

L'état des lieux et la gestion de l'amiante
et des résidus miniers amiantés

6212-02-009



**Mémoire à la commission d'enquête
du Bureau d'audiences publiques
sur l'environnement (BAPE)
sur l'état des lieux et la gestion
des résidus miniers amiantés
au Québec**

Février 2020

Résumé du mémoire

Après avoir relaté brièvement les origines de Société Asbestos Ltée et rappelé l'importance historique de l'amiante pour la région, nous soulignons l'importance d'une réflexion rigoureuse et rationnelle, fondée sur des faits documentés et des données scientifiques à jour et irréfutables, ainsi que l'impérieuse nécessité de valoriser et de réutiliser les ressources abondantes et facilement accessibles que constituent les résidus miniers accumulés depuis plus d'un siècle maintenant.

Puisqu'il y va du développement durable d'une région qui a été lourdement éprouvée par les fermetures de mines ainsi que par la perte de milliers d'emplois, l'ampleur et la valeur inestimable de ces résidus représentent une occasion de créer un modèle d'économie circulaire, et ce, d'autant plus qu'il y a un consensus sur le fait que le statu quo, c'est-à-dire le maintien des haldes, n'est pas souhaitable ainsi que sur la pertinence de valoriser les résidus miniers amiantés¹.

Après avoir précisé des conditions préalables pour ce faire, deux pistes de solution sont mentionnées, en l'occurrence la mise en place d'un cadre de valorisation réaliste, responsable et axé sur les résultats, ainsi que la création d'un espace régional de réflexion, de concertation et d'action financé par les gouvernements afin d'en assurer l'indépendance et la crédibilité.

Finalement, nous réitérons l'importance primordiale d'un engagement de l'ensemble des parties prenantes à cesser de travailler en silos, à amorcer un dialogue constructif et à interagir de façon pragmatique pour assurer la réalisation contrôlée, sécuritaire et responsable d'un projet de conversion industrielle indispensable à la diversification de l'économie de la région, à sa relance sur des bases solides et pérennes, et, par le fait même, à son avenir et à celui des générations futures.

¹ Voir le compte rendu de la rencontre sectorielle des personnes-ressources de ministères et d'organismes tenue le 14 janvier 2020 (pièce DD5) dans le cadre de l'enquête et de l'audience publique du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE) portant sur l'état des lieux et la gestion de l'amiante et des résidus miniers amiantés.

Table des matières

	PAGE
Liste des sigles abrégés et symboles	i
I. Introduction	1
II. Mise en contexte	3
A. Bref rappel historique	3
B. Un état de situation nécessaire	3
III. Pour le développement durable de la région	5
A. Un legs historique inestimable	5
B. Un modèle d'économie circulaire	6
C. Des conditions préalables	7
1. Rigueur	7
a. Cesser d'amalgamer la serpentine et les amphiboles	7
b. Cesser d'exagérer le risque	8
2. Pragmatisme	9
a. Reconnaître la réalité	9
b. Appliquer rationnellement le principe de précaution	10
c. Respecter le principe d'utilisation contrôlée	10
d. Reconnaître un seuil pratique	11
e. Éviter l'application de contraintes irréalistes	11
3. Cohérence, clarté, certitude	13
IV. Éléments de solution	14
A. Un cadre de valorisation réaliste, responsable et axé sur les résultats	14
B. Un observatoire de veille environnementale	14
V. Conclusion	16
Annexe	17

Comparison of Airborne Fiber Concentration from Activity in the Johnson Mine With the Ambient Air in Thetford Mines, Québec, Canada For Risk Assessment,
Robert P. Nolan, PhD, Environmental Studies International, November 15, 2019.

Liste des sigles, abréviations et symboles

BAPE	Bureau d’audiences publiques sur l’environnement
cc	centimètre cube
Cégep	Collège d’enseignement général et professionnel
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
CNESST	Commission des normes, de l’équité, de la santé et de la sécurité du travail
CO ₂	dioxyde de carbone
CTMP	Centre de technologie minérale et de plasturgie
DSP	Direction de santé publique
f	fibre
f/cc	fibre par centimètre cube
g	gramme
IEDDEC	Institut de l’environnement, du développement durable et de l’économie circulaire
INRS – ETE	Centre Eau Terre Environnement de l’Institut national de la recherche scientifique
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
ISQ	Institut de la statistique du Québec
km	kilomètre
M	million
MEI	<i>ministère de l’Économie</i> et de l’Innovation du Québec
MET	microscopie électronique à transmission
MOCP	microscopie optique à contraste de phase
MTQ	ministère des Transports du Québec
OMS	Organisation mondiale de la santé
p. ex.	par exemple
pi ²	pied carré
RSST	<i>Règlement sur la santé et la sécurité du travail</i>
SDERT	Société de développement économique de la région de Thetford
SNA	Société nationale de l’amiante
T	tonne métrique
µg	microgramme
VEMP	valeur moyenne d’exposition pondérée

I. Introduction

La création de Société Asbestos ltée remonte à 1909, alors que la compagnie Amalgamated Asbestos Corp. émane d'un regroupement de producteurs d'amiante exploitant les mines King, Beaver, Fraser et Bennett-Martin à Thetford Mines ainsi que les mines British Canadian, Standard et Dominion à Black Lake. À la suite d'une réorganisation en 1912, la société devient Asbestos Corporation of Canada.

En 1925, la compagnie prend le nom d'Asbestos Corporation Limited en raison de plusieurs acquisitions qui vont contribuer à sa progression remarquable. Elle deviendra d'ailleurs la plus importante productrice d'amiante au Québec.

En 1977, la raison sociale de la compagnie est francisée : Asbestos Corporation Limited devient Société Asbestos limitée. La même année, le gouvernement du Québec adopte une politique sur l'amiante et amorce le processus de nationalisation de l'industrie. En 1978, la *Loi constituant la Société nationale de l'amiante* (SNA) crée cette nouvelle entité qui établit son siège social à Thetford Mines.

Outre la recherche, le développement et l'exploitation de gisements d'amiante, y compris la mise en marché de la production, la SNA est mandatée pour mener toute activité de nature industrielle, manufacturière ou commerciale reliée directement ou indirectement à la transformation de la fibre d'amiante, de même que des activités de recherche et développement de nouveaux usages ou procédés de transformation de l'amiante (article 4 de la Loi).

En 1979, l'adoption de la *Loi modifiant la Loi sur la Société nationale de l'amiante* permet au gouvernement d'exproprier totalement ou partiellement les biens de Société Asbestos ltée, et ce, pour le compte de la SNA. Au début des années 1980, celle-ci procède à la nationalisation de la mine Bell (Bell Asbestos Mines) et de Société Asbestos ltée (mines British-Canadian, King-Beaver et Normandie).

1

Au cours de cette décennie, une récession économique majeure accélère le déclin de l'industrie provoqué notamment par de virulentes campagnes menées à l'échelle mondiale dans le but de bannir l'utilisation de l'amiante. Cette conjoncture hautement défavorable provoque la fermeture de plusieurs mines.

En 1986, les sociétés minières encore actives dans la région, en l'occurrence Bell Asbestos, Société Asbestos ltée et Lac d'Amiante (Asbestos Lake), conviennent d'une rationalisation et créent la société en commandite LAB Chrysotile qui se voit confier la gestion et l'exploitation des trois compagnies. À titre de commanditaire, la compagnie Société Asbestos ltée cède à LAB Chrysotile le droit exclusif d'exploiter, d'occuper et d'utiliser la plupart de ses sites miniers dans la région de Thetford Mines, mais elle demeure toutefois propriétaire de ces derniers.

En 1992, la société Mazarin inc. acquiert les actifs de la SNA (Bell Asbestos Mines et Société Asbestos ltée). La mine Bell déclare faillite en 2008 et Lac d'Amiante du Canada est fermée en 2012.

Jadis le plus important employeur de la région, Société Asbestos ltée est propriétaire de 4 455 hectares (480 Mpi²) de terrains, dont 59 % sont forestiers, 33 % miniers et 8 % constructibles.

Entreprise responsable, Société Asbestos ltée porte une attention particulière à l'aménagement de ses terrains forestiers qui sont l'objet d'un plan d'aménagement élaboré et mis en œuvre en collaboration avec des ingénieurs du Groupement Agro-Forestier Lotbinière-Mégantic inc. Il en va de même de la revitalisation de ses sites miniers à Black Lake, comme en témoigne le reboisement des haldes de la British Canadian, démarche planifiée et réalisée de concert avec la firme Englobe Corp., un chef de file canadien en environnement depuis plus de 50 ans.

L'entreprise possède près de 160 millions de tonnes métriques² (160 Mt) de résidus miniers accumulés dans des haldes situées sur les terrains des mines King Beaver, British Canadian et Normandie. Elle se consacre aujourd'hui au développement de minéraux industriels entrant dans la fabrication de produits à valeur ajoutée, une activité commerciale dont l'un des facteurs clés de succès est l'utilisation de ses résidus miniers. En décembre 2017, par exemple, elle a conclu un partenariat avec la société KSM qui développe une nouvelle technologie destinée à la production de fertilisants à haute valeur ajoutée, c'est-à-dire pouvant contenir des métaux provenant des résidus miniers.

² Cette quantité atteint 226 Mt en incluant la mine Bell qui était la propriété de Mazarin inc., société mère de Société Asbestos ltée.

II. Mise en contexte

A. Bref rappel historique

C'est à Thetford, en 1877, que les premiers gisements importants d'amiante ont été découverts. Dès ses débuts, l'industrie de l'amiante a connu une croissance très rapide et est devenue l'industrie minière la plus importante au Québec, « *une position qu'elle a maintenue jusqu'à la grande crise des années 1930³* ». La région, elle, a occupé longtemps le premier rang mondial.

À la fin des années 1960, 17 mines en exploitation et environ 6 000 travailleurs génèrent près de 40 % de la production mondiale d'amiante de type chrysotile qui est surtout concentrée dans une zone étroite du sud du Québec désignée comme la « ceinture de serpentine ».

À la fin des années 1990, le Québec est le deuxième producteur mondial avec 22 % de la production, et le premier exportateur mondial avec plus de 50 % des expéditions sur le marché international.

Au début des années 2000, le portrait est tout autre. Comme mentionné précédemment, une campagne antiamiante, conjuguée à une récession économique majeure au début des années 1980, a entraîné le déclin de l'industrie. En 2002, on ne compte plus que deux entreprises qui exploitent trois mines et qui emploient environ 1 500 travailleurs pour produire exclusivement de l'amiante de type chrysotile. Les fermetures définitives de dernières mines actives à Thetford Mines, notamment celles de Bell Asbestos (mine souterraine) en 2008 et de Lac d'Amiante du Canada (mine à ciel ouvert) en 2011 à Thetford Mines, sonnent le glas de l'industrie.

