 16 L/min pour mesurer la concentration de fibres dans des milieux peu empoussiérés tels les édifices publics.

Le domaine d'applicabilité de la méthode correspond à des densités variant de 100 à 1300 f/mm². Des densités de fibres de 25 à 100 f/mm², qui sont inférieures aux densités optimales, peuvent être prises en considération pour évaluer l'exposition d'un travailleur, mais le coefficient de variation de la méthode à ces densités n'est pas connu et risque d'être plus élevé. Le domaine d'applicabilité est fonction du volume échantillonné : la limite supérieure peut être accrue en diminuant le volume d'échantillonnage (débit ou durée d'échantillonnage) et la limite inférieure peut être abaissée en augmentant le volume d'échantillonnage.

Interférences

Toute autre fibre aéroportée peut interférer si elle possède les paramètres géométriques de numération décrits plus haut. De fortes concentrations de particules non fibreuses peuvent cacher des fibres dans le champ de vision et diminuer l'acuité du comptage.

Sources de variation

À l'échantillonnage

Plusieurs paramètres lors de l'analyse des fibres peuvent augmenter la variabilité lors de la détermination d'une concentration. En général, l'analyste n'a pas de contrôle sur l'échantillonnage. Un échantillon qui n'aurait pas été prélevé de façon représentative ou arrivant au laboratoire dans un mauvais état, un volume d'échantillonnage (débit ou durée) imprécis ou insuffisant ainsi qu'une mauvaise distribution des fibres sur la membrane peuvent faire en sorte que le résultat soit biaisé. Le volume d'échantillonnage doit être fixé de façon à rencontrer les limites d'applicabilité de la méthode (100 à 1300 f/mm²), domaine où la variabilité de la méthode analytique est mieux connue. Ces limites d'applicabilité sont fonction de l'échantillonnage et peuvent être rencontrées par des volumes d'échantillonnage adéquats. Une attention particulière doit être portée au matériel d'échantillonnage.

Des fuites sont parfois observées dues à un mauvais pressage des cassettes et faute de contrôle au moment de la préparation; une vérification du pourtour de la membrane lors du montage de l'échantillon à compter doit être faite de façon à s'assurer qu'il n'y ait pas eu perte de poussières lors de l'échantillonnage.

Au laboratoire

La préparation des échantillons doit se faire conformément au protocole décrit dans la méthode officielle afin d'éviter toute contamination ou perte de poussières sur les membranes. La surface effective de filtration doit être déterminée avec précision. L'ajustement du microscope doit être réalisé selon les directives du manufacturier à chaque jour d'utilisation du microscope et à l'emplacement même où la numération se fera. L'étalonnage de la surface de comptage (réticule du microscope) doit être réalisé régulièrement. Lors du déplacement du microscope, toutes ces calibrations doivent être vérifiées tel que requis par la méthode 243-1 (6).

À l'analyse

D'autres sources de variabilité au niveau des comptages sont imputables directement à l'analyste. Ces variabilités sont des paramètres mesurables et sont exprimées en termes de coefficients de variation (C.V.). Ces valeurs expriment la capacité à reproduire des résultats équivalents pour un même analyste (C.V. intracompteur), pour des analystes d'un même laboratoire (C.V. intralaboratoire) et pour différents laboratoires (C.V. interlaboratoire). Ces variations sont difficiles à identifier ou à corriger mais peuvent être contrôlées ou limitées par des programmes de contrôle de la qualité qui visent à améliorer et à maintenir les standards de numération.

Justesse et précision

Lorsqu'on a un résultat de numération de fibres à interpréter, on veut s'assurer de la justesse ou de la fiabilité de ce résultat. De quelle façon la valeur rapportée se rapproche-t-elle le plus de la réalité ? Y a-t-il une différence systématique entre ces deux valeurs ? Si deux échantillons prélevés en parallèle sont comptés par deux laboratoires différents, y aura-t-il une différence et de quel ordre de grandeur sera-t-elle ? Il n'est pas possible de connaître la concentration réelle de fibres dans l'air. Il n'existe pas de standards absolus auxquels comparer les résultats. La justesse de la méthode ne peut donc être déterminée que par comparaison aux résultats moyens de plusieurs laboratoires expérimentés.

La numération des fibres comporte un aspect subjectif dont il faut tenir compte. Le processus de numération utilisé peut mener à des variations importantes des résultats produits par différents analystes et plus particulièrement par différents laboratoires. De telles variations peuvent être minimisées par un entraînement adéquat, des contrôles de qualité intra et interlaboratoires. Il est donc important de contrôler certains paramètres et de mesurer leur variabilité. Au niveau de l'analyse, des contrôles de la qualité des membranes sont effectués. Des ajustements du microscope dont la vérification du pouvoir de résolution et un étalonnage régulier du réticule permettent l'obtention de résultats plus reproductibles. L'analyste doit documenter sa précision par des numérations répétées de lames de référence et déterminer ainsi son coefficient de variation intracompteur. Le comptage successif de ces mêmes membranes par d'autres analystes du laboratoire permettra d'évaluer le coefficient de variation intralaboratoire. Des numérations au hasard sur 10 % des échantillons déjà comptés sont également effectuées. Tout nouveau compteur doit être inscrit à un programme de formation qui compare la performance des compteurs sur une diversité d'échantillons.

Plusieurs facteurs peuvent contribuer à la faible précision de la méthode : la faible portion de la surface du filtre examinée (< 0,5 %) et la non uniformité de la distribution des fibres sur la surface (variation statistique); l'utilisation de différentes pratiques analytiques (variation systématique) et la variation des résultats selon les différents analystes (variation subjective). Les variations subjectives et systématiques peuvent être réduites en harmonisant les méthodes utilisées par un entraînement adéquat du personnel, la participation à des programmes de vérification de la performance intra et interlaboratoire. Même si ces variations sont contrôlées, la variation statistique demeure une source d'erreur qui dépend du nombre total de fibres comptées et de la distribution des fibres sur le filtre.

La distribution de Poisson rendrait compte des variations de comptage de fibres résultant de l'observation de champs sélectionnés de façon aléatoire. Théoriquement, selon l'équation :

$$C.V.=1/\sqrt{N}$$

où N est le nombre de fibres comptées et C.V., le coefficient de variation (ainsi, lorsque 100 fibres sont comptées, le C.V. serait de 10 % tandis que pour 10 fibres comptées, il serait de 32 %).

En pratique, le coefficient de variation associé à cette méthode est plus élevé en raison de composantes subjectives de variabilités intra et intercompteur dans un même laboratoire. Ainsi lorsque 100 fibres sont dénombrées, un C.V. de l'ordre de 22 % est obtenu comparativement à 37 % lorsque seulement 10 fibres ont été comptées. Les coefficients de variation interlaboratoires peuvent être plus de deux fois supérieurs aux C.V. intralaboratoires si les contrôles de la qualité ne sont pas suivis. Lorsque le C.V. interlaboratoire n'est pas connu, une valeur de 45 % est réaliste.

Tous les laboratoires impliqués dans la numération de fibres devraient participer à un programme de contrôle de qualité à grande échelle (national ou international) et échanger de façon régulière des échantillons prélevés en milieux de travail avec d'autres laboratoires pour comparer la performance de leurs compteurs. Même si ces numérations de lames ne nous permettent que de se comparer à d'autres résultats de numération et non pas à une valeur de référence, ces étapes sont essentielles.

Expression des résultats

Le rapport d'analyse doit répondre aux besoins du demandeur et contenir au minimum les données suivantes : l'identification du demandeur et de l'échantillon analysé; les dates du suivi, de l'entrée à l'émission du rapport; les paramètres mesurés et les unités de mesure; les résultats. Le rapport devrait également spécifier la précision et les limites d'applicabilité. Les coefficients de variation intralaboratoire et interlaboratoire doivent être rapportés avec chaque série de résultats. Les concentrations de fibres (f/ml) dans l'air ambiant sont calculées avec l'équation suivante :

$$C = \frac{E \times a}{(d \times t) \times 1000}$$

- où C = concentration (f/ml)
E = densité (f/mm²)
a = aire de la surface filtrante (mm²)
d = débit (L/min)
t = durée (min)
1000 = facteur de conversion (mL/L).

Autres méthodes d'analyse

Lorsque la plupart des fibres dans l'air ambiant des lieux publics ne sont pas de l'amiante, il est donc nécessaire de les identifier lors de la mesure de leur concentration dans l'air. De plus, de nombreuses fibres d'amiante en suspension dans ces atmosphères ambiantes ont des diamètres inférieurs à la limite de résolution du microscope optique. Des techniques d'analyse utilisant soit le microscope électronique à balayage ou le microscope électronique à transmission sont alors requises. Les techniques d'échantillonnage sont similaires pour les méthodes optiques et électroniques. Le prix élevé de l'instrumentation, le coût prohibitif pour son entretien ainsi que les manipulations multiples pour la préparation de l'échantillon contribuent à rendre coûteuses des analyses occasionnelles.

La microscopie électronique à balayage fournit une analyse spécifique des fibres aéroportées. Le filtre est examiné à un grossissement de 2000x et l'identification des fibres est obtenue par la composition chimique à l'aide de l'EDRX mais aussi par la morphologie. Les mêmes critères de numération qu'en MOCP sont appliqués mais la limite de détection sur le diamètre de la fibre est alors de 0,05 µm. Un filtre en polycarbonate est requis avec cette instrumentation, ce qui rend impossible l'utilisation d'un même filtre pour réaliser la numération par MOCP et par MEB à des fins de comparaison.

La microscopie électronique à transmission (MET) peut opérer à un grossissement de 10 000x et permet une analyse spécifique des fibres échantillonnées dispersives des rayons X (EDRX).

L'identification se fait aussi par la morphologie, par la diffraction des électrons dans une aire choisie (SAED) ou par l'analyse de l'énergie.

Les paramètres géométriques des fibres comptées sont fixés à une longueur supérieure à 0,5 µm ou à 5 µm selon les besoins, à un rapport longueur/diamètre supérieur à 3:1. La limite de résolution est de 0,01 µm. Cette méthode est recommandée pour la mesure de la concentration de fibres dans l'air ambiant des édifices.

CONCLUSION

La microscopie optique à contraste de phase (MOCP) procure un bon indice de l'exposition en milieu de travail lorsque le type de fibre prédominant est de l'amiante. Dans les milieux non professionnels où plusieurs types de fibres sont présents, la technique de microscopie électronique à transmission (MET), permettant d'identifier positivement les types de fibres, doit être utilisée.

RÉFÉRENCES

- (1) GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Règlement sur la qualité du milieu de travail*. S-2.1, r.15. Québec, 1999.
- (2) GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Code de sécurité pour les travaux de construction*. S-2.1, r.6. Québec, 1999.
- (3) MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX (MSSS). *Évaluation des matériaux contenant de l'amiante (MCA) dans les édifices publics*. Mise à jour. Critère de gestion quantitatif et démarche d'évaluation qualitative. Comité aviseur sur l'exposition à l'amiante au Québec, janvier 2000.
- (4) INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL (IRSST). Direction des opérations. Notes et rapports scientifiques et techniques. Méthode 244-2. *Caractérisation des fibres dans les poussières déposées ou dans les matériaux en vrac*. 1999. 14 p.
- (5) INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL (IRSST). Direction des opérations. *Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail*. 7^e édition, revue et mise à jour. Études et recherches, guide technique. Août 2000. 153 p.
- (6) INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL (IRSST). Direction des opérations. Notes et rapports scientifiques et techniques. Méthode 243-1. *Numération des fibres*. 1990, 24 p.
- (7) ORGANISATION MONDIALE DE LA SANTÉ (OMS). *Détermination de la concentration des fibres en suspension dans l'air. Méthode recommandée : la microscopie optique en contraste de phase (comptage sur membrane filtrante)*. 1997, 56 p.

2. LES NORMES ET CRITÈRES D'EXPOSITION ADMISSIBLE EN MILIEU DE TRAVAIL

(Guy Perrault, Chantal Dion et André Dufresne)

Au cours des années, beaucoup de pays à travers le monde se sont dotés de valeurs d'exposition admissibles en milieu de travail dans le but de favoriser la prévention des maladies d'origine professionnelle. Parmi les substances qui ont été soumises à des recommandations d'organismes ou à des réglementations de gouvernements, l'amiante est certainement le plus touché et le plus complexe, d'autant plus que l'appellation "amiante" regroupe deux familles de substances naturelles, les serpentines dont le seul membre fibreux est le chrysotile et les amphiboles comprenant le crocidolite, l'amosite, la trémolite, l'anthophyllite et l'actinolite.

Les normes et critères vont du bannissement (avec dérogations) de toutes les formes d'amiante, au bannissement de quelques amphiboles avec usage contrôlé des autres formes, jusqu'à l'utilisation contrôlée de toutes les formes d'amiante. Ces normes et critères ont varié continuellement au cours des années tout en s'ajoutant à des particularités techniques et opérationnelles qui ont résulté, dans différents pays, à des textes réglementaires très complexes (1). Il est pratiquement impossible de rendre compte de l'ensemble d'une réglementation ou d'un code de bonne pratique en extrayant seulement les normes et critères d'exposition. Toutefois les quelques observations générales et exemples qui suivent nous semblent représentatifs des normes et critères d'exposition à l'amiante qui sont utilisés à travers le monde.

2.1. ÉTAT DE LA SITUATION

Chez l'homme, la cancérogénicité de toutes les formes d'amiante est généralement reconnue bien que quelques chercheurs aient récemment remis en question l'évaluation de la cancérogénicité du chrysotile (2).

Les pays tels la Finlande, la France, l'Allemagne, l'Italie, la Hollande et la Suède ont banni l'amiante. Aux États-Unis, le bannissement de 1989 a été invalidé en 1991. D'autres pays ont pu interdire l'utilisation d'une ou plusieurs amphiboles ou de toutes les formes d'amiante mais l'ensemble de cette information demeure très difficile à répertorier.

L'annexe 2 offre un aperçu de l'évolution des normes dans différents pays et d'après certains organismes (Réglementation au Québec; American Conference for Governmental Industrial Hygienists (ACGIH); Occupation Safety and Health Administration (OSHA); Health and Safety Commission (HSC).

Le Québec est un exemple de l'évolution vers l'interdiction de deux amphiboles, l'amosite et la crocidolite, avec usage contrôlé des autres formes. Évidemment, il faut répéter encore une fois que ces quelques normes et critères s'insèrent dans des textes réglementaires où sont décrites de multiples exigences et techniques de prévention, tels que la ventilation, les équipements de protection et les normes sanitaires. Les organismes américains ACGIH et OSHA sont l'exemple de la coexistence de recommandations d'organismes professionnels et de réglementations gouvernementales, tandis que l'exemple britannique indique bien que chacun choisit d'introduire ses propres particularités pour

mieux protéger ses travailleurs dans le cadre d'une utilisation sécuritaire et ce, même si les données scientifiques sont communes à tous les pays. En plus, il faut noter que la loi britannique se base sur l'allocation de permis qui confère aux employeurs et travailleurs qui ont rencontré des exigences précises de connaissances et de performance le droit d'effectuer certains travaux.

RÉFÉRENCES

- (1) OSHA ASBESTOS STANDARDS (29 CFR 1910, 1915 et 1926), 200 pages.
- (2) MCDONALD, J.C. and A.D. MCDONALD, 1997. Chrysotile, Tremolite and Carcinogenicity. *Ann. occup. Hyg.* 41(6):699-705.

3. LES ÉDIFICES PUBLICS

(Benoît Lévesque et Henri Prud'homme)

En collaboration avec

Michel Camus, Institut Armand-Frappier

Louise De Guire, Direction de santé publique de Montréal-Centre

Chantal Dion, Institut de recherche Robert Sauvé en santé et en sécurité du travail

André Dufresne, Université McGill

Martin Dumas, ministère des Richesses naturelles

Johanne Paquette, Commission de la santé et de la sécurité du travail

Monique Rioux, Commission de la santé et de la sécurité du travail

Jean-Marc Tardif, ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec

Daniel Tremblay, ministère de l'Éducation du Québec

Secrétariat : Diane Bizier Blanchette, Direction de santé publique de Québec

Les fibres d'amiante ont des propriétés physiques et chimiques exceptionnelles. Elles ne brûlent pas et sont très résistantes, autant d'un point de vue mécanique que chimique. C'est pourquoi, elles ont été employées pour de multiples utilisations dans les secteurs industriels et de la construction.

Au Québec, les ventes d'amiante chrysotile faites par les producteurs québécois aux acheteurs locaux ont augmenté progressivement jusqu'au début de 1980 pour atteindre 45 490 tonnes par année. Elles ont ensuite périclité jusqu'en 1986 (30 200 tonnes/an). Subséquemment, suite aux tractations américaines pour bannir le produit, elles ont diminué à 11 030 tonnes, et en 1994, elles se chiffraient à 4 486 tonnes. Évidemment, une proportion non négligeable de ces ventes ainsi que certaines quantités d'amosite et de crocidolite, ont été utilisées dans le domaine de la construction et la rénovation de nombreux bâtiments, principalement entre les années 1950 et 1980 (2).

Plusieurs types de produits à base d'amiante ont été utilisés dans le domaine de la construction et peuvent être retrouvés dans les édifices publics actuels. Il est évidemment question ici de l'amiantociment, matériau extrêmement polyvalent encore très prisé aujourd'hui pour divers usages, mais également de multiples produits allant de dalles de revêtement de sol à des textiles en passant par des cloisons et des portes coupe-feu (3).

Plus précisément, les matériaux contenant de l'amiante (MCA) dans les édifices publics peuvent être classés en trois catégories, soit des produits divers (tuiles de plancher et de plafond, plâtre acoustique, tuiles de ciment...), les calorifugeages pour isoler les tuyaux, bouilloires et réservoirs, et les revêtements de surface appliqués par flocage (3). Ce dernier procédé, utilisé de 1935 jusque dans les années 1970 (4), et maintenant formellement interdit au Québec (5), impliquait l'agglomération de fibres par un liant et l'application subséquente par projection à des fins de protection contre le feu et d'amélioration de l'isolation acoustique des structures.

Les flocages, tout autant que les calorifugeages, sont constitués de matériaux généralement friables, soit pulvérisables ou décomposables en très petites particules par une simple pression de la main (3). Dans ces conditions, ils sont plus susceptibles de libérer des fibres dans l'air ambiant

lorsqu'endommagés ou simplement touchés. Aussi, les calorifugeages, mais surtout les flocages, parce que souvent installés dans des locaux très fréquentés, ont-ils été principalement à l'origine, au tournant des années 80, des programmes mis en place aux États-Unis pour évaluer et limiter l'exposition à l'amiante dans les édifices publics (6).

De 1979 à 1990, l'Environmental Protection Agency (EPA) a produit sept différents rapports sur la question de l'amiante dans les édifices publics, dont les deux derniers publiés en 1985 (Purple Book) et 1990 (Green Book) représentent les politiques actuelles officielles de l'organisme sur le sujet (3,7). Par ailleurs, « l'Asbestos Hazard Emergency Response Act Regulation » (AHERA) a été voté par le Congrès américain en 1987 pour obliger les autorités responsables des écoles primaires et secondaires à mettre en place des programmes de surveillance et d'entretien des MCA dans leurs établissements (7). Ultérieurement, le Congrès américain a mandaté un groupe d'experts en 1990 sous l'égide du « Health Effects Institute - Asbestos Research » (HEI) pour faire le point sur le sujet des MCA dans les édifices publics (4). L'Ontario s'est également penché sur la question dans le cadre de la « Royal Commission on Matters of Health and Safety Arising from the Use of Asbestos in Ontario » (8) en 1984. Finalement, la France, suite au rapport de « l'Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale » (1) a récemment promulgué une réglementation principalement axée vers le contrôle des flocages et des calorifugeages dans les bâtiments publics (9).

Ce rapport est destiné à réviser sommairement les données issues de la littérature concernant l'exposition à l'amiante dans les bâtiments publics et les risques à la santé qui en résultent. Il veut également examiner les mesures de contrôle et faire le point sur la situation québécoise.

3.1. L'EXPOSITION ET LES RISQUES À LA SANTÉ

Trois groupes de population peuvent être exposés à des degrés différents à l'amiante présent dans les édifices publics. Il y a d'abord les occupants du bâtiment, qui sont peu susceptibles d'être en contact ou de déplacer l'amiante en place (professeurs, élèves, personnel de bureau), puis les membres du personnel de maintenance et d'entretien, qui dans le cadre de leur travail sont plus susceptibles de perturber les MCA, et finalement, les travailleurs du bâtiment, qui lors de travaux de construction, de rénovation ou de réparation peuvent être régulièrement en contact avec des MCA.

Les méthodes de mesure

Avant d'aborder de façon plus précise les niveaux d'exposition à l'amiante dans les édifices publics, il est nécessaire de faire un court rappel des méthodes de mesure.

Plusieurs techniques ont été développées pour mesurer les fibres d'amiante dans l'air ambiant. La méthode de référence en milieu de travail est la microscopie optique à contraste de phase (MOCP). Cette méthode analytique que l'on a commencée à utiliser dans les années 1960 (10), a été améliorée au fil des ans. Aussi, le protocole a l'avantage d'avoir été progressivement standardisé (4). La MOCP permet de calculer le nombre de fibres de diamètre (d) inférieur à 3 microns, de longueur (l) supérieure à 5 microns et de rapport l/d supérieur à 3. Cependant, sa non efficacité à discriminer les fibres d'amiante des autres types de fibres, et sa trop faible sensibilité en font, dans des milieux présumément peu contaminés tels que les édifices publics, une méthode inappropriée (1,4).

Une seconde méthode plus utilisée en Europe, notamment en Allemagne et en Suisse (1), est la microscopie électronique à balayage (MEB) qui permet approximativement, à l'aide d'une analyse chimique complémentaire, de distinguer les fibres d'amiante de d'autres matériaux fibreux. Ces appareils à fort grossissement nécessitent toutefois des compromis entre la résolution d'images et le signal (4). Aussi, autant au niveau de la qualité des mesures que de l'identification des fibres, la technique est peu adéquate lorsque utilisée dans les édifices publics.

Dans les bâtiments publics, la méthode recommandée est la microscopie par transmission électronique (MTE) (1,4). Celle-ci permet l'identification exacte des fibres d'amiante avec une sensibilité suffisante pour des mesures dans un milieu peu contaminé. Il existe deux grandes variantes, soit les méthodes par transfert direct, et les méthodes par procédures indirectes après passage du filtre original dans une suspension liquide (4).

Pour quantifier des fibres de chrysotile de plus de 5 microns, il semble que les méthodes directe et indirecte soient à peu près équivalentes. Cependant, face à des mélanges de fibres tels que ceux rencontrés dans les édifices publics, l'adéquation entre les deux méthodes n'a pas été faite. De plus, au fil des ans et des études publiées, les protocoles analytiques, autant au niveau de la prise des échantillons que des analyses en laboratoire, ont souvent été variables limitant grandement les possibilités de comparaison (11).

Les occupants

L'exposition

Après une revue de littérature exhaustive sur le sujet et une évaluation de la qualité des études par un comité d'experts, le HEI a relevé en 1990 l'ensemble des rapports relatant des concentrations d'amiante dans l'air ambiant d'édifices publics mesurés par MTE susceptibles de refléter l'exposition des occupants. Tous les résultats ont été répertoriés en fibres plus longues que 5 microns (4).

Deux études canadiennes (8,12), deux études britanniques (13,14) et deux études américaines (15,16), dont une relatant des mesures faites dans un contexte de démêlés juridiques (16), ont été incluses dans l'analyse. On a également ajouté trois enquêtes non publiées parmi lesquelles une avait été réalisée en relation avec des poursuites légales. Au total, la banque de données résultante, dans les cas où il n'y avait pas de poursuite, regroupait 1 377 échantillons obtenus dans 198 édifices différents. Les concentrations moyennes par catégorie d'édifices étaient de 0,00051 fibre (f)/ml, 0,00019 f/ml et 0,00020 f/ml respectivement dans les écoles (n = 48), les résidences (n = 96) et les autres types d'édifices publics et commerciaux (n = 54) (4). Pour l'ensemble, la moyenne était de 0,00027 f/ml et le 95^e percentile de 0,0014 f/ml. Dans les cas de démêlés juridiques, les moyennes respectives pour 171 écoles, 10 résidences et 50 autres types d'établissements étaient de 0,00011 f/ml, sous la limite de détection et 0,00006 f/ml (4). Basé sur ces données et sur le fait que les concentrations dans l'air extérieur sont généralement de 0,00001 f/ml et 0,0001 f/ml respectivement en milieu rural et urbain, les experts du HEI ont conclu, en accord avec le dernier rapport de l'EPA sur la question (7), que les MCA en bonne condition et non agités sont peu susceptibles de générer une exposition supérieure à celles prévalant dans l'air extérieur.

Au Québec, il y a peu de données disponibles. En mars 1979, suite à la controverse suscitée aux États-Unis relatant la présence de MCA dans les écoles, le ministère de l'Éducation du Québec (MEQ) a été

avisé par le Bureau de l'amiante que certaines formes d'amiante utilisées dans les écoles construites entre 1945 et 1975 pouvaient comporter des dangers pour la santé des occupants (17). On parlait alors des flocages, soit de « l'amiante non scellé dont la consistance est plutôt fragile » (17). Suite à la réception de cet avis, le MEQ a entrepris de faire un inventaire des écoles susceptibles de contenir de l'amiante. Cependant, il est très difficile aujourd'hui de savoir comment cet inventaire a été fait. Quoiqu'il en soit, à ce moment-là, une centaine d'écoles auraient été identifiées, et une trentaine ont été retenues comme devant recevoir un traitement particulier (17).

Au fil des années, le dossier a refait surface périodiquement, notamment dans les régions des Laurentides (18) et de Québec (19). Tout récemment en 1996 et en 1997, des flocages d'amiante fortement détériorés ont été identifiés dans des établissements scolaires (20,21,22). Quelques-uns de ces cas ont eu des retentissements importants dans les médias. Cependant, bien peu de mesures objectives ont été réalisées dans l'air ambiant. De plus, dans les cas où de telles mesures ont été réalisées, la MOCP a été généralement utilisée, une technique qui, telle que déjà spécifiée, n'a pas la précision désirée pour évaluer l'exposition dans un contexte d'édifices publics. À cet effet, le cas d'une polyvalente de la Gaspésie, où des fibres d'amiante ont été mesurées par MOCP et MTE, montre de façon éloquente les disparités possibles entre les résultats obtenus par les deux méthodes. À cet endroit, les mesures faites sur les mêmes échantillons ont montré des concentrations variant de 0,02 à 0,26 f/ml d'amiante en MOCP et de non détectées à 0,035 f/ml d'amiante en MTE (22). Les résultats plus élevés mesurés par MOCP sont ici probablement dus à une contamination du milieu par des fibres autres que de l'amiante. Quoiqu'il en soit, un chiffre de 0,035 f/ml mesuré par MTE d'amiante amosite (tel que documenté dans ce cas) dans un local de classe est une concentration plus élevée que celles recensées par le HEI suite aux études réalisées dans les années 1970 et 1980.

