



Revue des études épidémiologiques sur les maladies liées à l'exposition à l'amiante ajouté aux enrobés bitumineux

INSTITUT NATIONAL
DE SANTÉ PUBLIQUE
DU QUÉBEC

Revue des études épidémiologiques sur les maladies reliées à l'exposition à l'amiante ajouté aux enrobés bitumineux

Direction des risques biologiques
et de la santé au travail

Décembre 2009

AUTEURES

France Labrèche, Ph. D.
Direction des risques biologiques et de la santé au travail
Institut national de santé publique du Québec

Madeleine Caron, M. Sc.
Direction des risques biologiques et de la santé au travail
Institut national de santé publique du Québec

AVEC LA COLLABORATION DE

Louise De Guire, M.D., M. Sc.
Direction des risques biologiques et de la santé au travail
Institut national de santé publique du Québec

MISE EN PAGES

Samia Abdelbaki
Direction des risques biologiques et de la santé au travail
Institut national de santé publique du Québec

REMERCIEMENTS

Les auteures désirent remercier :

Georges Adib, agent de recherche, Institut national de santé publique du Québec
Guy Perrault, consultant en hygiène industrielle
Maurice Poulin, médecin-conseil, Institut national de santé publique du Québec
Simone Provencher, médecin-conseil, Institut national de santé publique du Québec

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

DÉPÔT LÉGAL – 2^e TRIMESTRE 2010
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA
ISBN : 978-2-550-58965-5 (VERSION IMPRIMÉE)
ISBN : 978-2-550-58966-2 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2010)

RÉSUMÉ

L'Institut national de santé publique du Québec a reçu du ministère de la Santé et des Services sociaux le mandat de rédiger un avis sanitaire portant sur les enrobés bitumineux contenant de l'amiante chrysotile.

Pour aider à préparer cet avis, le présent document résume la littérature épidémiologique publiée sur les maladies reliées à l'exposition à l'amiante survenues chez les travailleurs exposés à l'amiante ajouté au bitume pour le recouvrement des chaussées. Les maladies ici retenues sont les cancers du poumon et du larynx, les mésothéliomes de la plèvre et du péritoine et l'amiantose. Nous avons aussi présenté les résultats sur les cancers de la plèvre car la majorité d'entre eux sont des mésothéliomes.

Très peu d'articles ont été publiés sur le sujet. Le contenu du rapport repose essentiellement sur les résultats d'une étude multicentrique menée dans sept pays d'Europe (Danemark, Norvège, Suède, Finlande, Pays-Bas, Allemagne et France) et en Israël auprès d'une cohorte de 79 822 travailleurs dans l'industrie du pavage et de la préparation de l'asphalte. L'objectif principal était d'étudier la relation entre le cancer du poumon et l'exposition aux fumées de bitume. Ces travailleurs, tous de sexe masculin, ont été divisés en trois groupes selon le titre d'emploi : 29 820 travailleurs présumés exposés aux fumées de bitume, 32 245 travailleurs du bâtiment et de la construction de routes et 17 757 autres travailleurs non exposés directement au bitume. Ils ont également été divisés selon leur exposition à certains cancérrogènes associés au bitume, dont le goudron de houille, l'amiante (sans précision sur le type de fibre), la silice et les émanations de diesel.

L'étude montrait, pour les travailleurs exposés à l'amiante, un rapport standardisé de mortalité (*standardized mortality ratio* ou SMR) légèrement augmenté pour le cancer du poumon, bien qu'il soit non significatif (SMR = 1,05; intervalle de confiance à 95 % (IC 95 %) = 0,94-1,17). Elle montrait aussi une augmentation non significative du SMR et du risque relatif de cancer du poumon avec l'intensité semi-quantitative d'exposition à l'amiante. Cependant, les auteurs ne pouvaient exclure totalement que les travailleurs aient été exposés à d'autres cancérrogènes. L'étude ne montrait pas d'excès de cancer du larynx et aucun résultat n'était rapporté sur le cancer du péritoine et sur l'amiantose en fonction de l'exposition à l'amiante.

Pour l'ensemble des 79 822 travailleurs de l'industrie du bitume, 17 décès par cancer de la plèvre étaient rapportés, sans excès significatif. En Finlande, deux décès par mésothéliome de la plèvre étaient mentionnés : un parmi les travailleurs exposés aux fumées de bitume et un parmi les travailleurs du bâtiment et de la construction de routes. Quatre cas incidents de cancer de la plèvre ont été rapportés chez les travailleurs exposés aux fumées de bitume des quatre pays scandinaves, avec un rapport standardisé d'incidence (*standardized incidence ratio* ou SIR) significativement augmenté (SIR = 4,23; IC 95 % = 1,15-10,83).

Les risques à la santé reliés à une exposition environnementale aux enrobés bitumineux contenant de l'amiante n'ont fait l'objet d'aucune étude épidémiologique.

Les limites méthodologiques et le peu d'études sur les enrobés bitumineux contenant de l'amiante ne permettent pas de conclure sur l'existence ou non d'un lien entre l'exposition au bitume contenant de l'amiante et la survenue de maladies liées à l'amiante, tant chez les travailleurs que dans la population générale.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	V
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	VII
INTRODUCTION.....	1
1 MÉTHODOLOGIE	3
1.1 Recherche documentaire	3
1.2 Publications retenues	3
1.3 Présentation des résultats	4
2 RÉSULTATS	5
2.1 Mortalité par cancer du poumon, de la plèvre et du larynx.....	5
2.1.1 Selon le titre d'emploi	5
2.1.2 Selon l'évaluation semi-quantitative de l'exposition à l'amiante	6
2.2 Incidence du cancer du poumon, de la plèvre et du larynx	7
2.2.1 Selon le titre d'emploi	7
2.2.2 Selon l'exposition à l'amiante	8
2.3 Amiantose et mésothéliome du péritoine.....	8
2.4 Résultats reliés aux autres expositions concomitantes	8
3 DISCUSSION	11
3.1 Cancer du poumon	11
3.2 Cancer de la plèvre et mésothéliome de la plèvre.....	12
3.3 Cancer du larynx	12
3.4 Cancers du péritoine et de l'ovaire, mésothéliome du péritoine et amiantose	13
3.5 Limites méthodologiques	13
4 CONCLUSION.....	15
BIBLIOGRAPHIE.....	17
ANNEXE	
MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS PARTIELS DE L'ÉTUDE	
MULTICENTRIQUE DU CENTRE INTERNATIONAL DE RECHERCHE	
SUR LE CANCER SUR LES TRAVAILLEURS DE L'INDUSTRIE DE	
L'ASPHALTE.....	19

