



**HAL**  
open science

# **Théories et méthodes d'évaluation du coût social de facteurs de risque professionnels en France : application au cas des cancers d'origine professionnelle**

Hassan Serrier

► **To cite this version:**

Hassan Serrier. Théories et méthodes d'évaluation du coût social de facteurs de risque professionnels en France : application au cas des cancers d'origine professionnelle. Economies et finances. Université de Bourgogne, 2011. Français. NNT : 2011DIJ0E011 . tel-00704550

**HAL Id: tel-00704550**

**<https://theses.hal.science/tel-00704550>**

Submitted on 5 Jun 2012

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE

Faculté de Sciences Économiques et de Gestion  
École Doctorale Langages Idées Sociétés Institutions Territoires (ED LISIT 491)  
Laboratoire d'Économie et de Gestion (UMR CNRS 5118)

## THÈSE

Pour obtenir le grade de  
DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE BOURGOGNE

Discipline : Sciences Économiques

Présentée et soutenue publiquement par

**Hassan SERRIER**

le 22 décembre 2011

## THÉORIES ET MÉTHODES D'ÉVALUATION DU COÛT SOCIAL DE FACTEURS DE RISQUE PROFESSIONNELS EN FRANCE :

APPLICATION AU CAS DES CANCERS D'ORIGINE PROFESSIONNELLE

Directeur de thèse

**Sophie BÉJEAN**

Co-encadrant de thèse

**Hélène SULTAN-TAÏEB**

*Jury :*

Dr Patrick ARVEUX

Responsable du Département d'Information Médicale,  
Centre de Lutte Contre le Cancer G-F Leclerc, Dijon  
(Membre invité)

Mme Sophie BÉJEAN

Professeur, Université de Bourgogne, Dijon

Mr Benoît DERVAUX

Maître de Conférences des Universités, Faculté de  
Médecine, Université Droit et Santé - Lille 2  
(Rapporteur)

Mme Danièle LUCE

Directeur de recherche, Institut National de la Santé et de  
la Recherche Médicale (Rapporteur)

Mme Hélène SULTAN-TAÏEB

Maître de Conférences, Université de Bourgogne, Dijon

« La faculté n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les thèses. Les opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs. »

*A mon fils Noah*

## Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier l'Institut National du Cancer pour sa contribution au financement de cette thèse.

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers le Professeur Sophie Béjean pour m'avoir fait l'honneur d'encadrer ce travail. J'ai bénéficié d'un soutien et de précieux conseils sans lesquels je n'aurais sans doute jamais pu mener ce travail à son terme.

Je remercie infiniment Madame Hélène Sultan-Taïeb pour le suivi de grande qualité dont elle m'a permis de bénéficier mais aussi pour sa disponibilité et sa patience.

Je remercie tout particulièrement Madame Danièle Luce ainsi que Monsieur Benoît Dervaux qui ont accepté de juger ce travail et d'en être les rapporteurs.

Je suis également honoré de la présence dans ce jury du Docteur Patrick Arveux.

J'adresse également mes remerciements les plus sincères à tous ceux qui sont ou ont été mes collègues au cours de ces années mais qui resteront tous des amis: Alex, Anne, Aurélie, Benjamin, Claire, Damien, Enrico, Floriane, Laurent, Maryline, Mehdi, Sabrina, Sophie, Vincent S. et Vincent V.

J'aimerais remercier ceux qui n'appartiennent pas au monde de la recherche mais qui m'ont toujours entouré et soutenu. Je pense tout particulièrement à mes parents, ma sœur et mon frère mais aussi à Sylvie, Gérard ainsi qu'à mes amis Manu, Magalie, Romain, Delphine, Jérémy, Mika, Valérie, Fred, Mike, Céline, Stéphanie, Christophe, Fanny, Nito, Elodie, Emilie, Scot, David, Sonia et à toute l'équipe de Remilly sur Tille dont il serait trop long de citer tous les noms.

Mes derniers remerciements, et non des moindres, vont à toi Marine qui m'a toujours soutenu et supporté même dans les moments les plus difficiles. Ce travail est aussi le tien car je n'aurais jamais pu surmonter toutes ces épreuves sans toi à mes côtés.

# Sommaire

<b>TABLE DES SIGLES ET DES ABRÉVIATIONS .....</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>12</b>
<b>PREMIÈRE PARTIE : COMPRENDRE LE CONTEXTE DES CANCERS D’ORIGINE PROFESSIONNELLE POUR MIEUX ÉVALUER LEUR IMPACT SANITAIRE.....</b>	<b>22</b>
<b>CHAPITRE 1 : IMPACT DU CADRE INSTITUTIONNEL SUR LA DÉLIMITATION DU CHAMP DE L’ÉTUDE .....</b>	<b>24</b>
<b>Section 1 : Le fonctionnement de la branche accidents du travail et maladies professionnelles .....</b>	<b>25</b>
1. Le point de vue du patient à travers les tableaux de maladies professionnelles.....	25
2. Le point de vue des entreprises par l’intermédiaire du système de cotisation .....	26
<b>Section 2 : Le problème de l’invisibilité des cancers d’origine professionnelle .....</b>	<b>27</b>
1. La sous-déclaration des patients.....	27
2. La sous-reconnaissance du système .....	28
3. L’impact de l’évolution du marché du travail sur l’invisibilité des cas	29
<b>Section 3 : La délimitation du champ de l’étude.....</b>	<b>31</b>
1. Quelle définition des cancers des voies respiratoires ?.....	31
2. La sélection des facteurs de risque .....	31
<b>Conclusion du chapitre 1.....</b>	<b>45</b>
<b>CHAPITRE 2 : ÉVALUER L’IMPACT SANITAIRE D’UN FACTEUR DE RISQUE... </b>	<b>46</b>
<b>Section 1 : La méthode des risques attribuables pour contourner l’invisibilité des cancers professionnels.....</b>	<b>47</b>
1. Le concept de risque attribuable.....	47

2. Etude du lien entre le facteur de risque et la pathologie .....	51
3. Les expositions des travailleurs aux facteurs de risque .....	94
4. Les données de morbidité et de mortalité des cancers .....	99
<b>Section 2 : Résultats de l'évaluation du risque attribuable à chaque facteur de risque.....</b>	<b>110</b>
1. En termes de proportion de cas de cancer .....	110
2. En termes de nombre de cas incidents, prévalents et de décès .....	111
<b>Conclusion du chapitre 2.....</b>	<b>112</b>
<b>DEUXIÈME PARTIE : MÉTHODE D'ÉVALUATION DU COÛT SOCIAL DE CANCERS IMPUTABLES À DES FACTEURS DE RISQUE PROFESSIONNELS.....</b>	<b>113</b>
<b>CHAPITRE 3 : ÉVALUER LE COÛT SOCIAL D'UNE MALADIE .....</b>	<b>115</b>
<b>Section 1 : L'analyse « cost of illness »: fondements et méthode.....</b>	<b>116</b>
1. Quelle place pour les études COI dans le processus de prise de décision ?.....	116
2. Description de la méthode COI.....	120
3. Les coûts à prendre en compte .....	122
<b>Section 2 : Les enjeux de la transférabilité pour notre évaluation....</b>	<b>137</b>
1. Définition et distinction généralisabilité/transférabilité.....	138
2. Les freins à la transférabilité .....	138
3. Les préconisations pour l'amélioration de la transférabilité.....	139
<b>Conclusion du chapitre 3.....</b>	<b>140</b>
<b>CHAPITRE 4 : MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DU COÛT SOCIAL DES CANCERS DU POU MON, DES CANCERS NASO-SINUSIENS ET DES MÉSO THÉLIOMES DE LA PLÈVRE IMPUTABLES AUX FACTEURS DE RISQUE PROFESSIONNELS ÉTUDIÉS .....</b>	<b>142</b>
<b>Section 1 : Définition générale du cadre de l'évaluation .....</b>	<b>143</b>
1. Les coûts pris en compte dans l'analyse .....	143
2. Approches par l'incidence et par la prévalence .....	143

<b>Section 2 : Méthode d'évaluation des coûts directs.....</b>	<b>147</b>
1. Le PMSI comme base de l'évaluation des coûts directs hospitaliers .	147
2. Méthode d'estimation du coût direct annuel moyen des cancers.....	151
3. Du coût direct annuel moyen des cancers au coût imputable aux facteurs de risque .....	155
<b>Section 3 : Méthode d'évaluation des coûts indirects .....</b>	<b>156</b>
1. Les coûts indirects de morbidité.....	157
2. Les coûts indirects de mortalité.....	170
<b>Conclusion du chapitre 4.....</b>	<b>179</b>

**TROISIÈME PARTIE : ÉVALUATION DU COÛT SOCIAL DES CANCERS DU POU MON, DES CANCERS NASO-SINUSIENS ET DES MÉSOTHÉLIOMES DE LA PLÈVRE IMPUTABLES AUX FACTEURS DE RISQUE PROFESSIONNELS ÉTUDIÉS EN FRANCE .....**

**CHAPITRE 5 : RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION DU COÛT SOCIAL DES CANCERS DU POU MON, DES CANCERS NASO-SINUSIENS ET DES MÉSOTHÉLIOMES DE LA PLÈVRE IMPUTABLES AUX FACTEURS DE RISQUE PROFESSIONNELS ÉTUDIÉS EN FRANCE .....**

<b>Section 1 : Résultats de l'évaluation des coûts directs .....</b>	<b>184</b>
1. Le coût des séjours hospitaliers et de la radiothérapie.....	184
2. Le coût des molécules onéreuses et de l'enveloppe MIGAC pour l'année 2010.....	187
3. Le coût direct moyen par localisation .....	189
4. Le coût direct des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque professionnels étudiés .....	189
<b>Section 2 : Résultats de l'évaluation des coûts indirects.....</b>	<b>193</b>
1. Les coûts indirects de morbidité.....	193
2. Les coûts indirects de mortalité.....	203

