

Le monde du **chrysotile** en 2008



Introduction

Depuis plusieurs décennies, rares sont les substances naturelles ou synthétiques qui ont fait l'objet d'autant de débats et de conflits à travers le monde.

Ce matériau a été au cœur d'un phénomène psychologique étonnant et parfois dangereux. À plusieurs reprises, on a été témoin d'une peur croissante alimentée par la perception de danger pour la santé. Peu de matériaux ont fait l'objet d'autant d'études que l'amiante. Les progrès des deux dernières décennies dans la compréhension des mécanismes d'action ont été remarquables, grâce entre autres à la venue des techniques modernes d'analyse. On peut maintenant mieux comprendre l'impact des paramètres de dimension, de biopersistance et de niveaux d'exposition (dose). D'ores et déjà, les travaux de recherche ont montré de façon non équivoque les différences importantes qui existent entre les fibres d'amiante et ont démontré notamment que les fibres de chrysotile peuvent être utilisées en toute sécurité.

Aujourd'hui, cette distinction entre le chrysotile et les amphiboles n'est plus à faire. De nombreux travaux de recherche ont démontré abondamment la différence de risque pour la santé entre les types d'amiante. Avec la mise en place des mesures de contrôle appropriées et l'utilisation exclusive du chrysotile dans des produits à haute densité, le risque pour la santé des travailleurs et pour la population en général ainsi que pour l'environnement est devenu indétectable.

Aujourd'hui, le chrysotile est encapsulé dans une matrice dans des produits non friables à haute densité, notamment dans la production de fibrociment qui représente 95% de son utilisation dans le monde. Malgré la différence bien reconnue entre le chrysotile et les amphiboles, certains refusent encore l'évidence et exigent le bannissement complet de toutes les fibres d'amiante, y compris le

chrysotile. Pourtant, dans la plupart des cas, on n'a pas encore fait la preuve que le remplacement par les fibres de substitution soit tout aussi sécuritaire que les fibres de chrysotile.

Avec le temps, les efforts combinés des gouvernements, de l'industrie et des travailleurs ont mené à l'implantation de guides de sécurité et des mesures appropriées pour assurer un usage responsable et sécuritaire des fibres de chrysotile. Ces efforts doivent être poursuivis.

Des milliers de travaux scientifiques ont été publiés sur l'amiante en général et sur le chrysotile en particulier. Aussi, la documentation qu'il nous fait plaisir de vous présenter dans ces pages ne prétend pas être exhaustive. L'objectif est plutôt d'offrir au lecteur un survol succinct de la situation du monde du chrysotile aujourd'hui.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction.....	1
Revue des études scientifiques publiées sur les risques pour la santé associés aux fibres d'amiante	2 - 8
Publications récentes à consulter	9 - 10
Conclusions générales.....	11
Annexes	12 - 24
Présentation : La saga de l'amiante mythes vs réalité.....	25

REVUE DES ÉTUDES SCIENTIFIQUES PUBLIÉES SUR LES RISQUES POUR LA SANTÉ ASSOCIÉS AUX FIBRES D'AMIANTE

Jacques Dunnigan, Ph. D.

Mise à jour : janvier 2008

Dans le domaine de la santé au travail, et en particulier dans les industries productrices et utilisatrices de fibres d'amiante, les agences de réglementation gouvernementales ont la responsabilité d'édicter les limites d'exposition appropriées pour réduire au minimum les risques pour la santé. Il est évident que cette responsabilité doit toujours être basée sur les données scientifiques les plus récentes et mises à jour le cas échéant.

Cependant, on peut noter que dans cet exercice de mise à jour de la réglementation sur l'amiante, plusieurs pays utilisent encore une base scientifique désuète. Cette situation est malheureuse, car les nouvelles données scientifiques, les nombreux éditoriaux et les commentaires publiés dans les revues scientifiques au cours des dernières années doivent inviter à revoir la question de l'évaluation du risque relié à l'utilisation de l'amiante, et conséquemment sa réglementation.

Le commentaire paru en juillet 1997 (Alleman JE et Mossman BT : « Asbestos Revisited », *Scientific American*, pp.70 -75) est éloquent à cet égard. Plus récemment, la position de l'American Council on Science and Health (« Asbestos Exposure : How Risky Is It ? », Octobre 2007) évoquait la même préoccupation en ces termes : « *The challenge today is whether regulatory agencies will utilize current scientific knowledge even though it will necessitate a paradigm shift in long-held views on asbestos exposure and its implications for human health.* »

À titre d'exemple de la nécessaire révision des données publiées au début des années 1970 et avant, certains protocoles expérimentaux utilisaient les unités *gravimétriques (milligrammes)* pour le dosage de l'amiante au lieu des unités par *nombre de fibres (fibres/cc)*. Il est aujourd'hui bien reconnu que ces protocoles discutables sont à la source du fait que les données expérimentales de ce temps ne montraient pas de différences marquées de pathogénicité entre les différents types de fibres d'amiante (chrysotile ou amphiboles). En 1988, les scientifiques de l'agence américaine EPA publiaient les résultats d'études comparatives entre les protocoles utilisant les dosages gravimétriques (milligrammes) vs ceux utilisant le nombre de fibres (f/cc) comme unités de dosage. On y montrait que lorsque l'on utilisait les unités de dosage en f/cc, les résultats expérimentaux devenaient alors totalement consistants avec les données épidémiologiques. À cet égard, le Dr John C. Wagner, ayant lui-même utilisé dans le passé les anciennes unités de dosage (gravimétriques), se ravisait et déclarait en 1989 : « ...we believe therefore that chrysotile is the least harmful form of asbestos in every respect, and that greater emphasis should be placed on the different biological effects of the various amphibole fibres » (Wagner, J.C. et al. 1989 in IARC Sci. Pub. No. 90, p. 448 Lyon)

Un autre exemple de cette confusion dans la perception du risque qui a mené invariablement à des décisions inappropriées de gestion de risque est la soi-disant théorie du « hit-and-run », selon laquelle, même si les fibres inhalées de chrysotile sont éliminées beaucoup plus rapidement que les amphiboles, elles seraient quand même responsables de l'induction des mécanismes menant à l'apparition du méso-

théliome. À cet égard, une étude allemande (Bellmann et Muhle, 1995) publiée dans Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz (Bureau fédéral de la protection des travailleurs) indiquait « *biopersistence of inhaled fibrous materials is a critical factor in determining carcinogenic potency* ».

Il serait futile de poursuivre l'évaluation détaillée de documents désormais dépassés qui malheureusement sont encore utilisés par certaines agences de réglementation nationales. Il apparaît plus utile de prendre en considération la documentation scientifique la plus récente qui rejoint un consensus général. Dans cet exercice de mise à jour, les trois aspects suivants seront traités :

1. l'importance des paramètres physico-chimiques : dimension et durabilité;
2. les différences de pathogénicité entre les types d'amiante;
3. les études publiées indiquant l'existence d'un seuil pratique d'exposition aux bas niveaux d'exposition aux fibres de chrysotile, sous lequel le risque pour la santé n'est plus détectable.

Suivra ensuite une revue des données d'émissions de fibres résultant de l'usage moderne des composites à haute densité : chrysotile-ciment et matériaux de friction.

1

Paramètres physico-chimiques : importance de la dimension et de la durabilité.

Pendant plusieurs décennies, et toujours pertinentes aujourd'hui, de nombreuses études ont porté sur l'importance de la dimension des fibres (longueur et diamètre) pour déterminer la « respirabilité ». Il est généralement admis que les structures dont le diamètre est ≤ 3 microns et la longueur ≥ 5 microns peuvent pénétrer profondément dans l'appareil respiratoire. Le consensus est général, il n'est pas besoin d'élaborer davantage.

Cependant, des données publiées au cours des quinze dernières années sont venues de l'évolution des techniques nouvellement développées, en particulier les analyses quantitatives minérales sur le tissu pulmonaire : la charge en rétention (« *lung burden* »). C'est ainsi qu'est apparu un paramètre relativement nouveau, désormais reconnu d'importance primordiale, pour évaluer le potentiel pathogène des particules inhalées : la durabilité.

La durabilité est un paramètre qui varie beaucoup selon les divers types de particules respirables. Elle est vraisemblablement reliée aux différences de structures chimiques et cristallines des particules. C'est ce paramètre qui détermine un phénomène biologique d'une importance capitale : la **biopersistance**. Décrise simplement, la biopersistance est le temps qu'une particule inhalée persiste dans les poumons avant d'être éventuellement éliminée par divers mécanismes d'épuration pulmonaire. Au cours des dernières années, plusieurs études sur la biopersistance ont été effectuées sur un certain nombre de fibres respirables, et il est devenu évident qu'il existe des différences importantes selon les types de fibres. En fait, il existe un continuum de valeurs de biopersistance, allant de temps très courts (quelques jours) à des temps très longs (mois, années), et même pratiquement d'une durée infinie.

Le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC/IARC) tenait à Lyon, en 1992, un symposium sur la biopersistance des fibres synthétiques et des minéraux (« *Biopersistence of Respirable Synthetic Fibres and Minerals* »). Pour les fibres d'amiante, il fut confirmé que le chrysotile a une très faible (courte) biopersistance, contrairement aux fibres amphiboles (crocidolite et amosite) caractérisées par une très longue biopersistance. De même, on a indiqué que les divers types de fibres de verre ont des caractéristiques de

solubilité et de biopersistance variables selon leur mode de production et leur composition chimique. Ainsi, les fibres de verre dont le contenu est élevé en aluminium (Al) montrent une plus grande durabilité que celles contenant moins d'Al. Une même observation a été rapportée pour les fibres de céramique réfractaire (RCF) : un contenu élevé en oxyde d'Al a une influence négative sur la solubilité alors que celles contenant moins d'oxydes alcalins affichent une solubilité plus grande.

Dans une importante étude de l'Institut Fraunhofer à Hanovre, les scientifiques allemands ont comparé une série de fibres minérales synthétiques (MMMF) et des fibres naturelles quant à leur durabilité *in vivo*. La demi-vie (half-time), qui est la valeur quantitative traditionnelle pour exprimer la biopersistance, s'échelonne entre 10 et 500 jours.

Dans une étude similaire aux U.S.A., on a rapporté que les fibres RCF ne subissent aucune altération chimique deux ans après leur séjour *in vivo*, alors que les fibres de verre subissaient une certaine dégradation. En Écosse (Institute of Occupational Medicine), une autre étude chez les animaux expérimentaux montrait que le chrysotile et les fibres de verre étaient éliminés à une vitesse similaire, alors qu'il ne se produisait pratiquement aucune élimination pour les fibres de crocidolite.

De manière générale, on peut conclure que ces diverses études confirment que les fibres RCF ont une très longue biopersistance, que certaines fibres synthétiques (MMMF) sont éliminées plus lentement que certaines autres. En ce qui concerne les fibres d'amiante, les fibres de chrysotile sont éliminées en quelques jours ou semaines, alors que les fibres amphiboles persistent pour plusieurs mois et années. La pertinence pathologique de ce phénomène a mené les scientifiques J.C. Wagner et F.D. Pooley à écrire :

"...the importance of selective retention of fibres has been discussed in a recent paper. We are convinced that those diseases associated with exposure to mineral fibres are due to fibres retained in the lungs".¹

De même, une étude récente portant sur la rétention pulmonaire des fibres d'amiante chez les travailleurs d'usines d'amiante-ciment en Suède a mené les auteurs à conclure :

"...adverse effects are associated rather with the fibres that are retained (amphiboles), than with the ones being cleared (largely chrysotile)".²

Il est donc clair que le phénomène de biopersistance est d'une importance capitale dans l'exercice d'évaluation de risque de toutes les fibres respirables. Comme mentionné plus haut, l'Institut Fraunhofer réitérait ces vues en 1995 en ces termes :

"biopersistence of inhaled fibrous materials is a critical factor in determining carcinogenic potency".³

Ces vues ont été confirmées en 1997 par Bernstein et al.⁴ dans un rapport soumis au « *Joint Research Center, Environmental Institute of the European Chemicals Bureau* ».