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	SMR pour les cancers du larynx, du poumon et de la plèvre selon l'exposition aux fumées de bitume. Cohorte multicentrique.....	5
Tableau 2	SMR pour le cancer du poumon chez les travailleurs exposés et non exposés à l'amiante. Cohorte multicentrique	6
Tableau 3	SMR et RR pour le cancer du poumon selon différents niveaux semi-quantitatifs d'exposition cumulative à l'amiante. Cohorte de la Finlande.....	7
Tableau 4	SIR pour les cancers du larynx, du poumon et de la plèvre chez les travailleurs affectés aux travaux de revêtement des chaussées et exposés aux fumées de bitume. Cohortes des pays scandinaves et de la Finlande	8
Tableau A1	Description de la cohorte des travailleurs de l'étude multicentrique du Centre international de recherche sur le cancer en fonction de l'exposition aux fumées de bitume	23
Tableau A2	Personnes-années d'exposition aux fumées de bitume et aux substances ajoutées au bitume ou utilisées simultanément	24
Tableau A3	SMR pour les cancers de la trachée, des bronches et du poumon chez les travailleurs exposés et non exposés aux fumées de bitume, au goudron de houille, aux poussières de silice et aux émanations de diesel. Cohorte multicentrique.....	24

LISTE DES ABRÉVIATIONS

CIM	Classification internationale des maladies
CIRC	Centre international de recherche sur le cancer
DECOS	Dutch Expert Committee on Occupational Standards
IC 95 %	Intervalle de confiance à 95 %
ROCEM	<i>Road Construction Workers' Exposure Matrix</i>
SIR	<i>Standardized incidence ratio</i> (rapport standardisé d'incidence)
SMR	<i>Standardized mortality ratio</i> (rapport standardisé de mortalité)
RR	Risque relatif

INTRODUCTION

Suite à la publication d'un avis sur l'utilisation de l'amiante chrysotile au Québec (1), le ministre de la Santé et des Services sociaux a demandé à l'Institut national de santé publique du Québec de préparer un second avis de santé sur les principaux produits dont le développement était préconisé dans la Politique d'utilisation accrue et sécuritaire de l'amiante chrysotile adoptée par le gouvernement québécois en 2002 (2). Les deux principaux produits dont il est question ici sont l'amiante-ciment et des enrobés bitumineux contenant de l'amiante.

La revue de littérature présentée dans ce rapport résume le contenu des études épidémiologiques qui documentent la mortalité et l'incidence des maladies respiratoires chez les travailleurs et la population générale exposés aux enrobés bitumineux contenant de l'amiante utilisés pour les travaux de revêtement des chaussées. Cette revue, ainsi qu'un rapport qui fait le point sur les études d'hygiène industrielle (3), serviront à la rédaction de l'avis demandé par le ministre.

1 MÉTHODOLOGIE

1.1 RECHERCHE DOCUMENTAIRE

Pour les fins de la présente revue de littérature, seuls les études épidémiologiques publiées dans les journaux scientifiques et les rapports d'organismes internationaux ou gouvernementaux d'envergure scientifique reconnue ont été considérés.

Les principaux mots clés utilisés pour repérer les publications étaient : « asbestos », « chrysotile », « amosite », « crocidolite », « serpentine », « amphibole »; et « asphalt », « bitumen », « pavement », « pavers » et « road paving ». Les publications rédigées en langue autre que le français et l'anglais n'ont pas été retenues.

Les publications recherchées portaient sur le cancer du poumon, sur le mésothéliome de la plèvre et du péritoine et sur l'amiantose, qui sont les principales maladies reliées à l'exposition à l'amiante. Les publications sur les cancers de la plèvre et du péritoine ont aussi été retenues pour la mortalité, puisque les décès par mésothéliome sont souvent enregistrés sous ces vocables dont ils constituent un sous-ensemble. De plus, le cancer du larynx a été retenu puisque le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) l'a récemment ajouté à la liste des cancers reliés à l'exposition à l'amiante (4). Finalement, aucune publication n'a été retracée sur le cancer de l'ovaire, aussi associé à l'exposition à l'amiante par le CIRC (4).

Les bases de données documentaires et les moteurs de recherche suivants ont été consultés : Medline, Embase, CISDOC (base de données de l'Organisation internationale du travail (OIT)), HSELINE du Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail et ISST de la Commission de la santé et de la sécurité du travail. Les études épidémiologiques publiées entre 2000 et 2008 ont été retenues et leurs références bibliographiques ont également été prises en compte.

Nous avons retracé trois revues critiques des écrits scientifiques publiés entre 2000 et 2009 sur les effets du bitume ou de l'asphalte sur la santé, élaborées par trois organismes internationaux : le National Institute for Occupational Safety and Health (5), l'Organisation mondiale de la Santé (6) et le Dutch Expert Committee on Occupational Standards (DECOS), un comité du Health Council des Pays-Bas (7). Ces bilans de littérature ne présentaient aucun résultat spécifique sur l'exposition au bitume contenant de l'amiante. Ils mentionnent cependant les résultats d'une étude épidémiologique multicentrique publiée en 2001.

1.2 PUBLICATIONS RETENUES

Nous avons retenu le rapport de cette étude multicentrique car elle est la seule dans laquelle l'exposition à l'amiante est considérée de façon semi-quantitative (8). Cette étude, menée sous l'égide du CIRC, regroupait des travailleurs de certaines industries du bitume (industries du pavage, du mélange d'asphalte, de l'hydrofugation (imperméabilisation) et des poseurs de toiture) de 7 pays d'Europe (Danemark, Norvège, Suède, Finlande, Pays-Bas, Allemagne, France) et d'Israël. L'objectif principal de cette étude de cohorte était

d'évaluer si un excès de cancer pulmonaire était observé chez les travailleurs suite à l'exposition aux fumées de bitume. L'exposition à certaines substances cancérigènes dont l'amiante, le goudron de houille, la silice et les émanations de diesel, a été estimée comme facteur de confusion. Seuls les résultats relatifs au bitume destiné au recouvrement des chaussées ont été retenus parce que pertinents à la demande ministérielle. La méthodologie et quelques résultats supplémentaires de l'étude multicentrique sont présentés en annexe.