3. Les coûts indirects des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque professionnels étudiés .....	206
<b>Section 3 : Résultats de l'évaluation du coût social.....</b>	<b>220</b>
1. Selon l'approche par la prévalence .....	220
2. Selon l'approche par l'incidence.....	225
<b>Conclusion du chapitre 5.....</b>	<b>230</b>
<b>CHAPITRE 6 : ANALYSE DES RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION DU COÛT SOCIAL DES CANCERS DU POUMON, DES CANCERS NASO-SINUSIENS ET DES MÉSOTHÉLIOMES DE LA PLÈVRE IMPUTABLES AUX FACTEURS DE RISQUE PROFESSIONNELS ÉTUDIÉS.....</b>	<b>232</b>
<b>Section 1 : Analyse de sensibilité.....</b>	<b>233</b>
1. La méthode d'estimation de la prévalence d'exposition « vie entière ».....	233
2. Le taux d'actualisation .....	237
3. Le taux de croissance.....	239
4. La période de friction .....	241
5. Le nombre moyen de jours d'arrêt de travail par an .....	242
6. Le périmètre des tâches domestiques .....	242
7. Synthèse des résultats de l'analyse de sensibilité .....	245
<b>Section 2 : Discussion .....</b>	<b>246</b>
1. Les apports de notre travail .....	246
2. Les limites de notre travail .....	250
3. Comparaison avec la littérature.....	254
4. Evolution du coût social de 2010 à 2030 .....	258
5. Le degré de transférabilité de l'évaluation.....	261
<b>Conclusion du chapitre 6.....</b>	<b>263</b>
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE .....</b>	<b>265</b>

<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>271</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES</b>	<b>292</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX</b>	<b>299</b>
<b>LISTE DES FIGURES</b>	<b>304</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>305</b>

## Table des sigles et des abréviations

ALD : Affection de Longue Durée  
ATMP : Accidents du Travail et Maladies Professionnelles  
CAREX : Carcinogen Exposure  
CdAM : Catalogue des Actes Médicaux  
CépiDC : Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de Décès  
CIM : Classification Internationale des Maladies  
CIRC : Centre International de Recherche sur le Cancer  
CMR : Cancérogène Mutagène ou Reprotoxique  
CNAMTS : Caisse Nationale de l'Assurance Maladie des Travailleurs Salariés  
COI : Cost Of Illness  
DA : Diagnostic Associé  
DADS : Déclaration Annuelle des Données Sociales  
DAP : Disposition A Payer  
DARES : Direction de l'Animation de la Recherche, des Etudes et des Statistiques  
DG : Dotation Globale  
DP : Diagnostic Principal  
DREES : Direction de la Recherche, des Etudes, de l'Evaluation et des Statistiques  
ENC : Etude Nationale des Coûts  
FRANCIM : France Cancer Incidence et Mortalité  
GHM : Groupe Homogène de Malade  
ICER : Incremental Cost Effectiveness Ratio  
ICUR : Incremental Cost Utility Ratio  
INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité  
INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

INSERM : Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale  
InVS : Institut de Veille Sanitaire  
MCO : Médecine Chirurgie Obstétrique  
MERRI : Missions d'Enseignement, de Recherche, de Référence et d'Innovation  
MeSH : Medical Subject Headings  
MIGAC : Missions d'Intérêt Général et d'Aide à la Contractualisation  
NIOSH : National Institute for Occupational Safety and Health  
OQN : Objectif Quantifié National  
OR : Odds Ratio  
PIB : Produit Intérieur Brut  
PMSI : Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information  
PNSM : Programme National de Surveillance du Mésothéliome  
RR : Risque Relatif  
RSA : Résumé de Sortie Anonyme  
RSS : Résumé de Sortie Standardisé  
SCOP : Suivi des Cancers d'Origine Professionnelle  
SUMER : Surveillance Médicale des Risques Professionnels  
TMP : Tableau de Maladies Professionnelles  
VADS : Voies Aérodigestives Supérieures

# **INTRODUCTION**

Le cancer représente un problème majeur de santé publique en France. Le nombre de nouveaux cas de cancer est estimé à 365 500 et le nombre de décès à 147 500 en 2011 (INCA 2011). Depuis 2004, le cancer est même devenu la première cause de mortalité en France (AOUBA *et alii* 2011).

L'impact du cancer sur la population se traduit par les chiffres mais également par la perception sociale de cette maladie. Le cancer fait partie aux yeux des français des trois plus graves maladies avec le SIDA et les maladies cardio-vasculaires. On lui associe prioritairement les notions de « peur », d'« angoisse » et de « mort » (BAROIN 2011). Il est même considéré par une majorité de français comme la « pire des maladies ». Pourtant grâce aux progrès de la science, 60% des cancers sont désormais curables. Mais de grandes disparités subsistent dans l'espérance de vie des patients selon la localisation du cancer. Le cancer du sein possède ainsi un taux de survie à 5 ans de l'ordre de 85% alors que moins de 15% des patients atteints d'un cancer du poumon sont toujours en vie 5 ans après le diagnostic. Ce chiffre ne dépasse pas les 5% pour le mésothéliome de la plèvre.

L'impact du cancer reste très important aujourd'hui notamment à cause de ces cancers qui sont encore difficiles à soigner. Si le cancer est considéré comme une maladie à part, c'est aussi parce qu'on ne guérit jamais vraiment d'un cancer. Le traumatisme, les éventuelles séquelles et le risque permanent de rechute ne permettent pas de considérer que l'état de santé du patient est redevenu le même qu'avant la maladie. Le terme « guérison » est généralement banni du vocabulaire du personnel soignant qui préfère parler de « rémission ».

Dans ce contexte, il est plus efficace d'éviter l'apparition d'un cancer que de le soigner. L'influence des politiques de prévention dans le domaine des cancers dépend de la nature des facteurs de risque. On distingue généralement trois grandes catégories de facteurs de risque, les facteurs génétiques, les facteurs comportementaux (hygiène de vie, addictions, alimentation...) et les facteurs environnementaux dont font partie les facteurs de risque professionnels. Les actions préventives relatives à la génétique sont limitées. Il est possible de mettre en place, comme c'est le cas pour le tabac par exemple, des actions de prévention pour modifier les comportements. Malgré tout, l'engagement dans le processus de diminution du risque reste à l'initiative de l'individu. Les facteurs environnementaux correspondent pour leur part à un risque exogène, dans la mesure où la prise de décision de l'exposition n'est pas le fait de la personne qui en subit les conséquences. Les facteurs de risque professionnels sont le plus souvent des risques « évitables » pour lesquels des actions de prévention sont

techniquement envisageables et qui dépendent de décisions prises par des individus non directement concernés par ces risques.

La prévention des cancers professionnels constitue donc un enjeu majeur en termes de santé publique mais aussi en termes d'inégalités sociales de santé. Les populations les plus défavorisées sont davantage exposées aux cancérogènes que les autres (INCA 2010a). L'exposition professionnelle expliquerait ainsi la moitié des différences sociales de mortalité par cancer du poumon dans les pays industrialisés (KOGEVINAS *et alii* 1997 cité par IMBERNON 2008). Les enjeux de cette prévention concernent également la croissance économique. En effet, la santé et la sécurité au travail ont une influence sur l'offre de travail sur le marché du travail, notamment à travers le nombre de jours de travail perdus pour cause de maladie professionnelle ou d'accident du travail et à travers la baisse de productivité des salariés au travail. De plus, l'offre de travail des seniors et l'arbitrage par les salariés entre une durée de travail plus longue et la liquidation des droits à la retraite sont également déterminés par l'état de santé des individus et donc par la santé au travail (BARNAY et BRIARD 2009, DEBRAND et LENGAGNE 2008).

Les politiques générales de santé publique mises en place ces dernières années traduisent l'intérêt des pouvoirs publics pour la prévention des risques professionnels et notamment des cancers professionnels. Un des objectifs principaux de la seconde Convention d'objectifs et de gestion (2009-2012) signée entre la branche accidents du travail et maladies professionnelles (ATMP) de la Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés (CNAMTS) et de l'Etat est la prévention des cancers professionnels. Le second Plan santé au travail (2010-2014) insiste notamment sur la prévention des risques cancérogènes mutagènes ou reprotoxiques (CMR). La mesure 12 du Plan cancer (2009-2013) vise à « renforcer la prévention des cancers liés à l'environnement, en particulier dans le domaine professionnel ». Les actions 10, 11 et 12 du deuxième plan national santé environnement (2009-2013) ont pour objectif de « réduire l'exposition aux substances ayant un effet CMR en milieux de travail ».

Les politiques de prévention peuvent être déterminantes dans la lutte contre les cancers professionnels mais leur mise place rencontre parfois des difficultés. Augmenter la santé et la sécurité sur un lieu de travail peut être perçu comme coûteux, la phase d'implantation d'un dispositif mobilisant des ressources. La crainte, pas toujours fondée, d'une éventuelle baisse des cadences de travail liée aux mesures de prévention peut être un frein à la prévention dans les organisations. Le choix de la prévention est alors perçu par les entreprises, et parfois par le décideur public, comme un arbitrage entre santé des travailleurs et santé des entreprises.

L'économie de la santé a donc un rôle déterminant à jouer à la fois dans l'aide à l'allocation des ressources mais aussi dans l'incitation à la prévention. Une évaluation du coût social des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels peut mettre en évidence les facteurs de risque dont l'impact économique est important pour la société mais peut également être utilisée dans une étude de type coût-bénéfice. Ces études nécessitent de traduire sous forme monétaire les effets d'une politique. Les bénéfices attendus sont convertis en coûts, qui sont alors comparés aux coûts de mise en œuvre de la politique. L'évaluation du coût des cancers imputables à un facteur de risque professionnel, menée de manière spécifique, peut alors être mobilisée pour mesurer les avantages de la politique en termes de coûts évités, c'est-à-dire en termes de coûts qu'il faudrait assumer si aucune prévention n'était menée. Si les bénéfices du programme excèdent les coûts de sa mise en place, le solde est positif et la politique « vaut la peine » d'être réalisée. La prévention n'est plus perçue comme une source de coût mais d'économies potentielles et peut alors représenter, pour les décideurs, un investissement social rentable.

Notre travail de recherche s'est développé à partir de ces différents constats. La prévention est primordiale dans le domaine des cancers d'origine professionnelle en France. L'économie de la santé peut apporter une aide aux décideurs mais il n'existe à ce jour aucune évaluation du coût social des cancers professionnels en France.

Peut-on alors évaluer le coût pour la société française de cancers imputables à un facteur de risque professionnel? Quels sont les obstacles méthodologiques à la mise en place d'une telle évaluation ?

Dans la première partie de la thèse, nous développons une analyse du contexte particulier des cancers professionnels en France afin de mieux cerner les obstacles potentiels à l'estimation du coût social des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels. Cette évaluation nécessite, dans un premier temps, de déterminer le nombre de cas de la pathologie imputable à chaque facteur de risque. Il faut dans un second temps estimer le coût que représentent ces cas pour la société.