Ce consensus devrait mettre un terme à l'allégation utilisée par certains auteurs (que les Anglo-Saxons nomment le « *hit-and-run* »), selon laquelle le chrysotile serait responsable du mésothéliome, en dépit de sa faible biopersistance. « *Hit-and-run* » et « *biopersistance* » sont en effet des concepts contradictoires.

¹ Wagner JC and Pooley FD (1986) Thorax 41: 161-166

² Albin M, Pooley FD, Strömbärg U, Attewell R, Mitha R, Johansson L, Welinder H (1994) Occup Environ Med 51: 205-211

³ Bellman and Muhle (1995) A report presented to The Schriftenreihe (Secretary) of the Bundesanstalt für Arbeitsschutz (Federal Office for Worker Protection)

⁴ Bernstein D (1997) Correlation between short term biopersistence and chronic toxicity studies. A report to the Joint Research Center, European Chemicals Bureau, ISPRA, Italy

CONCLUSIONS

L'évaluation et la gestion de risque des matériaux fibreux respirables doivent donc prendre en considération non seulement les paramètres de dimension et de dose, mais aussi ceux de la durabilité et de la biopersistance. Et cela doit s'appliquer non seulement aux différents types d'amiante, mais aussi à tous les matériaux fibreux utilisés en industrie, qu'ils soient naturels ou synthétiques.

2

Différence de potentiel pathogène selon les types d'amiante.

Le survol des données publiées après 1976 montre bien les différences notables des effets biologiques et du potentiel pathogène du chrysotile et des fibres amphiboles. Il existe pas moins de 25 études chez l'humain. Elles sont présentées en annexe (ANNEXE 1) sous deux rubriques :

- a. Études de morbidité et de mortalité chez les exposés au chrysotile exclusivement;
- b. Analyses minérales du contenu pulmonaire chez l'homme.

3

Sur l'existence d'un seuil pratique d'exposition au chrysotile, sous lequel il n'y a pas d'effet détectable.

En 1996, un rapport préliminaire d'un groupe de travail de l'OMS sur le chrysotile indiquait : « *l'exposition à l'amiante chrysotile pose un risque accru pour le cancer du poumon et le mésothéliome. Ce risque est relié à la dose. Aucun seuil n'a été identifié pour le risque de cancer* ». Telle qu'elle est formulée, cette affirmation apparaît valable pour qui considère l'approche épidémiologique comme l'unique instrument pour l'évaluation de risque et pour en venir à la conclusion qu'il existe ou non un seuil pour les substances toxiques. On doit s'attendre à une telle position de l'approche épidémiologique. Cependant, il faut bien réaliser que l'approche épidémiologique est tout simplement impraticable dans le cas des expositions très basses aux substances dites toxiques. C'est justement pour cette raison que selon cette approche, on dit qu'aucun seuil n'a été identifié pour le risque de cancérogénicité. Plus précisément, cela veut dire qu'aucun seuil n'a été identifié en utilisant les données disponibles et la méthode analytique propre à l'épidémiologie. Cela ne signifie pas que ce seuil n'existe pas, mais que s'il existe, on ne peut pas l'identifier. Et c'est sans doute pour cette raison que les épidémiologistes sont d'avis que les données suffisantes manquent, en particulier pour les très faibles expositions (~1 f/cc). La réalité est que cet objectif est pratiquement impossible, car il faudrait rassembler des données sur plusieurs centaines de milliers de personnes, et pour lesquelles il faudrait tenir compte de plusieurs facteurs ethno-socio-économiques pour satisfaire aux exigences d'une analyse épidémiologique statistiquement crédible.

D'autre part, si l'on prend en considération les données toxicologiques, la plupart des toxicologues reconnaissent qu'il existe un seuil pour les effets biologiques des fibres d'amiante. De manière plus prudente, les toxicologues préfèrent alors utiliser l'expression : « sous la limite de détection ».

Il semble bien que c'est le cas pour l'amiante chrysotile, comme le montrent les données publiées dans de nombreuses études chez les travailleurs oeuvrant dans divers contextes professionnels, dans plusieurs pays, lesquelles montrent qu'à un niveau d'exposition de ~1f/cc, il n'y a pas d'excès statistiquement significatif de maladies reliées à cette exposition. Les références pertinentes à ces études illustrent ce dernier point (ANNEXE 2). Ces études apportent un appui solide aux recommandations formulées en 1989 par le « Groupe d'experts » réuni par l'OMS, à Oxford, concernant les limites d'exposition en milieu de travail : 1 f/cc pour le chrysotile et prohibition pour les amphiboles.

LE RISQUE ASSOCIÉ AUX BASSES EXPOSITIONS EN MILIEU AMBIANT

En ce qui concerne la population en général, les études répétées n'ont révélé aucune incidence excédentaire de maladie respiratoire chez les résidents des villes minières de chrysotile qui n'ont pas travaillé dans ces industries. Ces populations ont pourtant été exposées à des niveaux supérieurs à ceux observés dans des villes témoins. Les références à ces études apparaissent en annexe (**ANNEXE 3**).

DONNÉES PUBLIÉES SUR LES ÉMISSIONS DE FIBRES RÉSULTANT DE L'USAGE DES COMPOSITES DE CHRYSOTILE À HAUTE DENSITÉ : CHRYSOTILE-CIMENT ET MATÉRIAUX DE FRICTION

MATÉRIAUX DE FRICTION

Les mesures d'émission de fibres dans l'environnement résultant de l'usage de l'amiante dans les matériaux de friction (secteur automobile) ont fait l'objet de plusieurs études. L'amiante fut un constituant majeur des freins de véhicules pendant 70 ans. La fibre de chrysotile représentait alors de 25% à 65% du poids, et conférait force, flexibilité et résistance à l'usure et à la chaleur.

Des analyses exhaustives effectuées avec le support de l'EPA aux États-Unis ont montré qu'en moyenne, plus de 99,7% de l'amiante contenu dans les matériaux de friction est transformé en forstérite, une substance dépourvue d'activité cancérogène, et qu'à peine 1% de l'amiante qui ne serait pas transformé serait de façon prédominante des particules très courtes (0,3 micron) pratiquement dépourvues d'activité biologique. Il ressort donc de ces analyses que l'émission de fibres à partir de l'usure des plaquettes de freins représente un risque négligeable pour la santé. Ainsi, les données de concentrations dans l'air de grandes cités américaines vont de 0,05 ng/M³ (Rochester, N.Y.) à 0,28 ng/M³ (Los Angeles, CA). Appliquant un facteur de conversion de 30 fibres par nanogramme, les valeurs pour Los Angeles seraient de 8,4 f/M³, ou 0,008 f/cc. Les données pertinentes sur ces analyses apparaissent en annexe (**ANNEXE 4**) sous les rubriques :

- a.** Produits de décomposition résultant de l'usure des freins;
- b.** Concentrations mesurées dans l'air ambiant résultant de l'usure des freins.

AMIANTE-CIMENT

Il faut d'abord noter que le risque d'effets sur la santé résultant de l'usage de produits d'amiante à haute densité et non friables, dans les immeubles publics, est à toutes fins pratiques considéré par la plupart des auteurs comme inexistant, et que l'enlèvement de l'amiante est tout à fait inutile.⁵ En ce qui concerne la contribution dans l'environnement général résultant de l'usage des matériaux de construction à haute densité, les données apparaissent en annexe (**ANNEXE 5**).

AMIANTE-CIMENT DANS LES ÉCOLES

Les craintes pour la santé des écoliers ont fait partout l'objet de préoccupations largement véhiculées par les médias. En Australie, un groupe de travail sur l'amiante-ciment (Working Party on Asbestos Cement Products) a été formé par le « *Western Australia Advisory Committee on Hazardous Substances* ». Le rapport final des travaux a été publié en décembre 1990.⁶ Il contient diverses sections : description des matériaux en amiante-ciment, leur production, leur utilisation, les effets sur la santé, de même que la campagne des mesures de concentrations effectuées. Le rapport contient aussi des recommandations pertinentes de même que plusieurs annexes, dont une intitulée « *The Effects of Asbestos Cement Products* », une revue de la littérature, et une autre intitulée « *Acceptable Air Concentrations of Asbestos Fibres in the General Environment* ». Ces annexes ont été préparées par le Dr Nicholas deKlerk du Medical Research Council, Epidemiology Unit de l'Université de Western Australia. L'impression générale découlant de ce rapport peut se résumer par les conclusions du Dr deKlerk sur l'estimation du risque aux basses concentrations de fibres dans l'air :

« Most of these estimates are on or below the level of what the Royal Society would consider acceptable. They are however above acceptable US levels. The 1986 IPCS report did not even bother to estimate such risks and summarized the risk exposure unrelated to occupation as being undetectably low ».

Le sommaire exécutif du rapport indique :

“1.7 For school children, risk estimates, extrapolated from occupational situations, indicate that even in “worst case” situations asbestos cement weathering is likely to result in less than one additional death per million persons per year. This is some 100 times less than the normal risks taken by such children in the process of growing up. It may also be compared with a risk of death from all causes for a 40 year old male of 2000 per million persons per year. The level of risk is low enough to be considered to be negligible relative to these other risks in our society”.

Le sommaire exécutif mentionne de plus que sur la base des données des mesures de concentrations, “... estimates of the concentration of asbestos fibres in the air around schools with asbestos cement roofs in Western Australia suggest that the concentrations are unlikely to exceed 0.002 fibres per ml and are more likely to be less than 0.0002 fibres per ml. These observations, together with what is known from other experience (see appendix 2) would suggest that asbestos cement products in schools present a negligible risk to health”.

⁵ Whysner J, Covello VT, Kuschner M, Rifkind AB, Rozman KK, Trichopoulos, Williams GM (1994) Asbestos in the air of public buildings: A public health debate?
Prev Med 23: 119-125

⁶ Copies of the Report may be obtained from: Chief Scientific Officer (Hygiene), Department of Occupational Health, Safety and Welfare of Western Australia, Westcentre, 1260 Hay Street, P.O. Box 294, West Perth (WA), 6000 AUSTRALIA.

En ce qui concerne le contrôle de l'émission de fibres à partir de matériaux d'amiante-ciment installés, le rapport indique : *"The final results of research undertaken by the WA Advisory Committee on Hazardous Substances indicate negligible risk to health from asbestos cement products. The Committee concludes therefore that it is not necessary on health grounds to require the use of coating agents or other similar containment systems on asbestos cement product"*.

"An asbestos cement roof which has not deteriorated to an extent where physical safety or structural integrity is of concern, should not be replaced. In addition, an asbestos cement roof should not be treated with a coating on the basis of risk to health. Other asbestos cement products are generally less prone to deterioration and do not require attention for health purposes". (Recommandation 2.1).

CANALISATIONS EN AMIANTE-CIMENT

L'usage de l'amiante pour les canalisations a commencé au début des années 20. Vers la fin des années 90, de trois à quatre millions de kilomètres de tuyaux avaient été installés dans le monde pour le transport de l'eau potable. Les sources d'eau dites très « agressives » peuvent attaquer la matrice du ciment et dès lors conduire à l'émission de fibres dans l'eau. C'est pourquoi les tuyaux en amiante-ciment ne sont pas recommandés dans ces conditions d'agressivité extrême, à moins d'être protégés par une doublure interne. Dans la plupart des études publiées à ce jour, les mesures montrent qu'avant leur entrée dans les tuyaux, les eaux contiennent déjà plusieurs millions de fibres d'amiante, généralement d'une longueur ≤ 1 micron. On estime que les tuyaux en amiante-ciment n'augmentent pas le nombre de fibres déjà présentes naturellement dans l'eau.

Concernant le risque relié à l'ingestion de fibres d'amiante présentes dans l'eau potable, les résultats des études effectuées chez les animaux nourris pendant toute leur vie avec de très grandes quantités de fibres (plusieurs centaines de millions par jour) incorporées à leur alimentation n'ont montré de façon consistante aucun signe de cancer ou autres affections du tube digestif. De même, les enquêtes épidémiologiques chez l'homme n'ont indiqué aucun excès de risque de cancer du tube digestif relié à la présence de fibres d'amiante dans l'alimentation.