« Dans la seule région de Thetford Mines, l'activité minière a déjà représenté plus de 5 000 emplois directs. Lors de la fermeture de la dernière mine, en 2011, ils n'étaient plus que 350 travailleurs. L'amiante exploité au Canada ne représentait pas moins de 85 % de la production mondiale au début des années 1900, et la production annuelle du pays a atteint un sommet de 1,69 million de tonnes en 1973. »

« La filière de l'amiante, de l'histoire »
Alexandre Shields – *Le Devoir*, 20 octobre 2012

B. Un état de situation nécessaire

Profondément attachée à une ville et à une région dont elle a été un acteur économique de premier plan et l'un des plus importants employeurs, Société Asbestos ltée souscrit entièrement à la volonté du gouvernement :

- d'établir le portrait de la situation sur la présence d'amiante au Québec, son utilisation actuelle, les formes de valorisation et d'élimination, les types de projets en développement, etc.;

³ ARMSTRONG, Robert. « L'industrie de l'amiante au Québec, 1878-1929 », *Revue d'histoire de l'Amérique française*, vol. 33, n° 2, p. 187 à 195. [Documentation de la Commission - PR4.6.3]

- de dresser un état des connaissances scientifiques sur les répercussions de l’amiante et de ses résidus en particulier sur la santé;
- d’analyser la pertinence de développer un cadre de valorisation des résidus miniers amiantés au Québec et, le cas échéant, en proposer un qui tient compte à la fois des aspects économiques, sanitaires, sociaux et environnementaux;
- de proposer des méthodes de disposition des résidus amiantés respectant l’environnement et protégeant la santé.

En effet, il est plus que temps qu’une réflexion rigoureuse et rationnelle, fondée sur des faits documentés et des données scientifiques à jour et irréfutables, alimente une prise de décision éclairée sur la valorisation et l’utilisation de ressources abondantes, facilement accessibles et susceptibles de contribuer au développement durable de la région.

C’est dans cette optique que la Société Asbestos soumet respectueusement ce mémoire à la commission d’enquête du Bureau d’audiences publiques sur l’environnement (BAPE) mandatée pour dresser un état des lieux et faire le point sur la gestion de l’amiante et des résidus amiantés.

III. Pour le développement durable de la région

A. Un legs historique inestimable

Pendant plus d'un siècle, l'amiante chrysotile a été utilisé aux fins de la fabrication de plus de 3 000 produits commercialisés partout dans le monde. Il était – et est encore dans certains pays – mélangé avec du ciment pour produire un matériau possédant les qualités de ce dernier (dur, résistant en compression) et offrant une meilleure résistance en traction et en flexion. On le retrouve donc entre autres dans des conduits et des tuyaux, des tuiles, du bardeau et beaucoup d'autres produits utilisés dans l'industrie de la construction.

En raison de ses qualités calorifuges et ignifuges, le chrysotile servait d'isolant thermique et de filtre pour l'air, et ses fibres étaient prisées par l'industrie du textile pour la fabrication de vêtements et de tissus résistants à la chaleur et au feu, de même que par l'industrie de l'automobile pour la production de freins tambours ainsi que de plaquettes de disques pour les freins.

Étant donné que le pourcentage d'extraction de la fibre de chrysotile est de l'ordre de 5 %, on peut facilement en conclure que les activités minières ont généré des quantités colossales de fragments de minéraux solides accumulés à proximité des différents sites d'exploitation, formant au fil des décennies d'immenses haldes. On évalue aujourd'hui à 413 millions de tonnes métriques (413 Mt), la quantité de résidus miniers de serpentine ainsi stockés dans la région de Thetford Mines. Pour l'ensemble du Québec, cette quantité totalise 800 millions de tonnes métriques (800 Mt).

Parce qu'ils contiennent des métaux et des minéraux (p. ex. du magnésium, du nickel et du chrome) possédant des qualités exceptionnelles⁴, ces résidus représentent un potentiel commercial appréciable en termes de création de nouvelles entreprises, d'emplois de qualité et de richesse collective. De plus, comme en fait foi le tableau à la page suivante, les haldes présentent toutes un contenu minéralogique similaire.

Dans un communiqué de presse publié le 5 décembre 2019, la Société de développement économique de la région de Thetford (SDERT) a fait écho aux propos tenus par la coordonnatrice – secteur métallurgie au ministère de l'Économie et de l'Innovation du Québec (MEI) lors de l'audience du BAPE, et rappelé que les haldes situées dans les régions de Thetford et d'Asbestos « [...] contiennent du magnésium métallique dans des teneurs de plus de 20 % ce qui représente, à elles seules, une valeur de plus de 400 milliards de dollars canadiens! De surcroît, ces volumes de résidus assureraient des opérations industrielles de valorisation pendant plus de 100 ans alors que les opérations minières traditionnelles ont peine à franchir le cap des 15 ans d'opération⁵ ». [NOTRE SOULIGNEMENT]

⁴ Ils sont hautement performants, légers, malléables, résistants à la corrosion, durables et recyclables.

⁵ SOCIÉTÉ DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE DE LA RÉGION DE THETFORD. « Plus de 400 milliards \$ de résidus miniers : plus important projet d'économie circulaire au Québec », communiqué de presse du 5 décembre 2019.

SOURCE	MgO	SiO ₂	Fe ₃ O ₄	H ₂ O	Al ₂ O ₃	Ca O	Na	K	Ni	Co	Mn	Cr	Fe	Fe ₂ O ₃
	Oxyde de magnésium	Dioxyde de silicium	Oxyde de fer	Eau		Oxyde de calcium	Sodium	Potassium	Nickel	Cobalt	Manganèse	Chrome	Fer	Oxyde de fer
BELL	38,25	38,6		12,53	1,28	0,43			0,23			0,09	5,2	8,21
NATIONAL	38,9	33,9		13,7	0,5	0,36	0,03	0,09	0,23			0,27	4,6	7,88
CAREY	41,0	36,5		13,7	0,40	0,15		0,02	0,29	0,006	0,044	0,15	5,5	7,3
KING BEAVER	36,7	38,6		12,1	0,94	0,3			0,21			0,29	5,1	
CAN. JOHNS MAIN	38,1	39,2		12,0	0,81	0,35			0,23			0,34	6,1	
LAC D'AMIANTE	39,8	37,1		11,9	0,64	0,38			0,24			0,10	6,0	
BRITISH CANAD #I	39,2	39,4		13,2					0,23			0,26	5,59	
BRITISH CANAD #II	39,0			13,3					0,24				5,3	
BOLDUC CANADIAN	36,3	37,5		12,9	1,32	1,34	0,006	0,010	0,16	0,015	0,05	0,2	7,2	
COURVAN	38,5	37,6		17,3	2,53	1,32	0,009	0,018	0,19	0,010	0,05	0,54	5,1	
MARBRIDGE	39,1			15,5	1,06	2,39		0,020	0,385	0,011	0,07	0,19	5,6	
ABITIBI ASBESTOS	36,65	35,6			1,70	0,98	0,005		0,19	0,02	0,01	0,20	8,9	
FLINKOTE	38,0	36,8	9,2	13,3										
NODENHAM	38,6	32,2		18,1										8,2
ST-RÉMI	39,0	38,7		13,7										8,0
BOSTON	38,5	34,9		16,3										6,3
GOLDEN AGE	38,0	35,1	9,7	14,8										
NORMANDIE	37,5			12,0					0,25				5,2	
JEFFREY	37,6			13,0					0,22				6,0	

La SDERT a également indiqué que les projets les plus avancés de valorisation des résidus portent plus particulièrement sur la serpentine (source de magnésium), sur la magnésite (source de magnésium) et sur la magnétite nickélifère (source de fer et de nickel). À cet égard, il appert que « *des investissements de 1,3 milliard \$ sont d'ailleurs prévus par le gouvernement pour les projets de valorisation des résidus miniers, ce qui créait [sic] plus de 600 emplois*⁶ ».

B. Un modèle d'économie circulaire

Avec beaucoup d'à-propos, le rapport sectoriel du MEI au BAPE souligne que « [la] valorisation des résidus miniers concorde avec les principes de l'économie circulaire, laquelle repose notamment sur une vision de réduction de l'extraction de ressources en amont et d'évitement de leur disposition et de leur enfouissement en aval⁷ ».

L'Institut de l'environnement, du développement durable et de l'économie circulaire (IEDDEC) définit celle-ci comme un « *système de production, d'échange et de consommation visant à optimiser l'utilisation des ressources à toutes les étapes du cycle de vie d'un bien ou d'un service,*

⁶ ROBERGE, Simon. « Valorisation des résidus d'amiante : un immense potentiel », *La Tribune*, 6 décembre 2019.

⁷ MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE ET DE L'INNOVATION DU QUÉBEC. *Rapport du ministère de l'Économie et de l'Innovation dans le cadre du mandat du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement ayant pour objet l'état des lieux et la gestion de l'amiante et des résidus amiantés. Rapport sectoriel*, p. 5. [Documentation de la Commission - PR4.8]

dans une logique circulaire, tout en réduisant l'empreinte environnementale et en contribuant au bien-être des individus et des collectivités⁸ ».

À l'instar du fonctionnement cyclique de la nature, l'économie circulaire redonne une seconde vie à des matières, des produits ou des composants en focalisant sur l'extraction de leur plus grande valeur et leur réintroduction dans les cycles de production, de distribution et de consommation. De fait, elle tire une croix sur la logique de l'économie linéaire traditionnelle (extraction, production, consommation, rebuts) et est donc considérée à juste titre comme le moteur du développement durable.

En pratique, la récupération des résidus miniers de serpentine et leur valorisation relèvent du suprarécyclage (*upcycling*) dont la finalité est de transformer un « déchet » en un produit à valeur ajoutée. Pour la région, il s'agit d'une activité d'autant plus prometteuse qu'elle est susceptible de permettre la diversification de son économie et de générer de la richesse collective, certes, mais aussi de lui donner de nouvelles assises et un nouvel élan, notamment en renforçant ou en développant de solides expertises relatives à des technologies et des processus innovateurs et en se positionnant avantageusement dans des créneaux d'avenir.

En d'autres mots, ce legs consécutif à plus d'un siècle d'activités industrielles constitue une occasion privilégiée de réaliser des projets porteurs et structurants au diapason du développement durable, c'est-à-dire de « *viser l'efficacité économique pour créer une économie innovante et prospère, écologiquement et socialement responsable*⁹ ».

En conséquence, nous sommes d'avis que le défi n'est pas tant d'évaluer la pertinence de valoriser les résidus miniers amiantés, mais de déterminer la manière de le faire dans un cadre contrôlé, sécuritaire et responsable.

7

C. Des conditions préalables

Pour ce faire, des conditions préalables doivent être impérativement réitérées et respectées.

1. Rigueur

a. Cesser d'amalgamer la serpentine et les amphiboles

Le mot « amiante » désigne six minéraux multiformes appartenant à deux familles diamétralement opposées (p. ex. sur le plan de la biopersistance¹⁰ pulmonaire), en l'occurrence la serpentine qui ne revêt qu'une seule forme fibreuse, soit le chrysotile (amiante blanc), et les amphiboles qui en ont cinq, soit l'anthophyllite, l'actinolite, la trémolite, l'amosite (amiante brun) et le crocidolite (amiante bleu).