L'article 461-1 du code de la Sécurité sociale définit les cancers professionnels comme « tout cancer [...] résultant d'une exposition professionnelle à certains produits ou procédés ». L'origine professionnelle d'un cancer n'en modifie pas les symptômes, sa mise en évidence est donc complexe. La branche ATMP de l'Assurance Maladie reconnaît et indemnise les cancers d'origine professionnelle en France. La première étape d'une évaluation du coût social de cancers liés à une exposition professionnelle devrait donc pouvoir mobiliser les

données de la CNAMTS. Mais le système ATMP est frappé par un phénomène de sous-réparation des cancers d'origine professionnelle. Les patients ne font pas forcément la démarche de déclarer leur maladie professionnelle (sous-déclaration) et, même lorsque le processus est enclenché, le système ne permet pas de reconnaître tous les cancers réellement d'origine professionnelle (sous-reconnaissance). Pour la population, un cancer professionnel est souvent perçu comme un cancer reconnu et indemnisé par le système. En résulte donc une invisibilité du problème de santé publique et une impossibilité d'utiliser les données de la CNAMTS pour évaluer le coût des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels sous peine de sous-estimer fortement les résultats. Ce phénomène est à l'origine d'un cercle vicieux qui contribue à perpétuer le problème. Le nombre de cancers professionnels est sous-évalué. La recherche s'intéresse peu aux facteurs de risque de ces cancers dont l'impact sur la santé de la population est jugé faible et produit donc peu de données. Comment alors briser ce cercle ? Est-il possible de surmonter l'invisibilité des cas et d'estimer le nombre de cancers imputables à chaque facteur de risque ?

Les cancérogènes en milieu professionnel pénètrent majoritairement l'organisme par le nez et les poumons (IMBERNON 2003). Nous avons donc restreint l'évaluation aux cancers des voies respiratoires. Pour surmonter la sous-reconnaissance des cancers professionnels par le système ATMP, nous avons inclus dans l'analyse les facteurs de risque dont la cancérogénicité pour l'homme est avérée ou probable et pas seulement ceux qui sont indemnisés et reconnus par le système. Les facteurs de risque pour lesquels aucune donnée n'est disponible sont exclus de l'analyse. Nous avons ensuite mobilisé la méthode des risques attribuables qui permet d'estimer, à partir de données de risque relatif et de prévalence d'exposition, la proportion de cas d'une maladie attribuable à l'exposition à un facteur de risque dans l'ensemble d'une population. Ainsi nous considérons tous les cas de cancer attribuables aux facteurs de risque et pas seulement ceux pour lesquels les patients font la démarche de demander une indemnisation. Le phénomène de sous-déclaration n'est donc plus un obstacle à l'évaluation du coût social des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels. Cependant, la méthode des risques attribuables nécessite des données qui ne sont pas disponibles pour tous les facteurs de risque et doit être utilisée avec précaution. La simplicité de la formule ne doit pas masquer la complexité de l'estimation d'un risque attribuable. Après avoir explicité les concepts de risques attribuables, de risque relatif et de prévalence d'exposition, nous avons fait le point sur la disponibilité des données nécessaires à l'estimation des risques attribuables à chaque facteur de risque. Le programme Matgéné initié par l'Institut de veille sanitaire (InVS) fournit des estimations de prévalence d'exposition

« vie entière ». Nous mobilisons ces données lorsqu'elles sont disponibles pour le facteur de risque. A défaut, la prévalence d'exposition « vie entière » est estimée à partir de l'enquête SUMER (Surveillance Médicale des Risques Professionnels). Nous avons mis en place une revue de la littérature pour mettre en évidence les données disponibles de risque relatif issues de méta-analyses pour chaque facteur de risque. A partir de données de mortalité et de morbidité pour le cancer du poumon, le cancer naso-sinusien et le mésothéliome de la plèvre, nous avons ainsi pu estimer le nombre de cas incidents, prévalents et de décès attribuables à 6 facteurs de risque que sont, l'amiante, les fumées d'échappement des moteurs diesel, la silice cristalline, les peintres, les poussières de bois et les poussières de cuir.

La seconde étape d'une évaluation du coût social de cancers imputables à des facteurs de risque professionnels consiste à estimer le coût que représentent ces cancers pour la société. Dans la deuxième partie de la thèse nous nous intéressons aux aspects théoriques et méthodologiques de l'évaluation des coûts. La méthode généralement utilisée pour estimer le coût d'une maladie du point de vue sociétal est la méthode Cost Of Illness (COI). Cette approche a fait l'objet de nombreux débats. Si son utilité n'est plus à démontrer et qu'elle est aujourd'hui fréquemment mobilisée notamment par la Banque mondiale, l'Organisation mondiale de la Santé ou l'Institut national de la santé américain (NIOSH), il n'en reste pas moins d'importantes différences dans la méthodologie mise en place. Ce manque de standardisation peut constituer un frein à son utilisation par les décideurs. Quelles sont alors les grandes différences méthodologiques dans les évaluations COI ? Comment les expliquer ? Peut-on évaluer le coût pour la société des cancers d'origine professionnelle selon l'approche COI ? Quels coûts doivent être pris en compte et comment doit-on les valoriser ?

Dans les études COI, on distingue généralement trois catégories de coûts que sont les coûts directs, indirects et intangibles. Les premiers sont presque toujours pris en compte. Ils incluent les coûts médicaux (médicaments, hospitalisation, consultations...) et les coûts non médicaux (transport, aide à domicile...). Les coûts intangibles mesurent la réduction de bien-être du patient ou de l'entourage causée par la peine, la souffrance ou l'impact affectif de la maladie ou du traitement (WORONOFF-LEMSI *et alii* 2000). La disposition à payer, approche utilisée pour valoriser ces coûts, pose des problèmes méthodologiques majeurs. Ces coûts ne sont quasiment jamais pris en compte, les deux raisons principales étant le manque de standardisation de la méthode, qui aboutit à une grande variabilité dans les résultats, et le risque de double compte.

Sous le terme de « coût indirect », sont inclus des coûts de nature très différente. Nous tentons de clarifier ce terme en mettant en place une typologie des coûts qui tient compte des aspects marchand et non marchand, des coûts de mortalité et de morbidité mais aussi des coûts d'absentéisme et de présentéisme. Nous définissons ainsi les coûts indirects comme les pertes de production marchandes et non marchandes, liées à une diminution ou une absence de productivité causées par le décès ou l'état de santé de l'individu.

Ce qui apparaît comme un manque de standardisation de la méthode COI traduit en réalité la nécessaire adaptation de la méthode à l'objet ou à l'objectif de l'étude. Si la pathologie d'intérêt n'est pas mortelle et n'affecte pas les capacités de l'individu, la prise en compte des coûts indirects n'est pas forcément pertinente. Le choix méthodologique entre une approche par l'incidence et par la prévalence est primordial dans les études COI. Selon l'approche par l'incidence, les coûts des nouveaux cas diagnostiqués sur une période donnée sont évalués tout au long de leur vie. Selon l'approche par la prévalence, les coûts de l'ensemble des cas sont évalués sur une période donnée. La première approche doit être privilégiée lorsqu'on s'intéresse à la prévention et donc aux coûts potentiellement évités par l'éradication de la pathologie. La seconde approche est davantage adaptée à la mise en évidence de l'impact économique d'une pathologie pour la société à un instant donné.

Pour l'évaluation des coûts indirects, les approches du capital humain et des coûts de friction sont fréquemment opposées. Nous analysons les forces et faiblesses de ces deux approches et montrons qu'aucune des deux n'est pleinement satisfaisante. L'évaluation des coûts selon l'approche par le capital humain aboutit à une surestimation alors que l'approche par les coûts de friction aboutit à une sous-estimation. Dans notre analyse, nous mobilisons les deux méthodes et présentons ainsi les résultats selon des estimations basse et haute.

Le cancer peut entraîner des absences au travail mais peut également avoir un impact sur la capacité des malades à effectuer des activités domestiques et donc non rémunérées. Nous montrons que des données existent et que les méthodes du coût d'opportunité et du coût de remplacement peuvent être mobilisées pour valoriser ces pertes de production non marchandes.

La réflexion méthodologique sur l'évaluation des coûts nous a conduits à nous interroger sur la transférabilité des évaluations économiques en santé. Il est possible, selon la façon dont est menée et présentée une évaluation économique, d'adapter la méthode et les données pour évaluer tout ou partie des résultats dans un autre contexte. Si le coût social des cancers liés à l'amiante en France est jugé transférable à l'Allemagne, il est possible d'identifier les méthodes et données qui diffèrent entre les deux pays, de les modifier et ainsi d'estimer le

coût social des cancers liés à l'amiante en Allemagne sans avoir à mener à nouveau l'évaluation. Les résultats d'une évaluation économique peuvent être transférables à un autre pays mais aussi à un autre objet, par exemple à d'autres facteurs de risque ou encore à d'autres types de cancer. Dans le contexte de la prévention des cancers d'origine professionnelle et face au manque de données de coût des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels, la transférabilité représente donc des enjeux importants. Nous avons analysé les freins à la transférabilité des évaluations économiques en santé afin de mener notre évaluation dans un souci permanent de rendre les résultats, autant que possible, transférables à d'autres facteurs de risque, d'autres localisations de cancer mais aussi d'autres pays. Il convient donc de mobiliser des méthodes d'évaluation couramment utilisées dans la littérature, de détailler autant que possible les données, méthodes et résultats obtenus et de mettre en évidence, en discussion, les limites à la transférabilité de notre étude.

Ce travail théorique et méthodologique a abouti à la création de modèles d'évaluation spécifiques des cancers pour chaque catégorie de coût. Notre évaluation porte sur l'année 2010 et est menée selon les approches par l'incidence et par la prévalence.

La principale difficulté de l'évaluation des coûts directs réside dans la détermination parmi les dépenses de santé d'un patient de celles qui relèvent effectivement de la prise en charge du cancer. Si on ne prend en compte que les dépenses liées avec certitude à la prise en charge du cancer, les coûts sont sous-estimés. Au contraire, l'inclusion de toutes les dépenses du patient qu'elles soient liées à sa prise en charge ou pas conduit à une surestimation des coûts. Notre évaluation des coûts directs est basée sur le travail pionnier de BORELLA *et alii* (2000 et 2002a). Les auteurs ont créé un algorithme qui permet d'identifier avec précision les séjours relatifs à un cancer dans la base du programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI). Les séjours sont ensuite valorisés à l'aide de l'Etude Nationale des Coûts (ENC). A ces coûts hospitaliers, nous ajoutons les estimations du coût des Missions d'intérêt général et d'aide à la contractualisation (MIGAC) relatives au cancer mais aussi les coûts de la radiothérapie privée et des molécules onéreuses, non pris en compte dans le PMSI. Nous évaluons également le coût des soins de ville à partir d'une estimation de leur part dans les coûts directs totaux.