Les références pertinentes sur ce sujet apparaissent en annexe (**ANNEXE 6**) sous trois rubriques :

- a. Présence de fibres d'amiante dans les systèmes publics de distribution d'eau potable;
- b. Ingestion des fibres d'amiante: résultats des études expérimentales;
- c. Ingestion des fibres d'amiante: résultats des études épidémiologiques.

PUBLICATIONS RÉCENTES À CONSULTER

Dans cette dernière section, on verra que le survol des plus récentes publications scientifiques (**1997 à 2006**) apporte un appui non équivoque concernant la différence de pathogénicité entre les types d'amiante. Les données publiées pour cette période incluent les suivantes :

Bernstein, D.M., Rogers R., Chevalier, J. And Smith P., 2006. The toxicological response of Brazilian chrysotile asbestos: A multidose sub-chronic 90-day inhalation toxicology study with 92 days recovery to assess cellular pathological response. *Inhal. Toxicol.* Vol. 18 (5), 1-22.

Bernstein, D.M., Chevalier, J., Smith P., 2005b. Comparison of Calidria chrysotile asbestos to pure tremolite: Final Results of the inhalation biopersistence and histopathology following short-term exposure. *Inhal. Toxicol.* Vol. 17 (9), 427-449.

Bernstein D, Rogers R, Smith P (2003). The Biopersistence of Canadian Chrysotile Asbestos Following Inhalation. *Inhal. Toxicology* 15 : 1247-1274

Bernstein D, Rogers R, Smith P (2005). The Biopersistence of Canadian Chrysotile Asbestos Following Inhalation: Final Results Through 1 Year After Cessation of Exposure. *Inhal. Toxicology* 17 : 1-14

Bernstein D and Hoskins John A (2006). The Health Effects of Chrysotile : Current Perspectives Based Upon Recent Data. *Regulatory Toxicol Pharmacol* 45 : 252-264

Concha-Barrientos M, et al (2004). Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors. *in: Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJL, eds. Geneva: World Health Organization, chapter 21, pp.1651-1801.*

Hodgson JT and Darnton A (2000). The Quantitative Risks of Mesothelioma and Lung Cancer in Relation to Asbestos *Ann. Occup. Hyg.* 44(8) : 565-601

Liddell FDK, McDonald JC and McDonald A (1997). The 1891-1920 birth cohort of Quebec chrysotile miners and millers: Development from 1904 and mortality to 1992. *Ann. Occup. Hyg.* 41:13-35

Paustenbach DJ, Finley BL, Lu ET, Brorby GP, Sheehan PJ (2004). Environmental and occupational health hazard associated with the presence of asbestos in brake linings and pads (1900 to present) : A « state-of-the-art » review. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 7: 33-110

Carel R, Olsson AC, Zaridze D, Szeszenia-Dabrowska N, Rudnai P, Lissowska J, Fabianova E, Cassidy A, Mates D, Bencko V, Foretova L, Janout V, Fevotte J, Fletcher T, Manetje A, Brennan P and Bofetta P (2006). Occupational Exposure to Asbestos and Man-made Vitreous Fibers and Risk of Lung Cancer : A Multicenter Case-control Study in Europe. *Occup Environ Med* (published as 10.1136/oem.2006.027748 in oem.bmjjournals.com, October 19)

Yarborough C M (2006). Chrysotile as a Cause of Mesothelioma : An assessment Based on Epidemiology. Critical Reviews in Toxicology 36 : 165-187

Les quatre publications mentionnées plus haut par **Bernstein et al** (2003, 2004, 2005 et 2006) portent sur le phénomène de la biopersistance des particules inhalées. Ces expérimentations animales ont été effectuées selon le protocole rigoureux de l'Union européenne. Les données montrent que peu de temps après l'inhalation des fibres de chrysotile, celles-ci sont très rapidement éliminées, alors que les fibres amphiboles qui résistent au milieu acide des poumons persistent pour de très longues périodes : jusqu'à 1 an et même plus. Ces données apportent donc un appui solide aux conclusions des études épidémiologiques du passé, de même qu'à celles publiées récemment par **Hodgson et Darnton** (2000).

La publication de **Paustenbach et al** (2004) porte sur le risque associé à l'exposition au chrysotile dans les usines de fabrication de matériaux de friction et au cours de leur manipulation dans les ateliers d'entretien automobile. Cette revue des études publiées au cours de plusieurs décennies montre qu'en général les niveaux d'exposition ont été très faibles et qu'aucun excès de risque n'a été détecté chez les travailleurs (fabrication et entretien), sauf lorsque les amphiboles ont été utilisées.

Les études de Liddell, **McDonald & McDonald** (1997) n'ont révélé aucune indication d'excès de risque de cancer résultant de l'exposition aux fibres de chrysotile, là où la norme de 1 f/cc, telle que recommandée par le groupe d'experts réuni par l'OMS (Oxford, 1989), a été observée.

Plus récemment, l'étude multicentre menée en Europe par **Carel R et al** (2006) a montré que l'exposition professionnelle à l'amianto n'a pas contribué à une incidence accrue de cancer dans les pays de l'Europe centrale et de l'Europe de l'Est, en contraste avec la situation au Royaume-Uni où l'on a observé une incidence accrue de cancer du poumon. Les auteurs suggèrent que cette différence serait attribuable à la plus grande utilisation des fibres amphiboles au Royaume-Uni.

Le rapport de **Concha-Barrientos et al** (2004), publié sous l'égide de l'OMS, reconnaît qu'il existe une nette différence de risque entre le chrysotile et les amphiboles. Dans le chapitre 21 (page 1687) de leur rapport, les auteurs indiquent : « *Currently, about 125 million people in the world are exposed to asbestos at the workplace. According to global estimates at least 90,000 people die each year from asbestos-related lung cancer. In 20 studies of over 100,000 asbestos workers, the standardized mortality rate ranged from 1.04 for chrysotile workers to 4.97 for amosite workers, with a combined relative risk of 2.00. It is difficult to determine the exposures involved because few of the studies reported measurements, and because it is a problem to convert historical asbestos measurements in millions of dust particles per cubic foot to gravimetric units. Nevertheless, little excess lung cancer is expected from low exposure levels.* »

Enfin, dans sa revue exhaustive, **Yarborough** (2006) indique : « *Although epidemiological studies have confirmed amphibole asbestos fibers as a cause of mesothelioma, the link with chrysotile remains unsettled. An extensive review of the epidemiological cohort studies was undertaken to evaluate the extent of the evidence related to free chrysotile fibers, with particular attention to confounding by other fiber types, job exposure concentrations, and consistency of findings. The review of 71 asbestos cohorts exposed to free asbestos fibers does not support the hypothesis that chrysotile, uncontaminated by amphibolic substances, causes mesothelioma.* »

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Pour toutes les fibres respirables, naturelles ou synthétiques, tous les paramètres (longueur, diamètre, dose, durabilité et biopersistance) doivent être pris en considération dans la caractérisation du potentiel de toxicité de même que dans l'évaluation du risque.

Les effets pathogènes sont associés aux fibres qui sont retenues pour de longues périodes (amphiboles) dans les poumons plutôt qu'à celles qui sont éliminées rapidement (chrysotile).

L'hypothèse des effets « hit-and-run » est en contradiction avec les données de biopersistance.

Les données épidémiologiques sur la morbidité, la mortalité et la charge en rétention (lung burden) appuient le concept d'un potentiel pathogène beaucoup plus faible pour le chrysotile comparé aux fibres amphiboles.

Ces différences doivent être prises en considération dans l'élaboration des limites d'exposition (TLV).

Les mises à jour récentes en épidémiologie sont consistantes avec le concept d'un seuil pratique d'exposition sous lequel aucun effet ne sera détectable.

Le risque pour la santé associé à l'exposition au chrysotile ne concerne que le milieu de travail. Le risque pour la population en général, s'il existe, est « sous la limite de détection ».

Au cours de l'usage et l'entretien dans les conditions normales des applications modernes à haute densité dans les matériaux de construction et les matériaux de friction, l'émission de fibres est minimale, et le risque pour la population en général est non détectable.

Les risques sont associés à l'inhalation, et inexistant par ingestion. Les études épidémiologiques démontrent que les canalisations en chrysotile-ciment sont tout à fait sécuritaires.

DIFFÉRENCE DE POTENTIEL PATHOGÈNE SELON LES TYPES D'AMIANTE

A. Études de morbidité et de mortalité chez les exposés au chrysotile exclusivement

- **Wagner, J.C., Newhouse, M.L., Corrin, B., Rossiter, C.E. and Griffiths, D.M. (1988).**
 Correlation between fibre content of the lung and disease in East London asbestos factory workers.
 British Journal of Industrial Medicine 45(5):305-308.
"We believe therefore that chrysotile is the least harmful form of asbestos in every respect and that more emphasis should be laid on the different biological effects of amphibole and serpentine asbestos fibre".
- **Kleinerman, J. (1988).** The pathology of asbestos related lung disease.
 Proceedings, The Fleischner Society, Eighteenth Annual Symposium on Chest Disease, Montréal, Canada, 16-18 May, pp. 33-46.
"Most asbestos workers who develop mesothelioma are exposed to amphibole asbestos. Few mesotheliomas are found in workers exposed to chrysotile... The tremolite exposure is considered to play a major role in the development of the mesotheliomas in these cases".
- **Dunnigan, J. (1988).** Commentary: Linking chrysotile asbestos with mesothelioma.
 American Journal of Industrial Medicine 14:205-209.
 Overview of evidence showing unlikelihood of link of mesothelioma with chrysotile exposure. Epidemiological studies from USA (Weiss, McDonald and Fry, Dement), from Britain (Newhouse, Thomas, Acheson) are analysed, and lung burden studies (Pooley, Wagner, Jones, A.D. McDonald) are also pointed to.
- **Hughes, J.M., Weill, H. and Hammad, Y.Y. (1987).** Mortality of workers employed in two asbestos cement manufacturing plants.
 British Journal of Industrial Medicine 44(3):161-174.
 Mortality of 6,931 employees of two asbestos cement factories was studied. In one of them (plant 2), crocidolite was used along with chrysotile. There were 10 cases of mesothelioma in this study, 8 of whom from the plant 2. The case-control analysis found a significant relation between risk of mesothelioma and proportion of time spent in the area of making a/c pipes where crocidolite was used.
- **Gardner, M.J. and Powell, C.A. (1986).** Mortality of asbestos cement workers using almost exclusively chrysotile fibre.
 Journal of the Society of Occupational Medicine 36(4):124-126.
 Three studies are reviewed of asbestos-cement workers using almost exclusively chrysotile in Great Britain and in Sweden. No asbestos-related mortality in meaningful excess of expected was found. The authors state: "This is in contrast with most studies of workers making similar products from mixed fibres containing mainly chrysotile but also amphiboles, crocidolite and amosite".