Nous avons également retenu les articles scientifiques qui découlent de l'étude multicentrique. Il s'agit de deux articles présentant des résultats sur la mortalité par cancer de l'ensemble de la cohorte (9, 10) et de trois articles rapportant des données sur l'incidence du cancer chez des travailleurs des pays scandinaves (11-13). Seules deux de ces publications fournissent des estimés de risque en fonction de l'exposition au bitume contenant de l'amiante (10, 11).

Nous n'avons repéré aucune étude épidémiologique d'incidence ou de mortalité menée auprès de la population générale exposée au bitume contenant de l'amiante.

1.3 PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Nous décrivons d'abord les résultats sur la mortalité par cancer pour l'ensemble de la cohorte, puis pour les travailleurs finlandais. Les données sur l'incidence des cancers seront ensuite présentées pour les travailleurs des pays scandinaves. Lorsque l'information est disponible, les résultats seront présentés en fonction de l'exposition à l'amiante. Le mésothéliome de la plèvre constitue un cas particulier. En effet, puisqu'on estime que 85 % à 90 % des cas de ce cancer sont reliés à une exposition antérieure à l'amiante (14), il est intéressant de rapporter les résultats sur cette maladie même si l'exposition à l'amiante n'est pas documentée. Finalement, nous présenterons quelques résultats sur les autres cancérigènes pulmonaires.

2 RÉSULTATS

2.1 MORTALITÉ PAR CANCER DU POUMON, DE LA PLÈVRE ET DU LARYNX

2.1.1 Selon le titre d'emploi

La cohorte multicentrique comprend 79 822 travailleurs de l'industrie du bitume qui ont été divisés en trois groupes : 29 820 travailleurs présumés exposés aux fumées de bitume, 32 245 travailleurs du bâtiment et de la construction de routes ainsi que 17 757 autres travailleurs non exposés aux fumées de bitume. La mortalité de ces trois groupes de travailleurs a été étudiée. Les décès par cancer du larynx, du poumon et de la plèvre se trouvent au tableau 1. Dans le groupe des travailleurs exposés aux fumées de bitume, le rapport standardisé de mortalité (*standardized mortality ratio* ou SMR) pour le cancer du larynx est légèrement augmenté, mais non significatif, celui pour le cancer du poumon est significativement augmenté et le SMR pour le cancer de la plèvre est inférieur à l'unité ($n = 5$). Aucun autre renseignement n'est donné sur ces travailleurs et les auteurs ne discutent pas de l'exposition à l'amiante (9).

Tableau 1 SMR^a pour les cancers du larynx, du poumon et de la plèvre selon l'exposition aux fumées de bitume. Cohorte multicentrique

Maladies	Travailleurs présumés exposés aux fumées de bitume			Travailleurs du bâtiment et de la construction de routes non exposés			Autres travailleurs non exposés		
	Observé	SMR	IC 95 % ^b	Observé	SMR	IC 95 %	Observé	SMR	IC 95 %
Cancer du larynx (CIM-9 ^c 161)	20	1,34	0,82-2,07	10	0,79	0,38-1,45	12	0,73	0,88-1,15
Cancer de la trachée, des bronches et du poumon (CIM-9 162)	330	1,17	1,04-1,30	249	1,01	0,89-1,15	216	1,01	0,88-1,15
Cancer de la plèvre (CIM-9 163)	5	0,72	0,23-1,68	5	0,70	0,23-1,64	7	1,30	0,52-2,67

Source : référence 9.

^a SMR : *standardized mortality ratio*.

^b IC 95 % : intervalle de confiance à 95 %.

^c CIM-9 : Classification internationale des maladies. 9^e révision.

Des données sur le mésothéliome de la plèvre sont disponibles pour la sous-cohorte de la Finlande, un des pays inclus dans la cohorte multicentrique. Deux décès ont été observés (0,9 attendu) : un dans le groupe des travailleurs exposés aux fumées de bitume (SMR = 2,89; intervalle de confiance à 95 % (IC 95 %) = 0,07-16,1) et un dans celui des travailleurs du bâtiment et de la construction de routes (SMR = 2,04; IC 95 % = 0,05-11,4) (11).

2.1.2 Selon l'évaluation semi-quantitative de l'exposition à l'amiante

L'exposition à l'amiante a été évaluée à l'aide d'une matrice emploi-exposition construite spécialement pour l'étude multicentrique. Cette matrice, dénommée *Road Construction Workers' Exposure Matrix* (ROCEM), est basée sur un questionnaire soumis aux compagnies des industries du bitume (15) (voir l'annexe pour plus de détails).

Plus du tiers (35 %) des personnes-années d'observation de l'ensemble de la cohorte ont été classées par les auteurs dans la catégorie « exposé à l'amiante ». Parmi les travailleurs exposés à l'amiante, le SMR pour le cancer du poumon était aux alentours de l'unité (tableau 2) (10). L'analyse par quartile d'exposition cumulative à l'amiante (semi-quantitative) n'a pas montré de courbe dose-réponse significative pour le cancer du poumon. Cependant, l'augmentation de l'intensité moyenne d'exposition à l'amiante, tenant compte d'un « recul » de 15 ans (*15-year lag*), était reliée positivement à une légère augmentation du risque relatif (RR) (résultat non statistiquement significatif, non présenté ici). Aucun résultat n'est rapporté pour le cancer de la plèvre ou pour celui du larynx.

Tableau 2 SMR^a pour le cancer du poumon chez les travailleurs exposés et non exposés à l'amiante. Cohorte multicentrique

	Exposés à l'amiante	Non exposés à l'amiante
Personnes-années d'observation	429 057	787 387
Cancer de la trachée, des bronches et du poumon (CIM-9^b 162)		
Observé	312	444
SMR	1,05	1,09
IC 95 % ^c	0,94-1,17	0,99-1,19

Source : référence 10.

^a SMR : *standardized mortality ratio*.

^b CIM-9 : Classification internationale des maladies. 9^e révision.

^c IC 95 % : intervalle de confiance à 95 %.

Les travailleurs finlandais de la cohorte multicentrique exposés aux fumées de bitume ont été répartis selon leur exposition cumulative à l'amiante divisée en cinq strates : travailleurs non exposés à l'amiante, travailleurs avec une exposition très faible, faible, modérée et élevée (11). Le tableau 3 présente les SMR et les RR de cancer du poumon avec et sans recul de 15 ans selon ces catégories d'exposition. Le SMR global parmi les travailleurs exposés était de 1,39 (IC 95 % = 0,88-2,09) et aucun des SMR et des RR pour une catégorie d'exposition donnée n'était statistiquement significatif. De plus, il n'y avait pas de tendance dose-réponse. Cependant, le nombre de cas observés dans chaque catégorie d'exposition est nul ou petit et les résultats doivent être interprétés avec précaution.