Mis à part le cas précité, les seules autres données de quantification de fibres d'amiante par MTE dans les édifices publics du Québec ont été recueillies de 1990 à 1997 par le D^r André Dufresne du département de Santé au travail de l'Université McGill¹. Fait à considérer, les échantillons prélevés l'ont été dans des édifices où on suspectait des problèmes de MCA détériorés. Trente-neuf prélèvements ont été réalisés dans 10 écoles de la région de Montréal. Au total, 30 % des mesures étaient au-delà de 0,025 f/ml plus longues que 5 microns, la limite de référence établie en France pour signifier la mise en place de mesures de contrôle en présence de MCA (9) et 38 % au-delà de 0,01 f/ml, le critère d'action relatif à la concentration d'amiante dans l'air ambiant des édifices publics adopté par le ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec (MSSS) (23). La valeur la plus élevée était 0,3 f/ml. Tous les prélèvements supérieurs à 0,025 f/ml l'ont été dans trois écoles et impliquaient des situations exceptionnelles (contacts physiques importants avec les surfaces, manque d'hygiène, etc.). Le D^r Dufresne a également mesuré les concentrations de fibres d'amiante dans quinze prélèvements d'air recueillis dans six édifices publics autres que des écoles. Tous les résultats étaient inférieurs à 0,025 f/ml (24). Globalement, les valeurs recueillies par le D^r Dufresne étaient plus hautes que celles également répertoriées par le HEI dans un contexte de suspicion de MCA détériorés. Comme pour l'école de la Gaspésie, l'âge des MCA y est peut-être pour quelque chose puisque les données de l'Université McGill sont plus récentes que celles que l'on retrouve dans la littérature existante.

1. Depuis la parution de ce rapport en 1998, l'Institut de recherche Robert Sauvé en santé et sécurité du travail a réalisé une étude dans 17 établissements scolaires. Il en est question dans le dernier paragraphe de la section 3.4

Les risques à la santé

L'exposition à l'amiante se fait principalement par inhalation, aussi n'est-il pas étonnant que les effets subséquents se situent d'abord et avant tout au niveau du système respiratoire. Ceux-ci ont été documentés chez l'animal (25), mais également chez l'humain à partir des données colligées chez des individus exposés à des concentrations élevées en milieu de travail (25). Dans ce contexte, il a été clairement démontré que l'amiante est une cause d'une forme de fibrose du poumon et de la plèvre (amiantose) lors de l'exposition prolongée à des concentrations importantes, mais également un facteur étiologique du cancer du poumon, du mésothéliome (cancer de la plèvre et du péritoine), et possiblement de néoplasies à d'autres sites (larynx, colon, rectum) (1,4). D'ailleurs, c'est sur la base de ces évidences que l'amiante a été classé dans le groupe 1, soit un cancérigène prouvé chez l'humain, par l'International Agency for Research on Cancer (IARC) (26). Cependant, relativement à la problématique particulière de la contamination de l'air ambiant des édifices publics, les niveaux d'exposition sont relativement bas. Aussi, les seules pathologies reliées à l'amiante étant préoccupantes pour les occupants sont le cancer du poumon et le mésothéliome (4).

Certaines évidences démontrent que le risque de cancer du poumon et de mésothéliome secondaire à l'exposition à l'amiante augmente avec la longueur des fibres. Ainsi, chez l'animal, on a clairement démontré un accroissement de l'induction des tumeurs lorsque les fibres sont de plus de 5 microns. Les fibres plus courtes sont relativement inactives (4). De plus, les mésothéliomes surviennent plus fréquemment suivant l'exposition à des fibres plus minces qu'épaisses (4). Finalement plusieurs études suggèrent que les amphiboles sont plus susceptibles de causer des mésothéliomes que le chrysotile (25). Toutefois, ceci est fortement contesté (27), et l'hypothèse d'un risque spécifique à un type de fibres n'est pas encore prouvée (4). Pour le cancer du poumon, aucune différence n'a été démontrée en relation avec le type de fibres (4).

Tel que déjà précisé, la démonstration de la cancérogénicité de l'amiante sur le poumon et la plèvre n'est plus à faire. La preuve a été clairement faite par l'étude de cas de travailleurs fortement exposés (4). Cependant, les mêmes évidences n'existent pas actuellement pour des expositions plus faibles associées à la contamination de l'environnement, notamment dans les édifices publics, et il est douteux, en raison de limites méthodologiques importantes inhérentes à la réalisation d'études épidémiologiques à visées étiologiques, qu'il soit possible de le faire. Aussi, le risque est évalué à partir de modèles d'analyses basés sur les données colligées chez les travailleurs. Évidemment, il faut convenir qu'il est hasardeux d'extrapoler des résultats recueillis sur des sujets fortement exposés au travail à des populations soumises à des concentrations beaucoup plus faibles dans un contexte tout à fait différent.

De plus, la construction de tels modèles implique que l'on fasse des postulats pour tenir compte par exemple du temps de latence, de l'effet de l'âge, ou encore de l'existence ou non d'un seuil. On comprendra donc que les résultats obtenus doivent être interprétés en prenant conscience de l'existence d'un grand nombre d'incertitudes (23,28). D'ailleurs, une étude de corrélation récente réalisée au Québec chez des femmes de deux villes minières semble démontrer que le modèle dose-effet de l'EPA surestime le risque pour le cancer du poumon par un facteur d'au moins 10(29). Malgré tout, ces modèles fournissent un indice quantitatif intéressant de l'impact possible de l'exposition environnementale à l'amiante sur la santé.

Tel que déjà précisé, au début des années 1990, le HEI a été mandaté par le Congrès américain pour examiner la problématique de l'amiante dans les édifices publics et commerciaux (4). Ils ont revu toutes les évaluations de risque sur l'amiante, en ont fait le bilan et ont appliqué les résultats obtenus directement à la contamination de bâtiments. Ainsi, le HEI a estimé qu'une exposition de six ans entre l'âge de 5 et 11 ans (180 jours/an, 5 heures/jour) survenant dans une école fortement contaminée en fonction des données relevées dans la littérature, soit des concentrations dans l'air ambiant de 0,005 fibres mixtes de plus de 5 microns/ml, engendrait un risque de mourir d'un cancer du poumon ou d'un mésothéliome d'environ 30 cas par million de personnes exposées (30×10^{-6}). Toujours selon les estimations du HEI, un professeur exposé vingt ans à 0,005 fibres mixtes de plus de 5 microns/ml entre l'âge de 25 et 40 ans (200 jours/an, 8 heures/jour) subirait un risque de l'ordre de 80 par 10^{-6} (4). Il y a lieu de noter ici, que même s'il existe une controverse importante sur le sujet, la plupart des organisations oeuvrant pour la défense de l'environnement estiment qu'un risque plus élevé que 1×10^{-6} ne doit pas être accepté lorsqu'il est question de l'exposition à un carcinogène humain (30). Par ailleurs, l'EPA juge qu'une exposition environnementale qui génère des excès de risques à vie de l'ordre de 1×10^{-4} à 1 par 10^{-6} doit être, dans la mesure du possible, sujette à des mesures pour protéger la santé publique (30).

Hughes et Weill ont procédé au même exercice que le HEI en utilisant le modèle de la *Royal Commission on Matters of Health and Safety Arising from the Use of Asbestos in Ontario* (8) en pondérant pour le type d'amiante. Leur estimation du risque encouru pour un enfant de neuf ans exposé à l'école à 0,003 fibres mixtes de plus de 5 microns/ml durant six ans est de 15×10^{-6} alors qu'il est de $4,5 \times 10^{-6}$ s'il s'agit de chrysotile (31). Les résultats sont donc du même ordre de grandeur que ceux obtenus d'après le modèle du HEI. Fait intéressant, les auteurs ont transposé les risques calculés secondairement à l'exposition à l'amiante en taux de mortalité annuel à partir de la fin de l'exposition à l'âge de 15 ans jusqu'à 75 ans. Un taux annuel de 15×10^{-6} pour une exposition à 0,003 fibres mixtes de plus de 5 microns/ml équivaut à un taux annuel moyen de 0,025 décès par million de personnes exposées ($0,25 \times 10^{-6}$). En comparaison, le même indice est $1\,200 \times 10^{-6}$ pour les décès associés au tabagisme, de 15×10^{-6} pour ceux causés par des accidents de cyclisme entre l'âge de 10 et 14 ans, de même que par inhalation ou ingestion d'objets étrangers et finalement, de 10×10^{-6} pour les fatalités secondaires à des blessures subies en jouant au football à l'école secondaire aux États-Unis entre 1970 et 1980 (31).

Les travailleurs

Dans le cadre de leur occupation professionnelle, les travailleurs d'entretien peuvent remettre en suspension des débris et des poussières d'amiante déposés et peuvent occasionnellement être en contact avec des MCA lors de certains travaux. Déjà en 1971, Lumley a documenté que le brossage d'une surface recouverte d'un flochage de crocidolite pouvait entraîner une concentration dans l'air ambiant de 11,9 f/ml (32) documentée par MOCP. Sawyer a montré que le fait de nettoyer des livres dans une librairie contaminée par des débris de chrysotile provenant du plafond pouvait générer des concentrations également mesurées par MOCP de 15,5 f/ml (33). Malheureusement, en 1991, aucune étude solide n'avait été réalisée pour vérifier l'effet d'activités de nettoyage sur l'exposition des travailleurs dans des édifices publics (4), et nous n'en avons pas répertoriée par la suite. Cependant, une étude réalisée chez 120 concierges d'écoles publiques aux États-Unis a montré une prévalence de 33 % de plaques pleurales documentées à la radiographie pulmonaire (un bon indice d'exposition à

l'amiante) par rapport à 1,8 % chez 717 travailleurs d'une université de Boston sans exposition connue à l'amiante (34).

Pour les travaux de maintenance, telles que les activités d'entretien des bouilloires et des échangeurs d'air, de réparation et de remplacement des tuyaux isolés à l'amiante, des remplacements de valves, d'installation de câbles pour la télécommunication, Price a fait en 1992 une revue des données existantes recueillies par MOCP et a estimé à 0,002 f/ml et 0,02 f/ml par année les valeurs médianes et de 90^e percentile d'exposition des travailleurs impliqués dans de telles activités. La banque de données utilisée regroupait 1 227 échantillons d'air recueillis durant les activités de maintenance régulières d'édifices publics (35).

Plus récemment, en 1994, Kinney a publié les résultats d'une surveillance des activités de maintenance réalisées dans le cadre d'un programme de surveillance des travaux impliquant des MCA d'un grand édifice public de Washington. Les prélèvements ont été faits sur une période de cinq ans près de l'aire de travail et représentent principalement l'exposition des employés et des occupants à proximité des travaux mais non engagés dans des travaux eux-mêmes. Un total de 916 échantillons a été prélevé par MOCP durant 213 tâches de maintenance et de rénovation faites en prenant des mesures pour limiter la contamination du milieu. Dans les zones de travail, la moyenne des concentrations mesurées était de 0,007 f/ml, alors qu'elles diminuaient à 0,004 f/ml à l'extérieur desdites zones. Pour l'ensemble des travaux, la réparation de plafonds endommagés (0,01 f/ml) et les tâches au-dessus des plafonds suspendus (0,009 f/ml) ont généré les niveaux les plus élevés. Finalement, certaines activités particulières ont contaminé de façon plus importante l'air ambiant. À titre d'exemple, un travail de réparation au-dessus d'un plafond suspendu a produit des concentrations de fibres allant de 0,013 à 0,451 f/ml. Un total de 162 prélèvements ont également été faits par MTE dans les cas où on suspectait des concentrations élevées et les résultats ont été répertoriés en structures (toute fibre et/ou enchevêtrement de fibres) de plus de 5 microns/ml. En moyenne, les concentrations étaient de 0,014 f/ml. Les auteurs ont conclu que le programme de surveillance et d'entretien des MCA permettait de limiter la contamination mais que certains travaux pouvaient tout de même générer des teneurs élevées d'amiante dans l'air ambiant (36).

Dans le même ordre d'idées, Corn a également fait un relevé des données d'échantillonnage faites dans cinq bâtiments publics (4 édifices commerciaux et 1 hôpital) dans le cadre d'un programme de maintenance et d'entretien. Un total de 500 échantillons a été obtenu à l'aide de moniteurs personnels et de prélèvements faits dans l'aire de travail. Les analyses ont été réalisées par MOCP. Les mesures de contrôle de la contamination étaient des moyens simples tels que la vaporisation des tuiles de plafond avec de l'eau, l'utilisation d'un aspirateur de particules de haute efficacité au niveau de l'aire de travail et un travail soigné. L'exposition personnelle dans un des édifices durant les travaux d'électricité-plomberie, de passage de câbles, et d'entretien de systèmes de chauffage, de ventilation et d'air climatisé allait respectivement de 0,000 à 0,035 f/ml, 0,001 à 0,288 f/ml et 0,000 à 0,077 f/ml. Considérant le temps passé à faire ces travaux, l'exposition moyenne pondérée (Time-Weighted-Average) était pour ces trois types de travaux, respectivement de 0,015 f/ml, 0,017 f/ml et 0,02 f/ml. Les auteurs ont conclu qu'il est possible par des mesures simples de limiter l'exposition des travailleurs à l'amiante bien en deçà de la norme de 0,1 f/ml pour une période quotidienne de 8 heures par jour durant 5 jours par semaine de la U.S. Occupational Safety and Health Administration (OSHA) lors de travaux impliquant des MCA dans les bâtiments publics (37).

S'il est possible de contrôler la contamination de l'air ambiant par l'amiante lors de travaux impliquant des MCA, il est clair que sans mesure de protection adéquate, l'exposition peut être plus importante. Ainsi Paik a démontré, lors d'une étude effectuée dans onze édifices où des travaux de rénovation ont été réalisés et dans trois autres où des flocages ont été enlevés, des expositions importantes pour les travailleurs, documentés par MOCP. L'exposition moyenne des ouvriers du métal, des menuisiers et des électriciens était de 0,19 f/ml. Lors des travaux d'enlèvement utilisant des méthodes sèches, la concentration moyenne était de 16,4 f/ml. Celle-ci était réduite à 0,5 f/ml par l'utilisation de méthodes humides (38). Par ailleurs, Burdett a réalisé une étude dans deux édifices où il y a eu des travaux d'enlèvement de flocage. Dans un de ceux-ci, les concentrations de fibres de plus 5 microns mesurées par MTE dans l'aire de travail était de 10 à 30 f/ml (39).

Au Québec, il y a peu de données disponibles quant à l'exposition des travailleurs impliqués dans des travaux d'entretien, de rénovation ou de contrôle et d'enlèvement d'amiante dans les édifices publics. Le « Règlement sur la qualité du milieu de travail » stipule que les travaux susceptibles d'émettre des poussières d'amiante doivent être réalisés en respectant les dispositions de la section 3.23 du Code de sécurité pour les travaux de construction (2), laquelle prévoit les mesures à prendre pour protéger les travailleurs et l'environnement. Mais encore faut-il que ces travailleurs soient conscients qu'ils manipulent des MCA.

Lors de l'investigation d'un problème de flocage d'amiante situé au plafond des classes du second étage d'une école de la région de Québec, on a appris à l'histoire, que suite à un dégât d'eau survenu quelques années auparavant, des revêtements similaires avaient été enlevés sans aucune précaution pour protéger les travailleurs et pour éviter la dispersion des fibres dans l'école durant les travaux (21). Dans de telles conditions, la contamination résultante peut durer longtemps, et il peut s'écouler plusieurs semaines, voire même plusieurs mois, avant le retour au niveau de base (39). Fait tout aussi troublant, dans un édifice de la région de Montréal, le D^r Dufresne de l'Université McGill a documenté par MTE, lors de travaux faits sur des MCA, des concentrations de 10 à 30 fibres plus grandes que 5 microns/ml, dont 40 % étaient de l'amosite (24). Aucune mesure n'avait été mise en place pour protéger les travailleurs ou encore les occupants qui venaient, à ce moment-là, à leurs occupations régulières.

Évidemment, on peut penser que les cas comme ceux énumérés dans le paragraphe précédent relèvent simplement de l'exception. Cependant, les données récentes de maladies professionnelles indiquent que les travailleurs du secteur de la construction au Québec ont été exposés à l'amiante. Ainsi, Bégin, après une revue des cas de mésothéliomes compensés par la « Commission de la santé et de la sécurité du travail » (CSST) de 1967 à 1990, a constaté une augmentation plus grande des cas dans le secteur de la construction que dans ceux des mines et de la transformation. Lors des quatre dernières années de l'étude, 33 % des cas étaient survenus chez les travailleurs du bâtiment (40). De plus, toujours d'après les données de la CSST, mais entre 1991 et 1995, sur 135 cas d'amiantose reconnus par les « Comités de maladies pulmonaires professionnelles », 38 étaient du secteur primaire (mines), 19 du secteur secondaire (transformation) et 78 du secteur tertiaire (construction). Les demandes d'indemnisation de ce dernier secteur provenaient d'individus plus jeunes, soit 39 (50 %) chez des personnes de moins de 60 ans oeuvrant dans plusieurs corps de métiers différents (plombiers, calorifugeurs, mécaniciens, etc.)². Ces relevés étaient préoccupants puisqu'il n'y avait pas eu, lors des

2. Monique Rioux, CSST, communication personnelle, 1998

années précédentes, de programme de surveillance systématique de l'état de santé respiratoire des travailleurs dans le secteur de la construction comme dans le secteur primaire.

Un dépistage a été mis sur pied en 1995 par le CLSC des Faubourgs à Montréal. Au printemps 1997, 20 travailleurs sur 972 (2,1 %) ont été identifiés comme ayant des anomalies radiologiques compatibles avec un diagnostic d'amiantose. Les cas sont survenus chez des plombiers, des ferblantiers, des mécaniciens et des calorifugeurs (42)³. Même si ce dépistage a été réalisé auprès de volontaires, et qu'en cela il peut être entaché d'un biais de sélection, il suggère de nouveau que l'amiantose peut survenir chez les travailleurs de la construction. Or, si l'on considère que le développement de cette forme de fibrose requiert une exposition notable, de l'ordre de 25 f/ml-année selon certains auteurs (1), on constate que les ouvriers du bâtiment peuvent avoir été fortement exposés à l'amiante par le passé.

Ce fait a été récemment reconnu par les auteurs d'un mémoire de la CSST qui estimaient que « les travailleurs les plus exposés à des concentrations dangereuses de fibres d'amiante sont ceux du secteur de la démolition, de la rénovation et de l'entretien de bâtiments ou d'installations isolés à l'amiante », et qu'il y a lieu « d'élaborer, conjointement avec la Régie du bâtiment, un projet de règlement spécifique à la gestion et au contrôle de l'amiante par les propriétaires de bâtiments » (2). Considérant les données actuelles, il faut bien avouer que le constat est juste et que la recommandation est on ne peut plus prioritaire.

Le contrôle de l'exposition

En raison du caractère hautement technique du sujet discuté, cette section, loin de prétendre être exhaustive, fait un survol des différents éléments susceptibles de permettre de limiter l'exposition humaine aux MCA dans les bâtiments publics.

L'inventaire

Le contrôle de l'exposition à l'amiante dans les édifices publics passe par l'identification des MCA, d'abord par l'examen des plans et devis, et ensuite par l'échantillonnage et l'analyse du matériau suspect en laboratoire (3,41). En Ontario, les propriétaires d'édifices publics sont responsables d'identifier les MCA dans leurs bâtiments. Il en est de même aux États-Unis pour les écoles primaires et secondaires (7) où la mise en place de programmes de surveillance et d'entretien pour les MCA est prescrite par règlement, alors que pour les autres types d'édifices, les propriétaires sont fortement encouragés à le faire (3,7). Depuis 1997, en France, les propriétaires ont également l'obligation de faire l'inventaire des flocages et calorifugeages situés dans leurs locaux (9).

Au Québec, aucune réglementation n'existe en ce sens, mais un comité de la CSST vient d'en recommander une qui obligerait les propriétaires de bâtiments publics à rechercher la présence de flocages et de calorifugeages, à inventorier et localiser les MCA, à identifier les types d'amiante en

3. Une autre étude a été récemment réalisée dans la région de Montréal (49). Un total de 83 travailleurs d'entretien potentiellement exposés à l'amiante durant leur travail ont passé une radiographie pulmonaire. Plusieurs de ceux-ci auraient également travaillé dans la construction. Aucun cas d'anomalie radiographique compatible avec l'amiantose n'a été détecté chez ces travailleurs. Les auteurs ont conclu que l'exposition n'a probablement pas été assez longue ou élevée pour occasionner des lésions chroniques détectables.

fonction de leur emplacement, à informer obligatoirement leurs propres travailleurs d'entretien ainsi que des entreprises extérieures avant la réalisation de tout travail à proximité ou sur les MCA, à vérifier l'état de conservation des flocages et/ou des calorifugeages, à évaluer périodiquement l'état de conservation des matériaux et à réaliser les correctifs appropriés selon leur état (2). Évidemment, une telle réglementation adéquatement appliquée serait un pas énorme pour la protection du public, mais surtout (conjointement avec les dispositions de la sous section 3.23 du Code de sécurité pour les travaux de construction) des travailleurs contre les maladies causées par l'amiante.

3.2. MISE EN PLACE D'UN PROGRAMME DE MAINTENANCE ET D'ENTRETIEN

Selon l'EPA, la mise en place d'un programme de maintenance et d'entretien vise à nettoyer les fibres d'amiante déjà libérées, à minimiser les dommages ou les altérations aux MCA, et à surveiller l'état des MCA (3). Brièvement, les éléments du programme impliquent l'éducation et l'entraînement des employés concernant la localisation des MCA, l'utilisation du matériel de protection individuelle et les techniques de travail et de nettoyage adéquates avec les MCA, une surveillance lors des travaux impliquant les MCA pour s'assurer que les mesures de prévention sont mises en place, et finalement, une inspection périodique de l'état des MCA.

3.3. L'ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES MATÉRIAUX CONTENANT DE L'AMIANTE

L'évaluation de l'état des MCA est faite en vue de déterminer le potentiel de libération d'amiante dans l'air. Évidemment, les calorifugeages, mais surtout les flocages deviennent à cet effet plus problématiques (3,9). À l'examen de la littérature sur le sujet, on constate qu'il existe trois approches : une première essentiellement qualitative, une seconde quantitative et une dernière qui est un mélange des deux premières.

L'approche qualitative

L'approche qualitative a été principalement conçue par l'EPA. Elle repose sur une évaluation de l'état des MCA au moyen d'un algorithme, d'une matrice ou encore d'un arbre de décision (4).

Le premier algorithme (conçu par le D^r Benjamin Ferris) a été utilisé dans une étude réalisée dans 1 425 écoles au Massachusetts. L'index de Ferris était basé sur le pointage octroyé par l'observateur à cinq variables, soit l'accessibilité, la condition du matériel, la friabilité, la présence dans les conduits de ventilation et le pourcentage d'amiante (6). En fonction du pointage octroyé, on décidait de l'ampleur des mesures de contrôle (enlèvement, encapsulation).

Parallèlement, l'EPA a développé son propre algorithme. Celui-ci utilisait les mêmes variables que l'index de Ferris, auxquelles ont été ajoutés les dommages causés par l'eau, l'activité des occupants et l'étendue de la surface exposée. Subdivisé en trois catégories, le pointage devait également servir à sélectionner les mesures de contrôle appropriées.

Cet outil a été évalué par Findley. Un échantillon de 43 étudiants gradués en administration et en santé publique a été scindé de façon aléatoire en deux groupes de 23 et 20 personnes. Les membres du premier groupe devaient évaluer cinq flocages une semaine après réception d'informations écrites, alors que ceux du second devaient faire le même travail après avoir reçu en plus un entraînement de

deux heures incluant une révision formelle de l'algorithme avec discussion et présentation de diapositives. Le troisième groupe qui jugeait de l'état des mêmes revêtements contenant de l'amiante était formé de cinq hygiénistes industriels ayant une expérience pertinente en analyse de risque et servait de référence. Les résultats ont été, selon les auteurs, plutôt décevants. On ne notait pas de différence statistique entre le résultat des deux premiers groupes et il y avait une grande variabilité des pointages entre les observateurs (43). Cependant, à l'examen des données, on constate que pour quatre flocages, un fort pourcentage des membres des deux premiers groupes (67 %, 84 %, 88 %, 98 %) ont discriminé, en accord avec le consensus d'experts, les flocages très détériorés de ceux non détériorés ou modérément détériorés. Pour le dernier cas, qui a été noté par les hygiénistes à la limite supérieure de la catégorie modérément détériorée, 81 % des étudiants avaient classé le flocage comme très détérioré. Aussi, l'algorithme permettait généralement à des observateurs plus ou moins entraînés, de discriminer les MCA en mauvais état. Quoiqu'il en soit, la variabilité inter-observateurs a amené l'EPA à recommander subséquemment l'usage d'une matrice (3) plus simple mais possiblement moins sujette à la subjectivité (4). Celle-ci est principalement basée sur deux variables, soit le potentiel pour les dommages futurs (bas, élevé), et l'état actuel du matériel (bon, dommages mineurs, mauvais). La conjonction de ces deux paramètres permet d'orienter les mesures de contrôle (3).

Pour l'EPA, l'échantillonnage d'air, quoique attrayant, ne permet de mesurer que les conditions existantes lors des prélèvements. Il ne fournit donc pas d'information à propos du potentiel de libération des fibres ou encore de leur concentration future dans l'air ambiant (3). On lui reconnaît toutefois une certaine utilité pour compléter l'inspection visuelle (7). Cette opinion n'est toutefois pas partagée par tous.

L'approche quantitative

Crump réfute les arguments de l'EPA concernant les augmentations possibles de la quantité de fibres durant de brèves périodes qui pourraient ne pas être reflétées par un monitoring dans l'air ambiant. Il cite à cet effet, les concentrations mesurées provenant de 1 185 échantillons recueillis dans des édifices publics qui équivalent à un échantillonnage continu de trois ans (44). De plus, Guillemain, dans une étude réalisée dans douze édifices avec et sans amiante friable a évalué les MCA avec les algorithmes de Ferris et de l'EPA, tout en mesurant les concentrations dans l'air ambiant par TEM. Il estime que les algorithmes visuels ne peuvent en aucun temps permettre d'évaluer adéquatement l'exposition aux fibres d'amiante, et qu'ils sont utilisés à de mauvaises fins (11).

C'est une opinion en partie partagée par Wilson qui, suite à la panique survenue en 1993 chez les parents des enfants fréquentant les écoles avec des MCA de la ville de New-York, et la réaction des autorités qui ont répondu en fermant les dites écoles, a estimé que l'hystérie était survenue en raison de la politique en matière d'amiante de l'EPA qui n'a pas de base scientifique solide concernant l'évaluation du risque, laquelle devrait s'appuyer sur un monitoring des concentrations dans l'air ambiant (45). À la lumière de l'ensemble de la littérature, il faut bien avouer qu'il n'existe pas de panacée et qu'il faut prendre conscience des limites actuelles dans l'évaluation de l'exposition.

L'approche qualitative et quantitative

Dans le cadre de la toute nouvelle réglementation française, les autorités ont développé un arbre de décision qualitatif qui permet de classer les flocages en trois catégories, soit en bon état, partiellement dégradé et en mauvais état. Dans ce dernier cas, des travaux doivent être entrepris pour

régler le problème. Lorsque le flochage est classé dans la première catégorie, le MCA doit être réévalué dans trois ans. Cependant, s'il se situe dans la seconde catégorie, on ajoute un élément quantitatif, soit une mesure des fibres d'amiante dans l'air par MTE. Si la concentration mesurée est inférieure ou égale à 0,005 f/ml, le flochage doit être réévalué après trois ans. Si elle se situe entre 0,005 et 0,025 f/ml, il doit être réévalué dans deux ans, alors que si elle est supérieure ou égale à 0,025 f/ml, des correctifs doivent être apportés (9). Il s'agit donc d'une approche qui introduit une mesure plus objective pour aider à trancher les cas les plus litigieux.