⁸ INSTITUT DE L'ENVIRONNEMENT, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE ET DE L'ÉCONOMIE CIRCULAIRE. Thèmes de recherche. *Économie circulaire*. [<http://institutedec.org/themes/economie-circulaire/>]

⁹ GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, *À propos du développement durable*. [www.environnement.gouv.qc.ca/developpement/definition.htm]

¹⁰ Propriété que possèdent certaines substances de demeurer dans des tissus organiques ou des cellules vivantes durant une période de temps relativement longue, sans pouvoir être facilement évacuées par l'organisme (source : *Le grand dictionnaire terminologique* de l'Office québécois de la langue française). [http://www.granddictionnaire.com/ficheOqlf.aspx?Id_Fiche=8350752].

Soyeuse et flexible, la serpentine se présente sous une forme incurvée et elle est enrobée de magnésium. L'amphibole revêt la forme d'une tige (bâtonnet) et est entourée de quartz, une silice naturelle cristallisée. Contrairement au chrysotile qui résiste mal au milieu acide et s'élimine plus facilement et plus rapidement, l'amphibole résiste longtemps à ce milieu et est supprimée difficilement dans les poumons.

« Le chrysotile, qui est rapidement attaqué par l'environnement acide du macrophage, se désintègre dans les poumons en fibres et particules courtes, tandis que l'amiante amphibole persiste en créant une réponse à la structure fibreuse de ce minéral¹¹ ».

Contrairement aux fibres de serpentine qui sont atoxiques, les amphiboles sont toxiques. Le corollaire de cet état de fait est que leurs degrés de dangerosité respectifs ne sont aucunement comparables.

Plusieurs études ont démontré que les amphiboles demeurent dans l'organisme beaucoup plus longtemps (10 fois plus) que le chrysotile, ou qu'il faut une dose de chrysotile plusieurs centaines de fois plus élevée pour provoquer un risque similaire à celui de certaines amphiboles.

« Malgré les preuves scientifiques qui différencient les impacts sur la santé, on continue de confondre chrysotile et amphiboles sous le nom amiante. [...] Le chrysotile et les amphiboles sont donc des minéraux très différents, à part leur forme fibreuse. Les amalgamer équivaut à mélanger des pommes avec des bananes¹² ».

b. Cesser d'exagérer le risque

La dimension, la dose et la durée sont les trois éléments déterminants pour évaluer la dangerosité d'une fibre industrielle.

8

« Les différences dans la composition chimique et cristalline, la dimension des fibres, les caractéristiques aérodynamiques et la biopersistance sont parmi les facteurs critiques qui définissent les conséquences toxicologiques et pathologiques de l'exposition à l'amiante. Spécifiquement, la dimension de la fibre peut impacter sur le fait qu'elle est inhalée ou non, qu'elle se dépose dans les poumons et comment, ainsi que sur l'efficacité et la rapidité de son élimination.

[...] les données rapportées au cours des dernières décennies confortent les conclusions selon lesquelles une exposition à des fibres de plus de 10 μm ¹³ et peut-être 20 μm est nécessaire pour augmenter significativement le risque de développer une maladie liée à l'amiante chez l'homme, et qu'il y a très peu, voire aucun risque associé à l'exposition à des fibres inférieures à 5 μm ¹⁴ ».

¹¹ BERNSTEIN, David, Jacques DUNNIGAN, Thomas HESTERBERG, Robert BROWN, Juan Antonio LEGASPI, Velasco Raúl BARRERA, John HOSKINS et Allen GIBBS, « Health risk of chrysotile revisited » - Résumé, *Critical Reviews in Toxicology*, 25 janvier 2013.
[<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3581056/>]

¹² BEAUDOIN, Georges, Josée DUCHESNE, Thomas FEININGER et Réjean HÉBERT, « Amiante et chrysotile : pommes et bananes! », *Le Soleil*, 25 mars 2010.

¹³ Symbole du micron ou micromètre qui équivaut à un millionième de mètre ou un millième de millimètre.

¹⁴ BARLOW, Christy A., Matthew GRESPIN et Elizabeth A. BEST. « Asbestos fiber length and its relation to disease risk », *Inhalation Toxicology*, vol. 29, 2017, issue 12-14.
[<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08958378.2018.1435756>]

En décembre 2009, une lettre de la Direction de santé publique (DSP) de la région de Chaudière-Appalaches à tous les résidents et à toutes les résidentes de Thetford Mines mentionnait, en se basant sur un rapport de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), que « *le risque de développer un cancer à cause de la présence de fibres d'amiante dans l'air ambiant de Thetford Mines est très faible* ».

À cette communication était annexé un *Document d'information sur la présence d'amiante dans l'air de Thetford Mines* dont l'extrait ci-dessous est on ne peut plus révélateur, surtout lorsque l'on constate qu'il a été rédigé alors que des mines d'amiante étaient encore en exploitation¹⁵.

*« [Le] rapport de l'INSPQ estime que la probabilité de décès par cancer dû à la présence de fibres d'amiante dans l'air à Thetford Mines à, en moyenne, **1 décès par 35 ans**¹⁶. Cette estimation est faite selon le modèle le plus vraisemblable, soit celui basé sur la présence d'amiante chrysotile seulement. [...] pour apprécier la gravité d'un risque, on peut le comparer à d'autres risques mieux connus. Ainsi, selon les connaissances actuelles, sur une période de **35 ans**, parmi la population de Thetford Mines, il y aurait plus de **1 000 décès** par cancer du poumon reliés au **tabagisme**, près de **100 décès** reliés à la **conduite automobile** et **1 décès** en raison de **l'amiante dans l'air**. »*

Tout en soulignant que « *les fibres d'amiante peuvent être remises en suspension dans l'air lors de la manipulation ou du brassage de résidus miniers* », le document précisait qu'« *on peut diminuer les concentrations de fibres d'amiante dans l'air en évitant ces activités ou en les pratiquant avec des **mesures limitant la remise en suspension**. Il appartient à chacun d'avoir des **pratiques responsables** à cet effet* ».

C'est précisément ce que fait l'industrie. Elle a développé des procédés et des technologies et elle utilise des équipements qui sont sécuritaires tant pour les travailleurs que pour la population.

9

2. Pragmatisme

a. Reconnaître la réalité

Les fibres de chrysotile sont majoritairement emprisonnées dans de la roche encaissante et ne peuvent pas être transportées par voie aérienne. Sans oublier la carbonatation minérale (ou stockage minéral inerte), un phénomène naturel qui permet de séquestrer de manière sûre et permanente le dioxyde de carbone (CO₂) atmosphérique sous une forme minérale qui réagit peu ou pas avec l'atmosphère.

Au début des années 2000, une équipe de l'Université Laval a mis en lumière le fait que « *les parcs à résidus miniers du sud du Québec auraient séquestré naturellement près de 1,8 million de tonnes de dioxyde de carbone (CO₂) atmosphérique depuis un siècle [et que] ce chiffre ne représente qu'une toute petite fraction du potentiel total de séquestration offert par cette filière*¹⁷ ».

¹⁵ La dernière mine en exploitation dans la région, celle de Lac d'Amiante du Canada, a cessé définitivement ses activités, il y a près de 10 ans.

¹⁶ Les mots et les chiffres ont été accentués (*bolded*) par la Direction de santé publique.

¹⁷ HAMANN, Jean. « Pièges à CO₂. Les résidus des mines d'amiante pourraient servir à lutter contre le réchauffement climatique », *Au fil des événements*, Université Laval, 28 avril 2005. [<https://archives.nouvelles.ulaval.ca/Au.fil.des.evenements/2005/04.28/fiola.html>]

Les travaux réalisés sous la supervision du professeur Georges Beaudoin, du Département de géologie et de génie géologique de l'Université Laval, ont démontré que les résidus miniers de fibre de serpentine exposés à l'eau de pluie et au dioxyde de carbone capturent le dioxyde de carbone (CO₂) grâce à une réaction de minéralisation du carbone. En pratique, une croûte se forme à la surface de la halde et empêche la dispersion de fibres libres susceptibles de s'y trouver.

De plus, ces résidus miniers ont été utilisés pendant plusieurs décennies comme matériaux de remblai et abrasifs hivernaux dans nombre d'infrastructures (routières, ferroviaires, municipales). Comme l'a déjà signalé le maire de la ville de Thetford Mines, « *c'est en dessous de nos rues et de nos maisons, il y en a absolument partout*¹⁸ ».

Autre facteur révélateur d'une réalité incontestable, le bruit de fond (concentration des fibres d'amiante dans l'air ambiant) n'a pas bougé au cours des 10 dernières années.

Force est donc de constater que les préoccupations face à la nocivité de la valorisation des résidus miniers amiantés, bien que légitimes, relèvent d'une perception erronée plutôt que de faits avérés.

En effet, les données de l'Institut de la statistique du Québec (ISQ) indiquent que, pour la période 2014-2016, l'espérance de vie à la naissance des hommes et des femmes dans la région de Chaudière-Appalaches va en s'accroissant depuis la période 1980-1982. Pour la période 2014-2016, elle était la troisième plus élevée au Québec, et ce, tant pour les femmes (84,6 ans) que pour les hommes (81,0 années)¹⁹.

De plus, il appert que, dans la région de Thetford Mines, le risque de mortalité causé par le chrysotile semble toujours très supérieur aux mortalités réelles.

10

b. Appliquer rationnellement le principe de précaution

Le risque zéro n'existant pas, assujettir les résidus miniers de serpentine à une application absolue du principe de précaution, fondée sur des croyances ou des impressions plutôt que sur des faits scientifiques documentés, équivaldrait à prohiber leur valorisation, même dans un cadre contrôlé, sécuritaire et responsable.

En d'autres mots, il s'agirait d'un moyen détourné de faire indirectement ce que la nouvelle réglementation n'entend manifestement pas faire de façon directe, c'est-à-dire prohiber quelque utilisation que ce soit des résidus miniers pour diversifier l'économie de la région et lui permettre d'assurer sa relance et de maîtriser son avenir.

c. Respecter le principe d'utilisation contrôlée

L'amélioration continue des technologies, des procédés et des pratiques assure une utilisation contrôlée de produits, un principe selon lequel l'impossibilité de maîtriser les risques inhérents à ces derniers a pour conséquence l'impossibilité de s'en servir. C'est pour cette raison que les amphiboles et les produits d'amiante friables ne sont plus utilisés depuis un bon moment déjà.

¹⁸ KROL, Ariane. « Pour en finir avec l'amiante », *La Presse*, 2 décembre 2019.

¹⁹ INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC. *Espérance de vie à la naissance selon le sexe, par région administrative, 1980-1982 à 2014-2016*.
[<http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/population-demographie/deces-mortalite/306ra.htm>]

Dans une présentation à la Commission, M. Guy Mercier, professeur honoraire au Centre Eau Terre Environnement de l'Institut national de la recherche scientifique (INRS-ETE), a noté qu'« *en 2020, les technologies de production et les équipements de santé-sécurité existent pour bien contrôler l'émission de fibres et l'exposition des travailleurs*²⁰ » et qu'« *il faut simplement bien utiliser les meilleures technologies disponibles et travailler de façon professionnelle*²¹ ».