- **Berry, G. and Newhouse, M.L. (1983).** Mortality of workers manufacturing friction materials using asbestos.
British Journal of Industrial Medicine 40(1):1-7.
Study of 13,400 workers (friction materials) showing no mesothelioma when chrysotile only was used, but 10 mesotheliomas when crocidolite was also used.
- **Thomas, H.F., Benjamin, I.T., Elwood, P.C. and Sweetnam, P.M. (1982).** Further follow-up study of workers from an asbestos cement factory.
British Journal of Industrial Medicine 39(3):273-276.
Study of 1,970 a/c workers, showing no case of mesothelioma over 40-year period when chrysotile only was used, but 2 mesotheliomas when crocidolite was used during a 2-year period.
- **McDonald, A.D. and Fry, J. (1982).** Mesothelioma and fibre type in three American asbestos factories - Preliminary report.
Scandinavian Journal of Work, Environment and Health 8 (Supplement 1):53-58.
Study of yarns, cloth and packings, and also gaskets manufacturing, showing only 1 case of mesothelioma / 2,341 workers when almost exclusively chrysotile was used, and 18 cases / 1,429 workers when mixed fibre types were used.
- **Acheson, E.D., Gardner, M.J., Pippard, E.C. and Grime, L.P. (1982).** Mortality of two groups of women who manufactured gas masks from chrysotile and crocidolite asbestos: a 40-year follow-up.
British Journal of Industrial Medicine 39(4):344-348.
Study of gas mask workers showing no case of mesothelioma when chrysotile only was used, and 5 cases / 757 workers using crocidolite.
- **McDonald, A.D. and McDonald, J.C. (1978).** Mesothelioma after crocidolite exposure during gas mask manufacture.
Environmental Research 17(3):340-346.
Exposure to crocidolite in making war-time military gas-masks in Québec led to accumulation of 9 cases of mesothelioma out of 56 deaths (16%). High amounts of crocidolite (and some chrysotile) were found in their lungs. This compares with incidence of mesothelioma, 0.26% of deaths in the Québec (chrysotile) mines.
- **Weiss, W. (1977).** Mortality of a cohort exposed to chrysotile asbestos.
Journal of Occupational Medicine 19(11):737-740.
Study showing no case of mesothelioma in millboard and paper manufacturing when chrysotile only is used.

B. Analyses minérales du contenu pulmonaire chez l'homme

- **Wagner, J.C., Newhouse, M.L., Corrin, B., Rossiter, C.E.R. and Griffiths, D.M. (1988).** Correlation between fibre content of the lung and disease in East London asbestos factory workers.
British Journal of Industrial Medicine 45(5):305-308.
The lungs from 36 past workers of an asbestos factory using chrysotile, crocidolite, and amosite were examined. Crocidolite and amosite lung contents were strongly associated with asbestosis, and with mesothelioma, whereas no such correlation was evident with chrysotile and mullite.

- **Wagner, J.C., Moncrieff, C.B., Coles, R., Griffiths, D.M. and Munday, D.E. (1986).** Correlation between fibre content of the lungs and disease in naval dockyard workers.
British Journal of Industrial Medicine 43(6):391-395.
Study showing increasing amounts of amphiboles in lung tissue with increasing severity of asbestosis, but no increase of chrysotile.
- **Churg, A. (1985).** Malignant mesothelioma in British Columbia in 1982.
Cancer 55(3):672-674.
Study showing a 300-fold increase of amphiboles in lung tissue of mesothelioma cases, but no difference with general population with regard to chrysotile lung content.
- **Churg, A. (1988).** Chrysotile, tremolite, and malignant mesothelioma in man.
Chest 93(3):621-628.
Churg maintains that of 53 cases of mesothelioma ever reported as caused by chrysotile, in fact 51 may be attributed to contamination by tremolite, crocidolite and/or amosite.
- **Jones, J.S.P., Roberts, G.H., Pooley, F.D., Clark, N.J., Smith, P.G., Owen, W.G., Wagner, J.C., Berry, G. and Pollock, D.J. (1980).** The pathology and mineral content of lungs in cases of mesothelioma in the United Kingdom in 1976.
In Biological Effects of Mineral Fibres, J.C. Wagner Editor, Vol. 1, International Agency for Research on Cancer, IARC Scientific Publications No. 30, Lyon:187-199.
Study in U.K. showing that patients with mesothelioma have a far greater number of amphiboles in their lungs, but same amount of chrysotile when compared to controls.
- **McDonald, A.D. (1980).** Mineral fibre content of lung in mesothelial tumours: - Preliminary report.
Biological Effects of Mineral Fibres, J.C. Wagner Editor, Vol. 2, International Agency for Research on Cancer, IARC Scientific Publications No. 30, Lyon:681-685.
Same observation as above for patients with mesothelioma in North America.
- **Churg, A. (1982).** Asbestos fibres and pleural plaques in a general autopsy population.
American Journal of Pathology 109(1):88-96.
Study showing that patients with pleural plaques have a 50-fold increase of amphiboles compared to chrysotile.
- **Wagner, J.C., Berry, G. and Pooley, F.D. (1982).** Mesothelioma and asbestos type in asbestos textile workers: a study of lung contents.
British Medical Journal 285:603-606.
In an asbestos textile factory that utilized mainly chrysotile with some crocidolite, less chrysotile and more crocidolite fibre were found in the lungs of 12 persons who had died of mesothelioma than in the lungs of controls without mesothelioma.
- **Wagner, J.C., Pooley, F.D., Berry, G., Seal, R.M.E., Munday, D.E., Morgan, J. and Clark, N.J. (1982).**
A pathological and mineralogical study of asbestos-related deaths in the United Kingdom in 1977.
The Annals of Occupational Hygiene, Inhaled Particles V, 26(1-4):423-431.
Study showing a 100 fold increase of amphiboles in lung tissue, but similar amounts of chrysotile in referred pneumoconiosis patients.

- **Gylseth, B., Mowe, G. and Wannag, A. (1983).** Fibre type and concentration in the lungs of workers in an asbestos cement factory.

British Journal of Industrial Medicine 40(4):375-379.

The predominant asbestos type used in a Norwegian asbestos-cement factory (1942-1980) has been chrysotile (91.7%), with small admixture of amosite (3.1%), crocidolite (4.1%) and anthophyllite (1.1%). In the lungs of workers who had died of mesothelioma (4) or of lung cancer (3), the percentage of chrysotile fibres was 0%-9% whereas the corresponding proportion for the amphiboles was 76% and 99%.

- **Rowlands, N., Gibbs, G.W. and McDonald, A.D. (1982).** Asbestos fibres in the lungs of chrysotile miners and millers - A preliminary report.

The Annals of Occupational Hygiene, Inhaled Particles V, 26(1-4):411-415.

Lung samples from 47 workers of chrysotile mines in Québec who had died of various causes not related to asbestos were studied. Similar quantities of chrysotile and tremolite were found although tremolite admixture to chrysotile ore is extremely small. It indicates that tremolite persisted in the lungs while chrysotile was dissolved.

- **McDonald, A.D., McDonald, J.C. and Pooley, F.D. (1982).** Mineral fibre content of lung in mesothelial tumours in North America.

The Annals of Occupational Hygiene, Inhaled Particles V, 26(1-4):417-422.

99 case-control pairs of lung tissue specimens were examined from persons who had died of mesothelioma in North America. High content of amosite was found in 26 cases and 8 controls, and high content of crocidolite in 15 cases and 5 controls, while content of chrysotile was equal in cases and controls.

- **Gibbs, A.R., Jones, J.S.P., Pooley, F.D., Griffiths, D.M. and Wagner, J.C. (1989).** Non-occupational malignant mesotheliomas.

In Non-Occupational Exposure to Mineral Fibres, Eds. J. Bignon, J. Peto and R. Saracci. WHO/IARC Scientific Publications No. 90, Lyon:219-228.

The mineral content of the lungs from 84 cases of malignant pleural mesothelioma was estimated by electron microscopy and energy-dispersive X-ray analysis. These cases were chosen because the history of asbestos exposure was absent, indirect or ill-defined. The chrysotile counts in the lungs from these mesothelioma cases were similar to those in controls and in a previous series of mesotheliomas in which the majority had had direct exposure to asbestos. These findings confirm those of previous studies indicating that amphiboles are more important than chrysotile in the causation of malignant mesothelioma. The results confirm that some mesotheliomas develop in the absence of asbestos exposure. "It is possible that chrysotile might potentiate the effects of amphiboles, but we believe that it has either no potential (or a very low one) for mesothelioma induction on its own".

- **Albin, A., Pooley, F.D., Strömbärg, U., Attewell, R., Mitha, R. and Welinder, H. (1994).**

Retention patterns of asbestos fibres in lung tissue among asbestos cement workers.

A study showing different kinetics for amphibole and chrysotile fibres in human lung tissue.

Amphibole fibre concentrations increase with duration of exposure, whereas chrysotile concentrations do not. The authors indicate that their study supports a former finding of a possible adaptive clearance of chrysotile, and conclude that their findings "support the hypothesis that adverse effects are associated rather with the fibres that are retained (amphiboles), than with the ones being cleared (largely chrysotile)."

EFFETS SUR LA SANTÉ DES TRAVAILLEURS DE L'EXPOSITION À L'AMIANTE CHRYSOTILE

- **Berry, G. and Newhouse, M.L. (1983).** Mortality of workers manufacturing friction materials using asbestos.
 British Journal of Industrial Medicine 40(1):1-7.
 A mortality (1942-1980) study carried out in a factory producing friction materials, using almost exclusively chrysotile. Compared with national death rates, there were no detectable excess of deaths due to lung cancer, gastrointestinal cancer, or other cancers. The exposure levels were low, with only 5% of men accumulating 100 fibre-years/ml. The authors state: "The experience at this factory over a 40-year period showed that chrysotile asbestos was processed with no detectable excess mortality".
- **Newhouse, M.L. and Sullivan, K.R. (1989).** A mortality study of workers manufacturing friction materials: 1941-86.
 British Journal of Industrial Medicine 46(3):176-179.
 The study referred to above has been extended by seven years. The authors confirm that there was no excess of deaths from lung cancer or other asbestos related tumours, or from chronic respiratory disease. After 1950, hygienic control was progressively improved at this factory, and from 1970, levels of asbestos have not exceeded 0.5-1.0 f/ml. The authors state: "It is concluded that with good environmental control, chrysotile asbestos may be used in manufacture without causing excess mortality".
- **Thomas, H.F., Benjamin, I.T., Elwood, P.C. and Sweetnam, P.M. (1982).** Further follow-up study of workers from an asbestos cement factory.
 British Journal of Industrial Medicine 39(3):273-276.
 In an asbestos-cement factory using chrysotile only, 1,970 workers were traced, and their mortality experience was examined. There was no appreciably raised standardised mortality ratio (SMR) for the causes of death investigated, including all causes, all neoplasms, cancer of the lung and pleura, and cancers of the gastrointestinal tract. The authors indicate: "Thus the general results of this mortality survey suggest that the population of the chrysotile asbestos-cement factory studied are not at any excess risk in terms of total mortality, all cancer mortality, cancers of the lung and bronchus, or gastrointestinal cancers".
- **Weill, H., Hughes, J. and Waggoner, C. (1979).** Influence of dose and fibre type on respiratory malignancy risk in asbestos cement manufacturing.
 American Review of Respiratory Disease 120(2):345-354.
 An investigation on 5,645 asbestos-cement manufacturing workers, showing no raised mortality resulting from exposure for 20 years to chrysotile asbestos at exposure levels equal to or less than 100 MPPC. years (corresponding to approximately 15 fibres/ml.years).
 The authors state: "...However, the demonstration that low cumulative and short-term exposures did not produce a detectable excess risk for respiratory malignancy may be of assistance in the development of regulatory policy, because a scientifically defensible position based on these data is that there are low degrees of exposure not associated with a demonstrable excess risk".

- **Ohlson, C.-G. and Hogstedt, C. (1985).** Lung cancer among asbestos cement workers.
A Swedish cohort study and a review.
British Journal of Industrial Medicine 42(6):397-402.
A cohort study of 1,176 asbestos-cement workers in a Swedish plant using chrysotile asbestos showing no excess related mortality at exposures of about 10-20 fibres/ml.years.
- **Gardner, M.J., Winter, P.D., Pannett, B. and Powell, C.A. (1986).** Follow up study of workers manufacturing chrysotile asbestos cement products.
British Journal of Industrial Medicine 43:726-732.
A cohort study carried out on 2,167 subjects employed between 1941 and 1983. No excess of lung cancers or other asbestos-related excess death is reported, at mean fibre concentrations below 1 f/ml, although higher levels had probably occurred in certain areas of the asbestos-cement factory.