Réduction de la libération de fibres d'amiante dans l'air

Globalement, il existe trois types de mesures pour contrôler la libération d'amiante par les MCA, soit l'enlèvement, l'encoffrement et l'encapsulation (3). Si les gens de la santé sont responsables de déterminer si une situation peut entraîner des risques pour les occupants, il ne leur appartient pas de décider laquelle de ces mesures doit être utilisée. Aussi nous élaborerons peu sur le sujet. Cependant, certains faits relatifs à l'expérience américaine méritent d'être cités ici.

En 1985, l'EPA, dans le « Guide pourpre », recommandait l'enlèvement comme la meilleure alternative lors de problèmes de MCA dans les édifices publics (3). Cependant, certaines études ont clairement démontré que souvent l'enlèvement de l'amiante génère des risques plus grands pour les travailleurs et même pour les occupants que de laisser le matériel en place (30,45). Aussi, en 1990, dans le dernier guide produit sur le sujet, l'EPA estimait non seulement que, basé sur les données existantes, le risque à la santé pour les occupants secondaire à la présence d'amiante dans les édifices publics est bas, mais également que l'enlèvement n'est souvent pas la meilleure alternative pour diminuer l'exposition, et qu'il n'est requis que dans les cas d'activités de démolition ou de rénovation (7).

3.4. ÉTUDE DANS LES ÉCOLES DU QUÉBEC

Déjà en juin 1997, les membres du sous-comité sur la mesure de l'exposition jugeaient que les données concernant l'exposition à l'amiante dans les édifices publics du Québec, autant en relation avec l'exposition des occupants que des travailleurs, étaient limitées (46). Pour les travailleurs, un groupe de travail de la CSST étudiait déjà la problématique. Parallèlement, on constatait, possiblement en raison du débat sur la scène internationale, une inquiétude du public et un intérêt des médias relativement à l'exposition à l'amiante pour les occupants d'édifices publics. À cet effet, les seules données disponibles, soit les résultats répertoriés par l'Université McGill de 1990 à 1995, indiquaient, possiblement en raison de l'état de vieillissement des MCA, des concentrations dans l'air ambiant nettement supérieures à celles colligées à partir d'études réalisées dans les années 70 et 80 en Europe et en Amérique du Nord. De plus, tout comme pour les données répertoriées par le HEI, les niveaux semblaient plus élevés dans les écoles que dans les autres types d'édifices publics. Par ailleurs, les enfants en raison de leur jeune âge et de la longue période de latence avant la survenue des pathologies en relation avec l'exposition à l'amiante, sont généralement considérés comme un groupe plus à risque, et il faut bien l'avouer, les quelques cas récents survenus dans le milieu scolaire étaient également susceptibles d'engendrer une panique injustifiée et une gestion de risque, à l'exemple de l'expérience américaine, tout à fait inappropriée (30,45).

En juin 1997, il a donc été recommandé de procéder à une étude dans un échantillon aléatoire de 200 écoles au Québec pour vérifier l'ampleur de l'utilisation de l'amiante dans les établissements scolaires et son impact sur la santé publique. On voulait également profiter de l'occasion pour tester différents instruments (méthode d'évaluation qualitative, échantillonnage d'amiante dans l'air, stratégie de communication...). À ce scénario, le ministère de l'Éducation du Québec (MEQ) a plutôt préféré une enquête couvrant l'ensemble des écoles de niveaux primaire et secondaire. Celle-ci débuta en avril 1998, les commissions scolaires étant responsables d'identifier l'ensemble des flocages dans les bâtiments sous leur juridiction. Après quoi, un technicien ou un hygiéniste industriel du réseau de la santé devait faire l'évaluation de l'état de conservation des MCA répertoriés.

Un groupe de travail fut donc formé regroupant des représentants du MEQ, de l'IRSST, de l'Université McGill, de la CSST et du réseau de la santé. Suite à une séance de travail, une stratégie fut élaborée pour l'évaluation du potentiel d'émission de fibres d'amiante dans l'air ambiant et la gestion des MCA (voir annexe 3). Celle-ci s'appuie sur une approche mixte (qualitative et quantitative) inspirée de la politique française. Un arbre de décision a été construit et il repose sur cinq facteurs, soit l'état de conservation, l'accessibilité, la friabilité, les facteurs de dispersion et les types d'amiante. Après application de la grille d'évaluation, les MCA sont caractérisés en trois classes en fonction de l'état de dégradation et du potentiel d'émission des fibres dans l'air ambiant. Pour les MCA de classe 3, les correctifs appropriés doivent être faits. Les MCA de classe 1 sont soumis à une évaluation périodique aux trois ans, sauf s'il s'agit d'amphiboles, auquel cas on doit procéder à une mesure des fibres d'amiante dans l'air par MTE. Si les niveaux sont inférieurs à 0,01 f/ml, le critère d'action récemment adopté par le MSSS (23), une évaluation doit être faite périodiquement aux deux ans. Dans le cas contraire, les travaux doivent être faits pour corriger la situation. Une mesure des fibres d'amiante dans l'air est également prévue pour tous les MCA de classe 2 comme support à la prise de décision, et les concentrations supérieures ou égales à 0,01 f/ml demandent des correctifs. En bas du critère d'action, une évaluation périodique est nécessaire. Si la mesure est inférieure à 0,005 f/ml, elle doit être faite aux 3 ans pour le chrysotile, et aux 2 ans, s'il s'agit d'amphiboles. Si elle se situe entre 0,005 et 0,01 f/ml, l'évaluation est plus fréquente, soit aux 2 ans pour le chrysotile et annuellement pour les amphiboles. Le problème de la mesure des concentrations de l'amiante dans l'air ambiant par MTE pose un problème majeur au niveau logistique.

D'abord, il s'agit d'une analyse coûteuse. De plus, les infrastructures nécessaires sont insuffisantes au Québec. En effet, le seul laboratoire capable de procéder à cette technique analytique dans la province de Québec était, en 1998, celui de l'Université McGill, qui ne possédait pas, au moment de l'étude, les ressources matérielles et humaines suffisantes pour répondre à la demande. Aussi, compte tenu de cette situation, les échantillons devaient être acheminés en Ontario ou aux États-Unis.

Il existe possiblement une alternative pour permettre de diminuer les coûts d'analyses par MTE. Dans l'État du Michigan, on utilise la MOCP comme mesure de dépistage. Si les mesures sont de plus de 0,01 f/ml par MOCP, on vérifie par la suite en MTE pour s'assurer que les fibres mesurées sont bel et bien de l'amiante (45).

Malheureusement, les données sur la corrélation entre les mesures faites par MOCP et MTE sont discordantes et il est difficile de comparer les différentes études en raison des différences entre les techniques d'échantillonnage et d'analyse utilisées. En milieu de travail, Cherrie a estimé à partir de onze échantillons pris dans une manufacture utilisant de l'amiante chrysotile, un ratio MTE/MOCP de 4 alors que pour quatre échantillons d'amosite préparés en laboratoire, le même ratio était de 1,7 (47).

Plus récemment, Verma a montré à partir de 65 échantillons recueillis dans différentes entreprises où il y avait présence de chrysotile (mines, moulins, usines de freins...) des ratios MTE/MOCP variant de 1,4 à 3,2 (48).

Dans un contexte environnemental, Cherrie a estimé à partir de 44 échantillons recueillis à l'extérieur d'une manufacture d'amiante, dans des édifices publics avec des MCA, et dans l'air ambiant de milieux urbains, qu'il y avait peu de corrélation entre la MOCP et la MTE (47). Cette opinion est partagée par Kinney, qui, suite à l'étude de 76 filtres en duplicata, soit une mesure par MOCP et l'autre par MTE, a conclu à une faible corrélation entre les deux mesures. Cependant, les méthodes étaient difficilement comparables, puisque d'un côté il mesurait les fibres et de l'autre les structures. De plus, lorsqu'il intégrait dans le calcul les mesures sous la limite de détection, le coefficient de corrélation était de 0,87 ($p > 0,0001$) (36), indiquant en cela qu'en cas de très faible contamination, les deux méthodes étaient tout de même correctement corrélées.

Dans le même ordre d'idées, Burdett, qui a examiné 235 prélèvements réalisés dans des édifices publics et analysés par les deux méthodes, a estimé qu'il y avait une bonne corrélation entre la MOCP et la MTE, et que la MOCP était une méthode utile pour dépister les édifices ayant des niveaux possiblement élevés. Toutefois, les échantillons d'air analysés, de l'ordre de 500 litres (13), étaient dix fois inférieurs au standard actuel. Finalement, Guillemain, sur douze échantillons recueillis dans douze édifices a conclu que même si la MOCP était peu appropriée dans les situations où il pouvait y avoir différents types de fibres, elle pouvait être utile comme méthode de dépistage (11).

Dans le contexte des ressources disponibles à ce moment au Québec, nous étions d'avis qu'il y avait lieu de vérifier, par une étude pilote, les concentrations d'amiante dans les édifices publics avec des MCA dégradés ainsi que la validité de la MOCP comme mesure de dépistage des concentrations d'amiante dans ces lieux. Cette étude a été réalisée dans 17 bâtiments scolaires et a indiqué qu'une évaluation qualitative simple était préférable aux mesures quantitatives, qu'elles soient par microscopie optique à contraste de phase (MOCP) ou par microscopie électronique. La première est trop peu spécifique aux fibres d'amiante alors que la seconde ne devrait être utilisée que dans les cas problématiques. Globalement, l'étude a démontré dans 84 % des échantillons mesurés, que les résultats en microscopie électronique étaient inférieurs ou égaux à la limite de détection de la méthode utilisée. Cependant, la moyenne arithmétique de l'ensemble des échantillons de 0,0031 f/ml semblait également plus élevée que les valeurs citées dans la littérature. Néanmoins, les auteurs ont estimé que, sauf dans les locaux où des activités favorisaient les contacts avec les matériaux, les concentrations dans l'air ambiant étaient très faibles (50).

CONCLUSION

Suite à l'examen de la littérature, on constate que la présence de MCA dans les édifices publics entraîne peu de risques pour les occupants. Cependant, des expositions importantes peuvent survenir lors des travaux impliquant des MCA lorsque les mesures nécessaires de protection ne sont pas prises. Dans ces cas, il peut y avoir une contamination importante de l'environnement, et un risque notable principalement pour les travailleurs, mais également pour les occupants. Les données au Québec montrent qu'il peut y avoir des MCA fortement détériorés dans les édifices publics. Peut-être en raison de l'âge avancé des MCA, les concentrations mesurées dans l'air ambiant d'édifices publics où des problèmes avaient été constatés, semblent plus élevées que ce qui est répertorié dans la littérature.

Malgré tout, le risque pour les occupants est probablement minime, mais il peut en être autrement pour certains travailleurs qui, de par leur fonction, ont à œuvrer à leur insu avec des MCA dégradés et ce faisant, sans les mesures préventives nécessaires. L'enquête actuelle du MEQ dans ses établissements est un pas dans la bonne direction et pourra servir d'assise à une politique précise concernant l'exposition à l'amiante dans les édifices publics.

Par ailleurs, le relevé des maladies reliées à l'amiante chez les ouvriers du secteur de la construction indique un nombre de plus en plus élevé de maladies liées à l'amiante chez ces travailleurs reflétant ainsi une exposition passée importante. Ceci milite également pour une gestion adéquate des MCA dans les édifices publics La CSST, qui s'est déjà penchée sur cette situation, a fait des recommandations pertinentes à cet effet qui, nous l'espérons, seront suivies. Par ailleurs, nous croyons qu'une étude de l'exposition actuelle de cette population devrait être envisagée.

RÉFÉRENCES

- (1) INSTITUT NATIONAL DE LA SANTÉ ET DE LA RECHERCHE MÉDICALE (INSERM). *Effets sur la santé des principaux types d'exposition à l'amiante*. Institut national de la santé et de la recherche médicale, Paris. 1996.
- (2) COMMISSION DE LA SANTÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL (CSST). *Mémoire de présentation : Dossier amiante*. 1997.
- (3) ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). *Guidance for controlling asbestos-containing materials in buildings*, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, 1985.
- (4) HEALTH EFFECTS INSTITUTE-ASBESTOS RESEARCH (HEI). *Asbestos in public and commercial building : A literature review and synthesis of current knowledge*. Health Effects Institute-Asbestos Research, Cambridge, Massachusetts, 1991.
- (5) GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. *Règlement modifiant le code de sécurité pour les travaux de construction*, Gazette Officielle du Québec, no. 5, janvier 1990.
- (6) IRVING K.F., R.G. ALEXANDER, H. BAVLEY. Asbestos exposures in Massachusetts public schools. *Am Ind Hyg Assoc J* 1980; 41, pp. 270-276.
- (7) ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). *Managing asbestos in place : A building owner's guide to operations and maintenance programs for asbestos containing materials*, US Environmental Protection Agency, Washington, 1990.
- (8) ROYAL COMMISSION ON MATTERS OF HEALTH AND SAFETY ARISING FROM THE USE OF ASBESTOS IN ONTARIO (RCO). Ontario Ministry of the Attorney General, Queen's Printer for Ontario, Toronto, 1984.
- (9) MINISTÈRE DU TRAVAIL ET DES AFFAIRES SOCIALES (MTAS). *L'amiante dans les bâtiments*. Secrétariat d'état à la Santé, Paris, 1996.
- (10) AYER H.E., J.R. LYNCH, JH. FANNEY. A comparison of the impinger and membrane filter techniques for evaluating air samples at asbestos plants. *Am NY Acad Sci* 1965; 132, p. 274.

- (11) GUILLEMIN M.P., P. MADELAINE, G. LITZISTORF, P. BUFFAT, F. ISELIN. Asbestos in buildings. *Aerosol Sci Tech* 1989; 11, pp. 221-243.
- (12) CHATFIELD E.J. *Airborne asbestos levels in Canadian public buildings. In : Proceeding of fibers measurements in building atmospheres*, Chatfield EJ ed. Ontario Research Foundation, Mississauga, 1986.
- (13) BURDETT G.J., SAMT JAFFREY. Airborne asbestos concentrations in public buildings, *Ann Occup Hyg* 1986; 30, pp. 185-190.
- (14) GAZZI D., G.W. CROCKFORD. Indoor asbestos levels on a housing estate : Determined by TEM. *Ann Occup Hyg* 1987, 31(4A), pp. 429-439.
- (15) CHESSON J., J. HATFIELD, B. SCHULTZ, E. DUTROW, J. BLAKE. Airborne asbestos in public buildings. *Environ Res* 1990; 51, pp. 100-107.
- (16) CORN M., K. CRUMP, D.B. FARRAR, R.J. LEE, D.R. MCFEE. Airborne concentrations of asbestos in 71 school buildings. *Regul Toxicol Pharmacol* 1991; 13, pp. 99-114.
- (17) MINISTÈRE DE L'ÉDUCATION DU QUÉBEC (MEQ). *Mémoire d'intention au Conseil du Trésor*, Direction de l'équipement de la Direction générale de l'administration, 1980.
- (18) LE SOMMET. *Des fibres d'amiante cancérigènes à la polyvalente des Monts ?* Le commentaire d'Éric Busque, 11 mars 1986.
- (19) DIRECTION DE LA SANTÉ COMMUNAUTAIRE DU CENTRE HOSPITALIER DE L'UNIVERSITÉ LAVAL (DSC-CHUL). *Évaluation de l'exposition aux fibres d'amiante à l'école Nérée-Tremblay de Sainte-Foy*. Québec, 1986.
- (20) COMMISSION DE LA SANTÉ ET DE LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL DU QUÉBEC (CSST). *Rapport d'intervention - École secondaire Magdelaine*, 1996.
- (21) CENTRE DE SANTÉ PUBLIQUE DE QUÉBEC (CSP). *Évaluation du risque à la santé lié à l'exposition à l'amiante présente dans le revêtement des plafonds de l'école Du Buisson*. Québec, 1997.
- (22) DIRECTION RÉGIONALE DE LA SANTÉ PUBLIQUE GASPÉSIE-ÎLES-DE-LA-MADELEINE (DRSP Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine). *Rapport d'intervention concernant la présence d'amiante dans le revêtement des plafonds de l'école polyvalente des Îles*. Gaspé, 1997.
- (23) MINISTÈRE DE LA SANTÉ ET DES SERVICES SOCIAUX (MSSS). *Évaluation des matériaux contenant de l'amiante (MCA) dans les édifices publics. Mise à jour. Critère de gestion quantitatif et démarche d'évaluation qualitative. Comité avisur sur l'exposition à l'amiante au Québec*, Québec, 2000.
- (24) DUFRESNE A. Lettre à M. Maurice Poulin, Direction de la Protection de la santé publique. Montréal, 1997.
- (25) AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY (ATSDR). *Toxicological profile for asbestos*. U.S. Department of Health and Human Services, 1990.

- (26) INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER (IARC). *Monographs in the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans*. Overall evaluation of carcinogens : An updating of IARC monographs Volumes 1-42, Lyon, IARC, 1987.
- (27) SMITH A.H., C.C. WRIGHT. Chrysotile. Asbestos is the main cause of pleural mesothelioma. *Am J Ind Med* 1996; 30, pp. 252-266.
- (28) GAENSLER E.A. Asbestos exposure in buildings. *Clin Chest Med* 1992; 13, pp. 231-242.
- (29) CAMUS M., J. SIEMIATYCKI, B. MEEK. Nonoccupational exposure to chrysotile asbestos and the risk of lung cancer. *New Eng J Med* 1998; 22, pp. 1565-1576.
- (30) CHROSTOWSKI P.C., S.A. FOSTER, E.L. ANDERSON. Human Health risks associated with asbestos abatement. *Risk Anal* 1991; 11, pp. 465-481.
- (31) HUGHES J.M., H. WEILL. Asbestos exposure - Quantitative assessment of risk. *Am Rev Resp Dis* 1986; 133, pp. 5-13.
- (32) LUMLEY K.P.S., P.G. HARRIES, F.J. O'KELLY. Buildings insulated with sprayed asbestos : A potential hazard. *Ann Occp Hyg* 1971; 14, pp. 255-257.
- (33) SAWYER R.N. Asbestos exposure in a Yale building. *Environ Res* 1977; 13, pp. 146-169.
- (34) OLIVER L.C., N.L. SPRINCE, R. GREENE. Asbestos-related disease in public school custodians. *Am J Ind Med* 1991; 19, pp. 303-316.
- (35) PRICE B., K.S. CRUMP, E.C. BAIRD III. Airborne asbestos levels in buildings : maintenance worker and occupant exposures. *J Exposure Anal Environ Epidemiol* 1992; 2, pp. 357-373.
- (36) KINNEY P.L., M.H. SATTERFIELD, R.A. SHAIKH. Airborne fiber levels during asbestos operations and maintenance work in a large office building. *Appl Occp Environ Hyg* 1994; 9, pp. 825-835.
- (37) CORN M., B. MCARTHUR, M. DELLARCO. Asbestos exposures of building maintenance personnel. *Appl Occup Environ Hyg* 1994; 9, pp. 845-852.
- (38) PAIK N.W., R.J. WALCOTT, P.A. BROGAN. Worker exposure to asbestos during removal of sprayed material and renovation activity in buildings containing sprayed materiel. *Am Ind Hyg Assoc J* 1983; 44, pp. 428-432.
- (39) BURDETT G.J., SAMT JAFFFREY, A.P. ROOD. *Airborne Asbestos fibre levels in buildings : A summary of UK measurements*. Bignon J. Peto J and Saracci R ed. International Agency for Research on Cancer (WHO), Lyon, France, 1989, p. 277-290.
- (40) BÉGIN R., J.J. GAUTHIER, M. DESMEULES, G. OSTIGUY. Work-related mesothelioma in Québec, 1967-1990. *Am J Industrial Med* 1992; 22, pp. 531-542.
- (41) MINISTÈRE DE L'EMPLOI ET DU TRAVAIL (MET). *Inventaire d'asbeste*. Commissariat général à la promotion du travail, Bruxelles, 1994.

- (42) DEGUIRE L., J. BINET. *Tableau 1 : Prévalence des anomalies pulmonaires parmi les travailleurs de la construction dépistés à Montréal de 1995 au printemps 1997*. 1998.
- (43) FINDLEY M.E., V.E. ROSE, G.R. CUTTER, R.A. WINDSOR. An assessment of the Environmental Protection Agency's asbestos hazard evaluation algorithm. *Am J Public Health* 1983; 73, pp. 1179-1181.
- (44) CRUMP K.S. Letter. *Science* 1990; 248, p. 799.
- (45) WILSON R., A.M. LANGER, R.P. NOLAN, J.B.L. GEE, M. ROSS. 1994. Asbestos in New-York city public school buildings - public policy : Is there a scientific basis ? *Regulatory Toxicol Pharmacol*; 20, pp. 161-169.
- (46) COMITÉ AVISEUR SUR L'EXPOSITION À L'AMIANTE AU QUÉBEC (CAEAQ), (Sous-comité sur la mesure de l'exposition). Rapport préliminaire au ministère de la Santé et des Services sociaux, 1997.
- (47) CHERRIE J., J. ADDISON, J. DODGSON. *Comparative studies of airborne Asbestos in occupational and non-occupational environments using optical and electron microscope techniques*. Bignon J. Peto J and Saracci R ed. International Agency for Research on Cancer (WHO), Lyon, France, 1989, p. 304-309.
- (48) VERMA D.K., N.E. CLARK. Relationship between phase contrast microscopy and transmission electron microscopy results of samples from occupational exposure to airborne chrysotile asbestos. *Am Ind Hyg Assoc J* 1995, 56, pp. 866-873
- (49) BINET J., M. SAVARD, L. DE GUIRE. Dépistage des lésions pulmonaires reliées à l'exposition à l'amiante dans les écoles de la commission scolaire de Montréal. Montréal, 2000.
- (50) DION C., G. PERRAULT. Évaluation de la concentration de fibres d'amiante émises dans l'air ambiant de bâtiments scolaires. Institut de recherche Robert Sauvé en santé et en sécurité du travail, Montréal, 2000.

4. L'INDUSTRIE DE LA TRANSFORMATION DE L'AMIANTE

(Robert Simard)

En collaboration avec

Jocelyne Forest, hygiéniste industrielle (évaluation des résultats d'échantillon-nage, formulaires d'enquête)

Robert Arcand, agent de recherche (SMEST)

Robert Rousseau, adjoint en planification (SIG)

Louise De Guire, épidémiologiste (validation et révision du document)

Recherche documentaire et secrétariat : Denise Diamond, centre de documentation (recherche documentaire), Francine Parent, secrétaire médicale (mise en forme du document)

Dans le contexte des préoccupations exprimées récemment par le bannissement de l'amiante dans certains pays, dont la France, et des questions de santé publique soulevées envers celui-ci, la Direction de santé publique de Montréal-Centre décidait d'entreprendre une étude descriptive sur cet agresseur en milieu de travail pour les établissements visés par l'application de la Loi sur la santé et la sécurité au travail (LSST). D'autre part, compte tenu de la concentration des industries de transformation à Montréal-Centre, le comité provincial sur l'amiante avait exprimé le souhait d'obtenir un portrait de la situation sur l'ampleur de la problématique de l'utilisation de l'amiante dans les industries de transformation.

Le présent document vise à :

- Décrire le nombre d'établissements visés par la production de biens où l'amiante entre comme matière première, dans les groupes prioritaires;
- Décrire les principaux secteurs où l'exposition à l'amiante est identifiée;
- Décrire la population exposée, en termes de procédés à risque et de niveaux d'exposition;
- Décrire la situation en ce qui concerne les mesures de prévention instaurées dans ces établissements;
- Faire les recommandations préventives pertinentes.

4.1. MÉTHODOLOGIE

Le présent bilan repose sur les sources de données suivantes :

- 1) L'identification des établissements à partir des fichiers du SMEST (Surveillance médicoenvironnementale de la santé des travailleurs) et du SIG (Système d'information géographique). Le code spécifique pour l'amiante chrysotile (1305020) a été utilisé. En raison des dates de création de ces banques, on a dû débiter l'identification des établissements à partir de l'année 1994. Ainsi, il est possible que certains établissements, couverts par un Programme de santé spécifique en établissement (PSSE), n'aient pas été recensés, particulièrement lorsque aucune mise à jour n'était prévue pour les années ultérieures à 1994.

- 2) Une enquête auprès des médecins responsables concernant les données sur la présence de travailleurs hors-normes et les mesures de contrôle mises de l'avant.

L'enquête a été réalisée auprès des médecins responsables de chaque établissement, en février et mars 1997. Au cours du mois de juin 1997, un rappel a été effectué afin de compléter les informations manquantes. Pour tous les établissements identifiés, chaque médecin responsable devait compléter une fiche de compilation. Celui-ci devait statuer sur la présence de travailleurs dont l'exposition mesurée ou estimée était hors-norme, au moment de l'enquête et au cours des cinq dernières années. Une section spécifique s'adressait aux mesures correctives instituées, dans les situations où des travailleurs hors-normes avaient été identifiés, au moment de l'enquête ou antérieurement.

- 3) Une consultation des données environne-mentales disponibles dans les PSSE pour l'identification des opérations à risque et les niveaux d'exposition.

Dans tous les cas d'établissements où des travailleurs hors-normes étaient identifiés, une révision des données pertinentes a été effectuée au PSSE, incluant particulièrement les niveaux mesurés, les procédés ou opérations à risque, les recommandations touchant le contrôle de l'exposition et lorsque disponible, l'implantation de ces mesures dans l'établissement. Ces données ont été revues par un médecin et au besoin par une hygiéniste.

- 4) Une validation des données

L'information résumée accompagnée des conclusions a été présentée aux médecins responsables afin de s'assurer que le portrait de la situation était conforme. Cette dernière étape de l'enquête s'est déroulée de septembre 1997 à décembre 1997. Afin de compléter l'analyse dans les cas où les données présentées nécessitaient des explications, des questions spécifiques ont été adressées à certains intervenants, par contact téléphonique ou lors de rencontre.

4.2. RÉSULTATS

Au total, 29 établissements ont été identifiés à partir des banques citées (tableau 1). Les établissements des bâtiments et travaux publics ont été exclus, en raison de la problématique propre à cette catégorie.

Un établissement ayant le code de Classification des activités économiques du Québec (CAEQ) 4252 a été éliminé en raison de la nature des activités, assimilables à l'exposition rencontrée dans le secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP). Les données étaient incomplètes pour un (1) autre établissement. L'importance relative de l'industrie du matériel de transport (fabrication de roues et de freins est à noter, CAEQ 3255) puisqu'elle compte 6 établissements, de même que l'industrie de fabrication des produits métalliques (CAEQ 3011, 3059, 3081, 3099) qui compte 5 établissements. Ces codes CAEQ représentent pour près de 40 % des établissements identifiés.

Quant aux autres secteurs d'activité, on note une vaste étendue de secteurs où l'utilisation de l'amiante est possible. Mentionnons l'industrie du matériel ferroviaire (CAEQ 3271) où l'exposition des travailleurs résultait principalement, jusqu'au début des années 1990, de travaux de réfection sur des conduits isolés avec de l'amiante présents dans les wagons. Une situation similaire s'applique à l'industrie de la construction et réparation de navires (CAEQ 3271), en raison de l'application

d'isolation à base d'amiante dans les bateaux. Même si le nombre de travailleurs est peu important, l'industrie des minéraux non-métalliques (CAEQ 3592) n'est pas à négliger en raison de la production de joints d'étanchéité divers à base d'amiante. La même remarque est applicable à l'industrie des adhésifs (CAEQ 3792), où l'amiante peut entrer dans la composition de rubans adhésifs divers ou de produits d'étanchéité.