Or, comme mentionné précédemment, c'est précisément ce que fait l'industrie. Elle a développé des procédés et des technologies et elle utilise des équipements sécuritaires tant pour les travailleurs que pour la population.

Avec beaucoup d'à-propos, le professeur Mercier a signalé que « *[la] capture du CO₂ à l'aide des résidus d'amiante donne un avantage industriel au Québec et à la région*²² ». Ses propos sont d'ailleurs en parfaite adéquation avec ceux de M. Jean-Marc Lalancette, professeur émérite à la Faculté des sciences de l'Université de Sherbrooke, selon qui « *les haldes de résidus serpentiniens sont [...] des sources intéressantes de matières premières en vue de l'extraction du magnésium sous différentes formes. Ces opérations peuvent être effectuées avec un parfait contrôle du milieu ambiant en ce qui concerne l'émission de fibres et les produits finis seront complètement libres d'amiante en conformité avec la nouvelle réglementation fédérale*²³ ».

d. Reconnaître un seuil pratique

Un seuil est qualifié de pratique lorsqu'il est possible de maintenir un niveau d'exposition en deçà duquel un risque est si faible qu'il ne peut pas être décelé.

En 2013, au terme d'une recension d'une centaine d'études scientifiques, des experts ont confirmé que « *les études rapportées indiquent que de faibles expositions au chrysotile ne présentent pas de risque détectable pour la santé*²⁴ ».

11

Comme mentionné précédemment, en 2017, une recension des données rapportées au cours des décennies précédentes a renforcé les conclusions selon lesquelles il y a très peu, voire aucun risque associé à l'exposition à des fibres inférieures à 5 µm²⁵.

Il est plus que temps que les parties prenantes à la démarche de valorisation des résidus miniers reconnaissent l'existence d'un seuil pratique d'exposition en dessous duquel aucun effet nuisible sur la santé n'est détectable ni détecté.

e. Éviter l'application de contraintes irréalistes

L'adage voulant que l'enfer soit pavé de bonnes intentions, l'imposition de contraintes fondées sur des valeurs en principe inattaquables, mais totalement irréalistes et génératrices de coûts de production prohibitifs, constitue un piège pernicieux. En effet, une telle approche pourrait rendre

²⁰ MERCIER, Guy. La capture du CO₂ des usines à l'aide des résidus d'amiante pour la production de carbonate de magnésium et de produits à valeur ajoutée libre d'amiante, présentation à la Commission du BAPE, diapositive 7. [Documentation de la Commission – DB14]

²¹ *Idem*.

²² *Idem*, diapositive 5.

²³ LALANCETTE, Jean-Marc. « À propos du retour de l'amiante... », *Courrier Frontenac*, 30 mai 2018.

²⁴ BERSTEIN, David et autres. « Health risk of chrysotile revisited », *Critical Reviews in Toxicology*, 25 janvier 2013. [<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3581056/>]

²⁵ Voir la note 14.

inopérante la possibilité accordée par le règlement fédéral sur l'amiante de valoriser les résidus miniers amiantés.

Par exemple :

- l'imposition d'une distance invraisemblable entre les milieux résidentiels et les activités de valorisation des résidus miniers, alors que plus de la moitié (51,5 %) des résidences de la ville de Thetford Mines sont situées à moins d'un kilomètre (1 km) des haldes ou des puits miniers;
- l'interdiction de déplacer des résidus miniers sous prétexte que cette opération génère des poussières d'amiante, alors qu'il est de commune connaissance que :
 - ces résidus sont humides;
 - le chrysotile est « séquestré » dans de la roche encaissante;
 - la valorisation serait effectuée in situ, c'est-à-dire sur les sites miniers où se trouvent les haldes;
 - ces résidus seraient manipulés de façon sécuritaire au moyen de technologies qui assurent la protection des travailleurs;
 - les fibres d'amiante contenues dans ces résidus seraient entièrement détruites par des processus d'extraction des minerais à valeur ajoutée;
- l'adoption ou la révision de normes en l'absence de données scientifiques documentées et concluantes; par exemple, le resserrement de la valeur moyenne d'exposition pondérée (VEMP)²⁶ à l'amiante d'une fibre par centimètre cube (1f/cc) à un dixième de fibre par centimètre cube (0,1f/cc³) d'air, alors qu' « aucune étude [n'a] démontré un risque décelable lorsque le chrysotile est utilisé selon la norme de 1 f/cc²⁷ ».

12

En ce qui concerne plus particulièrement les poussières d'amiante, Société Asbestos Itée a mandaté le Centre de technologie minérale et de plasturgie²⁸ (CTMP) du Cégep de Thetford pour effectuer, sur les haldes, des simulations de travaux ainsi que des tests avant, pendant et après ces derniers. Les résultats se sont avérés concluants, le niveau de fibres d'amiante dans l'air étant demeuré inchangé en dépit de la circulation de véhicules lourds.

Par la suite, un expert chevronné et indépendant, D^r Robert P. Nolan²⁹, Ph. D., a évalué le risque populationnel inhérent à des interventions sur les haldes. Ses conclusions ont permis de documenter un fait incontestable, à savoir que le fait d'y « toucher » n'a pas pour conséquence de générer des émissions de fibres d'amiante dans l'air. En d'autres mots, la valorisation des résidus miniers n'augmenterait pas l'exposition à l'amiante chrysotile au-delà du bruit de fond actuel.

²⁶ Valeur d'exposition admissible de contaminants de l'air prescrite par le *Règlement sur la santé et la sécurité du travail* (RSST).

²⁷ DUNNIGAN, Jacques. *La saga de l'amiante. Mythes vs Réalités*. Université de Sherbrooke, novembre 2011.
[https://www.usherbrooke.ca/apprus/fileadmin/sites/apprus/documents/Amiante_Mythes_et_Realite.pdf]

²⁸ Le CTMP est une chaire de recherche industrielle sur les matériaux avancés.

²⁹ Le curriculum vitae de D^r Nolan est disponible à www.rpnolan.com/exp.htm.

Il nous apparaît pertinent de reproduire ici le résumé de l'analyse jointe en annexe.

« L'échantillonnage de l'air à la mine Johnson de même qu'à un emplacement hors site dans la ville de Thetford Mines n'a révélé aucune augmentation de chrysotile en suspension dans l'air en raison de l'absence d'activité ni de chargement, de déplacement ou de déversement de résidus en contenant sur le site de la mine. La concentration moyenne pour les 63 échantillons prélevés sur le site minier était de 0,0040 f/ml, le bruit de fond hors site était de 0,0040 f/ml et la moyenne pour les 69 échantillons d'air était de 0,0040 f/ml. L'activité proposée à la mine Johnson n'augmentera pas l'exposition à l'amiante chrysotile au-delà du bruit de fond actuel dans l'air ambiant et n'accroîtra donc pas le risque de cancer lié à l'amiante. À la lumière des bruits de fond d'amiante dans l'air ambiant, les résidents de Thetford Mines seront exposés à une concentration cumulative à vie de 1,34 f/ml x années. Les relations établies à la lumière de la situation des mineurs et des meuniers du Québec indiquent que cette exposition cumulative entraînerait un cas de mésothéliome pleural en 1 613 ans au sein de la population de Thetford Mines. L'augmentation du risque de tumeur associée à l'amiante est le résultat d'une interpolation à partir d'expositions beaucoup plus élevées; elle ne peut être que calculée et non pas observée³⁰ ». [NOTRE TRADUCTION]

3. Cohérence, clarté, certitude

Comme pour tous les investissements majeurs, ceux relatifs à la valorisation des résidus miniers seront tributaires de la cohérence, de la clarté et de la certitude exigées par les promoteurs des différents projets qui veulent être assujettis à des « règles du jeu » limpides, mesurables et équilibrées.

³⁰ NOLAN, RP. *Comparison of Airborne Fiber Concentration from Activity in the Johnson Mine With the Ambient Air in Thetford Mines, Québec, Canada For Risk Assessment*, 15 novembre 2019, p. 1.

IV. Éléments de solution

A. Un cadre de valorisation réaliste, responsable et axé sur les résultats

Dans son rapport sectoriel au BAPE, le MEI mentionne à juste titre que :

« Naturellement, la manipulation des résidus demande des procédures de travail et des équipements particuliers afin de protéger la santé et la sécurité des employés et de la population. Il importe toutefois de rappeler que tous les procédés de transformation utilisés par les entreprises permettent de détruire la fibre dès les premières étapes du procédé. De plus, la valeur des minéraux contenus dans les résidus amiantés recèle un potentiel économique important. Finalement, notons la concordance de la valorisation sécuritaire des résidus amiantés avec les principes de l'économie circulaire³¹ ».

Tout en rappelant que la valorisation et la réutilisation des résidus miniers ne peuvent d'aucune façon être considérées comme une reprise des activités minières traditionnelles, nous souscrivons à la mise en place d'un « cadre de valorisation qui prend en considération la protection de l'environnement, la santé de la population et la santé des travailleurs³² ».

Il importe que cet encadrement soit réaliste et clair et qu'il ne donne aucunement prise à la possibilité de contourner, voire de rendre caduque l'exploitation des haldes de résidus miniers permise par le *Règlement interdisant l'amiante et les produits contenant de l'amiante*³³ qui est entré en vigueur en décembre 2018.

Ce cadre de valorisation doit également focaliser sur les résultats plutôt que sur les moyens afin d'éviter la répétition de situations surréalistes et prohibitives³⁴ similaires à celles vécues par la Ville de Thetford Mines dans ses projets de réfection des routes sur son territoire et, surtout, de ne pas compromettre de futures innovations.

B. Un observatoire de veille environnementale

Nous n'insisterons jamais assez sur l'importance d'une concertation de toutes les parties prenantes concernées pour assurer une utilisation contrôlée, sécuritaire et responsable des résidus miniers amiantés.

³¹ GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. Ministère de l'Économie et de l'Innovation. *Rapport du ministère de l'Économie et de l'Innovation dans le cadre du mandat du Bureau d'audiences publiques sur l'environnement ayant pour objet l'état des lieux et la gestion de l'amiante et des résidus amiantés*, Québec, 2019, p. 17. [Documentation de la Commission – PR4.8]

³² GOUVERNEMENT DU QUÉBEC. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. *L'état des lieux et la gestion de l'amiante et des résidus amiantés – Bureau d'audiences publiques sur l'environnement. Rapport sectoriel du ministère de l'Environnement et de la lutte contre les changements climatiques*, Québec, 2019, p. 33. [Documentation de la Commission – PR4.6b]

³³ Disponible dans le site web de la législation (Justice) du gouvernement du Canada.
[<https://laws-lois.justice.gc.ca/fra/reglements/DORS-2018-196/page-1.html>]

³⁴ Des mesures de sécurité qui font parfois grimper de 66 % les coûts des travaux de voirie selon le maire, et ce, alors que le ministère des Transports du Québec (MTQ) n'a jamais fait face, lors du planage de la chaussée, à un seul cas de plus d'une fibre par centimètre cube. Voir à cet effet « BAPE : le coût faramineux des routes d'amiante », *Radio-Canada, ICI Québec*, 11 décembre 2019.
[<https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1427895/bape-cout-faramineux-routes-amiante-thetford-mines>]

Pour ce faire, il importe de mettre l'accent sur la mise en place d'un cadre propice à une approche scientifique, collaborative et constructive, en l'occurrence une instance chargée notamment de recueillir, d'analyser et de partager des données objectives, tout en étant un espace de réflexion, de concertation et d'action axé sur l'innovation technologique, l'économie circulaire et le développement durable.