DERNIÈRES MISES À JOUR

McDonald, J.C., Liddell, F.D.K., Dufresne, A. and McDonald, A.D. (1993)

The 1891-1920 birth cohort of Quebec chrysotile miners and millers: mortality 1976-88

Brit. J. Ind. Med. 50: 1073-1081

This study, undoubtedly the largest cohort of asbestos workers ever studied and followed for the longest period, is that of the miners and millers of the chrysotile mines in Québec. The cohort, which was established in 1966, comprises some 11,000 workers born between 1891-1920 and has been followed ever since. Optimal use was made of all available dust measurements to evaluate for each cohort member his exposure in terms of duration, intensity and timing. Findings on mortality have been published on five occasions, and this recent report provides an update of the results of analysis of mortality for the period 1976-1988 inclusive. One of the central findings of this last update is that over several narrow categories of exposure up to 300 mpcf x years, the SMRs for lung cancer fluctuated around unity, with no evidence of trend, and increased steeply above that exposure level.

Still more recently, the same authors further updated their study, this time with 9780 men traced into 1992. Results from exposures below 300 mpcf x years, roughly equivalent to 900 fibres/ml x years - or, say, 45 fibres/ml for 20 years - lead the authors to conclude: "Thus it is concluded from the point of view of mortality that exposure in this industry to less than 300 mpcf.years has been essentially innocuous". The results were published in **Liddell FDK, McDonald JC and McDonald AD. Ann. Occup. Hyg. 41:13-35 (1997).**

In terms of present day mandated or recommended exposure levels for chrysotile, and whatever hesitations one might have in converting mpcf to f/ml, even by applying a conservative conversion factor of 1 mpcf ~ 3 f/ml, the above mentioned references including these recent updates provide strong support for the recommendation from the "Group of Experts" convened by the WHO (Oxford, 1989) of a TLV of 1 f/ml for chrysotile asbestos.

EXPÉRIENCE DE LA POPULATION EN GÉNÉRAL

- **Churg, A. (1986).** Lung asbestos content in long-term residents of a chrysotile mining town. American Review of Respiratory Disease, 134(1):125-127.
Study comparing health effects in residents of chrysotile mining towns, where levels are from 200 to 500 higher than in most North American cities, to those seen in urban residents. In spite of higher levels in these mining towns, no evidence of higher asbestos-related diseases were found. The author concludes: "These observations should provide reassurance that exposure to chrysotile asbestos from urban air or in public buildings will not produce detectable disease". This is in agreement with other reports on residents of chrysotile mining towns in Québec, which have consistently failed to demonstrate excess respiratory disease incidence. These are:
- **McDonald, A.D. and McDonald, J.C. (1980).** Malignant mesothelioma in North America. Cancer 46(7):1650-1656.
- **Siemiatycki, J. (1982).** Health effects on the general population (mortality in the general population in asbestos mining areas). Proceedings, World Symposium on Asbestos, Montréal, 25-27 May, pp. 337-348.
- **Pampalon, R., Siemiatycki, J. et Blanchet, M. (1982).** Pollution environnementale par l'amiante et santé publique au Québec. Union Médicale du Canada 111(5):475-489.
- **McDonald, J.C. (1985).** Health implications of environmental exposure to asbestos. Environmental Health Perspectives 62:319-328.

ÉMISSION DE FIBRES À PARTIR DES MATERIAUX DE FRICTION

A. Produits de décomposition résultant de l'usure des freins

Lynch, J.R. (1968). Brake lining decomposition products.

Journal of the Air Pollution Control Association 18(12):824-826.

This study by investigators of the US Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service (Cincinnati) provides evidence from analysis of dust obtained from inside brake drums removed for brake relining, and also from laboratory experiments devised to permit sampling decomposition products of the lining under operating conditions. In all but a few tests, the automobile drum brake linings showed less than 1% free fibres in the decomposition products, as compared to about 50% in the lining. In those laboratory tests where a significant mass of free fibres was released, the temperature applied was in an extremely high range for the lining in question; had these linings been subjected to similar conditions in a vehicle, the brakes would have failed. The authors conclude: "Only a very small proportion of the asbestos worn from brake linings is released as free fibre; the remainder is converted into some other mineral as a result of the extreme temperatures generated at small spots on the lining surface. Thus, although urban air contains a few free fibres as a result of brake lining wear, they represent a very small proportion of the total asbestos used in manufacture of brakes".

Jacko, M.G., DuCharme, R.T. and Somers, J.H. (1973). Brake and clutch emissions generated during vehicle operation.

Society of Automotive Engineers, Reprint #730548:1813-1831.

In this report by scientists from the Bendix Corporation and the US EPA, the authors state that on the average, more than 99.7% of the asbestos during vehicle operation is trapped or emitted as olivine or forsterite particles.

Le Bouffant, L., Bruyère, S., Daniel, H., Martin, J.-C., Henin, J.P., Tichoux, G. et Nattier, P. (1983).

Influence d'un traitement thermique des fibres de chrysotile sur leur comportement dans le poumon.

Pollution Atmosphérique, Janvier-Mars:44-49.

In this study, samples of chrysotile asbestos have been heated to various temperatures, up to 1,300°C. Analyses by electron diffraction show that at 700°C, the chrysotile structure is modified, and x-ray diffraction shows that it is transformed into forsterite. Injection of 20 mg dose of this material into the pleural cavity of rats did not produce a single tumour.

Rohl, A.N., Langer, A.M., Wolff, M.S. and Weisman, I. (1976). Asbestos exposure during brake lining maintenance and repair.

Environmental Research 12:110-128.

In this study from the Mount Sinaï School of Medicine, the authors have analyzed the composition of wear debris from brake drum dust of automobiles, and found that in general only 3 to 6% by weight was recognized asbestos (implying that 94 to 97% was some other material). Furthermore, the authors determined that 80% of the small fraction of asbestos found in the wear debris were shorter than 0.37µ in length, which means that perhaps only 1% of the fibres would be longer than 5 µ.

ORCA (1984). Report of the Royal Commission on Matters of Health and Safety Arising from the Use of Asbestos in Ontario, pages 571 and 574.

In volume 2 of the Report, the commissioners indicate that according to Sébastien, who has conducted extensive mass measurements, 2 f/cc measured optically are approximately equal to 100,000 nanograms/M³ based on TEM analysis. This conversion would mean that 1 nanogram of asbestos contains 20 fibres. However they indicate in their Report that they have used a 30 f = 1 ng conversion factor, which is suggested by EPA.

B. Concentrations mesurées dans l'air ambiant résultant de l'usure des freins

Anderson, A.E., Gealer, R.L., McCune, R.C. and Sprys, J.W. (1973). Asbestos emissions from brake dynamometer tests.

Society of Automotive Engineers, Reprint #730549:1832-1841.

This report by the Scientific Research Staff, Ford Motor Corporation, indicates that asbestos TEM analysis of sampled air during brake-in, normal use and high temperature conditions in dynamometer tests of production disk pads show that most of the lining asbestos is found to be converted to a nonfibrous material by the high flash temperatures of the braking surface, and that less than 0.02% of the lining wear is released as asbestos fibres. The concentration of asbestos fibres in urban atmosphere, due to brake usage, was conservatively estimated at less than 0.07 nanogram/M³. Using the conversion factor just mentioned in the reference from ORCA (1 ng = 30 fibres), this value becomes 0.0000021 f/ml.

Versar, Inc. (1987). Revised Draft Report/Nonoccupational Asbestos Exposure.

EPA Contract No. 68-02-4254, Task No. 31, September 25.

In this Report prepared for the US EPA (pages 2-1 to 2-27), the authors estimate that the national ambient asbestos concentration from vehicle brakes is 0.057 nanogram/M³ (0.0000017 f/ml), with Los Angeles showing the highest estimate at 0.258 ng/M³ (0.0000077 f/ml).

ÉMISSION DE FIBRES À PARTIR DE MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION EN AMIANTE-CIMENT

Teichert, U. (1986). Immissionen durch Asbestzement-Produkte, Teil 1
Staub Reinhaltung der Luft, Vol. 46, No. 10, pp. 432-434 (1986)

... "The study of immission conducted on coated and uncoated roofing materials revealed low asbestos fibre concentrations, even though severe corrosion was observed on uncoated asbestos cement roofs and a considerable quantity of material containing asbestos could be removed by blowing or suction. The asbestos fibre concentrations that were measured in populated areas are well below the level considered acceptable by the Health Authorities of the Federal Republic of Germany(5), i.e. clearly below 1000 fibres/M³ (length ≥5 µm)". (1000 fibres/M³ = 0.001 f/ml)

Felbermayr, W. and Ussar, M.B. (1980). Research Report: "Airborne Asbestos Fibres Eroded from Asbestos Cement sheets". Summary

Institut für Umweltschutz und Emissionsfragen, Leoben, Austria.

... "A comparison of the asbestos fibre concentrations in those areas with and without A/C roofing... lead to the conclusion that there is no statistically significant connection between the use of asbestos cement materials and the asbestos fibre concentrations found in the various measurement areas".

Airborne asbestos fibres (L >5µ; D <3µ) measured in:

- Urban area with heavy traffic:	4.6 f/Litre (0.0046 f/ml)
- Area of naturally-occurring asbestos:	0.2 f/Litre (0.0002 f/ml)
- Urban area with A/C roofing:	<0.1 f/Litre (0.0001 f/ml)
- Urban area without A/C roofing:	<0.1 f/Litre (0.0001 f/ml)

L'AMIANTE DANS L'EAU

A. Présence de fibres d'amiante dans les systèmes publics de distribution d'eau potable

Hallenbeck, W.H., Chen, E.H., Hesse, C.S., Patel-Mandlik, K. and Wolff, A.H. (1978). Is chrysotile asbestos released from asbestos cement pipe into drinking water.

Journal of American Water Works Association 70(2):97-102.

A study of 15 water supply systems in the State of Illinois (U.S.A.) where some asbestos cement pipes were up to 50 years old, and where the water was non-aggressive to moderately aggressive, showing no significant differences before and after passing through the asbestos-cement pipe network.

Toft, P., Wigle, D., Meranger, J.C. and Mao, Y. (1981). Asbestos and drinking water in Canada.

The Science of the Total Environment 18:77-89.

After reviewing the epidemiological studies in Canadian cities, the conclusion was that these studies provide no consistent, convincing evidence of increased cancer risk attributable to the ingestion of drinking water contaminated by asbestos, even though the observed asbestos concentrations were relatively high in several communities. Worthy of note are the lower mortality rates for all gastrointestinal cancers combined in the Sherbrooke (Québec) area, where there is a high (~150 million fibres per liter) concentration of asbestos fibres in drinking water supplies, when compared with cities with lower concentrations.

Commins, B.T. (1983). Asbestos fibres in drinking water.

Scientific and Technical Report-STR1, Commins Associates, Maidenhead, U.K.:1-73.

This report contains a table (pages 38-44) where the concentrations of asbestos fibres in drinking waters for several locations in Canada, U.S.A., U.K. and Sweden have been tabulated, along with the references to the studies. The table indicates that asbestos fibre concentrations in drinking water range from zero to 1,800 millions per liter.

B. Ingestion des fibres d'amiante: résultats des études expérimentales

Truhaut, R. and Chouroulinkov, I. (1989). Effect of long-term ingestion of asbestos fibres in rats.

In Non-Occupational Exposure to Mineral Fibres, Eds. J. Bignon, J. Peto and R. Saracci. WHO/IARC Scientific Publications No. 90, Lyon:127-133.

A study in which rats were fed mixtures of asbestos incorporated in palm oil. The animals were fed daily for 24 months, and surviving animals were kept under observation for a further 6 month-period. The results led the authors to conclude: "In conclusion, the ingestion of chrysotile or of a mixture of chrysotile/crocidolite (75%/25%) at various doses, and even at high ones, did not adversely affect the health of rats and there was no evidence of any increase in tumours of the alimentary tract or of any general increase in tumour frequency".

Bolton, R.E., Davis, J.M.G. and Lamb, D. (1982). The pathological effects of prolonged asbestos ingestion in rats.

Environmental Research 29:134-150.

A study in which the authors, confirming the results of two earlier investigations, find no excess of malignant tumours and no gastrointestinal mucosal abnormalities in laboratory animals after prolonged (up to 25 months) ingestion of asbestos fibres. The authors state that their work "...suggests that the normal healthy gastrointestinal maintains an effective barrier against the potentially damaging effect of ingested asbestos...".