Parmi les coûts indirects, nous prenons en compte les coûts de morbidité (absentéisme et présentéisme) et les coûts de mortalité dans les sphères marchande et non marchande. Pour ces modèles et selon l'approche par l'incidence, nous prenons en compte la survie des patients, l'actualisation des coûts mais aussi la croissance du PIB et donc des pertes de

production marchandes. Une réflexion méthodologique est apparue comme centrale dans l'évaluation des coûts de morbidité. Tous les patients ne sont pas concernés par toutes les catégories de coût. La question est alors de savoir comment estimer parmi les cas de cancer ceux qui sont concernés par des absences au travail, par une baisse de productivité, par des pertes de travail domestique... ? Pour répondre à cette question, il faut, dans un premier temps, pouvoir distinguer parmi les individus ceux qui sont en emploi, ceux qui sont actifs mais sans emploi et ceux qui sont inactifs. Le cancer touche majoritairement les personnes à un âge avancé. Utiliser un taux d'emploi et un taux d'activité de la population générale n'est donc pas pertinent. Dans un second temps, il est nécessaire de connaître parmi les individus en emploi ceux qui sont frappés par des absences de courte durée, de longue durée mais aussi ceux qui restent en permanence en emploi. MALAVOLTI *et alii* (2006) se sont intéressés à la situation professionnelle des patients atteints d'un cancer deux ans après le diagnostic. Nous avons croisé des données de taux d'emploi et de taux d'activité spécifiques du cancer avec les données issues de cette étude pour élaborer un arbre de décision. Ce travail nous permet d'estimer les probabilités d'être concerné par chaque catégorie de coût et d'inclure ce paramètre dans nos modèles d'évaluation des coûts.

La troisième partie de la thèse est consacrée aux résultats et à leur analyse. Nous détaillons tout d'abord nos estimations pour chaque catégorie de coût. Nous présentons ensuite les résultats de l'évaluation du coût social des cancers du poumon, des cancers nasosinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir en unités monétaires mais aussi en unités physiques. Outre les nombres de cas prévalents, incidents et de décès estimés dans la première partie, nous présentons également les nombres d'années de vies perdues. Les données en unités physiques fournissent en elles-mêmes des informations intéressantes et contribuent à améliorer la transférabilité des résultats.

Dans une analyse de sensibilité univariée, nous étudions l'influence de la modification de chacun des principaux paramètres sur l'estimation du coût social des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels. Nous montrons que dans nos modèles le choix de la valeur du taux d'actualisation est primordial. Son impact sur les résultats n'est pas négligeable tout comme la méthode d'estimation de la prévalence d'exposition « vie entière ». Ce dernier point ne concerne cependant que les facteurs de risque pour lesquels il n'existe pas de données issues de l'enquête Matgéné.

La discussion nous permet notamment de confronter certains de nos résultats avec la littérature mais aussi avec les données de reconnaissance en maladies professionnelles. Nos résultats tendent à montrer l'importance du phénomène de sous-réparation des cancers d'origine professionnelle en France et contribuent ainsi à briser l'invisibilité de ce problème de santé publique.

A partir d'estimations de nombre de cas incidents de cancer en 2015, 2020, 2025 et 2030 issues de la base de données Globocan, nous évaluons l'évolution du coût social des cancers du poumon imputables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline et aux peintres entre 2010 et 2030.

Une analyse de la transférabilité nous montre que les résultats de l'évaluation du coût social sont transférables à d'autres facteurs de risque du cancer du poumon et du cancer nasosinusien à condition de disposer des données de risque relatif et de prévalence d'exposition « vie entière » correspondantes.

**PREMIÈRE PARTIE :**  
**COMPRENDRE LE CONTEXTE DES CANCERS**  
**D'ORIGINE PROFESSIONNELLE POUR MIEUX**  
**ÉVALUER LEUR IMPACT SANITAIRE**

Dans la **première partie**, nous nous intéressons à la détermination du nombre de cas de cancer imputables à chaque facteur de risque, qui constitue la première étape de l'évaluation du coût social de ces cancers.

Dans le **chapitre 1**, l'analyse du système de reconnaissance des cancers en maladie professionnelle (**section 1**) met en lumière un obstacle majeur à l'évaluation. La sous-réparation des cancers professionnels, causée par des phénomènes de sous-déclaration et de sous-reconnaissance, entraîne une invisibilité du problème de santé publique (**section 2**). Ce constat a deux conséquences majeures pour l'évaluation du coût social des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels :

- La seule prise en compte des facteurs de risque pour lesquels il existe un tableau de maladie professionnelle n'est pas satisfaisante.
- Les données de la CNAMTS ne sont pas utilisables pour estimer le nombre de cas de cancer attribuables à chaque facteur de risque.

Le contexte spécifique des cancers professionnels a donc un impact direct sur la délimitation du champ de l'étude. Pour contourner la sous-réparation des cas, il convient de mettre en place une sélection des facteurs de risque dont la cancérogénicité est avérée ou probable (**section 3**).

Dans le **chapitre 2**, nous mobilisons la méthode des risques attribuables pour contourner la sous-déclaration des cancers professionnels en estimant le nombre de cas de cancer attribuables à chaque facteur de risque. Nous détaillons tout d'abord la méthode des risques attribuables ainsi que les données disponibles pour les calculer (**section 1**) avant d'estimer la proportion et le nombre de cas incidents, prévalents et de décès des cancers imputables à chaque facteur de risque (**section 2**).

## Chapitre 1 : Impact du cadre institutionnel sur la délimitation du champ de l'étude

---

Pour évaluer le coût social d'une pathologie imputable à un facteur de risque, on distingue généralement deux grandes étapes. Dans un premier temps, il faut déterminer le nombre de cas de la pathologie attribuable à chaque facteur de risque. Il faut dans un second temps estimer le coût que représentent ces cas pour la société. La branche ATMP de l'Assurance Maladie reconnaît et indemnise les cancers d'origine professionnelle en France. La première étape d'une évaluation du coût social des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels devrait donc pouvoir mobiliser les données de la CNAMTS.

Dans ce premier chapitre, nous développons une analyse du contexte particulier des cancers professionnels en France. L'objectif est de mieux comprendre le fonctionnement du système institutionnel à la fois du point de vue des patients mais aussi des entreprises et ainsi de mieux cerner les obstacles potentiels à l'évaluation du coût social des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels.

Nous montrons que les données en termes de nombre de cancers reconnus et indemnisés par l'Assurance Maladie ne doivent pas être mobilisées pour estimer le nombre de cas de cancers imputables à chaque facteur de risque. Le fonctionnement de la branche ATMP conduit à une sous-reconnaissance et une sous-déclaration des cancers professionnels qui est accentuée par l'évolution du marché du travail.

Cette sous-réparation des cancers entraîne une invisibilité des cas qu'il convient de prendre en compte et de surmonter afin d'évaluer le coût social des cancers imputables à une exposition à des facteurs de risque professionnels. Après avoir restreint notre évaluation aux cancers des voies respiratoires, la sous-reconnaissance des cancers professionnels nous pousse à mettre en place une sélection qui permet de prendre en compte les facteurs de risque des cancers professionnels pour lesquels il n'existe pas de tableaux de maladies professionnelles (TMP).

## **Section 1 : Le fonctionnement de la branche accidents du travail et maladies professionnelles**

### **1. Le point de vue du patient à travers les tableaux de maladies professionnelles**

En France la branche ATMP de l'Assurance Maladie indemnise les maladies reconnues comme d'origine professionnelle. Le système de réparation est basé sur l'existence de deux listes de TMP, une pour le régime général et une pour le régime agricole.

Dans ces tableaux, on trouve :

- les symptômes ou lésions pathologiques que doit présenter la maladie. La liste est limitative et figure dans la colonne de gauche ;
- le délai de prise en charge, à savoir le délai maximal entre la cessation d'exposition au risque et la première constatation médicale de la maladie ;
- les tableaux susceptibles de provoquer l'affection en cause dont la liste figure dans la colonne de droite du tableau. Cette liste peut être limitative ou indicative, permettant une prise en compte plus large des tableaux ;
- une durée minimale d'exposition au risque peut également être mentionnée.

Est présumée comme d'origine professionnelle, toute pathologie désignée dans un tableau de maladies professionnelles et contractée dans les conditions mentionnées par ce tableau. Depuis 1993, un système complémentaire rend possible sous certaines conditions particulières, la reconnaissance en maladies professionnelles de pathologies ne figurant pas dans les tableaux ou ne remplissant pas toutes les conditions mentionnées dans ces derniers. Dans ce cas, un comité régional est chargé de prouver le lien existant entre l'activité professionnelle du travailleur et sa maladie. L'évolution des connaissances médicales et scientifiques peut entraîner la création de nouveaux tableaux ou la modification de tableaux existants.

## **2. Le point de vue des entreprises par l'intermédiaire du système de cotisation**

Les risques professionnels sont essentiellement financés par des cotisations payés par les employeurs. Le taux de cotisation fixé pour un établissement dépend du niveau de risque, évalué par les accidents et maladies professionnelles déclarées, et de la taille de l'entreprise, c'est-à-dire le nombre d'employés.

Pour les entreprises de moins de 10 salariés, le taux dit « collectif » est identique pour les entreprises d'une même branche. Il dépend donc du risque estimé au sein de cette branche au niveau national.

Pour les entreprises dont le nombre de salariés se situent entre 10 et 200, le taux est mixte. Il est fonction à la fois du niveau de risque de la branche mais aussi de celui estimé au sein de l'entreprise.

Si l'entreprise compte plus de 200 salariés, le taux est individuel. Il dépend uniquement des coûts d'indemnisation des accidents du travail et des maladies professionnelles de ces salariés. Le système ATMP protège donc les salariés puisqu'il incite les entreprises, à travers le système de cotisations, à limiter les risques professionnels. Il permet également aux employés de toucher une indemnité en cas de maladie professionnelle.

Dans ces conditions, les données de la caisse nationale d'Assurance Maladie peuvent être perçues comme un indicateur de l'importance des maladies professionnelles en France. Ces chiffres permettent même d'identifier les facteurs de risque à surveiller en priorité. Mais certaines estimations contredisent ces chiffres.

Le nombre de nouveaux cas de cancer du poumon imputables à une exposition en milieu de travail a été estimé entre 2 713 et 6 051 pour 1999 (IMBERNON 2003). Pour cette même année, 458 cancers du poumon seulement ont été reconnus et indemnisés par la branche ATMP. Une expérience a été conduite à l'URCAM de Rouen. Les cancérogènes rencontrés en milieu professionnel ont été cherchés chez tous les patients atteints d'un cancer de la vessie. Seuls 15 % des cancers jugés comme d'origine professionnelle ont fait l'objet d'une déclaration (AUDUREAU *et alii* 2007).