La mise sur pied d'un observatoire régional de veille environnementale permettrait entre autres à la communauté d'avoir en main un état de situation complet et de développer une vision globale à long terme de la restauration harmonieuse, responsable et rentable des sites miniers.

En s'inspirant de l'expérience de la mise sur pied de l'Observatoire de veille environnementale de la baie de Sept-Îles, celui de la région de Thetford Mines pourrait se voir confier diverses responsabilités comme :

- l'actualisation et la consolidation des données et des mesures relatives à l'environnement de la région, incluant la mesure régulière de l'évolution du bruit de fond en fibres de chrysotile;
- l'évaluation des résultats des actions prises pour améliorer l'environnement dans la région;
- le soutien à l'amélioration continue de la performance environnementale des entreprises;
- l'évaluation de la capacité d'accueil du milieu de projets acceptables et sécuritaires pour la population et l'environnement;
- la recherche sur les technologies de captation du dioxyde de carbone (CO₂) par le silicate de magnésium de nos résidus miniers;
- l'évaluation scientifique de l'impact possible, sur la santé des travailleurs et de la population, de l'utilisation de sable susceptible de contenir des résidus miniers aux fins de travaux de construction publics et privés;
- la production d'un rapport de suivi annuel basé sur les traitements de données effectués par le CTMP.

15

Le nouvel observatoire régional devrait être doté de ressources techniques à la fine pointe de la technologie (p. ex. des équipements permettant des microscopies de types MET³⁵ et MOCP³⁶) et humaines qualifiées et accréditées pour effectuer des tests dont les résultats seraient disponibles très rapidement (p. ex. dans un délai de 24 heures).

³⁵ Sigle de « microscopie électronique à transmission ».

³⁶ Sigle de « microscopie optique à contraste de phase ».

C. Conclusion

*« L'avenir est quelque chose qui se surmonte.
On ne subit pas l'avenir, on le fait. »*
- Georges Bernanos

Au Canada et au Québec, il n'y a plus de mine d'amiante en exploitation et il est désormais interdit de fabriquer, de vendre et d'exporter des produits en contenant. Le dossier est clos et Société Asbestos ltée, quant à elle, ne réclame aucunement sa réouverture.

Nous sommes donc à l'aube d'une ère post-amiante au cours de laquelle la désamiantisation des résidus miniers et la restauration des haldes où ils sont stockés devraient faire l'objet d'une mobilisation collective enthousiaste.

En effet, la valorisation de ces résidus s'inscrit dans une vaste démarche de reconversion industrielle qui est en parfaite adéquation avec les principes de l'économie circulaire et du développement durable et qui a le mérite d'être fondée sur une gestion proactive des haldes, une approche nettement préférable au laissez-faire et aux risques d'érosion, d'affaissement ou d'effondrement qu'il comporte à long terme.

Le succès de cette mobilisation est cependant tributaire de l'abandon des initiatives en silos et de l'élimination du climat de suspicion entretenu pour toutes sortes de considérations stratégiques qui font malheureusement fi du fait que la méfiance ne mène nulle part.

Cette réussite dépend aussi de la capacité des parties prenantes à amorcer un dialogue ouvert et franc sur les meilleures façons de bâtir un avenir dont les générations futures seront fières et redevables à celles qui, aujourd'hui, ont une opportunité exceptionnelle à saisir.

Puissions-nous, collectivement, être à la hauteur de leurs ambitions légitimes.

Annexe

*Comparison of Airborne Fiber Concentration from Activity in the Johnson Mine
With the Ambient Air in Thetford Mines, Québec, Canada For Risk Assessment,*
Robert P. Nolan, PhD, Environmental Studies International, November 15, 2019.



Comparison of Airborne Fiber Concentration from Activity in the Johnson Mine With the Ambient Air in Thetford Mines, Québec, Canada for Risk Assessment

By RP Nolan, PhD
Environmental Studies International, LLC
New York, NY
nolan@e-esi.com

For Richard Dufour & Lisette Lafontaine
Dufour & Mottet
Laval, Québec, Canada

November 15, 2019

Executive Summary

Air sampling in the Johnson Mine and at an offsite location in the town of Thetford Mines found no increase in airborne chrysotile from no activity or the loading, moving and dumping of chrysotile containing tailings at the mine site. The mean concentration for the 63 mine site samples was 0.0040f/mL and the offsite background was 0.0040f/mL and the mean for all 69 air samples was 0.0040f/mL. The proposed activity at the Johnson Mine will not increase the chrysotile asbestos exposure beyond the current background level in the ambient air and therefore will not increase the risk of asbestos-related cancer. Based on the background levels of asbestos in the ambient air the residents of Thetford Mines will have a lifetime cumulative exposure of 1.34 fiber per milliliter x years. Exposure-response relationships developed from the Québec miners and millers indicate this cumulative exposure would result in one pleural mesothelioma case in 1,613-years in the general population of Thetford Mines. The increase in the risk of asbestos-related pleural mesothelioma are the result of interpolation from much higher exposures and can only be calculated not observed.

Part 1: Comparison of Airborne Chrysotile at the Johnson Mine and in the town of Thetford Mines

The Johnson Mine, located in the town of Thetford Mines in Québec, Canada, is being proposed as a disposal site for construction material no longer of use and debris from public works projects. Production of chrysotile asbestos at the mine site started in 1878, declining in the 1980s with the last mine closing in 2012. Concern has been raised about the potential for an increase in asbestos-related cancers from re-tasking the site for disposal of debris. To address this concern, a 5-month air sampling program was undertaken. For the risk of asbestos-related cancers to increase the new disposal activity would need to increase the airborne concentration of asbestos above its current background level. The sampling program was designed to quantitatively determine if such an increase would occur from the activity being proposed at the mine site.

Collection of Air Samples: Air samples were collected on sixteen days between May 29 and September 25, 2019 (see Appendix 1 for dates, collection sites & airborne fiber concentrations). On each of the sixteen days, 5-air samples were collected, four in the Johnson Mine and one offsite at the College of General and Vocational Training (Cégep) (“the college”). The offsite sampling at the college is assumed to represent the background level of airborne fibers in Thetford Mines. The college air samples would act as a reference to see if the mine site samples were elevated above the background in Thetford Mines.

There are extensive piles of tailings on the Johnson Mine site left over from the previous chrysotile mining (Figure 1). The specific tailing pile for this study is shown in Figure 2. During the air sampling, half the air samples were collected with no activity in the Johnson Mine and for the other half a bulldozer was shoveling chrysotile asbestos (“chrysotile”) containing tailings into a truck which moved the tailings to a different parts of the mine and then dumped the load (Figure 3 & 4, Air Sampling Date shown in Appendix 1). The purpose of loading, moving and dumping the tailings around the mine site was to see if this activity caused an increase in the airborne concentration of chrysotile or other fibrous minerals at the mine site and offsite at the college.

The location of the four sites at the Johnson Mines where the air samples were collected are shown in Figure 5. The same four sampling stations were used for all of the sixteen days when the air samples were collected. At each station there was a generator, a sampling pump and a sampling collection cassette held on a tripod one meter above the ground (two of the four Johnson Mine sampling set-ups are shown in Figure 6). The fibers and particles were collected on 25mm CME filters with 0.8µm pores, following the methodology describe in IRSST 243-1 and NIOSH-7400 using Counting Criteria A which includes in the count fibers with diameters >3µm (Appendix 2 & 3). Phase-contrast light microscopy (PCLM) is used to

count the airborne fibers $\geq 5\mu\text{m}$ at about 450x magnification, the fiber identification is based completely on fiber morphology. The method does not distinguish between chrysotile and other fiber-types.

The offsite air sampling set-up is essentially identical to those used to collect the onsite Johnson Mine air samples (Figure 7). The college was selected as a site remote from the mine and a suitable collection point for background samples in Thetford Mines, because there is no naturally occurring chrysotile or other asbestos-types present at this location.

Analysis of the Air Samples by Light Microscopy: The study design called for 5-samples to be collected on one day a week, over a period of 16-weeks. The air sampling program was designed to collect a total of 80 air samples (see Appendix 1 for details). Sixty-four air samples at four mine sites and sixteen collected at the single offsite college location. One of the sixty-four Johnson Mine air samples was not collected due to a generator failure on September 18, 2019 at collection site № 4, therefore there are a total of 79 air samples. Each air sample was analyzed by phase-contrast light microscopy (PCLM).

A summary of the results are shown in Table 1, while the detailed results for each individual air sample are shown in Appendix 1.

The mean concentration of airborne fiber in the sixty-three air samples collected at the Johnson Mine, while loading, moving and dumping chrysotile containing tailings or with no activity was 0.0040 fibers per milliliter. The offsite air samples collected to establish the background in Thetford Mines was 0.0040 fibers per milliliter. The no activity and earth moving at the Johnson Mine did not increase the airborne fiber levels above the offsite background level, where no activity involving chrysotile was occurring and the mineral is not present (Table 1 & Appendix 1).

The mean concentrations of the Johnson Mine air samples were calculated using all 63 concentrations, the 16 concentrations at the background site and all 79 air sample concentrations (Table 1). The highest value at the mine site was 0.0109 fibers per milliliter and offsite was 0.0090 fibers per milliliter (Table 1).

Phase-contrast light microscopy methodology used in this study is the same procedure for assessing the airborne concentration of asbestos in the occupational setting (Appendix 2 & 3). The counting criteria relies only on morphology and does not distinguish the type(s) of fibers being counted. All the fibers five micron ($5\mu\text{m}$) or greater, with a length to width ratio of 3:1 or greater and visible at about 450x magnification are counted. The length to width ratio is also known as the aspect ratio of the fiber. The volume of air in which the fiber are suspended in are describe here as milliliters (mL) which are equivalent to cubic centimeters (cm^3).

Analysis of Air Samples by Analytical Transmission Electron Microscopy (ATEM): To determine the types of airborne fiber in the 79 air samples, eight air samples were selected for further analysis by ATEM using the NIOSH-7402 Method (Appendix 4). Using this methodology the types of airborne fiber(s) can be determined and any fiber present having widths below the resolution of the light microscopy method would be visible.

Of the eight air samples re-analyzed by ATEM, for one sample the results were identical to the light microscopy value, while in the other seven samples the airborne fiber concentrations were lower (Table 2). The mean for the eight air samples by light microscopy was 0.0061 fiber per milliliter while by transmission electron microscopy the concentration was less than 0.0029 fibers per milliliter. Two of the samples re-analyzed by ATEM, included the two with the highest concentration of fibers - 0.0090 & 0.0109 fibers per milliliter.