C. Ingestion des fibres d'amiante : résultats des études épidémiologiques

Toft, P., Wigle, D., Meranger, J.C. and Mao, Y. (1981). Asbestos and drinking water in Canada.

The Science of the Total Environment 18:77-89.

A Canadian study of water-borne asbestos levels and mortality rates in 71 municipalities across Canada, where the authors conclude that there was no significant relationship between water-borne asbestos levels and gastrointestinal cancer.

Conforti, P.M., Kanarek, M.S., Jackson, L.A., Cooper, R.C. and Murchio, J.C. (1981). Asbestos in drinking water and cancer in the San Francisco Bay area: 1969-1974 incidence.

Journal of Chronic Diseases 34(5):211-224.

The only report among more than half-dozen studies of health and asbestos in drinking water that suggests a relationship with gastrointestinal cancer, and even there, the suggested relationship is weak, because only a fraction of the many analyses performed by Conforti and his co-workers pointed such a relationship, and also because the authors admitted that important confounding factors such as smoking, occupational history and alcohol consumption were not considered in their study.

Meigs, J.W., Walter, S.D., Heston, J.F., Millette, J.R., Craun, G.F., Woodhull, R.S. and Flannery, J.T. (1980).

Asbestos-cement pipe is no danger in Connecticut. The state needn't change its distribution network.

Water and Sewage Works 127(6):66-93.

The principal author of this report, Dr. J. Walter Meigs, Director of the Connecticut Cancer Epidemiology Unit, and Clinical Professor of Epidemiology at the Yale University School of Medicine states: "The lack of evidence for cancer risks from the use of A/C pipe is reassuring. It is consistent with most studies from other areas of the U.S.A. The results provide no evidence for changing current water distribution policies for Connecticut water supplies because of A/C pipe use".

Polissar, L., Severson, R.K., Boatman, E.S. and Thomas, D.B. (1982). Cancer incidence in relation to asbestos in drinking water in the Puget Sound region.

American Journal of Epidemiology 116(2):314-328.

The site of the study was the Puget Sound region of Western Washington, and the state's three largest metropolitan areas (Everett, Seattle and Tacoma) were used for comparison. Everett was the "high exposure municipality", where asbestos levels ranged from 37.2 to 556 million fibres per liter. Seattle and Tacoma had relatively low concentrations, averaging 7.3 million fibres per liter. The three metropolitan areas were subdivided into census tracts grouped by asbestos concentration. Data on cancer incidence were obtained from a surveillance registry; cancer mortality information came from death certificates. Duration of exposure to asbestos in drinking water was estimated and divided into long term (greater than 30 years) versus short term (less than 30 years) groups. Following the analysis of the results the principal investigator, Dr. Lincoln Polissar of the Fred Hutchinson Cancer Research Center, concluded that: "Results of this study and prior studies of cancer in relation to waterborne asbestos are inconsistent, and provide little evidence that asbestos in community water supplies has altered the risk of any cancer".

MacRae, K.D. (1988). Asbestos in drinking water and cancer.

Journal of the Royal College of Physicians of London 22(1):7-10.

In this review article, the author concludes: "it would thus seem highly unlikely that the asbestos-cement pipe distribution system makes any biologically significant contribution to the asbestos content of water passing through it". "...It is highly improbable that asbestos release from asbestos-cement pipes is relevant to the development of cancer".

Millette, J.R., Craun, G.F., Stober, J.A., Kraemer, D.F., Tousignant, H.G., Hildago, E., Duboise, R.L. and Benedict, J. (1983). Epidemiology study of the use of asbestos-cement pipe for the distribution of

drinking water in Escambia County, Florida.

Environmental Health Perspectives 53:91-98.

Some areas in Florida have been receiving drinking water through asbestos-cement pipes for 30-40 years.

The authors mention: "No evidence for an association between the use of AC pipes for carrying drinking water and deaths due to gastrointestinal and related cancers was found in this study".

LA SAGA DE L'AMIANTE

MYTHES VS RÉALITÉ

Les mythes . . .

Le problème avec les mythes, c'est qu'à force de les entendre répéter sans cesse . . .

• • plusieurs finissent par penser qu'ils représentent la réalité.

« *Tout le monde l'a dit, ça doit être vrai* »

Expression populaire

« *// est plus facile de désintégrer un atome qu'un préjugé* ».

Albert Einstein

D'abord, quelques données factuelles

Qu'est-ce
que
l'amianté ?

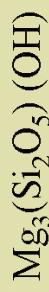
Tout comme le mot « métal » recouvre une grande variété de substances, comme le fer, le cuivre, le plomb, le mercure, etc...

...le mot « amiante » est un terme commercial pour décrire pas moins de six différentes variétés de mineraï, chacune ayant des propriétés physico-chimiques différentes, et chacune ayant un potentiel de toxicité distinct.

AMIANTE

FORMULE THÉORIQUE

Serpentine fibreuse
CHRYSOTILE



Amphiboles fibreuses

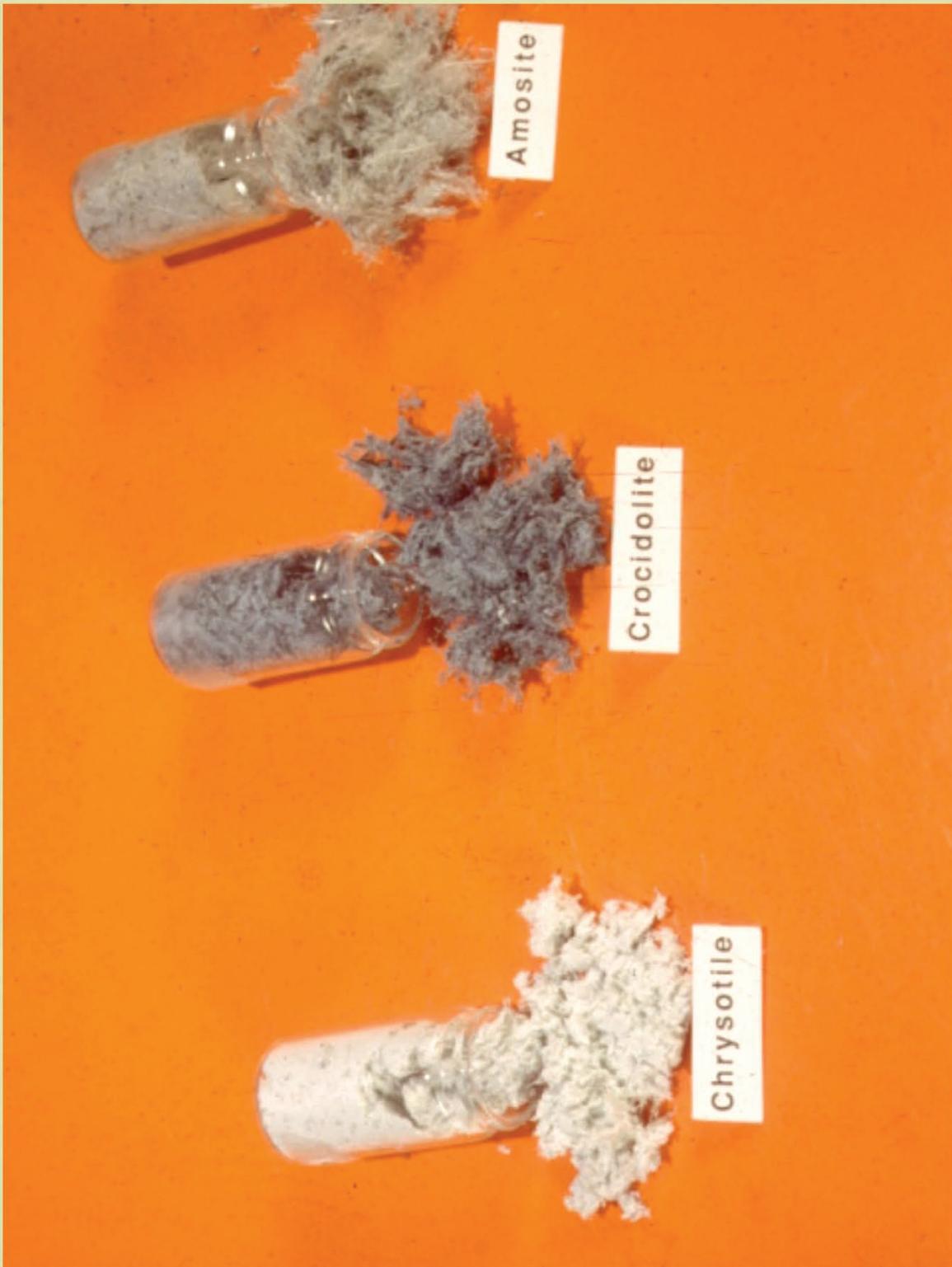
ANTHOPHYLLITE
 $(\text{Mg}, \text{Fe})_7$
 $(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$

CROCIDOLITE
 $\text{Na}_2\text{Fe}^{2+}_3, \text{Fe}^{3+}_2$
 $(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$

AMOSITE
 $(\text{Fe}, \text{Mg})_7$
 $(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$

TRÉMOLITE
 Ca_2Mg_3
 $(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$

ACTINOLITE
 $\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_5$
 $(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$



Fibres d'amiant

quelques aspects de leur composition chimique

- Toutes les variétés sont des silicates hydratés.
 - Elles diffèrent notamment par leur contenu (%) en fer.

Fe_2O_3	0 - 5	13 - 18	0 - 5
FeO	0 - 3	3 - 21	35 - 40
MgO	38 - 42	0 - 13	5 - 7

CONSENSUS GÉNÉRAL SUR LES PARAMÈTRES IMPORTANTS DE L'ACTIVITÉ BIOLOGIQUE DES MATERIAUX FIBREUX

DIMENSION: « RESPIRABLE » ($L \geq 5$ microns $D \leq 0.3$ micron)

DURABILITÉ: Reliée à la biopersistence

DOSE: Selon le type de fibres, il existe des niveaux d'exposition sans effets pathogènes mesurables;

- cela se rencontre chez les fibres à faible biopersistence;
- mais pas chez les fibres à biopersistence longue.

Les « 3 D » (dimension, durabilité, dose)

Ces trois « D » sont des paramètres qui s’appliquent à toutes les fibres respirables.

Qu’en est-il alors des différentes fibres d’amiante ?

Y a-t-il des différences significatives pour ces paramètres selon les différents types d’amiante ?

BIOPERSISTANCE

Un phénomène très important parmi les facteurs qui déterminent la toxicité de toutes particules inhalées, et qui est très probablement relié à la résistance des fibres dans un milieu acide*.

Décrit simplement, c'est le temps qu'une particule inhalée persiste dans les poumons avant d'être éliminée par divers mécanismes d'épuration pulmonaire.

*La structure du chrysotile résiste mal au milieu acide rencontré dans les poumons, ce qui n'est pas le cas pour les amphiboles.

IMPORTANCE DU PARAMÈTRE « BIOPERSISTANCE »

« ...the importance of selective retention of fibers has been discussed in a recent paper.
We are convinced that those diseases associated with exposure to mineral fibers are
due to fibers retained in the lungs ».

Wagner JC and Pooley FD (1986) Thorax 41: 161-166

« The findings thus support the hypothesis that adverse effects are associated rather
with the fibers that are retained (amphiboles), than with the ones being cleared
(largely chrysotile) »

Albin et al (1994) Occup Environ Med 51: 205-211

« Given what we now know, it would be foolhardy, without extraordinary justification,
to allow the widespread use of fibers which resemble crocidolite and tremolite physically,
and the amphiboles generally in their biological biopersistence »

McDonald JC and McDonald AD (1996) Eur Respir J 9:1932-1942

« Many organic fibers are durable and thus have the potential to persist within the
lung and cause disease »

Cullen et al (2002) Inhalation Toxicology 14 : 685-70

À noter: la consistance de ces observations: (1986 à 2002)

QUELQUES DONNÉES PUBLIÉES

ÉTUDES D'ANALYSES MINÉRALES
DU CONTENU PULMONAIRE
ILLUSTRANT
LA DIFFÉRENCE DE BIOPERSISTANCE
ENTRE
LE CHRYSOTILE ET LES AMPHIBOLES

DIFFÉRENCES SELON LES TYPES DE FIBRES

CONTENU MINÉRAL DU TISSU PULMONAIRE (A)

GROUPES ÉTUDIÉS

Travailleurs montrant des affections reliées à l'amiante; dossiers du « U.K. Pneumoconiosis Panel » en 1977.