Tableau 3 SMR^a et RR^b pour le cancer du poumon selon différents niveaux semi-quantitatifs d'exposition cumulative à l'amiante. Cohorte de la Finlande

	Non exposés		Exposition très faible		Exposition faible		Exposition moyenne		Exposition élevée		Tous les niveaux		Tendance linéaire Valeur p
	O ^c	Valeur	O	Valeur	O	Valeur	O	Valeur	O	Valeur	O	Valeur IC 95 % ^d	
SMR (sans recul)	28	1,37	1	3,04	0	-	6	2,42	16	1,22	23	1,39 0,88-2,09	0,39
RR (avec recul de 15 ans)	39	1,00	0	-	0	-	2	0,78	10	1,00	0	-	0,89

Source : référence 11.

^a SMR : *standardized mortality ratio*.

^b RR : risque relatif.

^c O : observé.

^d IC 95 % : intervalle de confiance à 95 %.

2.2 INCIDENCE DU CANCER DU POUMON, DE LA PLÈVRE ET DU LARYNX

Les résultats sur l'incidence de ces cancers proviennent de trois publications tirées de l'étude multicentrique (11-13).

2.2.1 Selon le titre d'emploi

La première porte sur les employés exposés aux fumées de bitume de la Finlande, de la Norvège, de la Suède et du Danemark (ou cohorte des pays scandinaves) qui représentent un sous-ensemble de la cohorte multicentrique. Dans cet article, l'exposition à l'amiante n'est pas abordée. En tout, les 22 362 travailleurs de ces pays ont cumulé 378 994 personnes-années d'observation (12). Les rapports standardisés d'incidence (*standardized incidence ratio* ou SIR) pour le cancer du poumon et pour le cancer de la plèvre étaient significativement augmentés (tableau 4). Aucun résultat n'est présenté pour le cancer du larynx.

La seconde étude présente des résultats sur l'incidence du cancer chez les travailleurs finlandais de l'étude multicentrique, attirés au revêtement des chaussées et exposés aux fumées de bitume (tableau 4). Les SIR pour le cancer du larynx, du poumon, de la plèvre sont supérieurs à l'unité mais ils ne sont pas statistiquement significatifs (11).

Tableau 4 SIR^a pour les cancers du larynx, du poumon et de la plèvre chez les travailleurs affectés aux travaux de revêtement des chaussées et exposés aux fumées de bitume. Cohortes des pays scandinaves et de la Finlande

Causes	Cohorte des pays scandinaves			Cohorte finlandaise		
	Travailleurs exposés aux fumées de bitume			Travailleurs attirés au revêtement des chaussées et exposés aux fumées de bitume		
	Observé	SIR	IC 95 % ^b	Observé	SIR	IC 95 %
Cancer du larynx et de l'épiglotte (CIM-7 ^c 161)	--	--	--	5	2,46	0,80-5,74
Cancer de la trachée et du poumon (CIM-7 162.0-.1)	290	1,21	1,07-1,36	32	1,36	0,93-1,92
Cancer de la plèvre (CIM-7 162.2)	4	4,23	1,15-10,83	1	1,89	0,05-10,50

Source : références 11 et 12.

^a SIR : *standardized incidence ratio*.

^b IC 95 % : intervalle de confiance 95 %.

^c CIM-7 : Classification internationale des maladies. 7^e révision.

La troisième étude, menée en Norvège, ne rapporte qu'un cas de mésothéliome (sans calculer de risque) parmi les travailleurs du bitume entre 1970 et 1997 (13). Ici encore, l'exposition à l'amiante n'est pas précisée.

2.2.2 Selon l'exposition à l'amiante

Les auteurs de l'étude finlandaise ont aussi effectué des analyses en fonction des différentes substances auxquelles les travailleurs ont été exposés. Chez les travailleurs exposés aux fibres d'amiante, le SIR pour le cancer du poumon était légèrement élevé mais non statistiquement significatif (SIR 1,2; IC 95 % = 0,6-2,1, 12 observés/10 attendus).

2.3 AMIANTOSE ET MÉSOTHÉLIOME DU PÉRITOINE

Nous n'avons identifié aucune publication présentant des résultats pour ces deux maladies.

2.4 RÉSULTATS RELIÉS AUX AUTRES EXPOSITIONS CONCOMITANTES

L'étude multicentrique menée auprès des travailleurs de l'asphalte visait à explorer les effets de l'exposition aux fumées de bitume et, secondairement, au goudron de houille (8). Les 79 822 travailleurs ont donc été reclassés selon les personnes-années d'exposition à différents contaminants. Le SMR pour le cancer du poumon chez l'ensemble des travailleurs exposés aux fumées de bitume (736 327 personnes-années) était de 1,08 (IC 95 % 0,99-1,18) (tableau A3, annexe). Chez les travailleurs exposés au bitume sans goudron de houille, le SMR pour le cancer du poumon était de 1,23 (IC 95 % 1,02-1,48), suggérant ainsi que le goudron de houille ne peut expliquer entièrement l'excès observé chez les travailleurs exposés aux fumées de bitume (10). Une analyse par titre d'emploi a permis de constater

que le SMR pour le cancer du poumon dépassait l'unité pour toutes les catégories d'emplois, mais il n'était statistiquement significatif que pour les travailleurs affectés au revêtement des chaussées (SMR = 1,17, IC 95 % 1,01-1,35) (9).

Les auteurs ont démontré pour le même cancer une relation dose-réponse statistiquement significative pour l'exposition moyenne, mais non pour l'exposition cumulative estimée, aux fumées de bitume avec des RR ajustés pour le pays, l'année, l'âge et la durée d'emploi (mais pas pour le tabagisme) passant de moins de 0,5 pour la catégorie d'exposition la plus faible, à environ 1,6 pour les expositions moyennes dépassant 1,5 mg/m³ (10).

Les SMR ont aussi été calculés pour les travailleurs exposés au goudron de houille, à la silice et aux émanations de diesel. Aucun des SMR pour le cancer du poumon n'était significativement augmenté chez les travailleurs exposés (tableau A3, annexe).