Ces chiffres montrent que le système ATMP sous-estime fortement le nombre réel de maladies professionnelles. Comment expliquer alors ce grippage du système ? Un premier élément de réponse se trouve dans le système de cotisation. TRONTIN et BÉJEAN (2001) ont mobilisé la théorie de l'agence pour mettre en évidence les limites du pouvoir incitatif de ce système. Mais l'explication principale de cette sous-estimation du nombre de cas réside dans

la présence simultanée de phénomènes de sous-déclaration et de sous-réparation des maladies professionnelles. Ces problèmes sont reconnus par les pouvoirs publics et l'Assurance Maladie. La commission instituée par l'article 176-2 du code de la sécurité sociale est en effet chargée d'estimer tous les ans le montant que doit reverser la branche ATMP à la branche maladie du régime général au titre de la sous-déclaration des accidents du travail et des maladies professionnelles.

## **Section 2 : Le problème de l'invisibilité des cancers d'origine professionnelle**

La sous-déclaration et la sous-reconnaissance des maladies professionnelles sont à l'origine d'une invisibilité du nombre de cas de maladies professionnelles (GOLLAC et VOLKOFF 2006, THEBAUD-MONY 2006) qui nous entraîne dans un cercle vicieux. L'ampleur d'une maladie est sous-estimée. Par conséquent l'impact sur la santé de la population des facteurs de risque qui en sont à l'origine est lui aussi fortement sous-évalué. Un facteur de risque et une pathologie qui concernent peu de personnes sont beaucoup moins sujets à des recherches. Les études portant sur les données d'exposition, de risque relatif et de coûts sont donc peu nombreuses. Comme ces données manquent, les études d'évaluation sont très difficiles à mener et donc peu abondantes. Le manque d'information qui en résulte accentue encore la sous-estimation de l'ampleur du problème de santé publique que constituent les maladies professionnelles.

### **1. La sous-déclaration des patients**

La déclaration de maladie professionnelle est à l'initiative de la victime. Mais la peur de perdre son emploi peut inciter le salarié à ne pas faire la demande. D'autres explications peuvent justifier l'absence de déclaration. La recherche d'une indemnisation perd de son intérêt face au choc de l'annonce et au pronostic parfois très sombre de pathologies comme le cancer du poumon. En outre, le temps de latence entre l'exposition à un facteur de risque et l'apparition de la maladie est parfois très long. La victime ne fait pas toujours le lien entre sa vie professionnelle et son affection.

De façon générale, l'individu peut tout simplement ne pas avoir conscience de la dangerosité des produits qu'il manipule. THEBAUD-MONY (2007), dans le cadre d'un programme de recherche sur le suivi des cancers d'origine professionnelle en Seine-Saint-Denis (SCOP 93), cite le cas d'un salarié interrogé sur son activité professionnelle, qui affirme ne pas manipuler d'amiante. Pourtant, lorsqu'on lui demande de décrire son travail, il déclare couper des

plaques d' « Eternit » (du nom du géant européen de l'amiante). Cette dérive verbale aboutit à une méconnaissance par l'individu de son exposition à des produits dangereux.

Le médecin a un rôle important à jouer puisque le code de la sécurité sociale l'oblige à signaler les maladies à caractère professionnel (DAUBAS-LETOURNEUX 2008). Mais même pour lui, l'origine professionnelle de la pathologie est parfois difficile à mettre en évidence. Les symptômes d'une maladie sont généralement identiques que celle-ci soit d'origine professionnelle ou non, les maladies professionnelles étant elles-mêmes plurifactorielles. Un individu est souvent exposé simultanément à des facteurs de risque professionnel et à des facteurs comportementaux ou environnementaux. Lorsqu'un fumeur se voit diagnostiquer un cancer du poumon, le médecin n'est pas incité à chercher une origine professionnelle à cette pathologie et à pousser son patient à faire une déclaration de maladie professionnelle. Cette poly-exposition à des facteurs de risque explique également en partie la sous-reconnaissance.

## **2. La sous-reconnaissance du système**

Les tableaux des maladies professionnelles ne permettent pas de reconnaître l'origine professionnelle, même partielle, d'une maladie plurifactorielle (TURQUET et DEL SOL 2007). Les effets de synergie sont également mal appréhendés par les tableaux. Le tabac associé à l'amiante a un effet multiplicateur dans le déclenchement du cancer (FRUSH *et alii* 2007). L'exposition simultanée à deux facteurs de risque professionnel en quantité insuffisante pour remplir les conditions des tableaux peut pourtant être à l'origine d'une pathologie.

Outre les effets de synergie et les effets multiplicateurs, les critères fixés par les TMP sont régulièrement remis en question. Le tableau RG30 bis fixe par exemple à 10 ans la durée d'exposition minimale aux poussières d'amiante pour reconnaître l'origine professionnelle d'un cancer du poumon. Sans prise en compte de la fréquence et de l'intensité d'exposition, ce critère ne semble pas approprié (DIRICQ 2008). Le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) effectue un classement des substances en fonction de leur degré de cancérogénicité pour l'homme. Une étude a permis de mettre en évidence 45 substances toxiques ou situations professionnelles cancérogènes n'entrant pas dans les TMP alors qu'elles sont classées cancérogènes avérées ou fortement soupçonnées par le CIRC (KASBI-BENASSOULI *et alii* 2005). Les TMP font l'objet de révisions périodiques, mais avec un temps de latence important par rapport aux progrès de la connaissance sur le rôle étiologique des expositions.

Autre source de sous-reconnaissance, les contentieux de plus en plus fréquents à l'initiative d'employeurs conseillés par des cabinets spécialisés, remettant en cause l'origine

professionnelle des atteintes à la santé. Ces contentieux feraient perdre à la branche ATMP environ 200 millions d'euros par an (SANTÉ-TRAVAIL 2009).

### **3. L'impact de l'évolution du marché du travail sur l'invisibilité des cas**

La protection des salariés vis-à-vis des risques a beaucoup progressé au cours du 20<sup>ème</sup> siècle. D'un côté, l'évolution des connaissances médicales permet d'identifier les produits à risque mais aussi les gestes à éviter comme ramasser un colis sans plier les jambes. De l'autre côté, l'évolution des connaissances technologiques a permis par exemple de construire des machines pour faciliter certains travaux ou des sièges soulageant le dos. Bien que les données permettant de mesurer le nombre de maladies professionnelles sur une période aussi longue n'existent pas, tout porte à croire que les risques ont diminué au cours du siècle passé. Pourtant le nombre de maladies professionnelles a été multiplié par 4 entre 1995 et 2007 (CNAMTS 2008). Bien que cette augmentation s'explique en partie par une meilleure réparation des maladies professionnelles, les risques professionnels sont en progression. Le développement de notre société est passé par la recherche continue d'une meilleure productivité. L'organisation du travail a pour cela subi d'importantes restructurations qui nous poussent à nous questionner sur les liens entre l'évolution du marché du travail et l'augmentation des risques professionnels.

L'évolution du marché du travail rend plus complexe encore la mise en évidence et la reconnaissance des pathologies liées au travail. Cette évolution a souvent pour conséquence une augmentation des risques encourus par les salariés et non reconnus comme risques professionnels. L'intensification du travail, par exemple, accroît les risques supportés par les salariés. L'infirmière évite d'utiliser le lève-malade pour gagner du temps. Pour les mêmes raisons, le peintre ne remet pas son équipement pour de petites retouches. L'intensification de l'activité et le développement de nouvelles formes de management se traduisent par une augmentation des accidents du travail et de certaines pathologies. Les troubles musculo-squelettiques représentent désormais la première cause de maladies professionnelles (GOLBERG et IMBERNON 2008). Le « néomanagement » conduit à une pression à la fois plus forte et plus individualisée (DE TERSSAC *et alii* 2008). Le développement du stress au travail est à mettre en relation avec ces nouveaux modes de fonctionnement qui mettent en concurrence les individus et les privent du soutien social nécessaire pour faire face à cette pression.

L'évolution du marché du travail est aussi marquée par la précarisation de l'emploi et des temps de travail ainsi que l'externalisation du travail qui rendent très difficile la reconstitution

des itinéraires professionnels des individus. Le suivi des salariés en contrat précaire par les médecins du travail est rendu plus compliqué à cause de leur mobilité. Comment suivre le dossier d'un patient ? Le lien entre maladie et exposition est difficile à établir. Les milieux de travail changent, l'information sur les produits dangereux ou nocifs pour la santé n'est pas disponible de façon uniforme entre les secteurs et les entreprises. Le changement de travail nécessite d'enregistrer la durée de l'exposition passée, de garder une trace de l'itinéraire professionnel.

BOUFFARTIGUE *et alii* (2008) ont recensé plusieurs études qui montrent la surexposition aux risques professionnels des salariés de la sous-traitance, ce qui complique encore l'imputabilité d'une maladie au milieu professionnel. Les accidents des sous-traitants sont répertoriés dans l'«interprofessionnel ». Les données de la caisse nationale d'Assurance Maladie ne permettent donc pas d'identifier les entreprises à l'origine des expositions. La multiplication des employeurs aboutit à une dilution des responsabilités et à un report des risques sur les salariés. La rotation des salariés peut permettre à l'employeur de respecter des doses d'exposition. Mais si l'on se place du point de vue du salarié qui change fréquemment d'employeur, rien ne vient limiter ses doses d'exposition, si ce n'est le pouvoir de refuser de travailler à nouveau dans des environnements exposés.

Dans ce contexte, on saisit l'importance de l'enquête périodique Santé et Itinéraires Professionnels, lancée à la fin de l'année 2006 par la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (DREES) et la Direction de l'animation de la recherche, des études et des statistiques (DARES), non seulement pour le suivi des salariés en contrats précaires, mais aussi pour le problème plus général du suivi longitudinal des expositions (BAHU *et alii* 2009).

Les données de reconnaissance en maladie professionnelle sous-estiment l'ampleur du phénomène. Cette invisibilité nous fait pénétrer dans un cercle vicieux qui aboutit à un faible nombre d'évaluation économique. Contrairement à ce que nous pourrions penser, l'évolution de notre société tend à faire émerger de nouveaux risques professionnels et à rendre de plus en plus difficile leur évaluation. Il est essentiel de briser ce cercle afin de mettre en évidence le nombre réel de cas de cancers imputables à des facteurs de risque professionnel. Afin ne pas sous-estimer le nombre de cas de cancers professionnels et donc leur coût, il est nécessaire d'adapter notre méthodologie pour sélectionner les facteurs de risque à prendre en compte et de mobiliser des outils épidémiologiques.