(1)

Travailleurs avec amiante dans les « Royal Navy Dockyards » pour la période 1966-1982.

(2)

OBSERVATIONS SUR LE CONTENU

Amphiboles: 100 fois le contenu dans les cas en comparaison avec les témoins.

Chrysotile: aucune différence entre les cas et les témoins.

Amphiboles: les quantités augmentent avec la sévérité de l'amiante.

Chrysotile: les quantités demeurent égales.

Amphiboles: 300 fois le contenu comparé à la population en général.

Chrysotile: aucune différence.

- 1- Wagner, JC et al (1982) Ann Occup Hyg Vol. 26, No. 1-4, pp. 423-431
- 2- Wagner, JC et al (1986) Brit J Ind Med Vol. 43, No. 6, pp. 391-395
- 3- Churg, A (1985) Cancer Vol. 55, No. 3, pp. 672-674

DÉFÉRENCES SELON LES TYPES DE FIBRES

CONTENU MINÉRAL DU TISSU PULMONAIRE (B)

GROUPES ÉTUDIÉS

Patients avec plaques pleurales en Colombie-Britannique. (4)

Patients avec mésothéliome au Royaume-Uni en 1976. (5)

Patients avec mésothéliome en Amérique du Nord. (6)

OBSERVATIONS SUR LE CONTENU

Jusqu'à 50 fois le contenu en amphiboles en comparaison avec le chrysotile.

Même observation.

Même observation.

- 4 - Churg, A (1982) Amer J Pathol Vol. 109, No. 1, pp. 88 - 96
- 5 - Jones, JSP et al (1980) WHO/IARC Pub. No. 30, Vol. 1, pp. 1187 - 1199
- 6 - McDonald, AD (1980) WHO/IARC Pub. No. 30, Vol. 2, pp. 681 - 685

Mythes vs Réalité

MYTHE # 1

« pour le chrysotile, comme pour les autres types d'amiante (amphiboles), il n'y a pas de seuil »

Les données toxicologiques récentes rejoignent et appuient solidement les observations épidémiologiques recueillies depuis au moins 25 ans.

SEUIL D'EXPOSITION POUR LE CHRYSOTILE

Données épidémiologiques (A)

<u>TYPES D'EXPOSITION</u>	<u>FIBRE UTILISÉE</u>	<u>OBSERVATIONS</u>
Usine d'amiante-ciment en Suède (n = 1176)	(1) Chrysotile	Pas d'excès de mortalité aux niveaux d'exposition ~ 1-2 f/cc
Usine d'amiante-ciment au R.-U. (n = 2167)	(2) Chrysotile	Pas d'excès de cancer du poumon, ni autre excès de décès reliés à l'amiante, aux niveaux ~ 1 f/cc
Usine d'amiante-ciment, au R.-U. (suivi de 36 ans)	(3) Chrysotile	Aucun excès (cancer du poumon, autres cancers reliés à l'amiante, autres maladies respiratoires chroniques) au niveau ≤ 1 f/cc

-
- 1 - Ohlson CG and Hogsted C (1985) Brit J Ind Med 42: 397-402
 - 2 - Gardner MJ, Winter PD, Pannett B and Powell CA (1986) Brit J Ind Med 43: 726-732
 - 3 - Newhouse ML and Sullivan KR (1989) Brit J Ind Med 46: 176-179

SEUIL D'EXPOSITION POUR LE CHRYSOTILE

Données épidémiologiques (B)

TYPES D'EXPOSITION <u>(chrysotile)</u>	OBSERVATIONS
Usine de matériaux de friction au R.-U.	(1) Le taux de décès par cancer du poumon, du tube digestif (et tous autres sites combinés) est identique aux taux nationaux.
Usine d'amianto-ciment au R.-U.	(2) Même observation.
Usine d'amianto-ciment aux U. S. A.	(3) Aucun excès (cancer du poumon, autres cancers reliés à l'amianto, autres maladies respiratoires chroniques) au niveau ≤ 1 f/cc.
Résidents de villes minières (4) (Niveaux 200-500 fois plus élevés que dans la moyenne des villes nord-américaines)	Pas d'incidence plus élevée de maladies respiratoires.

- 1- Berry, G and Newhouse, ML (1983) Brit J Ind Med 40 : 1-7
- 2- Thomas, HF et al (1982) Brit J Ind Med 39 : 273-276
- 3- Weill et al (1979) Amer Rev Resp Dis 120 : 345-354
- 4- Churg, A (1986) Amer Rev Resp Dis 134 : 125-127

MATÉRIAUX DE FRICTION

De 1975 à 2002, plus de 25 études épidémiologiques sur les risques associés à l'amiante chez les mécaniciens exposés aux matériaux de friction du secteur automobile ont été publiées. Leur exposition moyenne pondérée sur 8 heures était de 0,05 f/cc. Ces études ont clairement indiqué qu'il n'y avait aucun excès de risque chez ces mécaniciens.

Spécifiquement, ces études n'indiquent aucun excès de risque de mésothéliome ou d'amiante, ni aucune évidence que le cancer du poumon peut être attribué à l'exposition à l'amiante dans ce groupe de mécaniciens au cours de leur travail.

Paustenbach DJ, Finley BL, Lu ET, Brorby GP, Sheehan PJ (2004)
Environmental and occupational health hazards associated with the presence of asbestos in brake linings and pads (1900 to present): A "state-of-the-art" review.
Journal of Toxicology and Environmental Health - Part B - Critical Reviews, Vol 7, No. 1, pp. 33-110

OCCUPATIONAL EXPOSURE LIMIT FOR ASBESTOS

Recommendation No. 2

"For chrysotile asbestos, it is recommended that countries currently having high limits should take urgent steps to lower the occupational exposure limit for an individual worker to 2 fibres/ml (8-hour time weighted average), based on health reasons alone. It is also recommended that countries should move quickly to lower the occupational exposure limit for an individual worker to 1 fibre/ml or below (8-hour time weighted average), if they have not yet already done so."

(Notre traduction)

Pour le chrysotile, il est recommandé que, là où la norme est élevée, on prenne les mesures de façon urgente pour ramener la limite d'exposition professionnelle à 2 f/cc (moyenne pondérée sur 8 heures), et qu'éventuellement et dans les meilleurs délais, cette limite soit ramenée à 1 f/cc.

Recommendation du Groupe d'experts réuni par l'OMS à l'Université d'Oxford (R.-U.), Avril 1989

OCCUPATIONAL EXPOSURE LIMIT FOR ASBESTOS

Recommendation No. 3

“ For crocidolite and amosite asbestos, on the basis of health, it is recommended that their use should be prohibited as soon as possible. Restricted use in the interim period should be exercised with great care to ensure that exposure is less than permitted for chrysotile. »

(Notre traduction)

Pour la crocidolite et l'amosite, sur la base des données de santé, il est recommandé que leur usage soit banni le plus tôt possible. Dans l'intervalle, leur utilisation doit faire l'objet d'une surveillance sévère de manière à ce que les niveaux d'exposition soient plus bas que ceux permis pour le chrysotile.

Recommendation du Groupe d'experts réuni par l'OMS à l'Université d'Oxford (R.-U.), Avril 1989

MYTHE # 2

Certains laissent entendre qu'il n'y a pas de risque zéro dans le cas de l'amiante...

« une seule fibre peut tuer! »

Si tel était le cas, comment pourrait-on expliquer ce qui suit ?

Chaque jour...

Environ 12 litres d'air par minute
transitent dans les poumons...

$$\begin{aligned}12 \text{ L} \times 60 \text{ min} \times 24 \text{ hres} &= \\17\,280 \text{ litres/jour}\end{aligned}$$

Pour la population en général

En supposant que l'air ambiant contient
naturellement 0,001 fibre / cc, ou...

1 fibre par litre

il s'ensuit que chaque jour,
17 280 fibres transiennent dans les poumons

Une concentration de 0,001 f/cc (ou 1f/litre) est considérée:

« Acceptable »

(ORCA)



« Not significant »



« Further control not justified » (The Royal Society, London)



« ...en ce qui concerne la population générale, la situation pour un taux moyen de 1 fibre par litre est parfaitement sûre »



(Académie nationale de médecine, France, 1996)

En milieu de travail...

pour la norme (TLV) de...

...0,1 f/cc*

i. e.: 100 f/litre

...1 f/cc**

i. e.: 1 000 f/litre

* aux U. S. A.

** WHO « Group of Experts »
Recommendation, Oxford 1989

Il s'ensuit que chaque jour...

pour la norme 0,1 f/cc* (100 f/litre):

$$\begin{aligned}12 \text{ L/min} \times 60 \text{ min /hre} \times 8 \text{ hres/jour} = \\5\,760 \text{ litres / quart de travail}\end{aligned}$$

ou $100 \text{ f/L} \times 5\,760 \text{ litres / quart de travail} =$
 $576\,000 \text{ fibres/quart de travail}$

* aux U.S.A.

et il s'ensuit que chaque jour

Pour la norme 1 f/ml* (1 000 f/litre):

$$\begin{aligned}12 \text{ L/min} \times 60 \text{ min /hre} \times 8 \text{ hres/jour} &= \\5 760 \text{ litres} / \text{ quart de travail}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ou } 1 000 \text{ f/L} \times 5 760 \text{ litres} / \text{ quart de travail} &= \\5 760 000 \text{ fibres/quart de travail}\end{aligned}$$

* WHO « Group of Experts »
Recommendation. Oxford 1989

Peut-on alors raisonnablement penser

« qu'une seule fibre peut tuer »?

MYTHE #3

« Pour l'environnement général,
il doit certainement y avoir un
problème »

FIBRES D'AMIANTE CONCENTRATIONS DANS L'AIR URBAIN

Contribution possible des revêtements de toiture en A/C

ALLEMAGNE

...les mesures d'émission de fibres à partir des revêtements de toiture indiquent de très faibles concentrations, même dans les cas où une corrosion importante a été observée.

Les concentrations mesurées sont bien en deçà des niveaux jugés acceptables par les « German Health Authorities » de la République fédérale d'Allemagne, i.e.: nettement plus basses que 1 000 fibres/M³ (longueur \geq 5 microns)

(0,001 f/cc)

Teihert, U (1986) Staub Reinhaltung der Luft
46: 432 - 434

FIBRES D'AMIANTE CONCENTRATIONS DANS L'AIR URBAIN

Contribution possible des revêtements de toiture en A/C

AUTRICHE

Une comparaison des mesures de concentrations de fibres d'amiante dans les secteurs avec ou sans revêtement d'amiante-ciment montre qu'il n'y a aucune contribution significative de fibres d'amiante dûe à l'usage de l'A/C pour les toitures.

Secteurs urbains avec revêtement d'A/C

Secteurs urbains sans revêtement d'A/C

$\leq 0,0001 \text{ f/cc}$
 $\leq 0,0001 \text{ f/cc}$

Felbermayer, W and Ussar, MB (1980)
Report to the Institut für Umweltschutz und Emissionsfragen
Leoben, Austria.