The eight air samples analyzed by ATEM in total, had a lower concentration of fibers, 0.0029 fibers per milliliter than the light microscopy than the 0.0040 fibers per milliliter found in the seventy-nine air samples (Table 1 & 2).

The less than (<) is needed because there were three samples in which not a single fiber was found (Table 2). If one fiber was found the concentration in one samples would have been 0.0004 fibers per milliliter and in the other two samples 0.0007 fibers per milliliter. The actual concentration of airborne fiber in these two samples is only known to be below this level, the actual concentration is unknown.

The concentration of chrysotile in the eight air sample is over 52.5% lower than the fiber counting based only on morphology using light microscopy. Indicating over 50% of the airborne fibers counted by light microscopy were not chrysotile.

Only chrysotile fibers were identified by transmission electron microscopy, no tremolite fibers or other asbestos-types were reported.

Summary of the Air Sampling Project: The concentration of airborne chrysotile during the loading, moving and dumping of chrysotile containing tailings or no activity at the Johnson Mine is indistinguishable from the background concentrations offsite from the Johnson Mine but still in the town of Thetford Mines.

Conclusion: Without a measurable increase in the airborne concentration of chrysotile from the activity at the Johnson Mine and offsite at the college there should be no increase in the risk of asbestos-related mesothelioma.

Part 2: Mesothelioma Causation & Exposure to Chrysotile and Background Concentrations

Some occupational cohorts of chrysotile miners and millers have experienced increased risk of developing mesothelioma (Hodgson and Darnton 2000, Gibbs & Berry 2008). The magnitude of these increases and the cumulative chrysotile exposures associated with them have been report in some studies. Comparison of these occupational cumulative exposures with the lifetime exposures to Thetford Mines residents (assuming no occupational exposure to chrysotile) will allow further analysis of the risk of chrysotile relate mesothelioma in the general population of Thetford Mines from the background concentration of 0.0040 fibers per milliliter. The risks of asbestos-related pleural mesothelioma is *by any activity at the Johnson Mine* but are *related to the breathing the ambient air in the town of Thetford Mines*.

Site and Frequency of Mesothelioma: Mesotheliomas occurs in the mesothelial cells of serosal membranes. These are normal cells in the human body which when transformed to a cancerous state are called mesothelioma. Mesothelial cells line the outside of the lung and in the inside of the chest wall and are referred to visceral and parietal respectively. Malignancies arising at these anatomical site are call pleural mesothelioma and originate in the chest.

Mesothelioma cells also occur in the peritoneal cavity in the abdomen, malignancies arising here are called peritoneal mesotheliomas.

Mesothelioma can occur in the membrane surrounding the heart and are known as pericardial mesothelioma, although these are quite rare.

The most common site in the human body for a mesothelioma to develop is in the pleura (Teta *et al.*, 2008, Price & Ware 2009). Peritoneal mesothelioma is not very common in the general population but can markedly increase after occupational exposure to crocidolite and/or amosite (Hodgson & Darnton 2000, Nolan *et al.*, 2007).

Cohorts of miners and millers of chrysotile asbestos in Québec have been shown to have an increased risk of developing pleural mesothelioma after high cumulative exposures but mesothelioma in the peritoneum or pericardium have not been reported. Increase in peritoneal mesothelioma is only associated with exposure to the commercial amphibole asbestos mineral types mainly crocidolite and amosite.

Further analysis will focus on our understanding of the risk of pleural mesotheliomas from exposure to chrysotile learned from epidemiology studies and the likely effect of the background cumulative exposure to chrysotile on the general population of Thetford Mines.

Calculation of the Background Incidence of Pleural Mesothelioma for the Calculation of Risk Ratios: Our hypothesis is that historical cohorts of chrysotile miners and millers with *high occupational exposures* to asbestos could have an increased risk of developing pleural mesothelioma in excess of the background found in the general population (Table 3).

This difference can be quantified by calculating a Risk Ratio. The Risk Ratio is determined by calculating the percentage of deaths in an occupational cohort due to pleural mesothelioma, and then dividing by the percentage of deaths from mesothelioma in the general population. My hypothesis is that miners and millers exposed to high concentrations of chrysotile could have a higher mortality from pleural mesothelioma than the other males in the general population without occupational exposure to chrysotile.

The increase in the Relative Risk is informative about the question of causation. A Relative Risk greater than 2 indicates the cumulative exposure to chrysotile is more important than the background incidence of pleural mesothelioma in the general population. Also, if we have quantitative knowledge of the cumulative exposure that caused a specific Relative Risk, we can interpolate to lower cumulative exposures where no increased mesothelioma risk has been observed to gain some information about the mesothelioma risk.

The occupational cohorts and the general populations are not matched for age in our analysis, however the general population is younger than the chrysotile cohorts, and therefore the Relative Risk calculation would be a maximum (Boffetta, 1998). My expectation is that if the two populations were matched for age the Relative Risk would decrease.

In the United States (US), pleural mesothelioma deaths in the general population account for 0.18% and 0.04% of all deaths among males and females respectively (Table 3). The percentage of mesothelioma deaths over the period from 1975 to 2005 more than doubled among US males while among females no increase was found our value is the average (Price and Ware, 2009). Over the 31-year period, mesothelioma was four times more common among males than females, so the Relative Risk should be calculated separately for each sex (Teta *et al.*, 2008, Price and Ware 2009).

For this comparison, we estimate the percentage of background deaths due to pleural mesothelioma in the general population of five countries, the Province of Québec, and Asbest City in the Russian Federation (Table 3). The percentage of mesothelioma deaths among males in these seven general populations varied from 0.15 to 0.69%, while among females there was a much narrower range from 0.04-0.06% with the exception of Australian females, where between 2001 and 2005, 0.15% of their deaths are pleural mesothelioma (Table 3).

For Asbest City, the Relative Risk is known only for both sexes and is about 30% less than for both sexes in the US and slightly higher than for females in the general population in North America and Europe (Shcherbakov *et al.*, 2001, Teta *et al.*, 2008, Price and Ware 2009) (Table 3).

As there has been no increase in mesothelioma incidence among females (except in Australia) our analysis will focus on males who are at the higher risk of developing pleural mesothelioma.

I develop two estimates for the percentage of deaths from pleural mesothelioma in the general population of Québec.

First, Health Canada reports the Standard Incidence Rates (SIR) for both Québec and the US, which are 100 and 79 respectively. The rate includes both males and females. In the US 0.11% of all deaths are from mesothelioma therefore by proportionality the percentage would be 0.139% in Québec.

Mesothelioma is 26% more common in Québec males than among US males, while females in both locations have a similar but lower mortality from pleural mesothelioma. I estimate that 0.18% of all US male deaths are from pleural mesothelioma (Table 3), then by the rule of proportionality 0.23% of all Québec male deaths would be from pleural mesothelioma.

Secondly, Health Canada reports 1,210 male mesothelioma cases in Québec from 1982 to 2002 or on average about 57 cases per year. If we again assume 27,000 deaths each year then 0.21% of all male deaths in Québec are from pleural mesothelioma.

Averaging the two Québec estimates, I calculate that 0.22% of all the deaths among males in the general population of Québec are from pleural mesothelioma (Table 3).

Pleural Mesothelioma Mortality in Chrysotile Miners & Miller: In two cohorts of chrysotile miners and millers, in Québec 33 pleural mesotheliomas occurred among 7,456 deaths or 0.44% of all deaths and in an Italian cohort of chrysotile miners and millers 2 pleural mesothelioma deaths occurred in 427 deaths or 0.47% (Table 4) (Hodgson & Darnton 2000, Silvestri *et al.*, 2001, Gibbs & Berry 2007). Of the 7,456 deaths in Québec, 4,125 worker were from Thetford Mines.

The Canadian cohort is by far the largest, but the results from the two studies when looked at separately are very similar, but the statistics are dominated by the larger Québec cohort. Of the 7,456 deaths in Québec, 4,125 worker were from Thetford Mines. All 35 mesotheliomas occurred in the pleural and in the two cohorts combined account for 0.44% of all deaths. It is worth noting that males in the *general population* of Australia have a markedly higher percentage of deaths from pleural mesothelioma than heavily exposed Québec or Italian chrysotile miners and miller, 0.69% compared to 0.44% in the chrysotile cohorts with the highest pleural mesothelioma mortality (Table 3 and Table 4).

Exposure to chrysotile increased the percentage of pleural mesothelioma deaths among the miners and millers from the background of 0.22% to 0.44%. Among males in the general population of Québec the percentage of deaths from pleural mesothelioma is 0.22% while among the chrysotile miners and millers there is a 0.22% increase in the percentage of deaths from pleural mesothelioma caused by their cumulative exposure to chrysotile. The cumulative exposures were reported to be 600 fibers per milliliter x years and 574 fibers per milliliter x years for the Québec cohort and Italian cohort respectively (Hodgson & Darnton 2000, Silvestri *et al.*, 2001). The pleural mesothelioma cases in both cohorts occurred after a very high and similar cumulative exposures, resulting in a similar Relative Risk of pleural mesothelioma in both chrysotile mining and milling cohorts.

This cumulative exposure to chrysotile of 587 fibers per milliliter x years is associated with a Relative Risk of 2.

Although two of the chrysotile mining and milling cohorts show a very similar increase in percentage of mesothelioma deaths, at similar cumulative exposure, other cohorts of miners and millers in South Africa, Cyprus and Russia an increase in pleural mesothelioma risk has not been reported (Table 4). The relationship between chrysotile and pleural mesothelioma is not consistently found in all the chrysotile mining and milling cohorts.

Also, the four chrysotile manufacturing cohorts the Relative Risk of developing pleural mesothelioma is ≤ 1.4 with a mean cumulative exposure about 18-fold lower (32 fibers per milliliter x years compared to 587 fibers per milliliter x years) than the Québec and Italian miners and millers with a Relative Risk of 2 (Table 4).

Assuming a 40-year working career the average daily exposure would be about 15 fibers per milliliter (587 fibers per milliliter x years divided by 40 years). The Relative Risk of 2 means 50% of the risk is the background risk of developing pleural mesothelioma and the other 50% is occupational.

For the combined Canadian and Italian mining and milling cohorts shown in Table 4, the background risk is approximately equal to the increase risk from the cumulative exposure to chrysotile.

Relative Risk of Mesothelioma from Chrysotile Exposure at the Johnson Mine & in Thetford Mines: If 587 fibers per milliliter x years doubles the Relative Risk what would be the increase in the Relative Risk be for a lifetime of exposure to airborne chrysotile at the background levels found in the ambient air in the Johnson Mine and the town of Thetford Mines?

As the airborne concentration of chrysotile at the 5 sites in this study is very similar, although the air sampling results are identical, in the mine and the town therefore the Relative Risk would be the same for both environments, so I will calculate a single Relative Risk for pleural mesothelioma.

The cumulative exposure of 587 fibers per milliliter x years of the two cohort of chrysotile miners and millers was acquired over a long working career at very high occupational exposure to airborne chrysotile.