Afin de vérifier si le goudron de houille, l'amiante, les émanations de diesel ou les poussières de silice biaisaient la relation entre l'exposition aux fumées de bitume et la mortalité par cancer du poumon, les termes d'exposition cumulative de ces substances ont été ajoutés dans le modèle de régression du RR. Seul l'ajustement pour le goudron de houille tendait à réduire le RR, suggérant un effet de confusion (10).

3 DISCUSSION

Nous avons présenté les résultats d'une étude épidémiologique multicentrique qui a décrit la mortalité et l'incidence du cancer du poumon, du larynx, et de la plèvre et du mésothéliome de la plèvre chez les travailleurs de l'industrie du bitume, plus particulièrement chez les travailleurs affectés aux travaux de recouvrement des chaussées.

Nous n'avons repéré aucune étude épidémiologique menée auprès de la population générale suite à l'exposition au bitume contenant de l'amiante, que ce soit lors de l'installation ou de l'enlèvement des revêtements routiers. Il n'est donc pas possible de conclure sur le risque à la santé encouru par une exposition d'origine non professionnelle.

3.1 CANCER DU POUMON

En résumé, seule une étude multicentrique menée chez des travailleurs européens et israéliens a documenté le risque de cancer du poumon pour les travailleurs exposés à l'amiante dans l'industrie des enrobés bitumineux. Les publications tirées de cette étude ne précisent pas le type de fibre d'amiante utilisé. Le chrysotile est toutefois majoritairement retrouvé dans les enrobés bitumineux en Europe (3).

Dans cette étude, le SMR pour le cancer du poumon était légèrement augmenté chez les travailleurs du bitume exposés à l'amiante (tableau 2) et la force d'association ne changeait pas en fonction de l'exposition. Parmi les autres produits cancérigènes associés au bitume, seule la coexposition au goudron de houille réduisait le SMR pour le cancer du poumon, suggérant ainsi un effet de confusion de ce contaminant sur l'association avec les fumées de bitume (tableau A3, à l'annexe) (10). Dans la sous-cohorte finlandaise de l'étude multicentrique, le SMR était augmenté de façon non significative chez les travailleurs exposés à l'amiante, mais sans relation dose-réponse (tableau 3); lorsqu'une période de recul de 15 ans était considérée, le RR calculé ne montrait aucune augmentation (11).

Les données de l'étude multicentrique n'ont pas été ajustées pour le tabagisme, principal facteur de risque du cancer du poumon. Cependant, dans les sous-cohortes de la Finlande et des Pays-Bas, les chercheurs ont tenté d'évaluer, par une enquête, le biais résultant du tabagisme sur le risque de cancer du poumon lié à l'exposition aux fumées de bitume. L'enquête menée parmi un échantillon des travailleurs finlandais a montré que 77 % de ceux qui avaient été exposés aux fumées de bitume étaient des fumeurs ou des ex-fumeurs, comparativement à 68 % des non-exposés (11); cette différence de prévalence du tabagisme pourrait expliquer une partie du risque accru de cancer du poumon chez les exposés. Ces chiffres n'étaient cependant pas disponibles en fonction de l'exposition à l'amiante. L'analyse du profil tabagique des travailleurs de la sous-cohorte des Pays-Bas suggère que le tabac peut contribuer à expliquer les différences de mortalité par cancer pulmonaire observées entre les divers groupes d'emploi, et en partie entre les groupes d'exposition déterminés à l'aide de la matrice emploi-exposition ROCEM; mais ici encore, cette évaluation n'a pas été faite en fonction de l'exposition à l'amiante (16).

L'exposition à des cancérigènes dans des emplois antérieurs au travail dans l'industrie du bitume aurait pu influencer les résultats. Elle a été estimée pour la sous-cohorte finlandaise en compilant les données relatives aux emplois antérieurs, obtenues par questionnaire, auprès d'un échantillon de 145 membres de la cohorte exposés au bitume et de 114 non exposés. Parmi eux, plusieurs avaient été employés dans le secteur du bâtiment (65 % et 67 % respectivement) ou de la mécanique automobile (30 % et 14 %), milieux où l'exposition à la silice et à l'amiante était possible pour le premier et l'exposition aux émanations de diesel et à l'amiante pour le second. Il s'agit cependant d'un petit échantillon qui pourrait être non représentatif de la cohorte entière puisque le taux de réponse s'élève à 41 % (11).

3.2 CANCER DE LA PLÈVRE ET MÉSOTHÉLIOME DE LA PLÈVRE

Les résultats sur les cancers de la plèvre et sur les mésothéliomes de la plèvre, bien que peu nombreux, sont intéressants à cause du lien entre ces cancers et l'exposition à l'amiante. En effet, environ 85 à 90 % des mésothéliomes seraient reliés à une exposition antérieure à l'amiante (14).

Dix-sept cas de cancer de la plèvre ont été répertoriés dans toute la cohorte multicentrique (cinq travailleurs exposés aux fumées de bitume, 5 dans la construction de bâtiments et de routes et 7 dans les autres métiers des mêmes industries) (tableau 1). Dans les articles citant ces résultats, lorsque l'exposition à l'amiante était mentionnée, elle n'était pas quantifiée. De plus, les auteurs ne pouvaient exclure la possibilité d'une exposition à l'amiante provenant d'emplois antérieurs de ces travailleurs.

Le SIR pour le cancer de la plèvre est cependant augmenté et statistiquement significatif dans la cohorte des pays scandinaves (tableau 4). Les auteurs de cet article mentionnent notamment que l'évolution des critères diagnostiques de la maladie au cours des années aurait pu entraîner des imprécisions au niveau des résultats. De plus, ils soulignent que l'amiante est très peu ajouté à l'asphalte dans les pays scandinaves et que l'exposition à ces fibres s'est vraisemblablement produite dans d'autres emplois occupés antérieurement par les travailleurs (12).

3.3 CANCER DU LARYNX

Le CIRC a récemment reconnu que les preuves étaient suffisantes pour classer l'amiante comme cancérogène pour le cancer du larynx (4). Les données disponibles dans l'étude multicentrique ne sont cependant pas présentées en fonction de l'exposition à l'amiante et montrent un risque augmenté mais non significatif de mortalité et d'incidence de cancer du larynx chez les travailleurs affectés aux travaux de revêtement des chaussées et exposés aux fumées de bitume (tableau 1).

Comme pour le cancer du poumon, les résultats disponibles sur le cancer du larynx ne tiennent pas compte du tabagisme, ni d'autres facteurs de risque connus comme par exemple la consommation d'alcool (17).