Dans le cas de l'industrie des aliments (CAEQ 1099), aucune utilisation directe d'amiante n'est décrite dans le procédé : l'exposition était reliée à des travaux connexes sur la tuyauterie. La même situation prévaut dans le cas de la première transformation des métaux (CAEQ 2971) pour les tuyauteurs. Le code 4591 représente, après validation, une erreur d'identification de l'agresseur. Pour les codes 3241 et 6355, l'exposition à l'amiante est reliée à des expositions fortuites lors de travaux de mécanique et en ce sens, n'est pas liée au procédé comme tel.

Procédés à risque

La compilation des données issues de l'enquête indique que des situations potentiellement problématiques, en référence à des dépassements de normes, ont été confirmées dans 7 établissements, ce qui constitue une proportion non négligeable (23 %). Les données descriptives concernant ces établissements sont résumées à l'annexe 4. Force est d'admettre que l'industrie de fabrication des plaquettes de freinage (CAEQ 3255) semble un secteur problématique, représentant 3 des 7 établissements identifiés. De plus, l'importance numérique de la population potentiellement exposée est relativement importante, soit de l'ordre de 400 à 500 travailleurs.

Par ailleurs, selon les détails des procédés résumés à l'annexe 4 et des données environnementales recueillies, plusieurs étapes du procédé de fabrication apparaissent comme sources potentielles d'exposition, ce qui rend complexe l'implantation de mesures de contrôle, sans oublier la contamination générale des lieux de travail que cela peut engendrer.

Tableau 1 Répartition des établissements selon le secteur économique et nombre total de travailleurs

Grand groupe de classification	CAEQ ¹	Nombre d'établissement	Nombre total de travailleurs
Industrie des aliments	1099	1	45
Industrie des produits de caoutchouc	1599	1	8
Industrie de première transformation des métaux	2971	1	383
Industrie de fabrication des produits métalliques	3011	1	67
	3059	1	55
	3081	2	53
	3099	1	50
Industrie du matériel de transport (roues et freins)	3255	6	803
Industrie des camions, autobus et remorques	3241	1	20
Industrie du matériel ferroviaire	3261	2	1728
Industrie de la construction et réparation de navires	3271	3	91
Industrie des produits minéraux non-métalliques (produits en amiante)	3592	2	21
Industrie chimique	3712	1	10
Autres services d'entreposage	4799	1	50
Commerce de détail (réparation de boîtes de vitesse)	6355	1	15
Industrie des adhésifs	3792	1	70
Industrie des boîtes en carton ondulé	2732	1	238
Entretien des routes, rues et ponts	4591	1	450
Total		28	4157

1 : Classification des activités économiques du Québec

En ce qui concerne les autres établissements, ils se répartissent comme suit:

- fabrication de produits d'asphalte et de revêtements;
- fabrication de garnitures de joints d'étanchéité;
- fabrication de produits en amiante;
- fabrication d'adhésifs et de calfeutrant.

Contrairement à la situation prévalant dans la fabrication de freins, on note que l'exposition des travailleurs dans ces derniers établissements est plus circonscrite au niveau du procédé, survenant particulièrement lors du déversement manuel d'amiante, lors du mélange à d'autres produits ou lors du façonnage (coupe, perçage).

Niveaux d'exposition

Compte tenu des données d'exposition obtenues à des périodes différentes (entre la fin des années 1980 jusqu'à la fin des années 1990), des périodes d'échantillonnage limitées et des données manquantes pour certaines fonctions, une mise en garde s'impose concernant l'interprétation des niveaux d'exposition tirés des rapports environnementaux. Pour toutes ces raisons, l'estimation du nombre de travailleurs hors-norme ne peut servir qu'à titre indicatif seulement.

La même remarque s'applique pour les conclusions présentées touchant le respect des normes (valeur d'exposition de courte durée (VECD) et valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) établies par appréciation professionnelle d'un médecin et au besoin d'un hygiéniste. Malgré ces limites, à en juger par les niveaux mesurés à plusieurs étapes du procédé de fabrication de matériel de friction, on ne peut que se montrer préoccupé par les fortes possibilités de dépassement de la VEMP à plusieurs des fonctions évaluées et ce, malgré des améliorations apportées à la ventilation à la source.

Pour les autres établissements où les niveaux ont été documentés, il semble que les surexpositions soient plus ponctuelles et limitées particulièrement aux opérations précédemment décrites de déversement manuel d'amiante, du mélange ou lors du façonnage (coupe, perçage).

Mesures de prévention instaurées

Surveillance médicale

Tous les travailleurs potentiellement exposés à l'amiante sont soumis à une surveillance médicale périodique respectant dans l'ensemble les lignes directrices régionales (1). Il est intéressant de noter que selon les bilans collectifs réalisés, aucun travailleur n'a été identifié comme présentant des anomalies radiologiques compatibles avec une amiantose. Cette situation s'explique en partie par la longue phase de latence de la maladie et le fort taux de roulement de la main-d'œuvre caractérisant certains établissements.

D'autre part, il est rassurant de constater les efforts déployés par le réseau pour rejoindre tous les travailleurs exposés, incluant des travailleurs exposés par le passé ayant exprimé des préoccupations. Il est également à remarquer que les médecins ont pour pratique d'inclure les travailleurs dans un programme de surveillance en cas de doute sur les niveaux d'exposition. Cette remarque s'applique

particulièrement aux établissements où l'exposition est difficile à quantifier (réparation navale, tuyauteurs).

Surveillance environnementale

La vaste majorité des établissements identifiés sont couverts par un programme de surveillance environnementale, réalisé par les équipes de santé au travail. Dans trois cas, le programme est réalisé par un organisme externe.

Contrairement à la situation prévalant pour la surveillance médicale, on est à même de constater la variabilité dans la méthodologie d'évaluation suivie, particulièrement au niveau du choix des fonctions à évaluer et des durées échantillonnées. En raison de ces facteurs, les conclusions quant au respect des normes et quant au nombre de travailleurs exposés demeurent limitées.

Protection respiratoire

D'après les réponses à l'enquête et selon l'analyse des programmes de santé des établissements, la vaste majorité des établissements mettent à la disposition des travailleurs à risque, des équipements de protection respiratoire. Il existe cependant peu de données disponibles concernant la conformité, l'utilisation ou l'entretien de ces dernières. De plus, selon des rapports anecdotiques d'observation directe des travailleurs, le port de l'équipement par ces derniers durant l'accomplissement des tâches à risque est loin d'être optimal. Plusieurs établissements ont également offerts des sessions d'information et de formation sur la protection respiratoire, mais cette activité n'est pas appliquée uniformément.

Information sur les risques à la santé

Des activités de formation et d'information des travailleurs ont été réalisées dans tous les cas d'établissement hors-norme de même que dans la vaste majorité des établissements où l'amiante est identifié. Pour certains établissements où le roulement du personnel est important, le maintien à jour des listes de travailleurs est évidemment plus difficile à réaliser.

Intervention du service d'inspection de la CSST

Trois des sept établissements où il y a présence de travailleurs hors-normes ont été référés au service d'inspection de la CSST.

Méthodes de travail / entretien général des lieux

Plusieurs recommandations, particulièrement pour les établissements ayant des travailleurs hors-normes, ont été formulées par les équipes de santé au travail. Des méthodes de travail inadéquates ont été identifiées (utilisation inappropriée de l'amiante pour absorber les déversements sur le sol), de même que des déficiences dans la ventilation, la protection personnelle (absence de survêtements, absence de vestiaires doubles, absence de protection respiratoire) et l'entretien des lieux (méthodes inappropriées de balayage et de disposition des déchets). Pour certains établissements, les équipes de santé au travail ont mis en lumière un problème de contamination généralisé à plusieurs départements, même éloignés des zones de production (fibres aéroportées). Plusieurs postes de travail ont également

fait l'objet de recommandations spécifiques suite à la mise en évidence de déficiences dans la ventilation.

Ventilation locale

Des améliorations à la ventilation à la source ont été apportées dans plusieurs cas au cours des dernières années. La majorité des établissements y ont recours actuellement et possèdent déjà des installations de ce type dont l'efficacité est variable. Certains prévoient apporter des modifications. À en juger par l'introduction lente de cette mesure, au cours des dix dernières années, selon les données comparatives réalisées à partir de rapports environnementaux, on ne peut que s'interroger sur les difficultés techniques d'implantation de cette mesure de contrôle. D'autre part, malgré sa présence dans un bon nombre d'établissements, l'évaluation de son efficacité demeure un objet de préoccupation par les équipes de santé au travail.

Autres établissements où l'exposition est jugée inférieure aux normes

Dans 20 établissements, les réponses à l'enquête n'indiquaient pas de travailleur hors-norme à l'heure actuelle. Après regroupement, ces établissements peuvent être classifiés de la façon suivante :

- ***Établissements ayant abandonné l'utilisation de l'amiante***

Deux (2) établissements ont abandonné l'utilisation de l'amiante, dont un impliqué dans le remplacement de freins de matériel ferroviaire (abandon de freins en amiante) et l'autre dans la fabrication d'électrodes.

- ***Établissements ayant transféré la production / sous-contrat***

Les établissements concernés effectuaient dans un (1) cas du démontage de freins. Pour l'autre cas, le travail de réparation de matériel ferroviaire comportant de l'amiante a été confié à une firme spécialisée.

- ***Établissements ayant contrôlé l'exposition par ventilation***

Un établissement, effectuant la fabrication de matériel de friction a implanté dès la conception de l'usine un système efficace de ventilation.

- ***Établissements où les travailleurs ont une exposition fortuite discontinuée***

Quatre (4) établissements ont soulevé des difficultés d'évaluation environnementales, selon les commentaires des équipes de santé au travail. Cette catégorie ressemble à la situation qui prévaut dans le secteur du bâtiment et des travaux publics (BTP). Deux de ces établissements effectuent de la réparation de navires. Dans les deux autres cas, l'exposition s'apparente à la situation de tuyauteurs sur les chantiers de construction.

- ***Exposition à l'amiante non reliée au procédé industriel***

Cette catégorie regroupe les établissements où l'exposition des travailleurs ne provient pas de la présence d'amiante au niveau du procédé, mais au niveau environnemental dans les murs, plafonds ou tuyaux. Il s'agit en général d'exposition ponctuelle liée à des travaux de réparation de structure du bâtiment (1 établissement) ou de travaux inhabituels sur des produits à base d'amiante (1 établissement).

- ***Établissements ayant eu des travailleurs hors-normes au cours des 5 dernières années***

Encore ici, trois établissements produisant du matériel de friction se retrouvent dans cette catégorie. Selon les commentaires des médecins responsables, dans la majorité de ces établissements, des améliorations au niveau de la ventilation de certains postes étaient en cours d'implantation. Pour un autre éta-bblissement, le poste à risque identifié concernait le démontage de freins.

- ***Exposition jugée bien contrôlée***

Dans un (1) cas, après évaluation environnementale, on a jugé que l'exposition semblait bien contrôlée.

- ***Données incomplètes***

Pour deux établissements, les données étaient incomplètes.

- ***Agresseur mal identifié***

Dans deux autres cas, le médecin a jugé que l'agresseur était incorrectement identifié.

4.3. DISCUSSION

Limites d'interprétation des résultats

Exhaustivité des données

Parmi les principales limites de cette étude descriptive, mentionnons que la recherche des établissements ciblés a été limitée aux secteurs d'activité économique des groupes prioritaires I, II et III, couverts par l'application de la Loi sur la santé et la sécurité du travail (LSST). C'est donc dire que les établissements effectuant de la transformation de l'amiante, comme activité principale ou secondaire, et appartenant aux groupes IV, V et VI n'ont pu être identifiés. Malgré cette limite, il est plausible de considérer que les principales activités de transformation de l'amiante se retrouvent dans les 15 secteurs d'activités des groupes prioritaires I, II et III, si on se réfère aux activités de transformation décrites dans la littérature, le textile étant une exclusion notoire(2). Par conséquent, le présent bilan peut être considéré comme relativement exhaustif à l'exclusion de la transformation de l'amiante en produits textiles.

D'autre part, il a déjà été mentionné que les recherches dans les banques utilisées couvrent ce qui a été recensé depuis 1994, en termes de visite de caractérisation des établissements, élaboration et mise à jour des programmes de santé spécifiques. Cependant, compte tenu que ces établissements sont couverts depuis le début de l'application de la LSST, soit depuis plus de 10 ans, et que les mises à jour sont prévues selon une périodicité d'environ trois ans, il est peu probable que ce facteur puisse engendrer une exclusion importante d'établissements. Une certaine erreur d'identification des établissements peut toutefois persister, s'il y a eu omission d'identification précise des agresseurs ou classification incorrecte de ceux-ci dans les banques. Sans les minimiser, ces sources ne devraient toutefois pas constituer un problème important en raison des efforts de validation et de mise à jour déployés dans les récentes années.

Validité des données environnementales

La présente étude descriptive repose sur des données environnementales recueillies dans le cadre d'activités reliées en premier lieu aux programmes de santé spécifiques aux établissements, soit pour leur élaboration initiale ou leur mise à jour, selon le mandat confié en vertu de la Loi sur la santé et la sécurité du travail. Dans ce contexte, les buts poursuivis par ces activités ne sont pas de statuer sur le respect des normes, mais plutôt une appréciation semi-quantitative des niveaux d'exposition. Il est donc difficile de conclure quant à l'ampleur du respect ou du non-respect des normes (proportion de travailleurs exposés au-dessus des normes, proportion de postes de travail ou fonctions excédant les normes), tant à l'intérieur de chaque établissement que dans l'ensemble des établissements visés par l'étude, ce qui nécessiterait une stratégie environnementale adaptée à de tels objectifs, notamment des temps d'échantillonnage couvrant une plus grande proportion des quarts de travail afin de tenir compte de la variabilité quotidienne de l'exposition et une sélection plus systématique des fonctions à évaluer. Ces limites peuvent engendrer des erreurs de classification des établissements en référence à la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP), particulièrement dans les cas où les valeurs se rapprochent de celle-ci.

Une autre difficulté provient du fait que les données ont été recueillies à des fréquences différentes, ce qui rend difficile l'établissement d'un portrait à jour. En général cependant, des données étaient disponibles au cours des trois dernières années pour chaque établissement visé, compte tenu des mises à jour périodiques des programmes de santé spécifiques.

Quant aux méthodes analytiques, elles respectaient les méthodes d'échantillonnage proposées par l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail (IRSST) et la numération des fibres était par microscopie optique à contraste de phase (3).

Importance des industries de transformation

Nonobstant les réserves exprimées précédemment, la présente étude met en lumière l'importance de l'utilisation de l'amiante chrysotile dans l'industrie de la fabrication du matériel de friction dans la région de Montréal-Centre où 6 établissements ont des activités qui y sont reliées. Ces résultats diffèrent de ceux rapportés à l'échelle mondiale où la principale utilisation de l'amiante demeure dans l'industrie du ciment-amiante (84 %) suivie de celle du matériel de friction (10 %) (2).

Au total, on peut estimer qu'environ 800 travailleurs se retrouvent dans cette industrie.

Procédés industriels à risque et sources d'exposition

En raison des propriétés physiques de l'amiante, ce matériau constitue toujours une matière de base importante entrant dans la fabrication du matériel de friction, particulièrement les plaquettes de freins. Les données de la présente étude indiquent que malgré l'introduction de substituts, incluant la fibre de verre ou de certaines résines à base de métaux, au moins le tiers de la production des usines montréalaises de matériel de friction est toujours à base d'amiante, particulièrement la chrysotile. Le procédé de fabrication des plaquettes de freinage remonte au début du siècle et comporte plusieurs étapes. Le potentiel d'émission de fibres d'amiante, outre les opérations initiales de manutention et de mélange, est important, particulièrement lors des opérations de finition, incluant la coupe, le meulage et le perçage (4). Les données environnementales présentées dans les programmes de santé spécifiques, et les observations des intervenants en santé au travail tendent à confirmer ces

observations. De plus, il est clair qu'afin d'obtenir un contrôle efficace des sources d'émission, les caractéristiques de ce procédé imposent des défis en termes de ventilation à la source, ce qui peut expliquer en partie les difficultés rencontrées dans certaines usines.

La fabrication d'adhésifs, de calfeutrant, de revêtements et de joints d'étanchéité à base d'amiante comporte également des opérations à risque, décrites dans le présent rapport. Contrairement à la situation prévalant dans l'industrie du matériel de friction, l'émission de fibres est davantage limitée aux opérations initiales de transfert des matières premières et au mélange de celles-ci, les procédés industriels impliquant moins de façonnage.

Importance des niveaux d'exposition actuels

Les niveaux d'exposition reliés aux opérations décrites ci-haut ont été documentés dans une étude d'hygiène dont la méthodologie est fiable (5). Pour le meulage et le sablage de finition, ces auteurs rapportent des concentrations de poussières de l'ordre de 20 à 50 f/cc, et pour la coupe, le tournage, l'alésage et le perçage, des concentrations de fibres de l'ordre de 8 f/cc, lorsqu'elles sont réalisées sans ventilation à la source. Dans cette étude on rapporte également des concentrations de l'ordre de 20 f/cc lors de l'ouverture des sacs, au mélange des fibres et durant le ramassage des débris sur le sol et sur les surfaces de travail et de 8 f/cc lors de l'examen des pièces et de l'étiquetage.

Cette étude a documenté également l'efficacité des mesures de contrôle introduites dans l'usine au cours d'une période de 60 ans. L'aspiration appliquée à la source au cours des années 50 et 60 au meulage et à la finition ainsi que la création de départements séparés, ont permis de réduire les concentrations de 50 f/cc à environ 10 f/cc. Des mesures additionnelles de dépoussiérage au début des années 70 (nettoyage à l'aspirateur avant l'examen pour le contrôle de la qualité et l'étiquetage), l'isolation dans une enceinte ventilée du mélange et de la pesée des fibres, la généralisation de l'utilisation et l'amélioration de l'aspiration à la source (incluant l'étiquetage, le contrôle de qualité et toutes les machines de finition) ont permis de rencontrer les exigences de la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) de cette époque en Grande-Bretagne, soit une concentration maximale de 2 f/cc, à près de 100 % des postes documentés lors des études d'hygiène réalisées de façon périodique dans cette usine.

Bouige a réalisé une enquête internationale concernant le niveau de respect par l'industrie de la limite d'exposition de 1 f/cc (6). Il rapporte que pour les manufacturiers de matériel de friction, 97 % de son échantillon rencontrait cette limite.

En tenant compte des limites citées plus haut concernant les échantillonnages environnementaux qui ont été examinés pour le présent bilan, les niveaux d'exposition rapportés pour ce type d'établissement industriel se situent à des niveaux comparables à ceux de Skidmore et Dufficy, soit pour la vaste majorité, inférieurs à 2 f/cc. Contrairement aux résultats présentés par ces derniers, la persistance dans certains établissements de problèmes ponctuels de contrôle de l'exposition est notée, particulièrement lors de certaines opérations de finition, telles le sablage, le meulage, le rivetage et le perçage. Des variations importantes sont toutefois notées dans les niveaux rapportés entre les établissements, particulièrement ceux produisant des plaquettes de freins; un établissement bénéficiant d'installations récentes rencontre les exigences légales mais au moins 3 ne rencontraient pas les exigences de la VEMP de 1 f/cc pour certains postes; dans deux autres cas, des problèmes de contrôle ont été

rapportés au cours des 5 dernières années. Ces variations nécessitent des recherches plus exhaustives afin de mieux comprendre les facteurs expliquant les difficultés de contrôle rapportées.

En ce qui concerne la situation rapportée pour les autres industries de transformation de l'amiante, soit la fabrication de revêtements pour la construction à base d'amiante, la fabrication de garnitures de joints d'étanchéité, la fabrication d'adhésifs et de calfeutnants, les problèmes de surexposition apparaissent plus limités à des opérations d'ouverture des sacs d'amiante, de déversement et de mélange.

Enfin, on remarque que les niveaux d'exposition sont difficilement quantifiables dans certains cas, particulièrement en ce qui concerne les activités industrielles reliées à la réparation et à l'entretien de navires, de matériel ferroviaire, l'entretien de freins de camions et de véhicules automobiles, le travail (particulièrement la coupe, la pose, l'entretien et l'installation de conduits revêtus d'amiante) sur des matériaux de construction à base d'amiante. Quoique discontinues, des expositions fortuites importantes peuvent être présentes dans ces établissements et celles-ci mériteraient d'être mieux documentées.

Importance des risques pour la santé

Les effets reliés à l'exposition aux fibres d'amiante sont bien connus et ceux pour lesquels une relation causale est généralement acceptée incluent l'amiantose, les plaques pleurales, des réactions viscéropariétales pleurales, le cancer pulmonaire et le mésothéliome (2). En raison de la nature transversale des données présentées et du fait que plusieurs de ces conditions dépendent de l'intensité et de la durée d'exposition, ou ont une phase de latence relativement longue, l'importance en termes de morbidité et de mortalité des expositions documentées dans la présente étude demeure difficilement quantifiable. Ces limites étaient soulignées également par les médecins responsables lors de la réalisation de bilans collectifs sur les résultats de dépistage. Des données issues d'études de cohorte viennent toutefois combler ces lacunes, particulièrement celles de Berry, Newhouse et Sullivan (7,8). Ces auteurs ont analysé la mortalité sur une période de 46 ans une cohorte de 13 450 travailleurs de l'industrie du matériel de friction, utilisant de l'amiante chrysotile, sauf pour deux brèves périodes avant 1944 où la crocidolite a été utilisée. Les conditions d'exposition de cette industrie étaient bien documentées et des données quantitatives étaient disponibles (5). Les auteurs ont tenu compte d'une phase de latence d'au moins 10 ans suivant le début de l'exposition dans leurs analyses. Trois cas de décès par amiantose sont rapportés dans cette cohorte, chez des travailleurs ayant une longue histoire d'exposition en carrière; pour les décès causés par les cancers du poumon et de la plèvre, un SMR (Standardised mortality ratio) de 108 pour les hommes est rapporté, sans toutefois atteindre le seuil de signification statistique (SMR 108; intervalle de confiance à 90 % de 97-120). Lorsque les analyses tiennent compte de la période de début d'emploi, un effet de cohorte est évident et le SMR atteint le seuil de signification statistique (SMR 153, intervalle de confiance à 90 % de 116 à 190 pour les hommes) pour les travailleurs ayant débuté avant 1940. Treize décès sont attribuables au mésothéliome : 11 de ces décès sont survenus chez des travailleurs ayant travaillé durant les périodes où la crocidolite était utilisée. Il est important de noter que l'exposition cumulative de cette cohorte est relativement faible : le tiers des travailleurs n'ont été à l'emploi dans cette industrie que pour moins d'un an; d'autre part, les mesures de contrôle de l'exposition mis en place à partir de 1950 ont permis de réduire l'exposition généralement au niveau de 0,1 à 1 f/cc, sauf pour certaines zones de production (2-5 f/cc) jusqu'en 1969.

Quoiqu'il en soit, ces résultats supportent l'efficacité de la réduction des niveaux d'exposition à au moins la norme actuelle, particulièrement pour la prévention de l'amiantose (9). Berry présente une revue d'autres études spécifiques sur le matériel de friction; les conclusions de ces études sont toutefois plus difficiles à interpréter en raison de limites méthodologiques mais n'indiquent pas d'évidence de mortalité attribuable à une exposition professionnelle (10).

En ce qui concerne le risque de cancer pulmonaire, les estimés provenant d'études de cohorte de travailleurs de la transformation exposés à l'amiante chrysotile prédisent que pour une exposition professionnelle moyenne quotidienne de l'ordre de 1 f/cc, pour une exposition en carrière de 20 ans, le risque de développer un cancer pulmonaire serait de l'ordre de 2 à 34 par 1000 travailleurs exposés, en assumant un modèle conservateur, linéaire, sans seuil (11). Le risque est considérablement plus élevé chez les fumeurs (2). Quant au risque de mésothéliome, les données épidémiologiques récentes supportent un gradient marqué concernant le type de fibre, le risque étant considérablement plus élevé pour les amphiboles ou les mélanges de ceux-ci avec la chrysotile (12). En raison de l'absence de relation nette entre les niveaux d'exposition et la survenue de ce type de cancer, il est difficile d'estimer l'impact des niveaux d'exposition actuels à long terme (12).

RÉFÉRENCES

- (1) BOUCHER, S. ET L. DEGUIRE. *Lignes directrices de surveillance médicale des travailleurs exposés à l'amiante*. Direction de la santé publique, Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre, 1995.
- (2) BECKLAKE, M.R. Chap 10 Respiratory system. Asbestos-related diseases dans *Encyclopaedia of occupational health and safety*. Stellman, Jeanne Mayer éd. Genève, Bureau International du Travail, 1998.
- (3) INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL (IRSST). Direction des laboratoires. *Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail*, septembre 1994.
- (4) SELIKOFF, I.J., Lee, Douglas H.K. Chapitre 3. *Mining, Milling, Manufacturing and Use in Asbestos and Disease*. Academic Press, New-York, 1978. p. 51-69.
- (5) SKIDMORE, J.W. ET B.L. DUFFICY. Environmental history of a factory producing friction material. *British Journal of Industrial Medicine*, 1983;40:8-12.
- (6) BOUIGE, D. *Dust exposure results in 359 asbestos-using factories from 26 countries dans Seventh International Pneumoconiosis Conference*. Aug 23-26, 1988. Proceedings part II. Washington DC:DHS (NIOSH).
- (7) BERRY, G. ET M.L. NEWHOUSE. Mortality of workers manufacturing friction materials using asbestos. *British Journal of Industrial Medicine*, 1983;40:1-7.
- (8) NEWHOUSE, M.L. ET K.R. SULLIVAN. A mortality study of workers manufacturing friction materials : 1941-1986. *British Journal of Industrial Medicine*, 1989;46:176-179.

- (9) AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENISTS (ACGIH). *Documentation of the threshold limit values and biological exposure indices*. Cincinnati, 6th edition 1991.
- (10) BERRY, G. Mortality and cancer incidence of workers exposed to chrysotile asbestos in the friction products industry. *Annals of Occupational Hygiene*, 1994; 38: 539-546.
- (11) UPTON, A.C. et alii. Asbestos in Public and Commercial Buildings : a Literature Review and Synthesis of current Knowledge. *Health Effects Institute-Asbestos Research*, 1991.
- (12) MCDONALD, J.C. ET A.D. MCDONALD. The epidemiology of mesothelioma in historical context. *The European Respiratory Journal*, 1996; 9:1932-1942.

5. LE SECTEUR MINIER

(Alice Turcot et Luc Roberge)

Les concentrations de poussières dans les mines d'amiante ont nettement diminué depuis les années 1980 témoignant ainsi d'un assainissement du milieu de travail et d'un effort constant de réduction à la source. Suite aux luttes syndicales et à l'abaissement des normes réglementaires, l'exposition à l'amiante dans les mines s'est grandement améliorée pour les travailleurs. Selon Camus, « *entre 1891 et 1980, les émissions de poussières d'amiante et les précipitations en dehors des mines étaient habituellement visibles* » (1).