### **Section 3 : La délimitation du champ de l'étude**

#### **1. Quelle définition des cancers des voies respiratoires ?**

Nous avons choisi de restreindre notre évaluation aux cancers des voies respiratoires, l'inhalation étant la voie prioritaire de pénétration des cancérogènes (IMBERNON 2003). Selon le thésaurus MeSH (Medical Subject Heading), les tumeurs de l'appareil respiratoire touchent le larynx, le poumon, le nez, la plèvre et la trachée. Pour définir précisément les localisations retenues dans notre analyse nous pouvons utiliser la 10<sup>ème</sup> révision de la Classification Internationale des Maladies (CIM10). Le cancer du larynx est donc défini par le code C32. Sous le terme « cancer du poumon », on inclut généralement le cancer des bronches et de la trachée. Les codes CIM correspondant à cette localisation de cancer sont respectivement C33 et C34. Sous le terme « cancer naso-sinusien », nous regroupons les cancers des fosses nasales (Code CIM10 : C30) et des sinus de la face (Code CIM10 : C31). Pour le mésothéliome de la plèvre, nous prenons en compte le code C45.0 mais aussi C38.4 correspondant aux autres tumeurs malignes de la plèvre.

#### **2. La sélection des facteurs de risque**

Un facteur de risque d'une pathologie se définit comme un facteur qui augmente le risque d'être atteint de cette maladie. Dans la littérature, les facteurs de risque prennent plusieurs formes. Le CIRC distingue les agents ou groupe d'agents, les mélanges et les circonstances d'exposition. Ainsi, sont par exemple reconnus comme cancérigènes l'amiante mais aussi des mélanges complexes comme les poussières de bois ou encore le travail des peintres. La dénomination d'un facteur de risque par un mélange ou une circonstance d'exposition s'explique principalement par le fait que la substance cancérigène n'est pas clairement identifiée. C'est le cas par exemple des peintres, dont le travail est reconnu comme cancérigène sans pour autant pouvoir désigner une substance précisément.

Dans l'idéal, notre analyse doit prendre en compte l'ensemble des facteurs de risque des cancers des voies respiratoires. Cependant la question d'un « double compte » de l'effet de certains facteurs peut se poser. En effet, un facteur peut être considéré en tant que tel mais peut aussi être en quelque sorte inclus dans un autre facteur. Des solvants sont cancérigènes et sont présents dans les peintures. Cependant pour certains mélanges ou circonstances d'exposition, l'agent causal n'est pas identifié et n'est pas déjà pris en compte par ailleurs. Par conséquent, nous n'incluons dans notre analyse que les mélanges et circonstances

d'exposition pour lesquels l'agent causal n'est pas identifié, afin d'éviter le risque de double compte.

Si des facteurs de risque sont clairement reconnus comme cancérigènes, l'amiante par exemple, d'autres font débat. Nous avons dû effectuer une sélection des facteurs de risque à inclure dans notre analyse en fonction des connaissances scientifiques, de l'impact du facteur mais aussi de la disponibilité des données. Pour cela, nous avons procédé en deux étapes. Nous avons tout d'abord élaboré une liste large de facteurs que nous avons dans un second temps restreinte en éliminant les facteurs dont l'exposition touche un faible nombre de travailleurs ou pour lesquels les données n'existent pas.

Pour élaborer notre première liste large de facteurs, nous avons identifié deux sources principales. Au niveau national, les TMP utilisés pour la reconnaissance et l'indemnisation des cancers professionnels peuvent être mobilisés. S'ils apparaissent comme une base intéressante pour la sélection de nos facteurs de risque, les TMP ne doivent pas en constituer la seule source. KASBI-BENASSOULI *et alii* (2005) ont mis en évidence 45 substances toxiques ou situations professionnelles cancérigènes pour lesquelles il n'existe pas de TMP relatifs à un cancer alors qu'elles sont classées cancérigènes avérées ou fortement soupçonnées par le CIRC pour l'année 2004. Se baser uniquement sur les TMP reviendrait à ne pas prendre en compte un grand nombre de facteurs de risque et donc à sous-estimer l'importance et le coût des cancers professionnels des voies respiratoires. Au niveau international, le CIRC effectue un classement des substances en fonction de leur degré de cancérogénicité pour l'homme. Cette classification évalue la cancérogénicité pour l'homme de produits chimiques, de mélanges de produits chimiques, ainsi que d'autres agents.

Les cancérigènes sont classés en 5 groupes :

- le groupe 1 répertoriant les agents (ou mélanges ou modes d'exposition) dont la cancérogénicité est avérée pour l'homme,
- le groupe 2A les agents pour lesquels elle est considérée probable,
- le groupe 2B pour lesquels elle est considérée possible,
- le groupe 3 les agents non classables,
- le groupe 4 les agents probablement non cancérigènes

Les experts du CIRC effectuent un suivi de la littérature scientifique internationale concernant les agents potentiellement cancérigènes pour l'homme. Lorsque les experts jugent cette littérature suffisamment abondante et pertinente, un groupe de travail rédige une monographie et évalue ensuite la cancérogénicité pour l'homme de l'agent considéré. Le CIRC publie ainsi

plusieurs monographies par an sur les substances spécifiques, mélanges, ou modes d'exposition. Tous les cancérogènes potentiels peuvent ainsi être évalués. Les cancérogènes rencontrés en milieu professionnel représentent environ la moitié des agents du groupe 1.

Nous avons donc choisi de créer une première liste large constituée de tous les facteurs de risque pour lesquels il existe un TMP relatif à un cancer des voies respiratoires ainsi que les facteurs de risque classés 1 et 2A par le CIRC toujours pour un cancer des voies respiratoires. Cette première liste est présentée dans le tableau 1. La dénomination du facteur est celle de l'assurance maladie ou du CIRC si le facteur n'est pas reconnu par le système. Lorsqu'il existe un tableau de reconnaissance en maladie professionnelle pour un cancer, son numéro est précisé. L'indication « pas de TMP pour un cancer » signifie qu'il existe un tableau de maladie professionnelle relatif au facteur mais pour une pathologie autre qu'un cancer.

Pour restreindre la liste, nous avons étudié les données de prévalence d'exposition disponibles, à savoir les données des enquêtes CAREX (Carcinogen Exposure) et SUMER (Surveillance Médicale des Risques Professionnels) pour les années 1994 et 2003. Ces différentes informations sont également présentées dans le tableau 1. Les données de l'enquête CAREX concernent des expositions entre 1990 et 1993 alors que les enquêtes SUMER s'intéressent aux années 1994 et 2003. La dénomination du facteur dans l'enquête CAREX ou SUMER est précisée si elle est différente de l'intitulé retenu. Concernant l'enquête SUMER, la mention « non significatif » signifie que l'effectif non pondéré exposé est inférieur à 10. Dans ce cas l'information n'est pas donnée car elle est considérée comme non significative compte tenu de la faiblesse des effectifs.

Tableau 1 : 1<sup>ère</sup> liste de facteurs de risque

Facteur de risque		Cancérogénicité		Estimation du nombre de personnes exposées		
Dénomination	Localisation de la pathologie	TMP	Classement CIRC	CAREX	SUMER 94	SUMER 2003
<b>Acide chromique</b>	Cancer du poumon et cancer naso-sinusien	RG 10 ter	-	Chrome VI et composés 67 961	Chrome VI, acide chromique, sels 52 000	Chrome et dérivés 108 000
<b>Acrylamide</b>	Poumon	Pas de TMP pour un cancer	2A	13 403	11 000	27 800
<b>Amiante</b>	Cancer du poumon et mésothéliome de la plèvre	RA 47 bis, RG 30, RG 30 bis	1	138 111	92 000	106 600
<b>Ardoise</b>	Cancer du poumon	RG 25	-	-	-	-
<b>Arsenic (poussières et vapeurs)</b>	Cancer du poumon	RA 10, RG 20 bis	1	Arsenic et ses composés 25 920	Non significatif	Non significatif
<b>Arseno-pyrites aurifères</b>	Cancer du poumon	RG 20 ter	-	Arsenic et ses composés 25 920	Non significatif	Non significatif

<b>Benzo(a)pyrène</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	1	-	-	-
<b>Béryllium et composés</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	1	11 620	Non significatif	Autres métaux et dérivés (mercure, vanadium, aluminium, béryllium etc.) 176 600
<b>Bis (chlorométhyle) éther</b>	Cancer du poumon	RG 81	1	Bis(chlorométhyl)éther et chlorométhyl méthyl éther 2 250	Non significatif	-
<b>Brais de Houille</b>	Cancer du poumon	RA 35 bis, RG 16 bis	1	-	Goudrons, brais et bitumes de houille et de pétrole 65 000	Goudrons de houille et dérivés, bitumes et brais de pétrole 117 100
<b>Brouillards d'acides minéraux forts contenant de l'acide sulfurique (exposition professionnelle)</b>	Cancer du poumon et cancer du larynx	Pas de TMP pour un cancer	1	375 461	543 000	Acides minéraux sauf acides cyanhydrique et chromique 822 500
<b>Cadmium et ses composés</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	1	22 034	10 000	27 700

<b>Caoutchouc (industrie du)</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	1	-	-	Fumées de dégradation thermique des matières plastiques 142 900 + Fumées de vulcanisation 38 300
<b>Chromates de zinc</b>	Cancer du poumon et cancer naso-sinusien	RG 10 ter	-	Chrome VI et ses composés 67 961	Chrome VI, acide chromique, sels 52 000	Chrome et dérivés 108 000
<b>Chromates et bichromates alcalins ou alcalinoterreux</b>	Cancer du poumon et cancer naso-sinusien	RG 10 ter	-	Chrome VI et ses composés 67 961	Chrome VI, acide chromique, sels 52 000	Chrome et dérivés 108 000
<b>Chrome hexavalent (composés)</b>	Cancer du poumon et cancer naso-sinusien	Pas de TMP pour un cancer	1	67 961	Chrome VI, acide chromique, sels 52 000	Chrome et dérivés 108 000
<b>Cobalt et carbure de tungstène (avant frittage)</b>	Cancer du poumon	RG 70 ter	2A	Cobalt et ses composés 36 138	Cobalt et dérivés 24000	Cobalt et dérivés 47 600
<b>Cristobalite</b>	Cancer du poumon	RG 25	1	Silice cristalline 108 164	Silice cristalline 97 000	Silice cristalline 269 000

<b>Epichlorhydrine</b>	Cancer du poumon et cancer naso-sinusien	Pas de TMP pour un cancer	2A	11 190	10 000	19 700
<b>Expositions professionnelles lors de l'épandage et de l'application d'insecticides non arsenicaux</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	2A	-	Insecticides organophosphorés 139 000	Insecticides organophosphorés 76100 insecticides autres 100 200
<b>Extraction souterraine d'hématite avec exposition concomitante au radon</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	1	-	-	-
<b>Fabrication de l'isopropanol (procédé à l'acide fort)</b>	Cancer naso-sinusien	Pas de TMP pour un cancer	1	-	-	-
<b>Fabrication et réparation de chaussures et bottes</b>	Cancer du poumon et cancer naso-sinusien	Pas de TMP pour un cancer	1	-	-	-
<b>Fer (travaux au fond des mines)</b>	Cancer du poumon	RG 44 bis	-	-	-	-