3.4 CANCERS DU PÉRITOINE ET DE L'OVAIRE, MÉSOThÉLIOME DU PÉRITOINE ET AMIANTOSE

Aucun résultat n'a été retrouvé sur le cancer du péritoine, sur le mésothéliome du péritoine et sur l'amiantose. Les deux cancers sont des maladies rares. L'amiantose, de son côté, a pu être incluse dans le groupe des pneumoconioses, mais n'a pas été analysée séparément dans les publications disponibles. Le CIRC a récemment statué que les preuves étaient suffisantes pour classer l'amiante comme cancérigène pour le cancer de l'ovaire (4). Cependant, le nombre de femmes dans la cohorte multicentrique était trop faible et les divers auteurs ont choisi de les exclure des analyses publiées (9).

3.5 LIMITES MÉTHODOLOGIQUES

La principale limite des études recensées est l'absence de données spécifiques sur l'utilisation d'asphalte contenant des fibres d'amiante : les divers auteurs mentionnent la possibilité d'exposition aux fibres d'amiante, mais n'en ont pas estimé la quantité, même de façon qualitative, ni le type de fibres.

L'étude multicentrique rapportée ici s'est concentrée sur la mortalité par cancer du poumon. Les données sur l'incidence des cancers proviennent des études menées dans quelques sous-cohortes et elles reposent sur de petits nombres de cas, ce qui limite la puissance de ces études. L'incidence est une mesure intéressante pour étudier les cancers pour lesquels la durée de survie est plus longue, comme c'est le cas pour le cancer du larynx qui présente un taux de survie à 5 ans d'environ 64 à 68 % (18).

Les autres facteurs d'ordre méthodologique s'appliquent à toute étude rétrospective, en particulier celles portant sur l'association entre une exposition professionnelle et des maladies à longue latence tels le cancer et l'amiantose. Un d'entre eux est la classification erronée d'un certain nombre de travailleurs selon leur exposition aux fumées de bitume et aux autres substances. En effet, les auteurs soulignent la possibilité d'erreurs au niveau de l'information recueillie par questionnaire auprès des compagnies (histoire professionnelle, durée d'emploi, etc.). Cette erreur de classement de l'exposition, indépendante du diagnostic de la maladie, aurait pour effet d'amener la mesure d'association vers la valeur nulle. Une durée du suivi trop courte, inférieure à la période de latence de la maladie étudiée, peut également atténuer l'ampleur du risque. Cette limite méthodologique pourrait s'appliquer à une partie de la cohorte multicentrique puisque la durée moyenne du suivi est de 16 ans. Le temps écoulé entre la première exposition à l'amiante et le début de la période de suivi peut également influencer le risque calculé. Les études multicentriques internationales introduisent des incertitudes supplémentaires. D'abord parce que chaque pays est différent en termes de secteurs d'activité économique, de méthodes de travail, de conditions de travail et de substances utilisées avec le bitume, et ensuite parce que l'organisation des soins de santé, et par conséquent des conditions de diagnostic, varie d'un pays à l'autre. La généralisation des résultats à d'autres pays doit donc prendre en compte cette diversité.

4 CONCLUSION

Le peu d'études sur les travailleurs exposés à du bitume contenant de l'amiante, les limites des études retracées chez les travailleurs de l'industrie du bitume, ainsi que l'absence d'étude dans la population générale ne permettent pas conclure sur l'existence ou non d'un lien causal entre l'exposition aux enrobés bitumineux contenant de l'amiante et le cancer du poumon, le cancer du larynx, les cancers et le mésothéliome de la plèvre ou l'amiantose. Une étude cas-témoin sur le cancer du poumon, à partir de la cohorte multicentrique, serait présentement en cours. Elle permettra d'obtenir des résultats ajustés pour les facteurs de confusion (8) et peut-être d'apporter plus de lumière sur l'effet spécifique de l'amiante dans les enrobés bitumineux. Il en va de même pour les autres maladies de l'amiante qui sont rarement rapportées chez les travailleurs de l'industrie du bitume.

En termes de prévention pour les travailleurs, il faut souligner que certains extraits du bitume sont considérés possiblement cancérigènes par le CIRC (19) et cancérigènes par l'Organisation mondiale de la Santé (6). Par conséquent, bien qu'il soit impossible de préciser si l'amiante en soi contribue à augmenter le risque de cancer associé à l'utilisation de bitume, il faut s'assurer que les travailleurs soient adéquatement protégés.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) De Guire L, Labrèche F, Poulin M., Dionne M. *L'utilisation de l'amiante chrysotile au Québec*. Montréal: Institut national de santé publique du Québec; 2005. (<http://www.inspq.gc.ca/pdf/publications/393-AvisAmianteChrysotile.pdf>).
- (2) Ministère des Ressources naturelles du Québec. *Politique d'utilisation accrue et sécuritaire de l'amiante chrysotile au Québec*. Québec: Ministère des ressources naturelles du Québec; 2002. (<http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/ministere/politique/politique-amiante.pdf>).
- (3) Adib G, Perrault G. *Mise à jour des connaissances sur l'utilisation de l'amiante dans les enrobés bitumineux*. Direction des risques biologiques, environnementaux et occupationnels, Institut national de santé publique du Québec, 2009. (http://www.inspq.gc.ca/pdf/publications/954_Enrobes_bitumineux.pdf).
- (4) Straif K, Benbrahim-Tallaa L, Baan R, Grosse Y, Secretan B, El Ghissassi F, Bouvard V, Guha N, Freeman C, Galichet L, Cogliano V; WHO International Agency for Research on Cancer Monograph Working Group. A review of human carcinogens-part C: metals, arsenic, dusts, and fibres. *Lancet Oncol* 2009; 10(5): 453-4.
- (5) National Institute for Occupational Safety and Health. *Hazard review: Health effects of occupational exposure to asphalt*. U.S. Department of Health and Human Services, National Institute for Occupational Safety and Health; décembre 2000. Publication no. : 2001-110. (<http://www.cdc.gov/niosh/docs/2001-110/pdfs/2001-110.pdf>).
- (6) World Health Organization. *Concise International Chemical Assessment. Document 59. Asphalt (Bitumen)*. CICADS 59, 2004. Geneva: International Programme on Chemical Safety (IPCS), WHO 2004. (<http://www.inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad59.htm>).
- (7) Dutch Expert Committee on Occupational Standards (Health Council of the Netherlands). *Bitumen (vapour and aerosol). Health-based recommended occupational exposure limit*. The Hague, Netherlands : The State Secretary of Social Affairs and Employment. January 2008. (publ. No 2007/01OSH (R)). (<http://www.gr.nl/samenvatting.php?ID=1500>).
- (8) Centre international de recherche sur le cancer. *IARC Epidemiological study of cancer mortality among European asphalt workers*. CIRC, Lyon; 2001. Rapport no. : 01/003.
- (9) Boffetta P, Burstyn I, Partanen T, Kromhout H, Svane O, Langård S, *et al*. Cancer mortality among European asphalt workers: an international epidemiological study. I. Results of the analysis based on job titles. *Am J Ind Med* 2003; 43: 18-27.
- (10) Boffetta P, Burstyn I, Partanen T, Kromhout H, Svane O, Langård S, *et al*. Cancer mortality among European asphalt workers: an international epidemiological study. II. Exposure to bitumen fume and other agents. *Am J Ind Med* 2003; 43(1): 28-39.
- (11) Kauppinen T, Heikkilä PR, Partanen T, Virtanen SV, Pukkaia E, Ylöstalo P, *et al*. Mortality and cancer incidence of workers in Finnish road paving companies. *Am J Ind Med* 2003; 43: 49-57.