Selon les représentants de l'employeur rencontrés, la situation s'est davantage améliorée à compter de 1974 à l'époque des études scientifiques des Docteurs MC Donald et Selikoff. Et comme le cite la Docteure Monique Rioux de la Direction des services médicaux de la CSST : « *Au cours des années 1970-1975, les grèves qui paralysent la production dans la région de l'exploitation de l'amiante favorisent une information de plus en plus abondante sur les conditions de travail qui règnent dans les mines. Les revendications syndicales concernant les conditions d'hygiène, l'intérêt des médias et l'actualité politique, tout crée un climat propice à une prise de conscience des dangers inhérents à l'exposition aux poussières d'amiante. Cette prise de conscience se traduit en juin 1975 par la sanction de la Loi sur l'indemnisation des victimes d'amiantose ou de silicose dans les mines ou les carrières (loi 52), par la mise sur pied du Comité d'étude sur la salubrité dans l'industrie de l'amiante (la Commission Beaudry) et par un Arrêté en conseil qui exigeait, à partir du 1^{er} janvier 1978, le respect d'une norme de cinq fibres par centimètre cube en termes de concentration moyenne sur une période de huit heures* » (2). Ainsi, des efforts collectifs ont été amorcés dans les années 1975 pour assainir le milieu de travail grâce à une collaboration tripartite entre les représentants syndicaux, patronaux et gouvernementaux.

5.1. MINÉRALOGIE

L'amiante a des propriétés physiques et chimiques uniques telles que l'ininflammabilité, la faible conductivité thermique et électrique ainsi que la résistance aux micro-organismes. De plus, les fibres chrysotiles et crocidolites ont des limites d'élasticité comparables à celles de l'acier.

Elle est classée en deux groupes soit les serpentines et les amphiboles. La chrysotile est la seule variété fibreuse de serpentine. Par contre, il existe plusieurs types de fibres amphiboles telles la crocidolite, l'amosite, l'anthophyllite et la série trémolite-actinote. Au niveau mondial, la production d'amiante est estimée à 95 % de fibres chrysotiles.

La formule chimique de la chrysotile est $2\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$. D'ailleurs, celle-ci est composée de 38 % à 42 % de silice (SiO_2), et de 38 % à 43 % d'oxyde de magnésium (MgO) tandis que les amphiboles sont surtout composées de silice à 50 % à 60 % (SiO_2), de FeO de 2 % à 40 % et de Fe_2O_3 de 1 % à 18 %. Concernant l'oxyde de magnésium (MgO), il ne dépasse pas 30 %. Ce sont surtout la trémolite et l'anthophyllite qui contiennent le plus de magnésium.

Au Québec, c'est surtout dans la région d'Asbestos et de Thetford Mines que l'on retrouve le chrysotile. Les minéraux les plus communs associés à l'amiante dans ces régions sont les carbonates (magnésite, dolomie, calcite, aragonite, brucite, picrolite et magnétite), les minacés (le talc, la phlogopite et l'antigorite). À l'occasion il arrive que l'on retrouve des traces d'actinote, de trémolite et de riebeckite.

Enfin, les haldes de rebuts sont composées d'antigorite, de chrysotile, de magnétite et d'oxyde de fer (3).

L'échantillonnage des poussières d'amiante est le même qu'il s'agisse de fibres de chrysotile ou d'amphibole. Par contre, comme nous le verrons, les normes de concentration admissibles sont différentes selon le type de fibre étant donné le risque différent à la santé que représentent ces fibres.

5.2. NORMES

En vertu du règlement sur la qualité du milieu de travail (RQMT,S-2.1,r.15), les normes reliées aux concentrations jugées acceptables ont été abaissées progressivement au cours des années. Ainsi, dans les années 1970, la concentration maximale acceptable pondérée pour 8 heures était de 5 f/cc en microscopie optique. Elle est passée par la suite à 2 f/cc.

Depuis les années 1990, la concentration moyenne admissible pour la chrysotile est de 1 f/cc ou la valeur d'exposition maximale permise (VEMP) et la valeur d'exposition de courte durée (15 minutes) appelée VECD est de 5 f/cc.

La VEMP et la VECD pour la crocidolite et l'amosite sont respectivement de 0,2 f/cc et de 1 f/cc. Ces concentrations concernent les fibres d'amiante plus longues que 5 microns mesurées au microscope à contraste de phase i.e. le microscope optique.

5.3. ÉCHANTILLONNAGE

Les poussières d'amiante sont prélevées par les hygiénistes des mines selon la stratégie d'échantillonnage acceptée par les membres du comité de santé et de sécurité. Il y a lieu de revoir les appareils utilisés antérieurement et actuellement de même que les différents éléments de la stratégie d'échantillonnage.

Appareil de mesure

Jusqu'au début des années 1970, l'échantillonnage se faisait avec le barboteur simple « midget impinger ». Cet instrument était très utilisé pour capter les poussières. Par la suite, il a été supplanté par les membranes filtrantes. Avec le barboteur simple, les poussières étaient aspirées dans un flacon qui pouvait contenir de l'eau ou de l'alcool et les particules tombaient dans celui-ci puis venaient en suspension. Par la suite, le liquide était placé dans une cellule pour faire le décompte des particules avec un microscope. Cette méthode était jugée adéquate pour l'époque, mais elle a été décriée par différents scientifiques qui jugeaient qu'elle donnait des résultats bruts, qu'elle n'était pas une méthode idéale et qu'elle était inadéquate pour le captage des poussières (3).

À partir de 1972, la méthode d'évaluation avec membranes filtrantes a été utilisée par les compagnies minières. En 1988, une méthode analytique a été produite par les membres du programme « Hygiène et toxicologie » de l'IRSST et c'est depuis le début des années 1990 qu'elle représente la référence au Québec. Cette méthode (243-1) est utilisée par les hygiénistes de l'industrie minière et ce sont eux qui font l'échantillonnage, l'analyse et les différents rapports qui s'y rattachent. Le principe de cette méthode est l'aspiration d'un volume d'air à travers un filtre d'esters de cellulose mélangés, pour recueillir les fibres selon une méthode standard. La méthode comprend notamment un guide d'échantillonnage et décrit les différents aspects dont la sensibilité de la méthode, les interférences possibles avec tout autre fibre aéroportée, la précision et l'exactitude de la méthode, le protocole analytique, le comptage des

fibres, la calibration des appareils de lecture et le programme de contrôle de qualité intra-laboratoire des compteurs de fibres.

Par ailleurs, afin de connaître les concentrations dans l'air ambiant, l'industrie utilisait un autre type d'appareil, le RDM-101. Cet appareil donnait des résultats en mg/m^3 et il était utilisé pour connaître les concentrations des poussières respirables en lecture directe. Il servait surtout d'indicateur pour mieux échantillonner avec les membranes filtrantes et aussi pour détecter les fuites de poussières dans l'entreprise. Depuis 1990, il n'est plus utilisé parce qu'il ne répondait pas au règlement sur la qualité du milieu de travail.

Un autre appareil à lecture directe, le PM-10 de Anderson, est utilisé dans l'enceinte du système de filtration pour le retour d'air dans l'usine. Cet appareil qui n'est pas portatif sert à évaluer la poussière respirable dans un milieu ambiant; il donne une lecture en mg/m^3 . Il est situé en permanence dans l'enceinte de filtration. Selon le Règlement sur la qualité du milieu de travail (RQMT, S-2.1, r.15, annexe A, partie 11), le seuil de concentration des poussières doit être inférieur à $0,1 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Ainsi, l'entreprise dispose de tout ce qu'il faut pour pouvoir évaluer le milieu de travail et faire une surveillance adéquate de l'exposition des travailleurs aux fibres d'amiante.

Stratégie d'échantillonnage

Aujourd'hui, les compagnies minières recourent à une stratégie d'échantillonnage acceptée par les membres du comité de santé et de sécurité. Chez LAB Chrysotile, l'objectif de cette stratégie, adoptée en 1990, est d'obtenir un plan d'échantillonnage uniforme pour toutes les opérations avec comme buts essentiels :

- 1) De permettre une évaluation méthodique de l'exposition des travailleurs exposés à la poussière d'amiante.
- 2) D'assurer le maintien des meilleurs moyens de contrôle de la qualité de l'air ambiant dans les opérations.
- 3) À plus long terme, de permettre d'uniformiser les méthodes d'échantillonnage dans l'industrie de l'amiante.

Il existe trois types d'échantillonnage chez LAB Chrysotile : personnel, dynamique et fixe. Le prélèvement personnel est pris dans la zone respiratoire du travailleur. Le prélèvement dynamique consiste à prélever dans la zone respiratoire de l'hygiéniste industriel de la compagnie les quantités de poussières présentes sur le trajet qu'il exécute en circulant sur les étages du moulin. Ce trajet est toujours le même au fil des ans. Cet échantillonnage ne fait pas partie de la réglementation et il n'existe pas de norme pour ce type d'échantillonnage.

La durée de l'échantillonnage personnel sera de deux heures pour les travailleurs plutôt sédentaires et de quatre heures pour ceux dont le travail varie beaucoup, y compris les périodes de repos et celle du repas. Pour les fins de calcul de l'exposition, la moyenne pondérée projetée pour une période de 8 heures sera répartie comme suit : 6 h 30 à la concentration du milieu de travail et 1 h 30 d'activités diverses communes au travail calculées à la concentration de la salle à manger. Lorsque des périodes d'échantillonnage dépassent la concentration maximale permise, on calcule le temps total de dépassement et on note cette valeur maximale obtenue. L'évaluation de l'exposition des travailleurs se

fait selon l'appartenance à une classe d'emploi. Deux travailleurs sont échantillonnés annuellement dans un groupe égal ou inférieur à 25 travailleurs (minimum de 1) et 10 % le sont dans un groupe supérieur à 25.

Le troisième type d'échantillonnage consiste en un prélèvement des poussières à des endroits représentatifs à l'intérieur d'une même zone de façon à connaître le niveau d'empoussièrement sur une base géographique. Comme ces relevés sont statistiquement bien documentés depuis des années, la surveillance du milieu de travail est davantage axée sur l'échantillonnage personnel. Cependant, des échantillons fixes sont faits sporadiquement afin d'aider à déterminer la localisation précise des sources de poussières. La durée de ces échantillonnages est de deux heures, sauf dans les zones d'opération ou de développement souterrain là où la durée de travail est inférieure à 2 heures sur un demi-quart de travail.

La stratégie d'échantillonnage vise à mesurer les conditions de travail qui sont présentes lors des journées d'échantillonnage. Il ne s'agit pas de rechercher les pires scénarios; toutefois, si une mesure s'avère supérieure à la norme permise, des notes sont ajoutées à l'analyse des résultats. Tous les résultats des mesures sont compilés. Les résultats élevés servent à l'entreprise à mettre en place des mesures correctrices ou préventives localisées si une fuite, un bris ou des conditions de travail déficientes sont identifiés.

Les résultats sont compilés annuellement et permettent d'évaluer le progrès réalisé dans la mine.

Chez JM Asbestos, les objectifs de la stratégie d'échantillonnage sont :

- 1) D'établir une stratégie qui permettra d'évaluer rationnellement l'exposition à la poussière d'amiante des travailleurs afin de déterminer si les normes sont rencontrées.
- 2) D'établir une méthode à suivre pour compiler et présenter les résultats annuels qui sera facilement compréhensible et permettra une comparaison avec les résultats des années subséquentes.

Le but de la stratégie est de réagir rapidement pour corriger la situation à un poste de travail personnel ou fixe lorsqu'il y a dépassement de la norme.

On précise qu'en général, le nombre d'employés qui sont échantillonnés dans chaque classification d'emploi varie selon le nombre d'employés détenant cette classification dans le département (ou section) et selon l'exposition potentielle de ces employés. Il est suggéré que 20 % des travailleurs dans une classification d'emploi soient échantillonnés. Ce pourcentage peut être ajusté lorsque justifié. Par exemple, il peut être augmenté si les employés, dans cette classification sont potentiellement exposés à des concentrations élevées de poussières d'amiante.

Il existe des échantillonnages personnels qui représentent une journée normale de travail dont la durée de prélèvement varie de deux à quatre heures ou encore de quatre et huit heures selon la stabilité de l'exposition et les connaissances du milieu de travail par les hygiénistes. Des échantillonnages pour évaluer la concentration maximale de poussières sont faits si l'exposition de poussières est variable et que l'hygiéniste juge pertinent de déterminer la concentration maximale. Selon la stratégie, les échantillonnages d'une durée de deux à quatre heures consécutives ne sont pas surveillés continuellement dans le champ car l'exposition de l'employé est constante. Occasionnellement, ce type d'échantillonnage peut être surveillé afin de vérifier en détail si les conditions, méthodes et équipements ont été modifiés. Les échantillonnages de quatre à huit heures consécutives ne sont pas

systématiquement surveillés, si l'hygiéniste croit que les échantillons antérieurs ont confirmé que l'employé n'était pas exposé à des niveaux proches de la concentration maximale.

Pour les fins de calcul de la concentration moyenne de huit heures, si la période d'échantillonnage représente fidèlement une journée normale de travail, on assume que l'exposition durant les périodes non échantillonnées est égale à la concentration moyenne pondérée par rapport au temps pour la période échantillonnée. Si la période ne représente pas fidèlement une journée normale de travail, la moyenne pondérée de huit heures sera égale à la valeur équivalente à la valeur mesurée pour le temps échantillonné et à la valeur équivalente à la période de repas ou de repos mesurée dans les salles aménagées à cette fin.

Des échantillons de courte durée sont également faits si la concentration de la poussière d'amiante où l'employé travaille est variable. La nécessité de ce test doit être déterminée par les hygiénistes.

Finalement, des échantillonnages fixes permettent de vérifier le niveau d'empoussiérement dans des endroits représentatifs où il y a un nombre considérable d'hommes/heures travaillées. Tous les postes d'échantillonnage fixes sont échantillonnés une fois par année. Cependant, si le résultat au cours d'une année est inférieur au quart de la norme, ce poste peut être échantillonné une fois par deux ans au minimum.

Décompte des fibres

Le décompte des fibres est réalisé dans les laboratoires des mines par du personnel qualifié qui cumule de nombreuses années d'expérience. Il existe plusieurs règles de numération régissant la lecture et le comptage des fibres. Elles sont décrites dans la méthode 243-1 de l'IRSST. Le compteur ne doit compter que les fibres dont le diamètre est inférieur à 3 µm et plus longues que 5 µm. Il doit également mesurer les fibres incurvées en tenant compte de leur courbure pour en estimer la longueur totale. De plus, il ne doit compter que les fibres ayant un rapport longueur-diamètre plus grand que trois ($L/D > 3:1$).

Les comptes supérieurs à 1 300 fibres par mm² et les comptes de fibres d'échantillons dont plus de 50 % de la surface du filtre est couverte de particules doivent être rapportés comme « non comptables » ou « probablement biaisés ». Cette méthode ne permet pas une différenciation des fibres basées sur la morphologie. Même si des compteurs expérimentés sont capables de différencier sélectivement différents types de fibres, il n'y a pas actuellement de méthode acceptée qui assure l'uniformité du jugement entre laboratoires. Il est alors obligatoire de la part de tous les laboratoires utilisant cette méthode de rapporter le nombre total de fibres comptées. Si une contamination sérieuse par des fibres autres que l'amiante se produit dans les échantillons, d'autres techniques telle la microscopie électronique à transmission et la microscopie à lumière polarisée doivent être utilisées pour identifier la fraction de fibres d'amiante présente dans l'échantillon (4).

Au Québec, il existe un programme de contrôle de la qualité, de la numérotation des fibres aéroportées. C'est l'IRSST qui a pris en charge l'implantation de ce programme. Deux règlements, le règlement sur la qualité du milieu de travail et le code de sécurité pour les travaux de construction régissent les normes à respecter pour assurer la protection des travailleurs. Ces règlements requièrent des prélèvements réguliers selon le Guide d'échantillonnage de l'IRSST ainsi qu'une méthode de numération par microscope optique (243-1). Étant donné la grande variabilité des résultats, il est important de s'assurer de la qualité du comptage des fibres.

Les sources de variations proviennent de l'échantillonnage (représentativité, état du prélèvement, valeur de l'échantillonnage, distribution des fibres sur la membrane) et du laboratoire (manipulation, préparation des échantillons, comptage). En raison des limites statistiques, le coefficient de variation oscille autour de 30 %. C'est à cet effet que le programme a été implanté. Donc, tous les laboratoires devraient participer au programme de contrôle de qualité.

En ce qui concerne les industries minières, LAB Chrysotile(5) et J.M. Asbestos(6) participent à ce programme. Tous les compteurs de fibres participants sont classifiés en comparant leurs résultats avec le compte moyen. De plus, les compteurs ont une reconnaissance de leurs performances.

5.4. RÉSULTATS

Les niveaux d'exposition avant 1975

Il est difficile d'établir la concentration exacte des poussières d'amiante auxquelles les travailleurs ont été exposés. Selon le rapport du comité d'étude sur la salubrité dans l'industrie de l'amiante : « *Les mesures d'empoussiérage dans l'industrie de l'amiante s'effectuaient jusqu'à récemment par le décompte des particules de poussières dans l'air ambiant des milieux de travail. La non fiabilité de cette méthode de mesure d'empoussiérage est bien établie. De plus, il faut bien réaliser que le décompte des particules de poussières ne reflétait pas la quantité réelle d'amiante contenue dans les poussières. Ceci signifie que, pour un même décompte de 2 000 000 de particules de poussières par pied cube d'air, un individu a pu être exposé à une quantité très minime de poussières d'amiante alors qu'un autre individu a pu être exposé à une quantité importante de poussières d'amiante* » (3).

Selon Liddell et coll. (7), de nettes améliorations ont été observées à partir de 1974 et ce, partout dans l'industrie de l'amiante quant aux concentrations de poussières d'amiante relevées, alors que seulement 4 % des hommes travaillaient dans plus de 5 mppcf (million particulates per cubic feet). Quelques années plus tard, on rapportait d'ailleurs de faibles concentrations dans presque toute l'industrie minière. Cependant, il faut considérer que le travailleur moyen a débuté en 1929 à des niveaux d'empoussiérement moyens très élevés qui étaient encore en 1953, d'environ 50 mppcf (8), soit l'équivalent de 175 f/ml⁴.

Gibbs et Lachance ont décrit la situation dans les mines de chrysotile pour les années 1950 à 1975 (8). Les commentaires du comité sur la salubrité dans l'industrie de l'amiante sont les suivants : « *Si on regarde la courbe d'empoussiérage moyen durant les vingt dernières années, on remarque que ce n'est que depuis 1965 que le niveau de poussière a sensiblement diminué et cette date coïncide avec les premières normes édictées* » (3).

Les niveaux d'exposition dans les années 1975-1977

Dans le cadre de l'opération « Blitz d'amiante » des années 1975-1977, menée dans les mines King Beaver et Bell Asbestos ltée, la situation des conditions de travail a été évaluée à la suite d'une demande d'un comité interministériel. Les données obtenues à différents postes de travail démontrent que les

4. Liddell et coll. ont estimé un facteur de 3,5 fibres/ml pour chaque mppcf (7).

niveaux d'exposition de l'époque sont supérieurs à la norme actuelle et que certaines tâches génèrent davantage de poussières auxquelles les travailleurs sont exposés.

Les niveaux d'échantillonnage dans les années 1978 à 1997

À compter de 1978 jusqu'en 1989, la procédure d'échantillonnage (méthode 47-1) était conforme aux procédures établies par OSHA. À compter de 1990, le décompte des fibres d'amiante se fait selon la méthode analytique 243-1. La norme est alors de 1 f/cm³ pour la chrysotile.

Les membres du comité ont pu obtenir les résultats annuels des échantillonnages personnels réalisés au cours des années 1969 à 1997 pour JM Asbestos et de 1980 à 1997 pour les opérations de la mine Black Lake et de 1985 à 1997 pour la mine Bell. Les résultats des années 1988, 1990 et 1997 ont été extraits pour analyse.

Opération de la Mine Bell

La mine Bell était fermée en 1988 suite à une restructuration interne des opérations de LAB Chrysotile.

En 1990, les différentes classes d'emploi se situaient sous la norme de 1 f/cc. Certaines tâches exposent les travailleurs à de plus grandes concentrations de poussières si l'on tient compte des remarques inscrites dans les relevés annuels. Par exemple, on retrouve pour le poste *d'homme de plancher* la remarque suivante : poussière produite lors du changement des tamis (3,51 f/cc) ou encore pour *l'ensacheur* (1,69 f/cc) : poussière lors de l'ensachage; pour *l'opérateur des séchoirs* (2,14 f/cc) : ajuste les chariots des réserves et débloque un tuyau du système à poussière de la réserve à pierre.

Dans les opérations souterraines, les *mineurs à l'abattage* sont sous la norme, trois postes de *mineur au développement* qui sont opérateurs de foreuse Jumbo ou à long trou sont sous la norme alors que 2 mineurs qui utilisent une foreuse à béquille (Jack leg) au 1450-07 dépassent les normes et se situent à 5,36 f/cc et 5,20 f/cc. D'autres foreurs qui utilisent une foreuse à béquille démontrent des valeurs de 0,73 f/cc et 0,63 f/cc.

Les procédures de travail de ces mineurs incluent l'utilisation de l'eau pour le départ des trous avec ou sans arrosage des surfaces avant le travail qu'il s'agisse de valeurs élevées ou basses. Pour la valeur de 5,20 f/cc, on indique ventilation nulle et dans le cas d'une valeur de 1,11 f/cc on indique également ventilation nulle à négligeable. Ainsi, il est difficile de postuler sur les facteurs qui influent sur le dépassement des normes. Au total au cours de l'année 1990, 15 postes de dépassement des normes sont notés avec les remarques appropriées pour un total de 44 échantillons personnels.

En 1997, le relevé annuel démontre que l'ensemble des classes d'emploi (n=44) échantillonnées se situe sous la norme de 1 f/cc. On note que neuf échantillons se rapportant à six classes d'emploi se situent au-dessus de la norme. Par exemple, le *mineur au développement* qui effectue du forage avec une foreuse à béquille dans un front de taille très peu ventilé se situe à 1,27 f/cc. Le *préposé au nettoyage* qui nettoie à l'aide d'un aspirateur différents équipements et bouche des fuites avec du mastic, qui vide des trémies et transporte ces résidus à la brouette et qui nettoie les trappes situées sous les convoyeurs à l'aide de l'aspirateur démontre des valeurs de 1,49 f/cc et 2,02 f/cc. Les *conducteurs de camions* qui transportent des résidus de la trémie à la halde démontrent des valeurs de 2,01 f/cc, 2,60 f/cc et 1,14 f/cc.

Opération de la mine Black Lake

En 1988, 40 échantillons personnels sont prélevés. La presque totalité des résultats se situe sous la norme de 2 f/cc. Seul un échantillon pour un *dynamiteur* se situe à une valeur de 2,17 f/cc.

En 1990, 69 échantillons sont analysés selon la méthode analytique 243-1. Quatorze résultats se situent au-dessus de la norme de 1 f/cc. Il s'agit soit *des hommes de plancher* (n=6), d'un *vérificateur d'échantillon* (n=1), d'*opérateur de moulin* (n=1), d'*essayeur* (n=1), de *journaliers au moulin* (n=4), et d'un *mécanicien entretien* (n=1). Les notes du rapport ne permettent pas d'identifier les causes de dépassement de la norme. Il est noté que les employés se prévalent généralement des moyens de protection respiratoire mis à leur disposition.

En 1997, 142 échantillons personnels furent prélevés dans l'année. Ils ont été prélevés généralement durant la moitié d'un quart de travail. De ce nombre, quatre échantillons demeurent au-dessus de la norme de 1 f/cc pour les postes suivants : *homme de plancher* affecté au nettoyage dans la galerie de convoyeurs, *mécanicien à l'entretien du moulin* qui procède à des travaux d'entretien à l'intérieur des unités de dépoussiérage, *opérateur senior au moulin* qui travaille au déblocage de différentes pièces d'équipement de l'usinage de défibrage.

JM Asbestos

Pour l'année 1988, 189 échantillons personnels ont été réalisés en plus de 66 échantillons fixes. Seuls sept échantillons dépassent la norme de 2 f/cc. Il s'agit d'opération normale de travail. Les postes ou titres d'emploi sont les suivants : *balayeur aux trémies à résidus*, *opérateur de foreuse rotative développement*, *opérateur de foreuse secondaire*, *vérificateur au laboratoire principal*, *journalier au moulin 6*, *électricien à l'atelier mécanique*.

En 1990, 188 échantillons personnels sont réalisés et de ce nombre 12 prélèvements sont au-dessus de la norme de 1 f/cc. Les postes suivants sont supérieurs à cette norme : *balayeur aux trémies à résidus*, *opérateur de locomotive* (n=2), *serre freins cabine* (n=2), *aide dynamiteur*, *mécanicien industriel pour le moulin 5* (n=2), *menuisier au moulin 5*, *balayeur à la tour 5*, *préposé aux convoyeurs*, *préposé au moulin*. Dix-huit échantillons personnels évaluant la concentration maximale sont sous la norme de 5 f/cc pour une durée de 15 minutes consécutives.

En 1997, 115 échantillons personnels sont prélevés et 8 échantillons se situent au-dessus de la norme de 1 f/cc. Les explications se rapportent par exemple à des tâches tels que la réparation d'un convoyeur, le déblocage des lignes de fibre, le remplacement des marteaux et des plaques d'usure des défibreurs, la réparation des fonds de tamis. Il est également fait mention dans le bilan annuel que les travailleurs concernés recevront la formation nécessaire afin de bien connaître la procédure établie pour le port de la protection respiratoire.

5.5. DISCUSSION

L'analyse préliminaire des données d'exposition recueillies (1988, 1990 et 1997) auprès des deux compagnies minières laisse voir que la norme est respectée dans son ensemble aux différents postes échantillonnés au cours des 20 dernières années. Les échantillons personnels des différentes classes d'emploi demeurent pour la plupart sous les normes.

L'analyse permet d'indiquer le nombre de postes qui dépassent les normes. Les résultats hors norme se rapportent souvent à certaines tâches précises tels que la réparation de tamis, le déblocage des lignes de fibres ou encore le forage souterrain. Selon les informations fournies par ces compagnies, des mesures correctrices immédiates sont mises en oeuvre pour corriger les situations déficientes. De plus, des équipements de protection respiratoire sont mis à la disposition des travailleurs pour assurer leur protection.

On peut noter à partir des nombreux résultats des bilans annuels une grande variabilité dans l'exposition des travailleurs pour un même poste d'emploi au cours des différentes années. Aussi pour obtenir un profil d'exposition par corps d'emploi, il serait opportun d'approfondir l'analyse des données déjà colligées par une étude qui permettrait, tenant compte de la variabilité de l'exposition et de la puissance statistique nécessaire, d'estimer de façon plus précise l'exposition réelle et ainsi connaître le risque par corps d'emploi. De même, l'analyse pourrait permettre de dégager, à partir des résultats des bilans annuels, outre l'analyse déjà fournie (moyenne arithmétique), des données sur les mesures descriptives générales telles que des mesures de dispersion (étendue, variance, intervalle de variation). Cette analyse pourrait également permettre de déterminer les facteurs qui font varier l'exposition des travailleurs et de réajuster au besoin la stratégie d'échantillonnage. La stratégie d'échantillonnage actuelle apporte des renseignements fort utiles pour décrire l'exposition des travailleurs. Le nombre de travailleurs échantillonnés annuellement ne correspond pas au nombre de travailleurs établis de façon statistique pour connaître les conditions représentatives de l'exposition des travailleurs à un contaminant donné, tel que défini dans le guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail fourni par l'IRSST.