A lifetime of 80-years of chrysotile exposure in Thetford Mines, with an ambient air concentration of 0.0040 fibers per milliliter would result in cumulative chrysotile exposure of 0.32 fibers per milliliter x years. The exposures in Thetford Mines are 24-hours per day for 365 days per year, while the occupational exposures would be 40-hour per week rather than 24-hours over 7-days or 168 hours. If you divide 168 hours by 40 hours the ratio is 4.2. So, if you multiple 0.32 fibers per milliliter years by 4.2 the environmental exposure would occur over a work day and be comparable to the occupational exposure shown in Table 4. The cumulative exposure in Thetford Mines at the background level would be 1.34 fibers per milliliter x years.

The chrysotile miners and millers with a pleural mesothelioma had a Risk Ratio of about 2 had a cumulative occupational exposure to chrysotile about 438 times higher than a lifetime exposure in Thetford Mines.

By the law of proportionality:

§ Relative Risk of 2 from a cumulative exposure of 587 fibers per milliliter x years,

§ The cumulative exposure is 1.34 fibers per milliliter x years or 438-fold lower than the chrysotile miners and millers,

§ If the 587 fibers per milliliter doubles the Relative Risk, interpolating to a 438-fold lower risk would be make the Relative Risk 1.002.

The background risk for the Thetford Mines residents 1.000 and the lifetime cumulative chrysotile exposure to the background chrysotile concentration in the ambient increases the Relative Risk to 1.002 than the background risk 99.8% of the total risk of developing pleural, while the contribution of the town's background is about 0.2%.

If more than 50% of the airborne fibers are not chrysotile as the transmission electron microscopy data in Table 2 indicates, the Relative Risk would be less than half or about 1.001 and the contribution of environmental chrysotile exposure would be 0.1% of the background risk.

Another way to understand the risk of mesothelioma in the ambient air of Thetford Mines is to do a calculation to estimate the number of mesothelioma cases expected in the Thetford Mines related to the background exposure to chrysotile in the ambient air.

According to Statistics Canada <https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/prof/details/page.cfm?Lang=E&Geo1=POPC&Code1=0929&Geo2=PR&Code2=24&SearchText=Thetford%20Mines&SearchType=Begins&SearchPR=01&B1=All&GeoLevel=PR&GeoCode=0929&TABID=1&type=0> the population of Thetford Mines was 16,174 in 2016. Let's assume the population is all males because males have the higher risk of developing pleural mesothelioma so this would be a calculation of the highest risk.

In Canada the death rate was 8.8 deaths per 1,000 population in 2018 https://www.indexmundi.com/canada/death_rate.html.

So among the 16,174 people living in Thetford Mines there would be about 142 death expected each year.

If 0.22% of those deaths were from background mesothelioma cases occurring in general population of Québec, there would be 0.31 mesothelioma deaths expected each year, so a single mesothelioma death would be expect every three years in Thetford Mines.

The increase from the background asbestos exposure from a lifetime of living in Thetford Mines would increase the risk of 0.31 mesothelioma deaths per year by 0.2% or increase the risk by 0.00062 deaths per year.

This would mean one excess mesothelioma death in Thetford Mines, related to the chrysotile in the ambient air every, 1,613 years.

Conclusions: Very small exposures to chrysotile are associated with very small increases in the background percentage of deaths from pleural mesothelioma. Such increases are not observable, and may not occur, if the exposure-response is not linear over the 438-fold difference in cumulative exposure between the mesothelioma cases observed in the two cohort of miners and millers and ambient air in Thetford Mines.

Acknowledgments: I would like to acknowledge Englobe, Québec for the analyses of the 79 air samples by phase-contrast light microscopy & the map of the Johnson Mine and EMSL Montréal, Canada, for the analyses of the eight air samples by analytical transmission electron microscopy.

References

- Boffetta P. Health Effects of Asbestos Exposure in Humans: A Quantitative Assessment. *Med Lav*: 1998; **6**: 471-480.
- Gibbs GW, Berry G. Mesothelioma and Asbestos. *Reg Tox Pharm*: 2008; **52**: S223-S231.
- Hodgson JT., Darnton, A. The quantitative risk of mesothelioma and lung cancer in relation to asbestos exposure. *Annals of Occup Hyg*: 2000; **44**: 564-601.
- Nolan RP, Langer AM, Ross M, Addison J, Gee JBL. Non-Occupational Exposure to Commercial Amphibole Asbestos and Asbestos-Related Disease: Is there a Role for Grunerite Asbestos (Amosite)? *Proceedings of the Geologists' Association*: 2007; **118**: 117-12.
- Price B, Ware A. Time Trends of Mesothelioma Incidence in the United States and Projections of Future Cases: An Update based on SEER data for 1973 through 2005. *Critical Reviews in Toxicology*: 2009; **39**: 576-588.
- Shcherbakov SV, Kashansky, SV, Domnin, SG, et al. Health effects associated with mining and milling chrysotile asbestos in the Urals Region of the Russian Federation. In: Nolan RP, Langer AM, Ross M, Wicks FJ, Martin RF (eds). *The Health Effects of Chrysotile-Asbestos: Contribution of Science to Risk Management Decisions. The Canadian Mineralogist, Special Publication*: 2001; **5**:187-198.
- Teta MJ, Mink PJ, Lau E, et al. US Mesothelioma Patterns 1973-2002: Indicators of Change and Insight to Background Rate. *European J Cancer Prevention*: 2008; **17**: 525-34.



Figure 1. Piles of chrysotile tailings are a major feature of the Johnson Mine in Thetford Mines, Québec, Canada.



Figure 2. The tailing pile being used for the simulation on the day of our visit, August 28, 2019. Note bulldozer in the background.



Figure 3. The bulldozer is using its shovel to transfer the tailings to the truck.



Figure 4. The tailings were moved by truck and the load was dumped in another part of the Johnson Mine. Air sampling was used to monitor any increase in airborne fiber concentration above the background.



Figure 5. The locations where the four air samples were collected in the Johnson Mine. Each location is identified on the map by a number (1-4) that corresponds to the station number in Table 1 & Table 2.

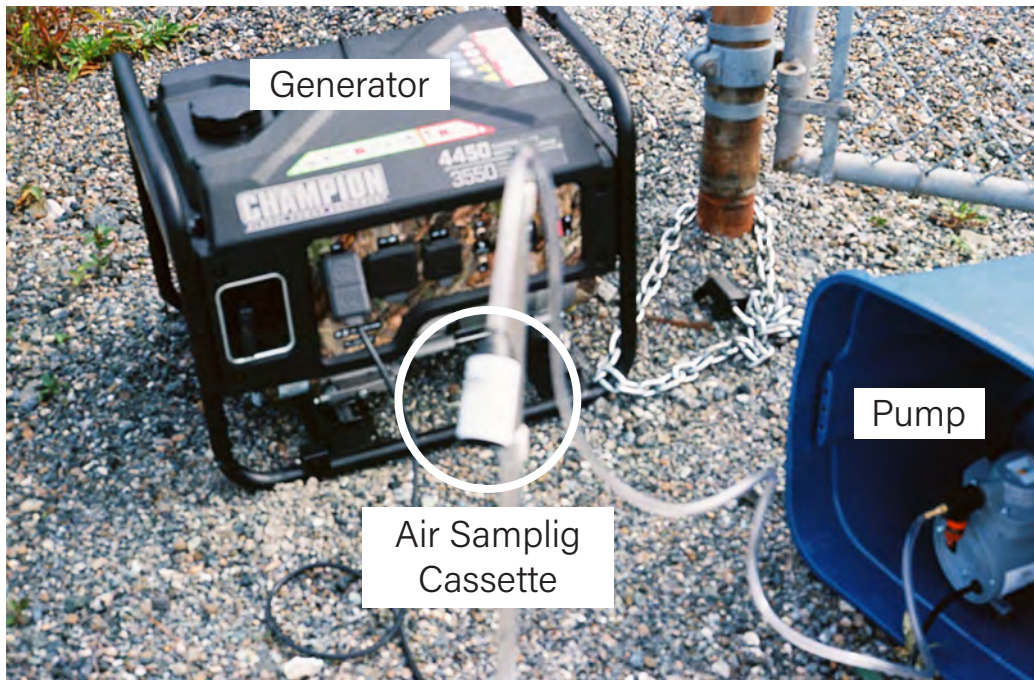


Figure 6. Two of the air sampling set-ups in the Johnson Mine used to collect the air samples from moving the chrysotile tailings around the mining site.

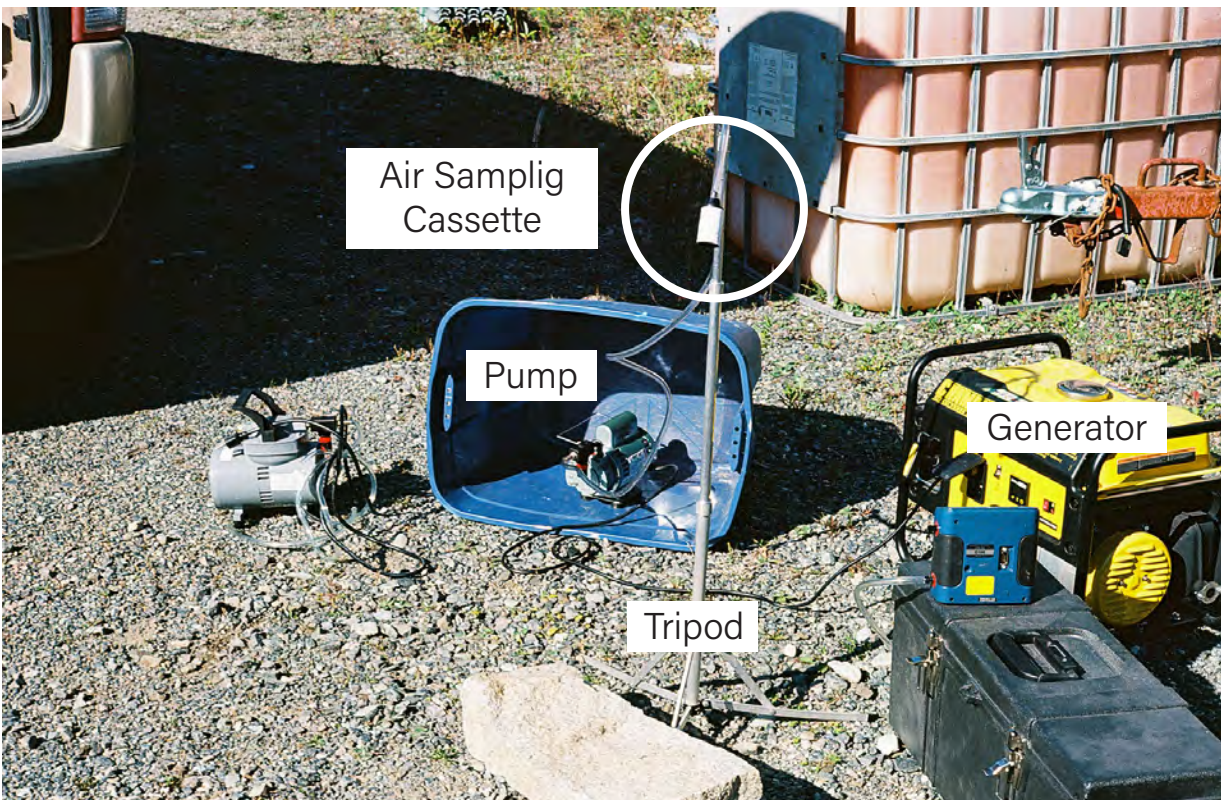


Figure 7. The offsite air sampling set-up and analytical protocol is effectively identical to the four set-ups and analyses at the Johnson Mine.