<b>Fumées d'échappement des moteurs diesel</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	2A	-	-	Gaz d'échappement diesel 727 500
<b>Gaz moutarde</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	1	247	-	-
<b>Glycidol</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	2A	-	-	-
<b>Goudrons de houille</b>	Cancer du poumon	RA 35 bis, RG 16 bis	1	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), sauf fumée de tabac 117 202	Goudrons, brais et bitumes de houille et de pétrole 65 000	Goudrons de houille et dérivés, bitumes et brais de pétrole 117 100
<b>Huiles de houille (comprenant les fractions acénaphténiques, anthracéniques, chryséniques, naphthaléniques, phénoliques)</b>	Cancer du poumon	RA 35 bis, RG 16 bis	-	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), sauf fumée de tabac 117 202	Goudrons, brais et bitumes de houille et de pétrole Exposés 65 000	Goudrons de houille et dérivés, bitumes et brais de pétrole 117 100
<b>Méthanesulfonate de méthyle</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	2A	-	-	-

<b>Nickel (grillage des mattes)</b>	Cancer du poumon et cancer naso-sinusien	RG 37 ter	1	Composés du Nickel 46 541	Nickel et dérivés 46 000	nickel et dérivés 97 700
<b>Nitrosamines en particulier n-nitrosodiméthylamine et n-nitrosodiéthylamine</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	2A	n-nitrosodiméthylamine 6 920 n-nitrosodiéthylamine 5 566	Nitrosamines 11 000	Non significatif
<b>Peintres (exposition professionnelle)</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	1	-	-	-
<b>Poussières des bois</b>	Cancer naso-sinusien	RG 47	1	Poussières de bois 177 949	Poussières de bois 185 000	Poussières de bois 379 900
<b>Quartz</b>	Cancer du poumon	RG 25	1	Silice cristalline 108 164	Silice cristalline 97 000	Silice cristalline 269 000
<b>Rayonnements ionisants (par inhalation)</b>	Cancer du poumon	RA 20, RG 6	-	Radiation ionisante 22 114	Radiations ionisantes DATR de catégories A 94 000 Radiations ionisantes non DATR de catégories B 53 000	Radiations ionisantes DATR de catégories A ou B 273 200

<b>Schiste en poudre</b>	Cancer du poumon	RG 25	-	-	-	-
<b>Silice en poudre</b>	Cancer du poumon	RG 25	-	-	-	Silice cristalline 269 000
<b>Suies de combustion du charbon</b>	Cancer du poumon	RA 35 bis, RG 16 bis	1	-	-	-
<b>Sulfate de diméthyle</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	2A	1 248	-	-
<b>Tabagisme passif</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	1	1 162 464	-	-
<b>Tétrachloréthylène (perchloréthylène)</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	2A	140 913	-	Perchloroéthylène 47 400

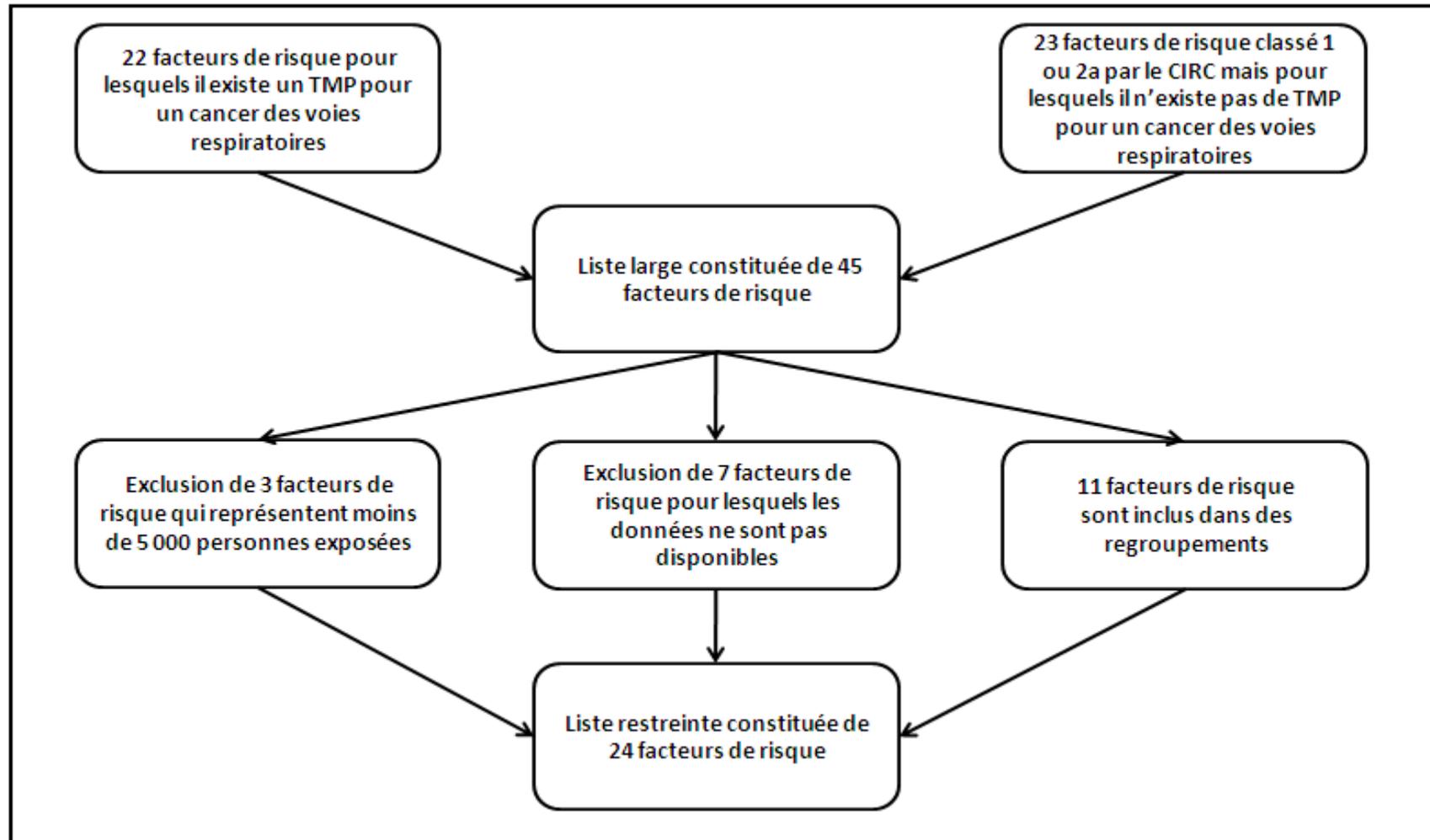
<b>Toluènes-<math>\alpha</math> chlorés (benzotrichlorure, chlorure de benzal, chlorure de benzyle) et chlorure de benzolyne (expositions mixtes)</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	2A	-	-	Toluènes 253 600
<b>Tridymite</b>	Cancer du poumon	RG 25	-	Silice cristalline 108 164	Silice cristalline 97 000	Silice cristalline 269 000
<b>Verrerie d'art, fabrication de verre creux et de verre moulé</b>	Cancer du poumon	Pas de TMP pour un cancer	2A	57 000	-	-

Les circonstances d'exposition ne font, pour la plupart, pas partie des enquêtes SUMER et CAREX. Pour autant, ces facteurs de risque peuvent avoir un impact très important. Pour ces cas particuliers, nous nous sommes intéressés au nombre de personnes potentiellement exposées en étudiant les effectifs salariés. Les facteurs pour lesquels aucune donnée n'est disponible ainsi que ceux dont le nombre de personnes exposées est inférieur à 5 000 ont été exclus. Nous avons ainsi pu supprimer de la liste 10 facteurs de risque (cf figure 1). Il n'existe pas de donnée concernant l'ardoise, la fabrication de l'isopropanol, le fer, le glycidol, le méthanesulfate de méthyle, l'extraction souterraine d'hématite avec exposition concomitante au radon et le schiste en poudre. Le sulfate de diméthyle, le bis(chlorométhyle)éther ainsi que le gaz moutarde représentent moins de 5000 personnes exposées. Concernant les facteurs de risque correspondant à des circonstances d'exposition, les enquêtes CAREX et SUMER ne fournissent pas de données pour l'industrie du caoutchouc, la fabrication et réparation de chaussures et bottes, et les peintres. Nous les avons cependant conservés car la fabrication et réparation de chaussures et bottes, et l'industrie du caoutchouc concernent respectivement plus de 40 000 et 60 000 salariés (KASBI-BENASSOULI *et alii* 2005). De même, le recensement de 1999 permet d'estimer le nombre de peintres en bâtiment en France à plus de 40 000 (INSEE POITOU-CHARENTES 2006).

Etant donné que la liste de facteurs provient de deux sources distinctes, elle contient des redondances qui ne sont pas toujours faciles à identifier à cause d'intitulés différents. Nous avons donc effectué des regroupements :

- L'arsenic et les arseno-pyrites aurifères sont regroupés sous le terme « arsenic et ses composés ».
- La catégorie « Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques » regroupe désormais le benzo(a)pyrène, les brais de houille, les goudrons de houille, les huiles de houille et les suies de combustion du charbon.
- L'acide chromique, les chromates de zinc, les chromates et bichromates alcalins ou alcalinoterreux, et le chrome hexavalent appartiennent désormais à la catégorie « chrome VI et composés ».
- La silice cristalline regroupe la cristobalite, le quartz, la silice en poudre, et la tridymite.
- Les travailleurs de l'industrie de la chaussure sont essentiellement exposés aux poussières de cuir (KASBI-BENASSOULI *et alii* 2005). Nous avons donc choisi de renommer le facteur de risque « fabrication et réparation de bottes » en « poussières de cuir ».