De plus, après vérification auprès des services d'hygiène industrielle d'entreprises québécoises, il semble impossible pour ceux-ci de respecter intégralement le nombre d'échantillons requis pour respecter les règlements ou programmes spécifiques à certains contaminants tels que le bruit, la chaleur ou autres. Ceci est dû au manque de personnel en hygiène industrielle et de la somme de travail à faire pour évaluer l'exposition des travailleurs à certains contaminants. L'analyse actuelle et antérieure des nombreux prélèvements depuis les dernières années laisse supposer que l'échantillonnage fait à couvert l'ensemble des conditions de travail rencontrées. L'interprétation des données pourrait permettre, avec l'aide de statisticiens et des représentants de l'industrie, d'organiser les données brutes déjà colligées en un ensemble de mesures pour décrire l'exposition.

CONCLUSION

L'exposition des travailleurs est déterminée selon une stratégie d'échantillonnage approuvée par les membres du comité de santé et de sécurité. Des prélèvements personnels et fixes sont faits annuellement selon cette stratégie. Les résultats nous indiquent que dans l'ensemble, la norme est respectée. Par contre, nous ne savons pas si le volume d'échantillonnage rencontre les limites d'application qui se situent entre 100 et 1300 f/mm² selon la méthode analytique 243-1. Des densités inférieures à 100 f/mm² donnent des résultats souvent surestimés de la concentration tandis que des densités supérieures à 1300 f/mm² tendent à sous-estimer la teneur en fibres.

De plus, il faudrait vérifier si ces paramètres ont été respectés en ce qui concerne le volume d'échantillonnage pour les résultats obtenus et ce, surtout lorsque ce volume est très bas. Il faudrait aussi vérifier s'il existe un manuel d'assurance qualité ainsi qu'un cahier où les dossiers des preuves justificatives ont été enregistrés. Ceci nous permettrait de s'assurer que les informations et les données

pertinentes à ce contrôle de qualité sont colligées. Pour obtenir un profil d'exposition plus détaillé par corps d'emploi, des études plus poussées faites à partir des données brutes existantes seraient indiquées.

RÉFÉRENCES

- (1) CAMUS, M., J. SIEMIATYCKI ET B. MEEK. Nonoccupational exposure to chrysotile asbestos and the risk of lung cancer. *New Eng J Med*, vol. 338, n° 22, mai 1998, pp. 1565-1571.
- (2) RIOUX, M. Reconnaissance et indemnisation des maladies professionnelles pulmonaires reliées à l'amiante; contexte historique, 16 février 1989.
- (3) COMITÉ D'ÉTUDE SUR LA SALUBRITÉ DANS L'INDUSTRIE DE L'AMIANTE. Rapport final, octobre 1996.
- (4) INSTITUT DE RECHERCHE EN SANTÉ ET EN SÉCURITÉ DU TRAVAIL (IRSST). *Notes et rapports scientifiques et techniques, Méthode analytique 243-1, Numération des fibres*, 15 décembre 1988.
- (5) LAB CHRYSOTILE. *Stratégie d'échantillonnage pour la poussière d'amiante*, 1990.
- (6) J.M. ASBESTOS. *Stratégie d'échantillonnage de la poussière de chrysotile et la formulation du rapport du relevé annuel*.
- (7) LIDDELL, F.D.K, A.D. MCDONALD ET J.C. MCDONALD. Dust exposure and lung cancer in Quebec miners and millers. *Ann Occup Hyg*, 1998, 42(1) : 7-20.
- (8) GIBBS W. G. ET M. LACHANCE. Dust exposure in the chrysotile asbestos mines and mills of Quebec. *Archives of environmental health*, Vol.24. Mars 1972, pp.189-197.

6. L'ENVIRONNEMENT EXTÉRIEUR

(Pierre Lajoie)

En collaboration avec

Marcel Bélanger, Direction de santé publique de Lanaudière

Raynald Brulotte, ministère de l'Environnement du Québec

Louise De Guire, Direction de santé publique de Montréal-Centre

Jacques Lebel, Institut de l'amiante de Québec

Secrétariat : Lina Bergeron, Direction de santé publique de Québec

Ce chapitre porte sur la mesure de l'exposition de la population générale aux fibres d'amiante dans l'air extérieur. Compte tenu du mandat du sous-comité qui portait principalement sur l'exposition de la population dans les édifices publics, nous avons traité principalement des fibres dans l'air. Dans un premier temps, nous résumons l'information scientifique disponible sur les concentrations de fibres mesurées par des techniques d'hygiène du milieu dans certains environnements particuliers : bruit de fond sans exposition professionnelle, environnement influencé par des sources ponctuelles, villes minières, milieux situés à proximité de lieux d'élimination des résidus d'amiante et de pavages d'amiante-asphalte. Dans un deuxième temps, nous résumons les connaissances concernant la mesure de certains biomarqueurs d'exposition reflétant la présence de fibres d'amiante dans le tissu pulmonaire : corps d'amiante et concentrations de fibres dans les tissus. Par la suite, nous évaluons la situation au Québec et tirons certaines conclusions concernant les mesures de suivi pertinentes.

6.1. BRUIT DE FOND

En plus du milieu de travail et des édifices publics, on retrouve des fibres d'amiante dans l'environnement général, que ce soit au niveau du sol, de l'eau et de l'air. Toutefois, de façon générale, les concentrations y sont beaucoup plus faibles qu'à l'intérieur. La stratégie d'échantillonnage doit donc rencontrer certaines exigences particulières. L'échantillonnage doit être fait dans les sites représentatifs de l'exposition de la population. De plus, compte tenu des faibles concentrations, l'échantillonnage doit se faire sur une période de temps relativement longue, de plusieurs heures à plusieurs semaines. Les appareils d'échantillonnage de l'air sont souvent placés au niveau de stations déjà existantes dans des endroits peu accessibles au public comme les toits d'édifices ou les écoles. Compte tenu de la très faible concentration de fibres dans les médias échantillonnés, on utilise la microscopie électronique à transmission analytique (MET). Les méthodes de laboratoire standardisées, telle la méthode NIOSH 7042, par exemple, sont utilisées à cette fin.

La fibre d'amiante chrysotile est ubiquitaire dans l'environnement et les niveaux sont à peu près constants depuis les dix mille dernières années (1). On a mesuré des concentrations significatives de fibres d'amiante chrysotile dans l'Antarctique et au Groenland. Les niveaux dans l'air sont en général, à moins de sources particulières, plus élevés en milieu urbain qu'en milieu rural. En milieu rural, en l'absence de sources ponctuelles, les concentrations de fibres dans l'air ne dépassent généralement pas 1 ng/m³ ou 0,00001 f/ml (2). De plus, en milieu rural il y a peu de fibres qui dépassent 5 microns de longueur.

Des concentrations plus élevées ont été mesurées en milieu urbain où les principales sources sont les freins d'automobile, les travaux de démolition ou les industries. Avant 1980, l'isolation de bâtiments à l'amiante floquée représentait une source significative. Les autres sources sont le minerai d'amiante lui-même ou encore les sites d'élimination à ciel ouvert. Les concentrations sont supérieures lorsqu'il y a des sources locales d'émission. Une revue de 20 études publiées a été faite à l'intention du Congrès des États-Unis et reprise par le Health Effects Institute (3) (tableaux 2 et 3). La très grande majorité des concentrations mesurées en milieu urbain sont inférieures à 10 ng/m^3 ou $0,0001 \text{ f/ml}$. Par exemple, Sébastien et collaborateurs ont montré que 99 % des concentrations mesurées à Paris étaient inférieures à 7 ng/m^3 (4). Les concentrations mesurées à Paris par le Laboratoire des particules inhalées ont montré une concentration moyenne pour les années 1993-94 de $0,00013 \text{ f/ml}$, ce qui représente une diminution importante depuis 1974 (5) Les résultats de différentes études ont été rapportés au tableau 3 (6). Des concentrations allant jusqu'à $8\,200 \text{ ng/m}^3$ ont été mesurées près des usines d'amiante dans des grandes villes des États-Unis à l'aide de microscopie électronique à transmission. En Grande-Bretagne, on a mesuré des concentrations variant de 35 à $1\,300 \text{ ng/m}^3$ près des usines d'amiante et de 200 ng/m^3 près des dépotoirs de déchet.

Tableau 2 Concentrations d'amiante dans l'air extérieur rapportées dans la littérature

Type de milieu environnemental	Médiane des concentrations ^a			Étendue des concentrations ^b			Sensibilité analytique ^c	Préparation technique
	(s/L)	PCME (f/ml)	ng/m ³	s/L	PCME (f/ml)	ng/m ³		
MILIEU URBAIN								
À l'extérieur des écoles	25	0,00005 ^d	0,12	0 – 2000	-	0 – 8	-	indirecte
À l'extérieur des écoles	10	0,0003 ^d	0,08	0 – 100	0 – 0,008 ^d	0 – 0,9	-	indirecte
À l'extérieur des écoles	4	-	0,02	0 – 10	-	0 – 0,07	-	indirecte
À l'extérieur des écoles	-	-	0,5	-	-	0 – 100	-	-
À l'extérieur des édifices publics	< 0,01	-	-	-	-	-	-	directe
Ville	2	< 0,002	0,03	0 – 8	0 – 0,004	0 – 20	2	directe
Toronto	6	< 0,002 ^f	0,07	0 – 45	0 – 0,004 ^f	0 – 0,3	2	directe
Paris	-	-	0,4	-	-	0,1 – 9	-	indirecte
Ville	-	-	1	-	-	1 – 10	-	-
Ville	-	-	-	0 – 10 ^g	-	-	-	-
New York	-	-	10	-	-	0 – 100	-	-
États-Unis	-	-	1	-	-	0 – 50	-	-
États-Unis	-	-	3	-	-	0 – 15	-	-
Canada (Montréal)	-	0,0007 ^{f,h}	-	-	0,0006 – 0,0009 ^{f,i}	-	-	indirecte
Canada	-	0,0001 ^{f,h}	1 ^h	-	0 – 0,003 ^f	0 – 6	-	-
Royaume Uni	-	-	-	-	-	0,1 – 1	-	-
Allemagne	3 ^e	-	-	0 – 10	-	-	-	-
Suisse	-	0,004 ^{f,h}	0,75 ^{f,h}	-	-	-	-	-
À proximité d'une usine d'amiante	0,2	-	0,03	0 – 11	-	0 – 170	0,3	-

Tableau 2 Concentrations d'amiante dans l'air extérieur rapportées dans la littérature (suite)

Type de milieu environnemental	Médiane des concentrations ^a			Étendue des concentrations ^b			Sensibilité analytique ^c	Préparation technique
	(s/L)	PCME (f/ml)	ng/m ³	s/L	PCME (f/ml)	ng/m ³		
MILIEU URBAIN								
Royaume Uni	-	-	< 1	-	-	< 1	< 1	directe
Circulation intense	4,0 ^h	0,0004 ^{f,h}	-	< 2 – 31,7	-	-	0,05 0,00005	directe
Circulation intense	-	-	2 ^h	-	-	1 – 8	0,1	indirecte
Circulation intense	0,5 ^h	0,00016 ^{f,h}	-	-	0 – 0,00016 ^{f,h}	-	0,00008	directe
Japon (résidentiel)	19,8	-	0,23	< 4 – 111	-	< 0,02 – 9,89	-	indirecte
Japon (industriel)	14,0	-	0,18	< 4 – 91	-	< 0,02 – 10	-	indirecte
États-Unis (70 écoles)	2 ^h	0 ^h	0,1 ^h	08,6 ^j	0	0 – 0,39 ^j	-	directe
MILIEU RURAL								
Japon (agricole)	21,8	-	0,17	7 – 47	-	0,08 – 0,29	-	indirecte
Royaume Uni (campagne)	-	-	< 1	-	-	< 1	-	-
Bruit de fond Royaume Uni	-	-	< 1 4 ^h	-	-	< 1 3 – 5	-	-
Semi-urbain	0,6	< 0,0006 ^d	0,003	0 – 6	0 – 0,0002	0 – 9	0,6	indirecte
Éloigné	< 0,4	< 0,0004	-	0 – 0,4	< 0,0004	0 – 0,008	0,4	directe
Éloigné	-	-	0,03	-	-	0,1 – 2	-	-
Éloigné	-	-	-	0,03 – 0,9	-	-	-	directe
Ontario	2	< 0,002 ^f	0,002	0 – 30	< 0,002 ^f	0 – 0,2	2	directe
Ontario	-	-	-	0 – 0,3 ^g	-	-	-	-
Australie	-	< 0,0001 ^{f,h}	-	-	-	-	-	-

Source : HEI (1991), adapté de Berman et Chatfield (1989)

- a Valeurs qui représentent les médianes estimées pour l'ensemble des concentrations rapportées dans l'étude. Dans certains cas, les valeurs représentent la médiane d'un ensemble de moyennes. Dans d'autres cas, seules des valeurs moyennes peuvent être estimées.
- b Les valeurs les plus basses et les plus élevées dans chaque étude sont présentées comme l'étendue des concentrations rapportées. Dans certains cas, les valeurs présentent un ensemble de moyennes provenant de plusieurs localisations.
- c Les valeurs sont des moyennes estimées à partir de la sensibilité analytique rapportée pour chacune des mesures réalisées dans l'étude.
- d Basé sur des analyses en microscopie à contraste de phase (PCM) plutôt que sur des analyses en microscopie électronique à transmission (TEM).
- e Valeurs estimées à partir d'une seule mesure.
- f Toutes les fibres plus grandes que 5µm plutôt que des fibres mesurées en microscopie optique à contraste de phase.
- g Valeurs estimées.
- h Valeur qui représente la moyenne d'un ensemble de concentrations (et non pas la médiane).
- i Étendue de moyennes provenant de multiples échantillons de différentes localisations.
- j 95^e percentile.

Tableau 3 Études sur les concentrations de fibres d'amiante dans l'air extérieur

MILIEU D'ÉTUDE	MÉTHODE	RÉSULTATS
Grandes villes des États-Unis	META	1 ng/m ³ - 10 ng/m ³ New York +++ (freins) ↑ 8200 ng/m ³ près des usines d'amiante
Ontario : 5 localités, métro Toronto, certains bâtiments	META	Pas de situation « anormale »!
Baie-Verte, Terre-Neuve	META	24 f/l (moy.) (0.024 f/ml)
Pays-Bas	META	4 f/l (près d'une usine d'amiante-ciment) (0.004 f/ml) 3.6 f/l (dans un tunnel routier) (0.0036 f/ml) 0.7 f/l (Amsterdam et Rotherdam) (0.0007 f/ml)
Allemagne	Microscopie électronique à balayage	0.1 – 18 f/l (près des usines d'amiante-ciment et des matériaux de friction) (0.001 – 0.018 f/ml)
Grande-Bretagne	META	< 4 ng/m ³ (moy. bruit de fond en milieu urbain) 35 – 1300 ng/m ³ (près des usines d'amiante) 200 ng/m ³ (près des dépotoirs de déchets)

Source : Sébastien et collaborateurs, 1986

6.2. VILLES MINIÈRES

Études de l'Association des mines d'amiante du Québec

Depuis 1973, l'Association des mines d'amiante du Québec et les organismes qui l'ont précédée, ont effectué des mesures de concentrations de fibres d'amiante dans l'air ambiant des villes minières (7) Entre 1973 et 1981 inclusivement, l'échantillonnage s'est effectué durant l'été généralement pendant une période de 6 heures à 2 litres par minute. Trente-deux (32) postes d'échantillonnage ont été utilisés dans cinq villes minières. Entre 1982 et 1996, le débit d'échantillonnage a varié selon les années de 390 à 1 050 litres/cm². Les analyses de laboratoire ont été effectuées en microscopie optique à contraste de phase. À partir de 1982, on a utilisé la microscopie électronique à transmission. Les concentrations moyennes dans les villes minières ont diminué de façon importante, passant de 0,076 f/ml en 1973 à 0,003 f/ml en 1996 (figures 1, 2). En 1996, la concentration moyenne des villes minières mesurée en microscopie électronique était de 0,002 f/ml.

En 1997, dans le cadre du programme d'échantillonnage, l'Association des mines d'amiante du Québec a effectué une étude dans trois villes minières (7) Sept (7) postes d'échantillonnage ont été utilisés à Asbestos, Thetford Mines et Black Lake. L'échantillonnage s'est effectué du 2 au 12 juin 1997. La période d'échantillonnage a été de 13,2 heures, de 8 h 40 à 16 h 45 à chaque poste. On a utilisé un filtre millipore de 25 mm, avec diamètre de 0,8 micron; le débit était de 5 litres par minute. On a utilisé la microscopie optique à contraste de phase, selon la méthode IRSST 243-1 et la microscopie électronique à transmission selon la méthode NIOSH 7402. Les concentrations en microscopie électronique étaient de 0,004 f/ml à Asbestos, de 0,004 f/ml à Thetford Mines et de 0,007 f/ml à Black Lake. La moyenne pour les trois villes était de 0,005 f/ml.

Étude d'Environnement Canada et du ministère de l'Environnement du Québec

Une étude très détaillée de l'amiante dans l'air ambiant des villes minières du Québec a été réalisée de 1983 à 1986 par le ministère de l'Environnement du Canada en collaboration avec le ministère de l'Environnement du Québec (5) Cette étude est remarquable par son exhaustivité et sa rigueur. De plus, on a utilisé pour l'échantillonnage de l'air et l'analyse, de nouvelles techniques dont la microscopie électronique à transmission. C'était la première étude de cette envergure dans le domaine de la pollution atmosphérique reliée à l'amiante.

L'étude a été réalisée dans trois villes minières, Asbestos, Thetford Mines et Black Lake, de même que deux villes contrôles, Montréal et Saint-Étienne. Tous les postes d'échantillonnage ont été installés au centre des villes minières et le plus souvent sur des toits d'école ou d'autres édifices publics. Les postes d'échantillonnage, au nombre de 9, étaient situés entre 0,35 et 6,25 km des sources industrielles d'amiante. Au cours de l'étude, le ministère de l'Environnement du Québec a continué d'échantillonner des particules en suspension au niveau de ces stations.

L'échantillonnage s'est déroulé du 17 janvier au 19 décembre 1984. Il a été effectué sur 12 périodes continues de 4 semaines. Les appareils d'échantillonnage étaient des « Connecticut Lo-Vol » munis d'un filtre millipore de 400 cm², d'une porosité de 0,45 µm. À toutes les quatre semaines, après un échantillonnage d'environ 5 000 m³ d'air, le filtre était prélevé pour analyse.

Figure 1 Concentrations de fibres d'amiante dans l'air ambiant des villes minières du Québec

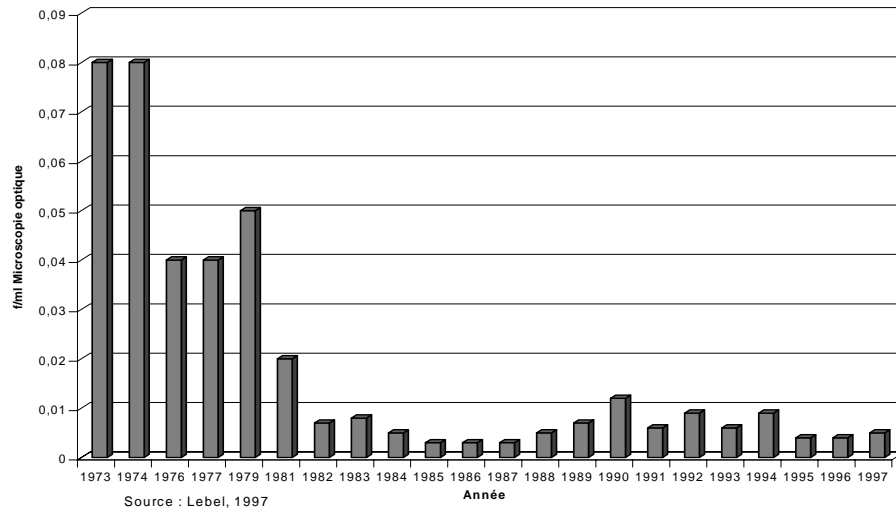
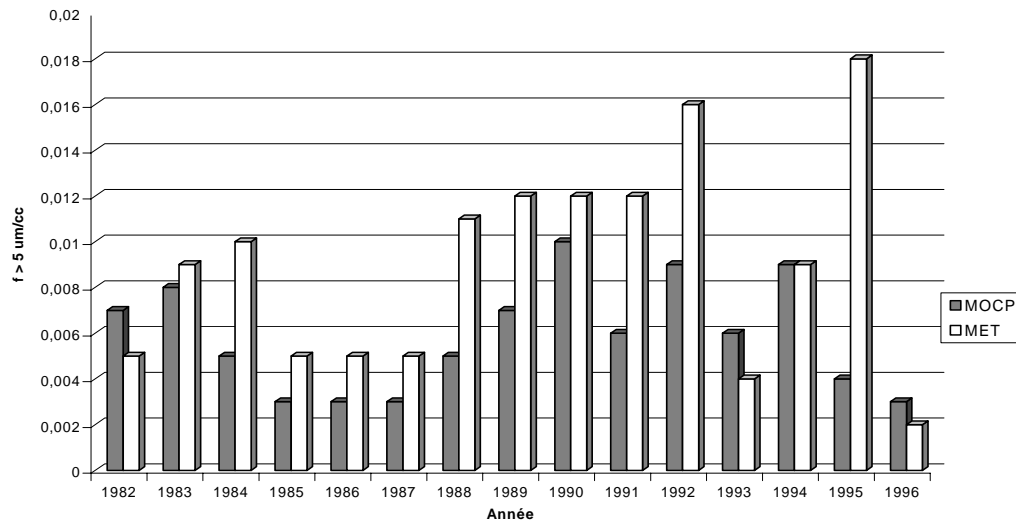


Figure 2 Concentrations de fibres d'amiante dans l'air ambiant des villes minières du Québec



MOCP : Microscopie optique en contraste de phase
MET : Microscopie électronique à transmission

Source : Lebel, 1997

Pour les analyses de laboratoire, on a utilisé la microscopie électronique à transmission (META) avec la méthode indirecte. Une analyse comparative de la méthode directe et indirecte a d'abord été réalisée. Une numération sélective des particules plus longues que 5 µm et ayant un rapport longueur/diamètre supérieur à 3 a été effectuée.

Deux types d'amiante ont été identifiés, la chrysotile (99 % et plus) et la trémolite (entre 0,5 et 1 %). Les fibres de chrysotile mesuraient de 5 à 20 µm; les fibres de trémolite avaient un diamètre moyen de 0,53 µm et une longueur moyenne de 9,2 µm.

Les niveaux moyens annuels de fibres dans l'air étaient de 0,9 fibre par litre à Montréal et Saint-Étienne, 52,5 fibres par litre à Asbestos, 73,7 fibres par litre à Thetford Mines et 188,7 fibres par litre à Black Lake (tableau 4). Les niveaux moyens étaient environ trois fois supérieurs à Black Lake par rapport à ceux de Thetford Mines et Asbestos. Il est à noter que les résultats variaient beaucoup à l'intérieur de la même ville au niveau des différents postes. Il y avait aussi une variation saisonnière importante avec un maximum en avril et en octobre (figure 3). Il est à souligner qu'un peu plus de 14 % des fibres détectées avaient une longueur supérieure à 5 µm et un rapport longueur/diamètre supérieur à 3. Elles étaient donc visibles sous la microscopie optique en contraste de phase. Les concentrations moyennes visibles en microscopie optique en contraste de phase ont donc été estimées à 0,026 fibre par cm³ à Black Lake, 0,010 fibre par cm³ à Thetford Mines et 0,007 fibre par cm³ à Asbestos. Les concentrations mesurées à Thetford Mines et Asbestos sont en moyenne 70 fois plus élevées que celles de Montréal et de Saint-Étienne. Les concentrations mesurées à Black Lake étaient sur une base annuelle environ 200 fois plus élevées qu'à Montréal et 1 000 fois lors des pics saisonniers. Soulignons que les concentrations moyennes de trémolite dans l'air étaient de 1,5 fibres par litre à Thetford Mines, de 0,9 fibre à Black Lake et de 0,2 fibre par litre à Asbestos.

6.3. RÉSIDUS D'AMIANTE

Sources

Certains résidus peuvent contenir des quantités notables d'amiante et représenter dans certains cas des sources d'émission de fibres dans l'environnement, notamment, lorsqu'il s'agit de matériaux friables. Ces résidus proviennent principalement de l'industrie minière et de transformation, de même que de la construction. Les usines d'extraction ou d'exploitation minière sont à l'origine de quantités considérables de résidus contenant de l'amiante. Il s'agit de minerais stériles entreposés dans les halles, lesquels peuvent occuper une superficie considérable. L'utilisation de minerais stériles comme matériau de remplissage représente une autre source potentielle de fibres dans l'air extérieur. Une évaluation de la situation actuelle est présentement réalisée par un groupe de travail mis sur pied par le ministère de l'Environnement du Québec. Les autres sources de résidus sont les équipements de dépollution de l'air contaminés, les sacs ayant déjà contenu de l'amiante et certains matériaux contenant des poussières d'amiante. Les matériaux de démolition contenant de l'amiante, par exemple les isolants, l'amiante-ciment, et les flocages constituent d'autres sources de résidus.

Lorsque les résidus sont entreposés ou éliminés, ceux-ci peuvent contaminer l'air et l'eau. Les principaux problèmes de contamination surviennent lorsqu'il s'agit de dépôts à ciel ouvert mal protégés des intempéries. Des études ont été réalisées dans le voisinage d'un dépotoir contenant des matériaux d'amiante (8,1). Les concentrations atmosphériques de fibres d'amiante dans l'air ambiant autour de ces dépotoirs peuvent être beaucoup plus élevées que le bruit de fond; elles sont dans certains cas 10 à 10 000 fois plus élevées et s'approchent même des concentrations retrouvées en milieu de travail. De plus, une contamination importante de l'eau peut survenir dans le cas de dépotoirs mal protégés.