- (12) Randem BG, Burstyn I, Langard S, Svane O, Järholm B, Kauppinen T, *et al.* Cancer incidence of Nordic asphalt workers. *Scand J Work Environ Health* 2004; 30(5): 350-5.
- (13) Randem BG, Langard S, Dale I, Kongerud J, Martinsen JI, Andersen A. Cancer incidence among male Norwegian asphalt workers. *Am J Ind Med* 2003; 43: 88-95.
- (14) Rake C, Gilham C, Hatch J, Darnton A, Hodgson J, Peto J. Occupational, domestic and environmental mesothelioma risks in the British population: a case-control study. *Br J Cancer* 2009;100(7): 1175-83.
- (15) Burstyn I, Boffetta P, Kauppinen T, Heikkilä PR, Svane O, Partanen T, *et al.* Estimating exposures in the asphalt industry for an international epidemiological cohort study of cancer risk. *Am J Ind Med* 2003;43:3-17.
- (16) Hooiveld M, Spee T, Burstyn I, Kromhout H, Heederick D. Lung cancer mortality in a Dutch cohort of asphalt workers: evaluation of possible confounding by smoking. *Am J Ind Med* 2003; 43: 79-87.
- (17) Curado MP, Hashibe M. Recent changes in the epidemiology of head and neck cancer. *Curr Opin Oncol* 2009;21: 194-200.
- (18) Louchini R, Beaupré M. *La survie reliée au cancer pour les nouveaux cas déclarés au Québec, de 1984 à 1998 - Survie observée et survie relative*. Direction de la planification, de la recherche et de l'innovation, Institut national de santé publique du Québec, 2003 (ISBN : 2-550-41333-4).
- (19) World Health Organization, International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Vol. 35. *Polynuclear Aromatic Compounds, Part 4, Bitumens, Coal-tars and Derived Products, Shale-oils and Soots. Summary of Data Reported and Evaluation*. 1987. (<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol35/volume35.pdf>).

ANNEXE

MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS PARTIELS DE L'ÉTUDE MULTICENTRIQUE DU CENTRE INTERNATIONAL DE RECHERCHE SUR LE CANCER SUR LES TRAVAILLEURS DE L'INDUSTRIE DE L'ASPHALTE

But de l'étude

Une étude multicentrique a été constituée afin d'évaluer si un risque élevé de cancer du poumon était associé à l'exposition aux fumées de bitume chez les travailleurs de l'asphalte dans certains pays d'Europe et en Israël. L'exposition à l'amiante y a été estimée en tant que facteur de confusion, tout comme l'exposition au goudron de houille, aux hydrocarbures aromatiques polycycliques, aux vapeurs organiques, à la poussière de silice et aux émissions de moteurs diesel (15).

Population

La cohorte rétrospective des travailleurs de l'étude multicentrique a été formée par des travailleurs de l'industrie du bitume provenant de sept pays d'Europe, soient le Danemark, la Norvège, la Finlande, la Suède, les Pays-Bas, l'Allemagne et la France ainsi que d'Israël (8). La cohorte comportait en tout 79 822 travailleurs de sexe masculin employés dans cette industrie au moins une saison complète entre 1913 et 1999. Ils ont été suivis de 1953 à 2000, en moyenne pendant 16,7 ans (de 11,7 à 21,9 ans) et la durée moyenne d'emploi était de 6,2 ans. En tout, 0,7 % des membres de la cohorte ont été perdus au suivi et 0,5 % ont émigré au cours de la période de suivi.

Mesures d'association

L'association de la mortalité avec l'exposition aux contaminants étudiés a été mesurée à l'aide du SMR et du RR. L'association de l'incidence avec l'exposition a été évaluée à l'aide du SIR. La signification statistique des mesures d'association (SMR, RR et SIR) a été évaluée en calculant des IC 95 % suivant la distribution de Poisson.

Aucun des résultats présentés en fonction des différents contaminants auxquels les travailleurs ont été exposés n'a été ajusté pour le tabagisme. L'effet de confusion des contaminants présents en milieu de travail (goudron de houille, hydrocarbures aromatiques polycycliques, vapeurs organiques, poussières de silice, émissions de moteurs diesel et amiante) sur le RR de cancer du poumon a été évalué chez les travailleurs exposés aux fumées de bitume. Pour le SMR, seul l'effet du goudron de houille a été évalué.

Répartition de la cohorte par titre d'emploi

Les 79 822 travailleurs à l'étude ont été répartis en trois groupes d'exposition distincts :

- 1) 29 820 employés présumés exposés aux fumées de bitume;
- 2) 32 245 travailleurs considérés non exposés aux fumées de bitume, provenant des mêmes compagnies que les travailleurs exposés au bitume, soit des travailleurs du bâtiment et de la construction de routes, principalement affectés à des travaux préliminaires au revêtement des chaussées;
- 3) 17 757 autres travailleurs comprenant les autres cols bleus, les cols bleus dont l'emploi n'est pas spécifié, les travailleurs de bureau ainsi que les travailleurs occupant des emplois inconnus (tableau A1). Les travailleurs exposés aux fumées de bitume ont contribué à 481 089 personnes-années d'observation et les travailleurs du bâtiment et de la construction de routes considérés non exposés au bitume ont cumulé 537 281 personnes-années (8).