FIBRES D'AMIANTE CONCENTRATIONS DANS L'AIR URBAIN

Contribution possible des revêtements de toiture en A/C

AUSTRALIE

Mesures prises près des écoles avec toitures en A/C:

n'exèdent jamais:
en moyenne:

0,002 f/cc
0,0002 f/cc

Rapport du « Working Party on Asbestos Cement Products »
Safety and Welfare of Western Australia (1990)

CONCENTRATIONS MESURÉES PRÈS DES SITES D'ENFOUISSEMENT

ALLEMAGNE

Directement au-dessus des décharges:

0,0005 - 0,003 f/ml

Aux alentours des décharges:

0,0001 - 0,0009 f/ml

Marfels et al (1988) Staub Reinhaltung der Luft 48: 463 - 464

FIBRES D'AMIANTÉ DANS L'EAU

Contribution possible à partir des canalisations en A/C

ILLINOIS, USA: Quinze réseaux publics, en service de plus de 50 ans,

Résultats: aucune différence avant ou après le transit à travers les canalisations en A/C. (1)

R.-U.
«A/C pipes do not raise appreciably *the asbestos fiber content of water, and the levels found are within the range that occurs naturally*». (2)

- 1- Hallenbeck WH et al (1978) J Amer Water Works Assoc 70: 97 - 102
- 2- Conway DM and Lacey RF (1984) TR202, Water Research Center, U.K.

Considérations sur l'utilisation moderne du chrysotile-ciment

Son impact sur l'environnement

Usages modernes du chrysotile - ciment

Les fibres de chrysotile sont fermement liées au ciment et l'émission de fibres respirables à partir de ces matériaux est négligeable.

Les concentrations de fibres mesurées près des sites sont en général identiques à celles retrouvées normalement dans l'environnement.

À ces niveaux, aucun excès de risque n'a été rapporté.

Quand le chrysotile est utilisé de manière responsable ...

Comparée aux produits issus de la métallurgie et de la pétrochimie...
... la consommation d'énergie est nettement moindre.

En comparaison avec les produits issus des procédés métallurgiques et pétrochimiques, la mise en oeuvre des produits en chrysotile-ciment consomme beaucoup moins d'énergie; en fait, la plus grande proportion de la consommation d'énergie vient de la production du ciment.

Quand le chrysotile est utilisé de manière responsable . . .

Comparée aux produits issus de la métallurgie et de la pétrochimie...
... la mise en oeuvre comporte moins de risques.

La mise en oeuvre des produits à haute densité comme le chrysotile-ciment est relativement simple, et la technologie est aisément disponible pour les pays en développement, sans avoir recours à des intrants complexes, dont l'utilisation sécuritaire peut présenter des difficultés bien supérieures à celles impliquées dans la fabrication des produits en chrysotile-ciment.

Quand le chrysotile est utilisé de manière responsable . . .

La gestion des déchets est simple

La mise au rebut de plusieurs produits est devenue un cauchemar environnemental et économique, exigeant souvent des sites de décharge spécialement conçus et des techniques complexes. Ces sites doivent être surveillés constamment pour prévenir l'écoulement de substances nocives à l'environnement. La gestion de ces sites est souvent compliquée et évidemment dispendieuse. En contraste, la mise au rebut des produits en chrysotile-ciment est simple, sécuritaire et les pratiques de gestion de ces déchets sont bien connues.

Tout bien considéré....



Le chrysotile-ciment est davantage compatible avec un environnement mieux protégé que le sont les produits dérivés de la métallurgie et de la pétrochimie.

MYTHE # 4

Certains prétendent:

« Selon la classification des substances cancérogènes du CIRC (IARC), l'amiante est dans le « Groupe 1 ».

Il faut donc bannir l'amiante »

I
A
R
C

International
Agency
For Research
on
Cancer

CIRC/IARC CLASSIFICATION DES CANCÉROGÈNES POUR L'HOMME

SIGNIFICATION
et
INTERPRÉTATION

CRITÈRES ET ÉVALUATION DU POTENTIEL CANCÉROGÈNE

I A R C

UN PROCESSUS À DEUX ÉTAPES:

- La qualité des données est évaluée et le potentiel cancérogène est alors évalué;
- La substance est alors classifiée selon divers « groupes ».

International
Agency
For Research
on
Cancer

CIRC/IARC

« ÉVALUATION GLOBALE DE CANCÉROGÉNICITÉ CHEZ L'HOMME »

Dans la classification CIRC/IARC, on retrouve pas moins de 105 agents classifiés dans le « Groupe 1 », dont voici quelques exemples:

(Site web: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/crtghgr01.php>)

Substances :

- Amiante
- Benzène
- Cadmium
- Oestrogènes en thérapie post-ménopausale
- Oestrogènes, stéroïdiens et non stéroïdiens
- Contraceptifs séquentiels oraux,
- Silice (cristalline, inhalée sous forme de cristobalite)
- Chlorure de vinyle
- Rayons-X et GAMMA
- Rayonnements solaires

(suite)

Mélanges :

- Boissons alcoolisées.
- Préparations analgésiques contenant la phénacétine
- Poisson salé (« à la chinoise »)
- Fumée de tabac
- Poussières de bois

Activités :

- Production d'aluminium
- Fabrication et réparation de chaussures
- Meubles (fabrication et ébénisterie)
- Fonderies de fonte et d'acier
- Peinture en bâtiment
- Industrie du caoutchouc
- Exposition aux rayons solaires
- Tabagisme actif et passif

QUESTION:

La présence d'une substance, d'un mélange ou d'une activité qui apparaît dans la liste « Groupe 1 » de la classification implique-t-elle que tous ces agents, mélanges et activités doivent être bannis ?

RÉPONSE:

Évidemment NON, parce que cette classification se limite à l'identification et à la caractérisation du potentiel.

Elle n'indique pas l'évaluation du risque, i.e.: la probabilité que ce potentiel se manifeste dans des circonstances concrètes.

Une importante distinction

« POTENTIEL » « RISQUE »

La classification CIRCC/IARC décrit le potentiel et non le risque

Une importante distinction

Il y a une différence entre caractériser la dangerosité d'une substance et évaluer le risque qu'elle peut présenter.

La caractérisation de dangerosité est une composante nécessaire, mais insuffisante pour l'évaluation du risque, laquelle exige les données d'intensité et de durée d'exposition qui permettront d'estimer le risque potentiel dans des conditions concrètes et réelles d'usage.

La confusion résultant de l'emploi sans distinction des mots « potentiel » (**hazard**) et « risque » (**risk**) génère des craintes injustifiées d'effets indésirables sur la santé comme le cancer.

Cette perception non justifiée invite souvent des réactions « politiques » de gestion de risque en réponse à la peur, nourrie parfois par le sensationnalisme médiatique, conduisant à des actions réglementaires extrêmes.

« Regulating trivial risk of exposure to substances erroneously inferred to cause cancer at low doses can (and probably does) harm health by diverting resources from programs that could be more effective in protecting the health of the public. »

Dr. Bruce Ames, (1993)

American Society for Cell Biology
Congressional Biomedical Caucus
Washington, DC

(Notre traduction)

Vouloir réglementer des risques minuscules reliés à certaines substances auxquelles on attribue faussement une cause de cancer à de très basses expositions est contraire à une gestion intelligente de la santé, car on détourne alors de précieuses ressources qui pourraient être mieux dirigées vers d'autres programmes de santé publique.

Parce que la classification du CIRC/IARC ne décrit que le potentiel et non l'évaluation du risque...

...elle n'est pas, et ne doit pas servir de base à la « gestion de risque » sans avoir fait l'exercice de l'appréciation concrète des circonstances (doses) réelles d'exposition.

MYTHE # 5

Certains doutent que « l'usage contrôlé soit réaliste », alléguant que la vigilance et les mesures de contrôle ne sont pas toujours adéquates, ou parce que les mesures de contrôle en milieu de travail ne sont pas facilement accessibles, qu'elles sont onéreuses, etc.

Si telle est la situation, l'usage contrôlé des autres types de fibres (les substituts) serait aussi irréalisable, puisque les techniques éprouvées pour l'usage contrôlé du chrysotile sont exactement les mêmes pour toutes les fibres aéroportées et respirables.

LES OPTIONS

ABSENCE DE CONTRÔLE

Le risque est ignoré.

Une approche irresponsable.

Tous les matériaux:
fibreux et respirables, durables,
naturels,
synthétiques,
inorganiques et organiques
sont biologiquement actifs.

Un risque non contrôlé pour les
travailleurs et la population en
général.

USAGE CONTRÔLÉ

Le risque est reconnu.

Une approche responsable.

Basé sur les données
scientifiques mises à jour.

Ce qui implique:
- réglementation, contrôles,
- surveillance,
- suivi médical,
- éducation et formation des
des travailleurs / hygiénistes.

Donne à la société l'accès sécuritaire
à des matériaux utiles et abordables.

BANNISSEMENT

Le risque est reconnu.

Une approche « facile ».

Encourage le recours
aux substituts douteux
et non contrôlés.

Prive la société de matériaux
utiles et abordables.

... "Asbestos, unlike any number of other potentially dangerous minerals or chemicals, will never be entirely eliminated from the environment. Therefore, developing improved procedures for managing its proper use, containment, and disposal offer the only realistic prospects for the prevention of asbestos-related injury and disease. In other words, it is better that society uses its limited financial resources in learning how to live safely with this valuable material than in attempting to remove it totally from the environment.

Physicians and others in medicine and biology, on the other hand, must continue to drive home to the public the far greater causes of morbidity and mortality, such as smoking, drug and alcohol abuse, improper diet, and inadequate exercise".

Report by the
Council on Scientific Affairs of the American Medical Association,
J. Amer. Med. Assoc. Vol. 266, pp. 296-297 (1991)

(Notre traduction)

Contrairement à plusieurs autres substances potentiellement dangereuses, l'amiante ne pourra jamais être éliminé complètement de l'environnement. Dès lors, la mise au point de procédés adéquats pour maîtriser son usage représente la meilleure solution pour préserver la santé. En d'autres termes, il vaut mieux que la société utilise judicieusement ses ressources limitées pour apprendre à vivre en toute sécurité avec ce matériau utile que de tenter de l'éliminer complètement de l'environnement.

D'autre part, les spécialistes en santé doivent continuer à ouvrir les yeux sur les causes autrement plus préoccupantes de morbidité et de mortalité que sont le tabagisme, l'abus des boissons alcoolisées, l'alimentation inadéquate et le manque d'exercice physique.

CONCLUSION

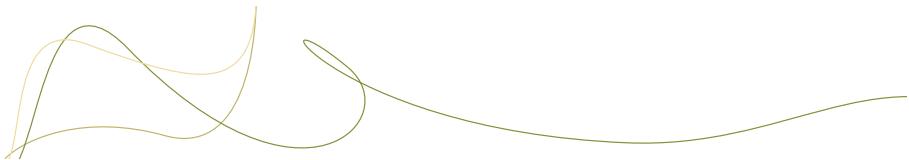
« The challenge today is whether regulatory agencies will utilize current scientific knowledge even though it will necessitate a paradigm shift in long-held views on asbestos exposure and its implications for human health »

ASBESTOS EXPOSURE: HOW RISKY IS IT?
A position paper of the American Council on Science and Health
Ruth Kava, Ph.D., R.D. and Eun Hye Choi
October 2007

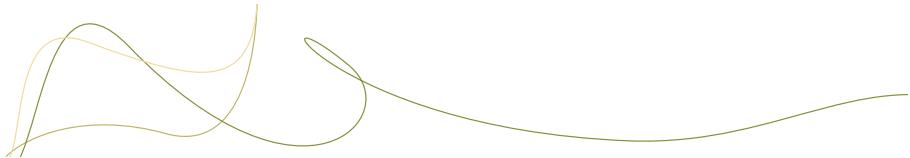
(Notre traduction)

Le défi aujourd’hui consiste à voir si les agences de réglementation utiliseront les connaissances actuelles, bien que cela exige un « virage de paradigme » des opinions ancrées de longue date au sujet de l’exposition à l’amiante et son impact sur la santé humaine.

Notes



Notes





L’Institut du chrysotile
est un organisme privé à but non lucratif,
mis sur pied en 1984 par les entreprises
productrices du chrysotile, les syndicats
et les gouvernements du Canada et du Québec.

L’Institut est voué à la promotion de l’utilisation
sécuritaire du chrysotile au Canada
et dans le monde.



Canada  Québec 

1200, rue McGill College
Bureau 1640
Montréal (Québec)
Canada H3B 4G7

Tél. : (514) 877-9797
Téléc. : (514) 877-9717

info@chrysotile.com
www.chrysotile.com



Imprimé sur du papier recyclé