Tableau 4 Concentrations de particules de chrysotile¹ : moyennes annuelles par poste et par région

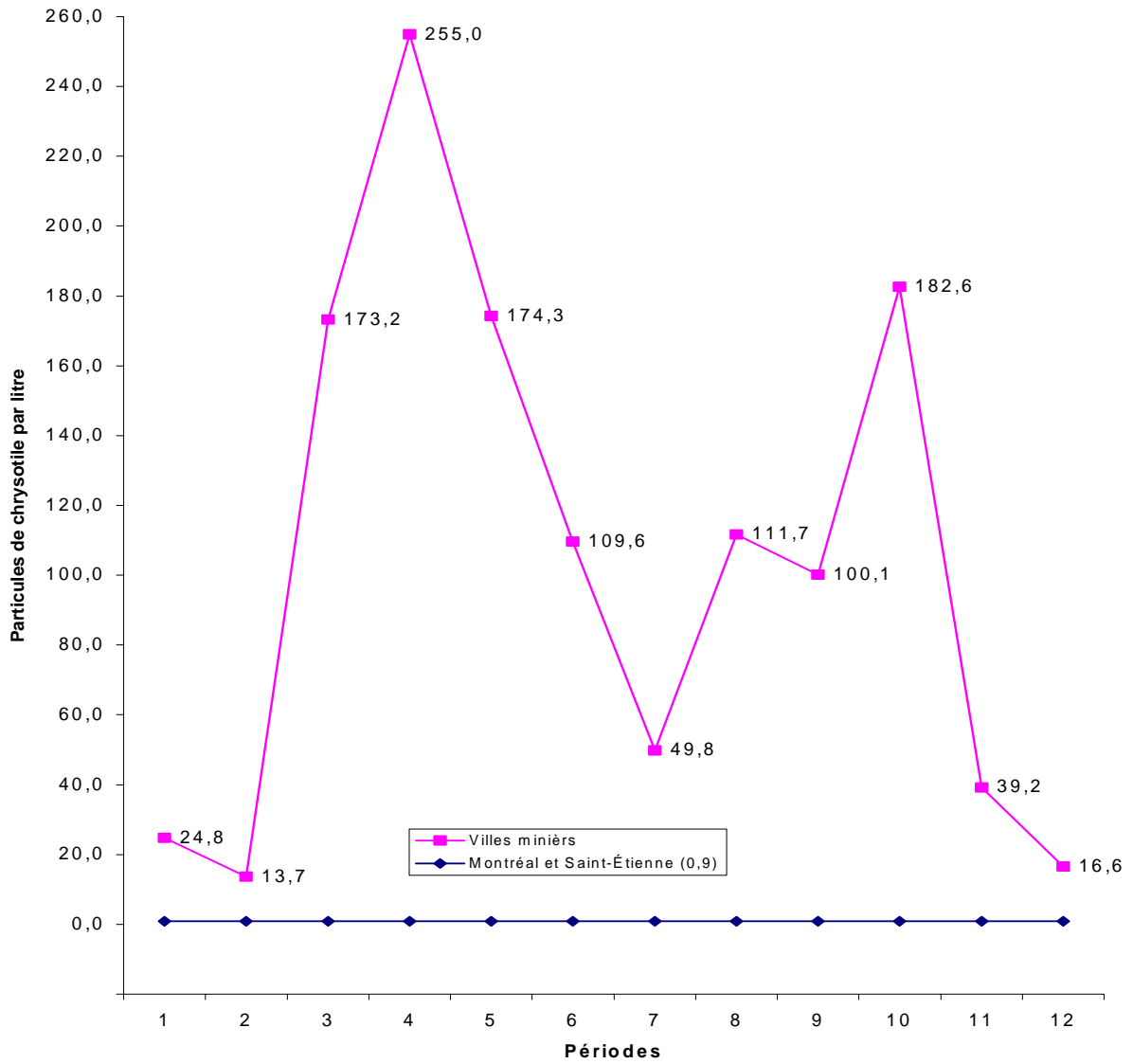
Poste n°	Nombre d'échantillonnages	Moyenne géométrique	Écart-type géométrique	Moyenne arithmétique estimée*
Saint-Étienne 000	9	0,6	1,3	0,6
Montréal 012	10	0,9	2,2	1,2
Asbestos 706	11	29,8	3,1	47,6
Asbestos 709	11	37,2	3,3	57,5
Thetford Mines 722	12	64,2	3,4	107,9
Thetford Mines 723	12	16,7	3,1	26,8
Thetford Mines 725	11	61,5	3,3	102,3
Black-Lake 732	12	86,2	3,7	153,2
Black-Lake 736	12	141,4	3,1	223,4
Saint-Étienne et Montréal 000 et 012	19	0,7	1,9	0,9
Asbestos 706 et 709	22	33,3	2,9	52,5
Thetford Mines 722, 723 et 725	35	39,9	5,7	73,7
Black-Lake 732 et 736	24	110,4	3,4	188,7

Source : Sébastien et collaborateurs, 1986

¹ Nombre de fibres de chrysotile par litre, d'une longueur supérieure à 5 microns.

* Suivant la technique de Oldham, *Biometrics*, 1965, no 213, pp. 235-239.

Figure 3 Variation saisonnière de la pollution atmosphérique par l'amiante



Source : Sébastien et collaborateurs, 1986

Santé et sécurité au travail

Lors des travaux impliquant de l'amiante, en vertu du code de sécurité pour les travaux de constructions, les matériaux friables contenant de l'amiante susceptible d'être dispersés au cours des opérations, doivent être mouillés en profondeur tout au long des travaux (R.6 art.3.23.9) et les débris de matériaux contenant de l'amiante doivent être placés dans des contenants étanches appropriés (R.6 art. 3.23.10). L'amiante est une matière dangereuse identifiée dans le Système d'information sur les matières dangereuses utilisées au travail (SIMDUT), une fiche signalétique étant disponible. Le transport de l'amiante est soumis à la réglementation fédérale sur le transport des matières dangereuses.

Dans le cas de travaux autorisés et effectués selon le code de sécurité pour les travaux de construction, l'amiante parvient dans des sites d'enfouissement à l'intérieur de contenants étanches qui sont le plus souvent des sacs de polypropylène. Au site d'enfouissement, les problèmes potentiels sont reliés à la rupture des contenants étanches lorsque les sacs sont compactés par la machinerie lourde avant d'être recouverts. À ce moment, les fibres d'amiante peuvent être libérées dans l'environnement. Dans le cas de travaux clandestins d'enlèvement d'amiante, les travailleurs et les responsables des sites d'enfouissement ne sont pas informés de la présence d'amiante dans les résidus. Il arrive occasionnellement que des inspecteurs de la CSST soient informés de dérogation aux règlements.

Élimination des résidus

Aux États-Unis, la gestion des déchets d'amiante est couverte par le « Clean Air Act » de 1970, amendé en 1990. L'amiante est identifié comme déchet dangereux par le ministère de l'Environnement des États-Unis (EPA). La section « National Emission Standards for Hazardous Air Pollutant » (NESHAP) réglemente les pratiques de travail lors de la rénovation et de la démolition de structures contenant de l'amiante. Les propriétaires et les entrepreneurs doivent informer les autorités locales avant les travaux de démolition ou de rénovation. Le règlement édicte aussi des normes concernant la manipulation et l'élimination de l'amiante. L'enregistrement des bâtiments concernés est obligatoire. Lors du transport et de l'élimination des déchets d'amiante, les véhicules doivent être identifiés de même que le lieu de l'élimination. Les nouveaux sites d'élimination doivent être approuvés par l'EPA.

Au Québec, la réglementation en vigueur ne soumet pas les déchets d'amiante à une gestion particulière⁵. Toutefois, plusieurs documents ont été publiés par le ministère de l'Environnement sur ce sujet au cours des dernières années, notamment le « Document de préconsultation sur la refonte du règlement sur les déchets solides », en septembre 1992. Le Comité de santé environnementale du Québec (CSE) avait formulé des recommandations sur ce document pour retirer l'amiante de la catégorie des matériaux secs et des débris de construction et de démolition (9). Le CSE recommandait aussi que les déchets soient recouverts dès réception au site d'élimination de matériaux de recouvrement et de déchets. Il recommandait de plus que les résidus et les matériaux friables contenant de l'amiante soient placés dans un contenant étanche et étiqueté selon les règlements en vigueur. En 1994, une version technique du « projet de règlement sur les déchets solides » a été produite par le MEF. Dans ce règlement, l'amiante représente toujours un déchet solide mais ne constitue plus un

5. Marcel Bélanger, DSP de Lanaudière, communication personnelle, 1998

débris de construction et de démolition. Donc, l'enfouissement dans un dépôt de matériau sec serait interdit.

Depuis 1996, la version technique de ce règlement ne permet plus son enfouissement que dans un lieu d'enfouissement sanitaire avec captage et traitement du lixiviat. On recommande le recouvrement immédiat et la manipulation en contenants étanches sans les régler.

Actuellement, l'amiante est un déchet solide correspondant à la définition du règlement sur les déchets solides en vigueur depuis 1982⁶. Le règlement actuel ne comporte aucune disposition spécifique concernant l'amiante. Le règlement sur les matières dangereuses, en vigueur depuis le 1^{er} décembre 1999, qui remplace le règlement sur les déchets dangereux, exclut nommément l'amiante de la liste des matières dangereuses (article 2, paragraphe 14). Lors de la consultation du Bureau d'audience publique de l'environnement sur la gestion des résidus au Québec en 1996, le ministère de l'Environnement du Québec a diffusé « un projet de règlement concernant la mise en décharge et l'incinération des déchets ». Ce projet de règlement prévoit l'obligation pour l'exploitant d'un lieu d'enfouissement sanitaire de recouvrir les déchets friables en respectant certaines pratiques sécuritaires. Le règlement ne prévoit pas de pratique particulière concernant l'enfouissement de l'amiante. Toutefois, de façon générale, il prévoit que les déchets soient recouverts à tous les jours dans les lieux d'enfouissement sanitaire. Une telle obligation n'existe pas en ce qui concerne les dépotoirs de matériaux secs. Dans les dépôts en tranchée, on peut brûler les résidus et on les recouvre à tous les mois.

À l'heure actuelle, on ne connaît pas réellement les volumes de résidus d'amiante acheminés dans les lieux d'enfouissement sanitaire. Toutefois, lors de travaux d'enlèvement importants comme dans un édifice à bureaux de plusieurs étages, le volume de résidus peut être considérable. L'article 57.1 du règlement sur les déchets solides oblige l'exploitant d'un lieu d'enfouissement sanitaire à tenir un registre qui identifie la nature et la provenance des résidus de chacun des camions qui vient au lieu d'enfouissement sanitaire. L'article 31 du projet de règlement sur l'élimination des matières résiduelles (L.R.Q., C.Q.-2), pré-publié à l'automne 2000, stipule que : « Les matières résiduelles qui contiennent de l'amiante dans une concentration égale ou supérieure à 1 % poids et qui sont susceptibles d'être dispersés dans l'air doivent, dès leur admission et avant leur compactage, être recouvertes complètement de matériaux satisfaisant aux critères de l'article 33, ou encore d'autres matières résiduelles ».

Amiante-asphalte

L'amiante-asphalte peut représenter une source de fibres d'amiante dans l'air extérieur. En 1996, la Direction de santé publique de Montréal-Centre a évalué l'utilisation de l'amiante-asphalte, en rapport avec un projet-pilote mené au Québec par le ministère des Transports (10). L'utilisation de l'amiante dans des enrobés serait une technique utilisée depuis une dizaine d'années. L'amiante est utilisé comme liant dans le mélange, ce qui augmenterait, de façon notable, la durabilité et la résistance à l'orniérage, selon le ministère des Transports. Des études environnementales dans le cadre des projets-pilotes menés à Villeroy et à St-Apollinaire ont été effectuées pour mesurer les concentrations de fibres aux usines d'enrobage, auprès du conducteur, du paveur, en amont ainsi qu'en aval du site d'épandage. Les

6. René Binette, MEF, communication personnelle, 1998

résultats de ces études indiquent que les concentrations admissibles en milieu de travail ne seraient pas dépassées et que les niveaux dans l'air ambiant en amont et en aval du site de pavage ne diffèreraient pas.

La Direction de santé publique de Montréal-Centre a fait une évaluation des rapports environnementaux et a demandé l'expertise de l'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail (IRSST). Plusieurs faiblesses méthodologiques ont été soulevées par celui-ci, notamment en ce qui concerne la représentativité des mesures faites chez les travailleurs, de même qu'autour des sites de pavage. Les données seraient trop « fragmentaires » pour se prononcer de façon définitive sur l'innocuité de l'utilisation de l'amiante au niveau des pavages. Les éléments qui devraient être étudiés davantage sont l'usure de la route et l'utilisation en milieu densément peuplé. Quant au ministère de l'Environnement, il a recommandé que l'on poursuive les études pour mesurer l'impact de l'utilisation de l'amiante-asphalte sur la qualité de l'air en utilisant un échantillonnage de l'air ambiant plus adéquat, en mesurant l'impact de l'usure et du trafic routier sur les concentrations dans l'air extérieur.

Biomarqueurs de l'exposition

Plaques pleurales

Les plaques pleurales sont des lésions fibreuses qui apparaissent au niveau de la plèvre pariétale. Ces lésions bénignes de la plèvre sont des manifestations de l'exposition à l'amiante (2). Les plaques pleurales peuvent être retrouvées dans des populations de travailleurs des mines, de l'industrie de l'amiante, des secteurs avec contact ponctuel et accidentel avec l'amiante, de même que dans la population générale. La prévalence des plaques pleurales dans ces différentes populations varie beaucoup (2). Selon les différentes études, elle varie de 1,5 à 12,9 % chez les mineurs, de 4,6 à 14,6 % dans l'industrie manufacturière, de 4,4 à 58,2 % chez les travailleurs affectés à l'utilisation ou à l'enlèvement de produits contenant de l'amiante. Chez les travailleurs de l'entretien et les concierges des édifices publics ou commerciaux, la prévalence était de 5,7 % sans exposition préalable à l'amiante et ayant travaillé 10 ans ou plus dans un édifice public (11). La prévalence était de 7,2 % chez des travailleurs du milieu scolaire de New York et de 26 % chez des concierges du district scolaire de Boston avec plus de 15 ans d'ancienneté (12).

Au Québec, un dépistage des plaques pleurales a été effectué chez 1 205 travailleurs du bâtiment et des travaux publics (BTP) : calorifugeurs, tuyauteurs-plombiers, ferblantiers, mécaniciens d'ascenseurs, mécaniciens en protection d'incendie, frigoristes, chaudronniers et briqueteurs (13). Parmi eux, 262 travailleurs (22,7 %) avaient des anomalies pleurales. Parmi ces travailleurs, 25 cas d'amiantose suspectés ont été identifiés dont 12 cas chez les tuyauteurs-plombiers.

Dans le cas d'exposition non reliée au travail, une prévalence de 20 % a été détectée chez des proches des travailleurs de l'amiante (14). Dans la population générale, la prévalence de plaques pleurales varie de 0,5 à 6,8 % (15). La prévalence est environ 2 fois plus élevée dans la population provenant de milieu rural que de milieu urbain. La prévalence la plus élevée a été rapportée en Finlande, chez les hommes. Dans la plupart des études, une exposition antérieure à l'amiante est rapportée chez les personnes porteuses de plaques pleurales(2). Au point de vue clinique, la présence de plaques pleurales n'a pas beaucoup de signification, si ce n'est une légère diminution de la fonction pulmonaire (2). Certaines études auraient démontré un risque possiblement accru de cancer du poumon et du larynx et du mésothéliome associé à la présence de plaques pleurales.

Fibres d'amiante dans les tissus pulmonaires

Les corps d'amiante et les fibres retenues dans le tissu pulmonaire sont aussi des biomarqueurs de l'exposition aux fibres d'amiante (2,16). Les corps d'amiante sont des fibres d'amiante enrobées de protéines liées au fer. On les retrouve très fréquemment dans les poumons des travailleurs exposés à l'amiante. On peut rechercher des corps d'amiante directement dans le tissu ou encore dans des spécimens obtenus par lavage bronchique. La recherche de corps d'amiante a été basée principalement au départ sur la microscopie optique. Avec l'apparition de la microscopie électronique, de nouvelles techniques ont permis d'identifier et de quantifier les fibres d'amiante elles-mêmes présentes dans le tissu pulmonaire (2).

Bien qu'il y ait des difficultés méthodologiques au niveau des analyses des fibres dans les tissus en laboratoire, on a montré un gradient dans les concentrations de fibres dans les poumons des différentes populations exposées à l'amiante (11). Les concentrations les plus élevées ont été retrouvées chez les travailleurs de l'amiante, les concentrations intermédiaires chez des personnes qui résident dans les maisons de mineurs et les plus faibles chez les personnes exposées dans l'environnement en général (2).

Case et Sébastien ont démontré, à l'aide de la microscopie optique, une concentration plus élevée de corps d'amiante dans le tissu pulmonaire des personnes qui vivaient dans une ville minière que dans une population contrôle (16). Dans une étude réalisée, de 1 300 cas d'autopsies au Centre hospitalier universitaire de Sherbrooke, entre 1979 et 1983, à l'aide de la microscopie électronique à transmission, les mêmes chercheurs ont montré une concentration de fibres de chrysotile plus longues que 5 microns, significativement plus élevée dans la population des villes minières que dans une population contrôle (17). La concentration de fibres dans le tissu pulmonaire dans la population étudiée était environ 50 % inférieure à celle des mineurs. Soulignons, que la concentration de trémolite était beaucoup plus élevée chez les travailleurs et un peu plus élevée dans la population étudiée que chez les contrôles. Dans une étude portant sur sept cas de résidents de Thetford Mines qui n'avaient jamais travaillé dans les mines ou l'industrie de l'amiante, les concentrations de fibres dans le tissu pulmonaire ont été comparées aux concentrations retrouvées chez 20 mineurs et chez 20 personnes provenant de Vancouver (18). La concentration de fibres de chrysotile et de trémolite chez des résidents de Thetford Mines représentait environ 20 % de la concentration retrouvée chez les mineurs; par ailleurs, elle était 10 fois plus élevée que la concentration retrouvée chez les résidents de Vancouver. De plus, les fibres d'amiante chez les résidents de Thetford Mines étaient plus longues.

Les résultats de certaines études sur les biomarqueurs soutiennent l'hypothèse d'un risque plus élevé de mésothéliome associé à l'exposition aux fibres amphiboles. Deux études cas-témoins réalisées chez des cas de mésothéliome ont montré une association entre une plus grande concentration de fibres amphiboles et le mésothéliome (16). Selon la première étude, la présence de fibres amphiboles longues dans le tissu pulmonaire serait responsable de 65 à 70 % des cas de mésothéliome. Une étude portant sur neuf cas provenant du Québec a montré la même tendance associée à la présence de fibres de trémolite (16).

L'association de certains problèmes de santé comme le mésothéliome à l'exposition à l'amiante provenant de l'environnement dans la population générale, est difficile à évaluer. À cause de difficultés méthodologiques, l'identification de corps d'amiante n'a pas permis de démontrer de lien valide entre les deux (2). L'utilisation plus récente de la microscopie électronique pour l'étude des fibres dans les tissus pulmonaires chez les cas suspectés dans la population générale semble être une avenue prometteuse au niveau de la recherche (15,12).

6.4. ÉVALUATION DE LA SITUATION AU QUÉBEC

Concentrations dans l'air extérieur

Bruit de fond

En général, au Québec, les concentrations mesurées dans l'air extérieur en l'absence de sources ponctuelles sont très faibles. Le bruit de fond en milieu rural est inférieur au milieu urbain. Comme le rapporte le Health Effects Institute, les concentrations mesurées par Sébastien et collaborateurs à Montréal et à Saint-Étienne étaient toutefois plus élevées que les concentrations mesurées dans les autres études (2). En 1984, les concentrations moyennes des échantillons étaient de 0,0012 f/ml à Montréal et de 0,0006 à Saint-Étienne. Selon le HEI, ces concentrations plus élevées peuvent être dues à la sensibilité plus grande de la méthode utilisée et aussi à la période d'échantillonnage relativement longue (4 semaines). Une telle période peut permettre de récolter des pics d'exposition passant inaperçus sur des périodes beaucoup plus courtes. De plus, la méthode indirecte d'analyse en microscopie électronique à transmission aurait tendance à donner des résultats plus élevés que la méthode directe. A l'heure actuelle, il n'existe toutefois pas de résultats récents pour évaluer le bruit de fond au Québec, et il demeure difficile d'en évaluer les tendances.

Villes minières

En ce qui concerne les villes minières, les concentrations mesurées dans l'air ambiant par l'Institut de l'amiante à partir de 1973, en microscopie optique, montrent des concentrations beaucoup plus élevées que le bruit de fond. Il y a eu par ailleurs, une diminution importante des concentrations dans l'air extérieur, notamment de 1973 à 1982. Les concentrations mesurées à partir de 1982 sont demeurées beaucoup plus faibles. Les résultats des analyses effectuées de 1983 à 1997 par l'Institut de l'amiante avec la microscopie électronique à transmission, ont démontré aussi une diminution très importante des concentrations dans l'air extérieur (6). Signalons toutefois, que les résultats démontrent encore des fluctuations notables des concentrations moyennes dans les villes minières à la fin des années 80 jusqu'en 1995 inclusivement. Les concentrations moyennes au cours de ces années dépassaient fréquemment 0,01 f/cc. En 1996 et 1997, les concentrations moyennes étaient beaucoup plus faibles, variant de 0,003 à 0,005 f/cc. Rappelons que les résultats des études de l'Institut de l'amiante sont des moyennes de villes minières. En 1997, les résultats des moyennes pour chacune des villes montrent que les concentrations étaient plus élevées à Black Lake qu'à Asbestos et à Thetford Mines. Ces résultats confirment les résultats mesurés par Environnement Canada et le ministère de l'Environnement, entre 1983 et 1986.

Concentrations acceptables

Au Québec, il n'existe pas à l'heure actuelle de norme réglementaire concernant la concentration acceptable de fibres d'amiantes dans l'air extérieur. En 1998, le Comité aviseur sur l'amiantes du MSSS a recommandé 0,01 f/cc comme niveau d'action à l'intérieur des écoles floquées à l'amiantes. En France, le niveau d'action a été fixé à 0,025 f/cc. Le « Health Effects Institute » n'a pas évalué la ou les concentrations jugées acceptables dans l'air intérieur. Sébastien et collaborateurs ont répertorié les recommandations sur les normes de qualité de l'air pour l'amiantes dans certains pays (annexe 5). Ces recommandations sont tirées du compte rendu d'un symposium tenu en Suède en 1983. Soulignons, que les recommandations sont de 0,04 f/cc en Ontario et en Colombie-Britannique et de 0,05 f/cc à Montréal. Les moyennes des villes minières ont toujours été inférieures à 0,04 f/cc à partir de 1981. Toutefois, de 1973 à 1980, les moyennes mesurées en microscopie optique étaient égales ou supérieures à 0,01 f/cc. En 1984, les niveaux moyens annuels mesurés par Sébastien et collaborateurs dans les trois villes minières étaient tous les trois supérieurs au critère de 0,04 f/cc. En 1997, le critère de 0,04 f/cc était respecté dans les trois villes minières

CONCLUSION

En milieu extérieur au Québec, les concentrations mesurées dans l'air extérieur en l'absence de source ponctuelle sont très faibles. Le bruit de fond en milieu rural est inférieur au milieu urbain. Cependant, au Québec, nous ne disposons pas de résultats récents pour évaluer le bruit de fond et nous ne savons pas si les concentrations ont diminué ou augmenté, notamment, dans les lieux très urbanisés.

Pour les villes minières, les données sont disponibles depuis 1973. Les concentrations, mesurées en microscopie optique, étaient beaucoup plus élevées que le bruit de fond. Toutefois, on observe une diminution importante de 1973 à 1982. Les analyses en microscopie électronique ont débuté en 1983, sous l'égide de l'Institut de l'amiantes. À partir de 1982, les concentrations étaient très faibles. Toutefois, des fluctuations importantes des concentrations moyennes dans les villes minières ont été observées jusqu'en 1995. Les concentrations moyennes au cours de ces années dépassaient fréquemment 0,01 f/cc. En 1996 et 1997, les concentrations moyennes des villes minières étaient beaucoup plus faibles, variant de 0,003 à 0,005 f/cc. Les résultats des mesures effectuées à Black Lake, sont systématiquement plus élevés qu'à Asbestos et à Thetford Mines.

Les seules données récentes disponibles sur la surveillance de l'air ambiant dans les villes minières proviennent de l'Institut de l'amiantes du Québec. Ces résultats sont tirés de campagnes d'échantillonnage effectuées en juin de chaque année, généralement pendant une période de six heures à raison de deux litres par minute. En 1984, une étude très poussée a été effectuée par Environnement Canada en collaboration avec Environnement Québec par Sébastien et collaborateurs.

Parmi les sources potentielles de fibres d'amiantes dans l'air extérieur, on ne connaît pas les volumes de résidus d'amiantes acheminés dans des lieux d'enfouissement sanitaire. L'amiantes est un déchet solide correspondant à la définition du règlement sur les déchets solides en vigueur depuis 1982. Aucune disposition spécifique concernant l'amiantes n'y est présente. Un projet de règlement concernant la mise en décharge et l'incinération des déchets incluant l'obligation pour l'exploitant d'un lieu d'enfouissement sanitaire de recouvrir les déchets friables comme l'amiantes en respectant une certaine pratique sécuritaire a été prépublié. Signalons aussi, que l'article 57.1 du règlement actuel

sur les déchets solides oblige l'exploitant d'un lieu d'enfouissement sanitaire à tenir un registre qui identifie la nature et la provenance des résidus de chacun des camions qui vient au lieu d'enfouissement sanitaire.

Quant à l'amiante asphalte, une source possible de fibre d'amiante dans l'air extérieur, les résultats des études réalisées sur l'impact de l'utilisation de l'amiante dans les enrobées d'asphalte sur la qualité de l'air sont non concluants. Les faiblesses méthodologiques de ces études ont été soulevées par l'IRSST concernant la représentativité des mesures faites chez les travailleurs de même qu'autour des sites de pavage. Les données demeurent fragmentaires. D'après les chercheurs de l'IRSST et la Direction de santé publique de Montréal-Centre, une évaluation d'impact en bonne et due forme est nécessaire surtout dans des milieux plus à risque, par exemple les tunnels et les autoroutes confinées en milieu urbain. D'ailleurs, une telle évaluation devrait être faite pour toute nouvelle utilisation à large échelle de l'amiante.

RÉFÉRENCES

- (1) KOHYAMA, N. 1989. *Airborne Asbestos levels in non-occupational environments in Japan*, Dans : Bignon J, Peto J, Sarari R, Non-occupational exposure to mineral fibers, ARC Scientific Publications, no 90.
- (2) HEALTH EFFECTS INSTITUTE-ASBESTOS RESEARCH (HEI). 1991. *Asbestos in public and commercial building : A literature review and synthesis of current knowledge*. Health Effects Institute-Asbestos Research, Cambridge, Massachusetts.
- (3) BERMAN, D.W., E.J. CHATFIELD. 1989. *Interior superfund method for the determination of asbestos in ambient air*, Technical background document. EPA-68/01-7290. US Environmental Protection Agency.
- (4) SÉBASTIEN, P., M.A. BILLON, C. DUFOUR, A. CANDIDET, C. BONNAUD. 1979. *Levels of asbestos air pollution in some environmental situations*. Ann. NY. Acad. Sci, 330 : 401-415.
- (5) MARTINON L, BILLON-GALLAND MA, VALLENTIN F, BROCHARD P. 1996. Etude qualitative et quantitative de la pollution de fond urbaine par les fibres d'amiante et les fibres synthétiques. Laboratoire d'étude des particules inhalées, Paris.
- (6) SÉBASTIEN, P., M. PLOURDE, R. ROBB, M. ROSS, N. NADON, T. WYPRUK. 1986. *Étude de l'amiante dans l'air ambiant des villes minières du Québec – Étude principale*, SPES/AP/RQ2F
- (7) LEBEL, J. 1997. *Concentration en fibre d'amiante dans les villes minières du Québec*, Association des mines d'amiante du Québec.
- (8) LEVINE, R.J. 1978. *Asbestos : an information resource*, US-DHEW, 103 p.
- (9) COMITÉ DE SANTÉ ENVIRONNEMENTALE DES DÉPARTEMENTS DE SANTÉ COMMUNAUTAIRE DU QUÉBEC. 1992. *Commentaires sur le projet de refonte du règlement sur les déchets solides*, Québec, 20 p.