Table 1. The air sampling program included 63 analyses from the Johnson Mine and 16 analyses from the offsite location at a college in the town of Thetford Mines. All the analyses were done by phase-contrast light microscopy using the same methodology used to monitor occupational exposure to asbestos (IRSST 243-1 & NIOSH-7400, see Appendix 2 & 3). The concentration of airborne fibers with an aspect ratio of $\geq 3:1$ and a length $\geq 5\mu\text{m}$ is identical, 0.0040 fibers per milliliter, at the Johnson Mine and the offsite area in the town of Thetford Mines.

Collection Locations	Sampling Station №	№ of Samples	Concentration of Airborne Fiber $\geq 5\mu\text{m}$ in Length (f/mL)		
			Mean	Median	Range (lowest to highest)
Johnson Mine Air Sampling Stations	1	16	0.0039	0.0035	0.0007-0.0069
	2	16	0.0044	0.0040	0.0019-0.0109
	3	16	0.0038	0.0035	0.0015-0.0070
	4	15	0.0042	0.0040	0.0018-0.0072
	All (1-4)	63	0.0040*	0.0040	0.0015-0.0080
Offsite Sampling Station	5	16	0.0040†	0.0040	0.0010-0.0090
All Air Sample	1-5	79	0.0040	0.0040	0.0007-0.0109
*Mean value calculated from the results of the 63 analyses shown in Appendix 1					
† Mean value calculated from the results of the 16 analyses shown in Appendix 1					

Table 2. Comparison of fiber counts in eight air samples by phase-contrast light microscopy (PCLM) and analytical transmission electron microscopy (ATEM). The ATEM method allows for the identification of the fiber-type. All the fibers identified were chrysotile and no fibrous tremolite was reported. A little less than half the fibers meeting the counting criteria were chrysotile. No other asbestos-type was present.

Period № (Date)	Station №	Fiber/mL $\geq 5\mu\text{m}$ Aspect Ratio (Length to Width) $\geq 3:1$			Difference PCLM (1) to ATEM	Fiber-Type
		PCLM(1)	PCLM(2)	ATEM		
3 (6/12/2019)	2	0.0109	0.011	0.0086	Lower	Chrysotile
4 (6/18/2019)	2	0.0086	0.009	0.0086	Same	Chrysotile
6 (7/3/2019)	2	0.0048	<0.006	<0.0004	Lower	Chrysotile
7 (7/10/2019)	5	0.0071	<0.008	0.0022	Lower	Chrysotile
10 (8/14/2019)	1	0.0069	<0.01	0.0007	Lower	Chrysotile
10 (8/14/2019)	5	0.0048	<0.008	0.0010	Lower	Chrysotile
13 (9/5/2019)	3	0.0017	<0.01	<0.0007	Lower	None Detected
16 (9/25/2019)	4	0.0041	<0.01	<0.0007	Lower	None Detected
All 8 Samples		0.0061		<0.0029	-52.5%	Chrysotile Only

PCLC (1) Englobe data with lower limit of detection while the PCLM (2) analyses are the earlier data with higher detection limits also by Englobe.

Table 3. The percentage of deaths due to pleural mesothelioma in the general population of five countries, the Province of Québec, and Asbest City in the Russian Federation.

	Average Population In Period Of Interest	Deaths Per 1,000	Period of Interest	Deaths/year	Pleural Mesothelioma Deaths per 1,000 in General Population	Total № of Pleural Mesothelioma Deaths/year	Percentage of Deaths in the General Population from Pleural Mesothelioma
United States		8.27 [†]	1975-2005				
Males	125,075,244			1,034,373	1.8 ^a	1,863	0.18%
Females	129,373,315			1,069,917	0.4	428	0.04%
Both Sexes							0.11%
Canada		7.6	2004				
Males	16,478,836			125,239	2.8 ^b	351	0.28%
Females	16,733,860			127,177	0.41	52	0.04%
Québec, Canada		7.2					
Males	2,999,151		1982-2002	21,594	2.2	48	0.22%
Females	2,999,151		1970-1989	21,594	Unknown		0.04%
United Kingdom		10.05	1981-2005				
Males	28,722,243			288,659	3.3 ^c	952	0.33%
Females	29,291,798			294,382	0.5	147	0.05%
Australia		6.68	2001-2005				
Males	9,952,030			66,480	6.9 ^d	459	0.69%
Females	9,917,570			66,249	1.5	99	0.15%
Finland		10	1975-2006				
Males	2,445,019			24,450	1.5 ^e	37	0.15%
Females	2,550,903			25,509	0.6	15	0.06%
Russia							
Males & Females							
Asbest City	114,000	16	pre-1986	1,824	0.8 ^f	1.4	0.08%

[†] Death rates from <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/>

^aSurveillance, Epidemiology, End Results (SEER) US National Cancer Institute.

^bNumber of mesothelioma cases in 2004, Canadian Cancer Statistics, Health Canada.

^cHealth and Safety Executive (2005) Mesothelioma Mortality in Great Britain. Analysis by Geographic Area and Occupation.

^dAustralian Association of Cancer Registries.

^eFinnish Cancer Registry Case Statistics.

^fBased on seven cases of pleural mesothelioma over five years (Shcherbakov *et al.*, 2001).

Table 4. Pleural mesothelioma deaths were reported in only four of nine chrysotile-exposed cohorts. Doubling of the Relative Risk (RR) of pleural mesothelioma due to chrysotile exposure is marginal in two cohorts mining and milling chrysotile but no consistent pattern is found in other mining & milling or manufacturing cohorts.

Occupational Chrysotile Cohort Name	Percentage of Deaths in the Cohort from Pleural Mesothelioma	Percentage of Deaths in the Male General Population from Pleural Mesothelioma	Risk Ratio	Mean Cumulative Exposure f/ml - Years
Miners & Millers				
Canadian	0.44% (33/7,456)	0.28% (Canada) 0.22% (Québec)	1.6 2.0	600
Italian	0.47% (2/427)	0.22%†	2.1	574
Cyprian		None Reported		
Russian (Urals)		None Reported		
South African		None Reported		
All Miners & Millers	0.44% (35/7,883)		2	587
Manufacturing				
South Carolina Textile Workers	0.16% (2/1,186)	0.18%	0.9	28
North Carolina Textile Workers	0.66% (8/1,208)	0.18%	3.7	
Louisiana Cement Workers	≤0.39% (0/259)	0.18%	≤2.1	22
Connecticut Friction Products	≤0.08% (0/1,267)	0.18%	≤0.44	46
All Manufacturing Males	0.26% (10/3,920)	0.18%	≤1.4	32
All Studies Males	0.38%(45/11,803)	0.20%	≤1.7	303

†The same background for male mesothelioma in the chrysotile-mining regions of Québec and Italy.

Appendix 1 Result of the analysis of air sampling by phase-contrast light microscopy.

	Date	Sampling Station Number	f/mL
1	5/29/2019	Station 1	0.0030*
2	5/29/2019	Station 2	0.0019
3	5/29/2019	Station 3	0.0022
4	5/29/2019	Station 4	0.0029
5	5/29/2019	Station 5	0.0032
6	6/5/2019	Station 1	0.0034
7	6/5/2019	Station 2	0.0036
8	6/5/2019	Station 3	0.0037
9	6/5/2019	Station 4	0.0038
10	6/5/2019	Station 5	0.0027
11	6/12/2019	Station 1	0.0068
12	6/12/2019	Station 2	0.0109
13	6/12/2019	Station 3	0.0040
14	6/12/2019	Station 4	0.0054
15	6/12/2019	Station 5	0.0047
16	6/18/2019	Station 1	0.0053
17	6/18/2019	Station 2	0.0086
18	6/18/2019	Station 3	0.0052
19	6/18/2019	Station 4	0.0031
20	6/18/2019	Station 5	0.0039
21	6/26/2019	Station 1	0.0038
22	6/26/2019	Station 2	0.0030
23	6/26/2019	Station 3	0.0018
24	6/26/2019	Station 4	0.0041
25	6/26/2019	Station 5	0.0027
26	7/3/2019	Station 1	0.0035
27	7/3/2019	Station 2	0.0048
28	7/3/2019	Station 3	0.0038
29	7/3/2019	Station 4	0.0026
30	7/3/2019	Station 5	0.0033
31	7/10/2019	Station 1	0.0063
32	7/10/2019	Station 2	0.0058
33	7/10/2019	Station 3	0.0047
34	7/10/2019	Station 4	0.0055
35	7/10/2019	Station 5	0.0071
36	7/18/2019	Station 1	0.0023
37	7/18/2019	Station 2	0.0048
38	7/18/2019	Station 3	0.0034
39	7/18/2019	Station 4	0.0058
40	7/18/2019	Station 5	0.0027
41	8/6/2019	Station 1	0.0030
42	8/6/2019	Station 2	0.0034
43	8/6/2019	Station 3	0.0042
44	8/6/2019	Station 4	0.0055
45	8/6/2019	Station 5	0.0043

46	8/14/2019	Station 1	0.0069
47	8/14/2019	Station 2	0.0035
48	8/14/2019	Station 3	0.0053
49	8/14/2019	Station 4	0.0039
50	8/14/2019	Station 5	0.0058
51	8/20/2019	Station 1	0.0049
52	8/20/2019	Station 2	0.0048
53	8/20/2019	Station 3	0.0041
54	8/20/2019	Station 4	0.0045
55	8/20/2019	Station 5	0.0038
56	8/28/2019	Station 1	0.0027
57	8/28/2019	Station 2	0.0021
58	8/28/2019	Station 3	0.0007
59	8/28/2019	Station 4	0.0035
60	8/28/2019	Station 5	0.0026
61	9/5/2019	Station 1	0.0038
62	9/5/2019	Station 2	0.0029
63	9/5/2019	Station 3	0.0017
64	9/5/2019	Station 4	0.0018
65	9/5/2019	Station 5	0.0023
66	9/12/2019	Station 1	0.0040
67	9/12/2019	Station 2	0.0048
68	9/12/2019	Station 3	0.0044
69	9/12/2019	Station 4	0.0072
70	9/12/2019	Station 5	0.0044
71	9/18/2019	Station 1	0.0007
72	9/18/2019	Station 2	0.0034
73	9/18/2019	Station 3	0.0036
74	9/18/2019	Station 4	GF§
75	9/18/2019	Station 5	0.0090
76	9/25/2019	Station 1	0.0027
77	9/25/2019	Station 2	0.0022
78	9/25/2019	Station 3	0.0015
79	9/25/2019	Station 4	0.0041
80	9/25/2019	Station 5	0.0011
Average			0.0040

*Air Sample results shown in bold were collected without earth moving activity.

§ Sample lost because of a generator failure (GF).