Évaluation de l'exposition et répartition de la cohorte selon l'évaluation quantitative et semi-quantitative de l'exposition

Les évaluations quantitative et semi-quantitative de l'exposition des travailleurs ont été produites à partir de la matrice emploi-exposition ROCEM. Cette dernière a été construite à partir d'informations recueillies par un questionnaire administré aux compagnies participantes, par l'analyse de la banque de données d'exposition *Asphalt Worker Exposure* comprenant des mesures d'hygiène industrielle compilées entre 1960 et 1999 et par l'évaluation d'experts (8, 10, 15). La matrice comprend des évaluations quantitative et semi-quantitative de l'exposition aux fumées de bitume, aux vapeurs organiques et aux hydrocarbures aliphatiques polycycliques. Elle comprend également une évaluation semi-quantitative de l'exposition à l'amiante, au goudron de houille, aux poussières de silice et aux émanations de diesel.

Les données requises pour évaluer l'exposition quantitative étaient suffisantes seulement pour les travaux de revêtement des chaussées. L'exposition semi-quantitative a été évaluée pour toutes les catégories d'emploi. L'histoire professionnelle de chaque membre de la cohorte a été jumelée à la matrice ROCEM afin d'établir son exposition individuelle aux substances étudiées.

Les 79 822 travailleurs composant la cohorte, préalablement répartis en fonction de leur exposition ou non aux fumées de bitume dans le tableau A1, ont aussi été distribués selon leur exposition au goudron de houille, à l'amiante, à la silice et aux émanations de diesel. Ceci a permis de calculer des personnes-années d'exposition séparément pour chacune de ces substances (voir le tableau A2). Ces deux façons de répartir les travailleurs exposés aux fumées de bitume expliquent les écarts observés en termes de personnes-années entre les tableaux A1 et A2.

La durée de l'exposition en années, l'intensité moyenne de l'exposition et l'exposition cumulative (produit de la durée par l'intensité) ont aussi été établies pour chacun des travailleurs exposés. Ces indices ont de plus été calculés en soustrayant de la durée totale d'observation les 15 années précédant le décès ou la fin du suivi (ou *15-year lag*). Cette procédure sous-tend que l'exposition des travailleurs durant les 15 ans précédant le diagnostic d'un cancer contribue peu au développement de la tumeur. Le terme « recul » est ici utilisé pour traduire l'expression *15-year lag*.

Résultats et discussion

La majorité des résultats sont présentés en fonction de l'exposition aux fumées de bitume, avec un intérêt particulier pour le cancer pulmonaire. Les seuls résultats touchant l'exposition à l'amiante sont parcellaires et difficiles à interpréter. Une analyse plus approfondie des facteurs de confusion permettrait possiblement de calculer la part attribuable à certaines des expositions. Cependant, les conclusions d'une telle analyse resteraient limitées puisqu'effectuées sur des variables secondaires non ciblées à l'origine dans le devis de l'étude multicentrique.

Tableau A1 Description de la cohorte des travailleurs de l'étude multicentrique du Centre international de recherche sur le cancer en fonction de l'exposition aux fumées de bitume

Pays participants	Nombre de compagnies	Période d'emploi	Période de suivi	Travailleurs présumés exposés aux fumées de bitume		Travailleurs du bâtiment et de la construction de routes		Autres travailleurs	
				Nombre	Personnes-années	Nombre	Personnes-années	Nombre	Personnes-années
Danemark	6	1953-1996	1968-1996	9 652	158 311	1 129	12 314	4 366	74 278
Norvège	58	1914-1999	1953-1999	5 687	110 789	2 467	57 173	1 033	25 822
Suède	N/A ^a	1925-1992	1971-1995	4 381	65 265	16 518	309 730	61	1 005
Finlande	6	1925-1996	1969-1994	2 642	44 510	2 652	46 447	382	6 958
Pays-Bas	6	1927-1999	1969-2000	541	9 692	702	12 897	2 437	41 563
Allemagne	138	1965-1999	1965-2000	3 223	36 433	2 486	29 824	2 271	26 978
France	1	1936-1996	1952-1996	2 513	33 266	5 789	57 494	6 714	81 056
Israël	1	1913-1997	1968-1998	1 181	22 823	502	11 402	493	11 179
Total	216	1913-1999	1953-2000	29 820	481 089	32 245	537 281	17 757	268 839

Source : références 8 et 9.

^a N/A = non applicable.

Tableau A2 Personnes-années d'exposition aux fumées de bitume et aux substances ajoutées au bitume ou utilisées simultanément

Pays	Fumées de bitume	Goudron de houille	Amiante	Poussières de silice	Émanations de moteurs diesel	Total
Danemark	199 192	117 986	136 709	143 039	196 793	212 300
Norvège	117 852	20 431	15 431	42 218	120 013	177 205
Suède	66 145	47 220	215 979	311 607	375 843	375 875
Finlande	50 324	15 568	41 860	62 668	90 199	97 529
Pays-Bas	49 483	28 478	14 641	44 662	48 982	55 020
Allemagne	67 811	7 781	4 438	32 801	66 349	82 240
France	162 854	97 047	0	155 212	162 234	170 870
Israël	22 666	0	0	150	29 565	45 404
Total	736 327	334 509	429 057	792 358	1 089 979	1 216 443

Source : référence 10.

Tableau A3 SMR^a pour les cancers de la trachée, des bronches et du poumon chez les travailleurs exposés et non exposés aux fumées de bitume, au goudron de houille, aux poussières de silice et aux émanations de diesel. Cohorte multicentrique

	Fumées de bitume		Goudron de houille		Silice		Diesel	
	Exposés	Non exposés ^b	Exposés	Non exposés	Exposés	Non exposés	Exposés	Non exposés
Personnes-années	736 327	480 117	334 509	861 102	792 358	396 042	1 089 979	126 465
Cancer de la trachée, des bronches et du poumon (CIM-9^c 162)								
SMR	1,08	1,05	1,05	1,08	1,01	1,19	1,05	1,31
IC 95 % ^d	0,99-1,18	0,92-1,19	0,93-1,17	0,98-1,19	0,92-1,11	1,05-1,34	0,97-1,13	1,05-1,60
Observé	524	232	308	431	484	260	663	93

Source : référence 10.

^a SMR : *standardized mortality ratio*.

^b Groupe de référence : population générale de chaque pays.

^c CIM-9 : Classification internationale des maladies. 9^e révision.

^d IC 95 % : intervalle de confiance à 95 %.