- (10) DE GUIRE, L. 1998. *Asphaltage des routes avec un mélange bitume d'amiante*, Direction de la santé publique de Montréal-Centre.
- (11) BALMES, J.R., A. DAPORTE, J.E. CONE. 1991. *Asbestos related disease in custodial and building maintenance workers from a large municipal school district*. *Annals of New York Academy of Science Series*.
- (12) OLIVER, L.C., N. SPRINCE, R. GREENE. 1990. Asbestos - related radiographic abnormalities in public school custodians, *Toxicology Industrial Health*, 6(6), pp. 629-636.
- (13) BINET J 2002. Dépistage de l'amiantose pulmonaire. Compte-rendu du Symposium sur l'exposition à l'amiante et son impact au Québec. Montréal, Décembre, 2001.
- (14) SIDER, L., E. HOLLAND, T. DAVIS, D. CUGELL. 1987. Changes in radiographs of wives of workers exposed to asbestos. *Radiology* 164, p. 723.
- (15) HILLERDAL, C. 1997. *Pleural plaques : incidence and epidemiology, exposed workers and the general population*, *Indoor Built Environment*, 6, pp. 86-95.
- (16) CASE, B. 1994. Biological indicators of chrysotile exposure. *Ann Occup Hyg*, 38, pp. 503-518.
- (17) CASE, B., P. SEBASTIEN. 1987. Environmental and occupational exposure to chrysotile asbestos : A comparative microanalytic study. *Archives Environ Health*, 42(4), pp. 185-190.
- (18) CHURG, A. 1986. Lung Asbestos content in long-term residents of a chrysotile mining town. *Am Rev Resp Dis*, 134, pp. 125-127.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'information disponible sur l'exposition à l'amiante dans les bâtiments publics, autres que les écoles, reste parcellaire. Certaines situations ponctuelles ont été évaluées souvent en situation d'urgence, par exemple dans une université, dans certains centres récréatifs municipaux, dans certains établissements de santé ainsi qu'au Stade Olympique de Montréal. Le dénominateur commun de ces dossiers été la découverte « fortuite » de la présence d'amiante floquée. Dans ces situations, ce sont principalement les travailleurs qui ont été exposés lors de travaux. Dans certains cas, des étudiants ou le public ont pu être exposés. Comme le comité l'a constaté dans ses travaux préliminaires, d'autres catégories de bâtiments publics méritent aussi une évaluation systématique. Cette évaluation pourrait cependant être beaucoup plus légère en terme de ressources que dans les écoles primaires et secondaires. Ces autres bâtiments sont les cégeps, les universités, les bâtiments municipaux notamment ceux à usage communautaire et les établissements de santé. Pour ceux-ci, le critère de priorisation doit être le type de population touchée et la durée de l'exposition. Dans les bâtiments publics, en général, ce sont surtout les travailleurs qui risquent d'être exposés à des concentrations significatives de fibres d'amiante lorsque les travaux sont mal planifiés et mal gérés. Donc, dans les bâtiments publics, les interventions auprès des employeurs et des travailleurs revêtent une importance capitale.

Dans les milieux de travail, l'état de situation de l'exposition à l'amiante des travailleurs dans le secteur minier a montré, qu'en général, la norme a été respectée aux différents postes échantillonnés au cours des vingt dernières années. Une étude des données de surveillance environnementale a été réalisée par la Direction de santé publique de la région Chaudière-Appalaches, à partir de données de 1988, 1990 et 1997 auprès de deux compagnies minières. Les résultats hors norme se rapportent souvent à des tâches précises de certains travailleurs, comme par exemple, la réparation de tamis, le déblocage des lignes de fibre ou encore le forage souterrain. Le rapport de la DSP de Chaudière-Appalaches fait état de variations importantes dans l'exposition des travailleurs pour un même poste d'emploi au cours des différentes années. Des analyses plus poussées pourraient permettre d'identifier les facteurs qui font varier l'exposition des travailleurs. À l'heure actuelle, le nombre de travailleurs échantillonnés ne correspond pas à ce qui est prescrit dans le guide prévu à cette fin par l'IRSSST. L'application du guide d'échantillonnage semble représenter un problème de faisabilité important pour les industries concernées. La norme (concentration pondérée sur 8 heures) qui prévaut actuellement au Québec dans tous les milieux de travail est de 1 f/cc pour le chrysotile. L'usage de l'amosite et du crocidolite est interdit et la norme pour les matériaux en place contenant de l'amosite et de la crocidolite est de 0,2 f/cc. Aux États-unis, la norme édictée en 1978, par Mine Safety and Health Administration (MSHA) pour les mines est de 2 f/cc en filtration sur membrane en contraste de phase. Toutefois, un rapport récent de l'Office of the Inspector General a recommandé de diminuer la norme à 0,1 f/cc, concentration mesurée en microscopie à contraste de phase, comme dans les autres milieux de travail.

En ce qui concerne l'industrie de la transformation de l'amiante, une étude a été menée par l'équipe de santé au travail de la Direction de santé publique (DSP) de Montréal-Centre sous la responsabilité du D^r Robert Simard. Dans le cadre des activités du comité provincial sur l'amiante, cette étude visait à dresser un portrait de la situation sur l'exposition à l'amiante dans l'industrie de la transformation. Au niveau méthodologique, les sources de données utilisées étaient les fichiers SMEST et SIG, à compter de 1994. Cette enquête a été menée auprès des médecins responsables, en février et mars 1997.

L'enquête visait à identifier la présence de travailleurs dans des situations hors-norme au moment de l'enquête et au cours des cinq années précédentes. Une consultation des programmes de santé et sécurité au travail a été effectuée pour identifier les opérations à risque et les niveaux d'exposition documentés. La validation a été effectuée auprès des médecins entre septembre et décembre 1997.

Pour ce qui est des résultats, 29 établissements ont été identifiés comme étant à risque. Le secteur des bâtiments et travaux publics a été par la suite éliminé à cause de sa problématique particulière. Les établissements de fabrication de matériel de transport et de produits métalliques représentent 40 % des établissements. Certains autres secteurs ont aussi été identifiés comme étant susceptibles de causer une exposition significative à l'amiante, c'est-à-dire l'industrie de l'isolation, des joints d'étanchéité et des autres produits à base d'amiante. Sept établissements sur 28 (23 %), ont été identifiés hors norme. Trois de ces établissements étaient reliés à la fabrication des plaquettes de freinage. Plusieurs étapes du procédé de fabrication étaient considérées comme à risque. Pour ce qui est des autres établissements, l'exposition était plus circonscrite. Les auteurs font état des limites inhérentes à ce genre d'étude en ce qui concerne la mesure des niveaux d'exposition et le respect des normes. Toutefois, ils indiquent, que l'on doit être préoccupé par les fortes possibilités de dépassement de la norme dans l'industrie de la transformation. Soulignons cependant, qu'aucun travailleur présentant des anomalies radiologiques n'a été identifié dans ce milieu.

Dans le secteur des bâtiments et travaux publics (BTP), certaines données découlent d'une étude sur la prévalence de plaques pleurales et de signes d'amiantose chez plus de 1200 travailleurs (calorifugeurs, tuyauteurs, plombiers, ferblantiers, mécaniciens d'ascenseur, mécanicien en protection d'incendie, frigoristes, chaudronnier, briqueteurs) qui a montré une prévalence de plaques pleurales de plus de 22 %. La prévalence dans la population en général est, rappelons-le, de l'ordre de 0,5 à 6,8 % (15). Elle peut atteindre 20 % chez les proches des travailleurs de l'amiante. Dans la même étude, 25 cas d'amiantose suspectés ont aussi été identifiés dont 12 cas chez les tuyauteurs/plombiers. Ces résultats indiquent une exposition significative depuis plusieurs années de ces travailleurs à des concentrations significatives de fibres d'amiante dans l'air ambiant. Des programmes d'intervention sont donc indispensables dans ces secteurs d'activité. Un programme d'intervention sur l'amiante pour les travailleurs des BTP a été mis en place par la CSST.

En ce qui concerne l'air extérieur, les concentrations mesurées au cours des dernières années dans les villes minières sont en général très faibles. Le bruit de fond en milieu rural mesuré en 1986 était très inférieur au milieu urbain. Toutefois, on ne dispose pas actuellement de résultats récents concernant ce bruit de fond. Au niveau des villes minières, grâce au programme de surveillance de l'air ambiant de l'Institut de l'amiante du Québec, des données sont disponibles depuis 1973. Les concentrations, d'abord mesurées en microscopie optique ont été mesurées en microscopie électronique à partir de 1983. Les concentrations ont diminué de façon importante. Les moyennes des villes minières ont toujours été inférieures à 0,04 f/ml à partir de 1981. En 1996 et 1997, les concentrations moyennes des villes minières variaient de 0,003 à 0,005 f/cc.

Les résidus d'amiante acheminés dans des dépôts ou des sites d'enfouissement peuvent représenter une autre source significative. Actuellement, au Québec, l'amiante est un déchet solide correspondant à la définition du Règlement sur les déchets solides. Bien qu'aucune disposition spécifique ne concerne l'amiante, l'exploitant d'un lieu d'enfouissement sanitaire est obligé de tenir un registre qui identifie la nature et la provenance des résidus. Un projet de règlement concernant la mise en décharge et l'incinération des déchets incluant l'obligation pour l'exploitant d'un lieu d'enfouissement sanitaire

de recouvrir les déchets friables tels que l'amiante, a été publié en 2000. Une autre source potentielle est l'amiante-asphalte. Cependant, l'amiante-asphalte a été peu utilisé jusqu'à maintenant. Certaines études ont été réalisées pour mesurer l'impact sur l'air ambiant. Une évaluation plus précise des concentrations dans l'air est nécessaire pour porter un jugement définitif sur l'impact réel de cette nouvelle utilisation. D'ailleurs, une telle évaluation devrait être faite pour toute nouvelle utilisation à large échelle de l'amiante.

ANNEXE 1
NUMÉRATION DES FIBRES

NUMÉRATION DES FIBRES

MÉTHODE ANALYTIQUE 243-1

Institut de recherche Robert Sauvé en santé et en sécurité du travail

Date d'émission : 88-12-15

Concentration moyenne admissible (CMA) : 0,2 fibre/cm³ crocidolite et amosite; 1 fibre/cm³ chrysotile ou autres amiantes.

Concentration maximale admissible : 1 fibre/cm³ crocidolite et amosite; 5 fibres/cm³ chrysotile et autres amiantes.

Échantillonnage : Filtre ECM

Diamètre du filtre : 25 mm

Diamètre des portes : 0,8 à 1,2 µm

Cassette : conductrice avec extension

Débit : 0,5 à 16 L/min (0,5 à 2,5 L/min favorisé pour CMA en milieu industriel)

Volume : minimum 400 L à 0,1 fibre/cm³

Méthode analytique : Comptage des fibres par microscopie optique à contraste de phase

Source : Institut de recherche en santé et en sécurité du travail (IRSST). Direction des opérations. Notes et rapports scientifiques et techniques. Méthode 243-1. Numération des fibres. 1990, 24 p

ANNEXE 2

ÉVOLUTION DES NORMES EN MILIEU DE TRAVAIL

ÉVOLUTION DES NORMES EN MILIEU DE TRAVAIL

RÈGLEMENTATION QUÉBÉCOISE

- **RÈGLEMENT SUR LA QUALITÉ DU MILIEU DE TRAVAIL (RQMT) :**

1975(?) – 1990 : 5 f/cc (fibres respirables par centimètre cube d'air) à ne jamais dépasser

- **RÈGLEMENT SUR LA SALUBRITÉ ET LA SÉCURITÉ DU TRAVAIL DANS LES MINES ET CARRIÈRES :**

1975 – 1978 : mines : 5 f/cc CMA (concentration pondérée sur 8 heures)

1978 – 1990 : mines : 2 f/cc CMA (concentration pondérée sur 8 heures)

- **TOUS LES RÈGLEMENTS : DE 1990 À AUJOURD'HUI**

Concentrations admissibles d'amiante en nombre de fibres respirables/cm ³		
Type d'amiante	Concentration moyenne admissible	Concentration maximale admissible
Chrysotile	1	5
Crocidolite ¹	0,2	1
Amosite ¹	0,2	1
Trémolite	1	5
Anthophylite	1	5
Actinolite	1	5

Concentration admissible de recirculation de poussières respirables : 0,1 mg/m³

¹ L'utilisation de ces produits est interdite. La norme s'applique aux cas de dérogation et à la gestion de l'amiante en place.

Note : Depuis 1994, toutes les formes d'amiante sont incluses dans la liste des substances pour lesquelles l'exposition d'un travailleur doit être réduite au minimum.

AMERICAN CONFERENCE FOR GOVERNMENTAL HYGIENISTS (ACGIH)

Période	Types de normes	Valeurs	Commentaires
1946 – 1947	MAC	5 mppcf	
1947 – 1973	TWA	5 mppcf	
1968 – 1969	TWA	12 f/ml ou 2 mppcf	proposé
1970 – 1972	TWA	5 f/ml	proposé
1974 – 1979	TWA	5 f/ml	
1978	TWA	0,5 pour amosite et trémolite 0,2 f/ml pour crocidolite 2 f/ml pour chrysotile et autres formes	proposé
1980 – 1991	TWA	0,5 f/ml pour amosite 0,2 f/ml pour crocidolite 2 f/ml pour chrysotile et autres formes	
1992 à 1997	TWA	0,2 f/ml pour toutes les formes	proposé
1998 à aujourd'hui	TWA	0,1 f/ml pour toutes les formes	

MAC : maximum allowable concentration
TWA : time-weighted average (8 h)
mppcf : million particulates per cubic feet
f : fibre > 5µm

OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH ADMINISTRATION (OSHA) (depuis 1989)

Année	Types de normes	Valeurs	Commentaires
1989	TWA	0,2 f/ml	Toutes les formes
	STEL (30 min.)	1 f/ml	Toutes les formes
1994	TWA	0,1 f/ml	Toutes les formes
	STEL (30 min.)	1 f/ml	Toutes les formes

TWA : time-weighted average (8 h)

STEL : short-term exposure limit

f : fibre > 5µm

HEALTH AND SAFETY COMMISSION (HSC), Londres

Période	Types de normes	Valeurs	Commentaires
En vigueur en 1998	Moyenne sur 4 heures	0,5 f/ml	Chrysotile
	Moyenne sur 10 minutes	1,5 f/ml	Chrysotile
	Niveau d'action pour une période de 12 semaines	96 f.h/cc	Chrysotile
	Moyenne sur 4 heures	0,2 f/cc	Autres formes et mélanges
	Moyenne sur 10 minutes	0,6 f/cc	Autres formes et mélanges
	Niveau d'action pour une période de 12 semaines	48 f.h/cc	Autres formes et mélanges
Proposition de 1998	Moyenne sur 4 heures	0,3 f/cc	Chrysotile
	Moyenne sur 10 minutes	0,9 f/cc	Chrysotile
	Niveau d'action pour une période de 12 semaines	72 f.h/cc	Chrysotile
	Moyenne sur 4 heures	0,2 f/cc	Autres formes et mélanges
	Moyenne sur 10 minutes	0,6 f/cc	Autres formes et mélanges
	Niveau d'action pour une période de 12 semaines	48 f.h/cc	Autres formes et mélanges

f : fibre > 5µm

ANNEXE 3

**PROTOCOLE D'ÉVALUATION DU POTENTIEL D'ÉMISSION
DES FIBRES D'AMIANTE DANS L'AIR AMBIANT**

1) FACTEURS CONTRIBUTOIRES À CONSIDÉRER

ÉTAT DE CONSERVATION DU MATÉRIAU FLOQUÉ

- Condition actuelle du matériau évalué par simple inspection visuelle

Aucun signe de détérioration : bon état

- Apparence générale belle et uniforme.

Dommages légers

- Matériau bien adhérent dans son ensemble à son support avec seulement quelques petites surfaces absentes suite à des accrocs légers et localisés (accidents).

Dommages modérés

- Matériau gonflé ou décollé sur une petite étendue, le reste bien adhérent et en bon état.
- Décoloration localisée du matériau à la suite d'un endommagement restreint par l'eau, le reste est en bon état.

Dommages sévères

- Décollement ou gonflement étendu, matériau mal adhérent à son support.
- Décoloration du matériau à plusieurs endroits ou généralisée, secondaire à l'infiltration d'eau, à la condensation ou à l'humidité excessive (ex. : toit qui coule, piscine intérieure, etc.)
- Nombreux accrocs par contacts directs ou accidents fréquents.
- Matériau en suspension ou parties absentes.

ACCESSIBILITÉ DU MATÉRIAU FLOQUÉ

- Facilité avec laquelle les fibres peuvent se retrouver dans l'air ambiant en fonction de leur localisation et des activités des occupants.

Non friable ou faible friabilité

- Non friable à la pression ou adhérence très grande à son support.
- Ne peut être endommagé que difficilement avec la main ou effritement faible en amas des plaques enlevées du support (fibres bien liées ensemble).

Friabilité modérée

- Se délorge et se brise ou s'effrite assez facilement à la pression de la main (ex. : fini granulaire avec liant en mauvais état).

Friabilité élevée

- Se brise et s'effrite au simple contact de la main ou avec peu de pression ou encore à la seule exposition aux vibrations
- et aux chocs environnants (ex. : fini floconneux, fini spongieux, morceaux filamenteux en suspension).

ACCESSIBILITÉ DU MATÉRIAU FLOQUÉ

Éléments pouvant contribuer à la dispersion dans l'air ambiant des fibres mises en circulation ou déposées sur les surfaces.

(A) *Clientèle fréquentant le local*

- (0) Adultes
- (1) Enfants
- (2) Adolescents

(B) *Niveau de circulation ou d'activités dans le local*

- (0) Aucune ou peu d'activités (bibliothèque, salles d'étude, la plupart des classes).
- (1) Circulation ou activités modérées (ex. : classes de maternelle, classes spécialisées, etc. et les corridors menant à ces locaux).
- (2) Circulation ou activités élevées (ex. : gymnase, piscine, ateliers spécialisés, cafétéria, salle de casiers, cage d'escalier, etc. et les corridors menant à ces locaux).

(C) *Mouvement de l'air dans le local*

- (0) Ventilation naturelle (ex. : fenêtres).
- (1) Ventilation mécanique (système de climatisation – ventilation chauffage à air pulsé).
- (2) Ventilateurs de plafond, ventilateur-refroidisseur d'équipement, utilisation d'aspirateur transportable, ouverture régulière de grandes portes de garage, etc.

Classification : total des pointages de A+B+C

0 à 1 : Potentiel de dispersion faible

2 à 3 : Potentiel de dispersion modéré

4 à 6 : Potentiel de dispersion élevé

ACCESSIBILITÉ DU MATÉRIAU FLOQUÉ

À la suite du résultat diagnostique reflété par la classe 1,2,3, lors de l'évaluation qualitative, le type d'amiante retrouvé dans les matériaux déterminera la périodicité du contrôle de l'état de conservation de ces matériaux et du niveau d'empoussièrement, ainsi que la rapidité de la mise en place des travaux de correction requis.

- La présence d'amiante de type « amphibole » dans le matériau, tout particulièrement l'amosite, entraîne la nécessité d'une mise en place plus rapidement des correctifs à apporter et un contrôle plus fréquent de l'état de conservation des matériaux et du niveau d'empoussièrement dans les locaux.
- L'amosite est reconnu par la plupart des experts comme étant plus nocif à la santé étant donné ses caractéristiques physico-chimiques et sa texture fibreuse particulière. Ses fibres sont plus courtes, s'agglomèrent plus difficilement et se dispersent plus facilement.
- Dans ce cas, la classe diagnostique sera majorée d'une cote + indiquant une plus grande priorité d'intervention.

2) RÉSULTAT DE L'ÉVALUATION QUALITATIVE

L'état de conservation actuelle des matériaux et le potentiel de dégradation future (friabilité et accessibilité) déterminent principalement le niveau d'intervention.

CLASSE 3

- Matériaux sévèrement dégradés.
- Matériaux dégradés modérément avec un potentiel de dégradation future assez important à très important.
- Matériaux légèrement dégradés avec un potentiel de dégradation future très important.

Exige de procéder à des travaux de correction appropriés dans les plus brefs délais en respectant les modalités prévues par la CSST et en tenant compte du calendrier scolaire. Les travaux de correction devront être déterminés en tenant compte de la nature et des caractéristiques des matériaux ainsi que de l'importance de leur dégradation actuelle et de leur dégradation future appréhendée. Un programme de contrôle de l'état de conservation et un programme d'entretien préventif périodique des matériaux doivent être mis en place, si ceux-ci ne sont pas enlevés (encoffrement, mise en capsule, imprégnation, correction locale ou temporaire avant correction définitive).

À la suite des travaux de correction, le niveau d'empoussièrement des locaux doit être inférieur à 0,01 f/cc avant la restitution des locaux. L'état des matériaux doit être évalué à nouveau visuellement avec la grille d'évaluation lorsque le matériau est laissé en place, afin de déterminer la nature et la périodicité des mesures de contrôle à la suite des corrections apportées.

CLASSE 2

Matériaux en bon état avec un potentiel de dégradation future très important.

- Matériaux légèrement dégradés avec un potentiel de dégradation future modéré à important.
- Matériaux modérément dégradés avec un potentiel de dégradation future faible à modéré.

Exige de procéder à des mesures de niveau d'empoussièrement dans l'air ambiant, lors d'une période représentative des activités normales (en saison froide lorsque les portes sont fermées) de l'école.

- Lorsque les niveaux d'empoussièrement dans l'air ambiant atteignent 0,01 f/cc et plus, il faut procéder à des travaux de correction appropriés dans un délai raisonnable tout en respectant les modalités prévues par la CSST. Si les matériaux renferment des amphiboles, les correctifs devront être apportés dans les plus brefs délais en tenant compte du calendrier scolaire.
- Lorsque les niveaux d'empoussièrement sont inférieurs à 0,01 fé/cc, il faut procéder à une évaluation de l'état de conservation des matériaux : aux trois ans, lorsque le niveau est inférieur à 0,005 fé/cc et, aux deux ans, s'il y a présence d'amphiboles, en particulier de l'amosite, dans les matériaux. Lorsque le niveau se situe entre 0,005 fé/cc et 0,01 fé/cc, l'évaluation de l'état de conservation doit s'effectuer aux deux ans et, à chaque année, s'il y a présence d'amphibole, dans les matériaux.

De plus, le niveau d'intervention de classe 2 exige la mise en place d'un programme d'entretien préventif périodique des matériaux.

CLASSE 1

- Matériau en bon état avec un potentiel de dégradation future modéré à nul.
- Matériaux légèrement à modérément dégradés avec un potentiel de dégradation future faible à nul.

Exige de procéder à une évaluation périodique de l'état de conservation des matériaux aux trois ans et à la mise en place d'un programme d'entretien préventif périodique des matériaux.

S'il y a présence d'amphibole, les niveaux d'empoussièrement dans l'air ambiant doivent être déterminés lors de la période la plus représentative des activités normales des occupants :

- les niveaux d'empoussièrement sont inférieurs à 0,01 fé/cc, il faut procéder à une évaluation de l'état de conservation des matériaux aux deux ans.

ANNEXE 4

CARACTÉRISTIQUES DES ÉTABLISSEMENTS OÙ DES DÉPASSEMENTS DE NORMES ONT ÉTÉ IDENTIFIÉS

Caractéristiques des établissements où des dépassements de normes ont été identifiés				
CAEQ	Caractéristiques générales	Interventions dans le cadre des PSSE	Procédés à risque	Type d'amiante
3712	<p>Fabrication de produits d'asphalte et de revêtements.</p> <p>Cinq produits contiennent de l'amiante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Liquide fibreux pour toiture - N.I.S. Revêtement pour coller les bardeaux - Calfeutrage noir - Ciment plastique - Ciment plastique pour égouts. <p>4 travailleurs affectés à la production.</p>	<p>Première élaboration en janvier 1985, mises à jour subséquentes en mai 1987 et juin 1995.</p>	<p>Déversement manuel de poches d'amiante dans une déchiqueteuse.</p> <p>Incorporation d'amiante en vrac dans un réservoir d'asphalte (production sporadique).</p>	Chrysotile
3255	<p>Fabrication de plaquettes de freinage pour automobiles.</p> <p>40 travailleurs sont affectés à la production.</p>	<p>Première élaboration du PSSE en mai 1987; mise à jour en novembre 1996.</p>	<p>Production de deux types de plaquettes de frein:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) type organique, com-portant de l'amiante comme matériel de friction 2) type métallique <p>Exposition documentée durant la majorité des opérations du procédé industriel, à savoir: mélange, pressage à chaud, polissage, perçage, emballage et expédition, en raison de la contamination générale des lieux de travail.</p>	Chrysotile
3099	<p>Fabrication de garnitures de joints d'étanchéité.</p> <p>32 travailleurs à la production.</p>	<p>Première élaboration en août 1989, mises à jour en 1991 et décembre 1994.</p>	<p>Utilisation de l'amiante au poste de mélange pour extrusion et au tressage.</p> <p>Usinage des pièces.</p>	Chrysotile

Caractéristiques des établissements où des dépassements de normes ont été identifiés (suite)				
CAEQ	Caractéristiques générales	Interventions dans le cadre des PSSE	Procédés à risque	Type d'amiante
3592	Fabrication de produits à partir de matériaux contenant de l'amiante, de la silice, de la céramique réfractaire et de fibre de verre. 16 travailleurs affectés à la production.	Première élaboration d'un PSSE en septembre 1995.	Exposition reliée à la coupe de matériaux, dont certains à base d'amiante.	Non-documenté
3792	Fabrication d'adhésifs et de calfeutrants à partir de solvants et de composantes solides, dont l'amiante. 40 travailleurs affectés à la production.	Première élaboration d'un PSSE en 1985. Mises à jour en 1992 et en 1996.	Exposition reliée aux opérations entourant l'ajout d'amiante dans des mélangeurs pour la production de calfeutrants au goudron.	Chrysotile
3255	Fabrication de plaquettes de freins à disques pour automobiles. Le type à garniture organique représente 80 % de la production. 68 travailleurs à la production	Première élaboration d'un PSSE en 1993, mise à jour en 1995.	Exposition reliée particulièrement à l'opération des presses chaudes et à la finition (sablage). La majorité des étapes de production (mélange, préformage, cuisson, sablage, perçage, peinture, étiquetage, emballage) comportent une exposition documentée (0,5 f/cc).	Chrysotile
3255	Fabrication de plaquettes de freins à disque pour automobiles. 376 travailleurs à la production.	Première élaboration en 1988; première mise à jour en mars 1993.	Trois types de plaquettes sont produites: 1) plaquettes à garnitures métalliques (50 %) 2) plaquettes à garniture organique (40 %) 3) plaquette à garniture de fibre de verre (10 %). Exposition documentée (0,3 f/cc) durant la majorité des opérations du procédé industriel, à savoir: mélange, préformage, moulage et cuisson, finition (sablage et façonnage, perçage et peinture) emballage et expédition.	Chrysotile

ANNEXE 5

RECOMMANDATIONS SUR LES NORMES DE QUALITÉ DE L'AIR POUR L'AMIANTE

**RECOMMANDATIONS SUR LES NORMES
DE QUALITÉ DE L'AIR POUR L'AMIANTE**

CANADA	
Ontario	40 f/l (> 5 µm), moyenne 24 h Microscopie électronique
Colombie-Britannique	0,04 f/cm ³ Microscopie optique
Ville de Montréal	0,05 f/cm ³ (moyenne 24 h) Microscopie optique
ÉTATS-UNIS	
Connecticut	30 ng/m ³ ou 30 f/l (moyenne 30 jours) Microscopie électronique
Ville de New-York	100 ng/m ³ Microscopie électronique
FRANCE	
Conseil supérieur d'hygiène publique de France (intérieur des locaux)	50 ng/m ³ (moyenne 5 jours) Microscopie électronique
ALLEMAGNE FÉDÉRALE	
	1 f/l Microscopie électronique

Note : f/l signifie ici fibres par litre.

Source : Sébastien et collaborateurs, 1986