Figure 1 : Méthode de sélection des facteurs de risque



Notre sélection aboutit ainsi à une liste de 24 facteurs de risque :

### **Cancer du poumon**

Acrylamide  
Amiante  
Arsenic (poussières et vapeurs)  
Béryllium et composés  
Brouillards d'acides minéraux forts contenant l'acide sulfurique (exposition professionnelle)  
Cadmium et ses composés  
Caoutchouc (industrie du)  
Chrome VI et composés  
Cobalt et carbure de tungstène (avant frittage)  
Epichlorhydrine  
Expositions professionnelles lors de l'épanage et de l'application d'insecticides non arsenicaux  
Fumées d'échappement des moteurs diesels  
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques  
Nickel (grillage des mattes)  
Nitrosamines en particulier n-nitrosodiméthylamine et n-nitrosodiéthylamine  
Peintres (exposition professionnelle)  
Rayonnements ionisants (par inhalation)  
Silice cristalline  
Tabagisme passif  
Tétrachloréthylène (perchloréthylène)  
Toluènes- $\alpha$  chlorés (benzotrichlorure, chlorure de benzal, chlorure de benzyle) et chlorure de benzolyne (expositions mixtes)  
Verrerie d'art, fabrication de verre creux et de verre moulé

### **Cancer naso-sinusien**

Chrome VI et composés  
Epichlorhydrine  
Poussières de bois  
Poussières de cuir  
Nickel (grillage des mattes)

### **Cancer du larynx**

Amiante  
Brouillards d'acides minéraux forts contenant l'acide sulfurique (exposition professionnelle)  
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

### **Mésothéliome de la plèvre**

Amiante

## **Conclusion du chapitre 1**

Notre analyse du système ATMP met en lumière une sous-déclaration et une sous-reconnaissance des cancers d'origine professionnelle en France. Cette sous-réparation crée une invisibilité des cancers professionnels qui est accentuée par l'évolution du marché du travail.

L'invisibilité des cas constitue un obstacle à l'évaluation du coût social des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels. Les données de CNAMTS sous-estiment la réalité et ne peuvent donc pas être mobilisées à la fois pour déterminer les facteurs de risque à prendre en compte mais aussi pour estimer le nombre de cancers dont ils sont à l'origine.

Pour surmonter la sous-reconnaissance par le système des cancers professionnels, il est nécessaire de mettre en place une sélection des facteurs de risque incluant ceux pour lesquels il existe un TMP mais aussi ceux dont la cancérogénicité pour l'homme est considérée comme « avérée » ou « probable ». Après avoir restreint notre analyse aux cancers des voies respiratoires, une liste large de 45 facteurs a ainsi été constituée. Des regroupements et l'exclusion de facteurs dont l'impact est jugé négligeable ou pour lesquels les données épidémiologiques ne sont, a priori, pas disponibles nous permettent d'aboutir à une liste de 24 facteurs de risque. Les cancers des voies respiratoires inclus dans notre analyse sont le cancer du poumon, le cancer naso-sinusien, le cancer du larynx et le mésothéliome de la plèvre. A chaque étape de l'évaluation, les cancers ou les facteurs de risque pour lesquels les données ne sont pas disponibles seront exclus de l'analyse. Il convient désormais de déterminer le nombre de cas de ces cancers imputables à chaque facteur de risque, c'est l'objet du chapitre 2.

## Chapitre 2 : Évaluer l'impact sanitaire d'un facteur de risque

---

Dans le chapitre précédent, nous avons élaboré une liste de 24 facteurs de risque à inclure potentiellement dans notre analyse. La première étape de l'évaluation du coût social des cancers professionnels consiste à déterminer le nombre de cas de cancer imputables à chaque facteur de risque. Pour cela, la sous-déclaration des cancers professionnels rend les données de la CNAMTS inutilisables sous peine de sous-estimer fortement l'impact de chaque facteur sur la population. Nous mobilisons donc la méthode des risques attribuables qui permet d'estimer à partir de données de risque relatif et de prévalence d'exposition « vie entière », la part d'une population de cas d'une pathologie imputable à un facteur de risque.

Dans ce chapitre, nous présentons dans un premier temps cette méthode ainsi que les données nécessaires à son utilisation. Une revue de la littérature est mise en place pour déterminer les données disponibles de risque relatif issues de méta-analyse pour chaque facteur de risque. Le programme Matgéné initié par l'InVS fournit des estimations de prévalence d'exposition « vie entière » que nous mobilisons lorsqu'elles sont disponibles pour le facteur de risque. A défaut, la prévalence d'exposition « vie entière » est estimée à partir de l'enquête SUMER.

A partir de données de mortalité et de morbidité des cancers du poumon, des cancers nasosinusiens et du mésothéliome de la plèvre en 2010, nous estimons dans un second temps les nombres de cas incidents, prévalents et de décès attribuables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir.

## **Section 1 : La méthode des risques attribuables pour contourner l'invisibilité des cancers professionnels**

### **1. Le concept de risque attribuable**

Le calcul de risques attribuables est une méthode fréquemment utilisée en santé publique pour estimer l'impact d'un facteur de risque sur la santé d'une population. Cette méthode a été développée pour la première fois par LEVIN (1953) pour évaluer l'impact du tabagisme sur le cancer du poumon. Elle a été appliquée par la suite à d'autres types d'exposition et à d'autres pathologies. Dans le domaine des maladies d'origine professionnelle, elle a par exemple permis d'étudier les défauts d'auditions ou l'asthme dus à des expositions professionnelles (DRISCOLL *et alii* 2005, NELSON *et alii* 2005).

La méthode de calcul d'un risque attribuable est très présente dans la littérature. Les expressions « fraction attribuable », « fraction étiologique » ou encore « pourcentage de risque attribuable » sont autant de termes qui correspondent à la même méthode de risque attribuable. GEFELLER (1990, 1995) a recensé 16 termes servant à définir ce même concept. Pour notre analyse nous employons le terme de risque attribuable qui est le plus couramment utilisé dans la littérature (INSERM 2005).

On peut définir le risque attribuable de deux façons différentes. Il estime la fraction des cas d'une maladie attribuables à une exposition dans l'ensemble d'une population, y compris chez les individus non exposés (BOUYER *et alii* 1995). Autrement dit le risque attribuable évalue la fraction de cas qui pourrait être évitée si l'exposition était supprimée.

Il est cependant difficile d'évaluer l'impact d'un seul facteur car les pathologies, et plus particulièrement les cancers, sont la résultante d'une multitude de facteurs, à la fois d'origine professionnelles mais aussi comportementaux ou encore génétiques. Même si on considère tous les facteurs de risque d'une pathologie comme étant identifiés, la somme des risques attribuables à chacun de ses facteurs peut dépasser le risque attribuable à l'ensemble des facteurs pris simultanément en raison des synergies et effets multiplicateurs. Mais le risque attribuable indique toujours la proportion de cas qui serait évitée si le facteur de risque était supprimé puisque l'exposition simultanée à ces deux facteurs n'existerait plus.

Le risque attribuable est défini par la formule suivante :

$$\text{Risque attribuable} = \frac{\mathbf{R} - \mathbf{R}_{n.exp}}{\mathbf{R}} \quad (1)$$

Avec  $\mathbf{R}$  le risque observé dans l'ensemble de la population (exposés et non exposés) et  $\mathbf{R}_{n.exp}$  le risque observé dans une population non exposée.

Le risque attribuable dépend de la prévalence d'exposition du facteur dans la population  $\mathbf{P}_E$  et du risque relatif noté  $\mathbf{RR}$  qui quantifie l'intensité du lien entre ce facteur et la pathologie. Pour faire apparaître cette relation à partir de la formule (1), il faut décomposer le risque  $\mathbf{R}$  en distinguant la population exposée et la population non exposée. On a donc :

$$\mathbf{R} = (\mathbf{P}_{\bar{E}} \times \mathbf{R}_{n.exp}) + (\mathbf{P}_E \times \mathbf{R}_{exp})$$

Le risque attribuable s'écrit désormais :

$$\text{Risque attribuable} = \frac{(\mathbf{P}_{\bar{E}} \times \mathbf{R}_{n.exp}) + (\mathbf{P}_E \times \mathbf{R}_{exp}) - \mathbf{R}_{n.exp}}{(\mathbf{P}_{\bar{E}} \times \mathbf{R}_{n.exp}) + (\mathbf{P}_E \times \mathbf{R}_{exp})}$$

On peut également décomposer le risque observé dans la population exposé pour faire apparaître le risque relatif :  $\mathbf{R}_{exp} = \mathbf{RR} \times \mathbf{R}_{n.exp}$

On peut donc écrire :

$$\text{Risque attribuable} = \frac{((\mathbf{P}_{\bar{E}} \times \mathbf{R}_{n.exp}) + (\mathbf{P}_E \times \mathbf{RR} \times \mathbf{R}_{n.exp})) - \mathbf{R}_{n.exp}}{((\mathbf{P}_{\bar{E}} \times \mathbf{R}_{n.exp}) + (\mathbf{P}_E \times \mathbf{RR} \times \mathbf{R}_{n.exp}))}$$

On factorise et on simplifie par  $\mathbf{R}_{n.exp}$  puis on remplace  $\mathbf{P}_{\bar{E}}$  par  $1-\mathbf{P}_E$  :

$$\text{Risque attribuable} = \frac{\mathbf{R}_{n.exp} [(\mathbf{P}_{\bar{E}} + \mathbf{P}_E \times \mathbf{RR}) - 1]}{\mathbf{R}_{n.exp} [\mathbf{P}_{\bar{E}} + (\mathbf{P}_E \times \mathbf{RR})]} = \frac{1-\mathbf{P}_E + (\mathbf{P}_E \times \mathbf{RR}) - 1}{1-\mathbf{P}_E + (\mathbf{P}_E \times \mathbf{RR})}$$

On factorise enfin par  $\mathbf{P}_E$  pour obtenir la formule suivante (LEVIN 1953):

$$\text{Risque attribuable} = \frac{\mathbf{P}_E \times (\mathbf{RR} - 1)}{[\mathbf{P}_E \times (\mathbf{RR} - 1)] + 1} \quad (2)$$

Cette seconde écriture (2) met en évidence l'influence de la prévalence d'exposition et du risque relatif. La mesure du risque attribuable est donc propre à une population et ne sera que très rarement transposable à un autre contexte puisque la prévalence d'exposition diffère généralement d'une population à une autre.

Le risque relatif peut être exprimé en termes de morbidité ou de mortalité. Dans le second cas, le risque attribuable calculé, parfois appelé « mortalité attribuable » est défini par VALLERON (2000) comme « *la mortalité supplémentaire qu'on observerait par rapport à celle obtenue dans l'hypothèse où le facteur étudié est supprimé* ». Dans le cas de pathologies mortelles, cette distinction permet d'éviter les erreurs d'interprétations bien que dans la littérature on fait fréquemment l'hypothèse que le risque relatif de décès est égal au risque relatif de morbidité dans le cas de maladie avec pronostic sombre (NURMINEN et KARJALAINEN 2001, KURIHARA et WADA 2004, GUHA *et alii* 2009). Les cancers du poumon et de la plèvre ont un taux de survie à 5 ans inférieur à 20 % (MAZEAU-WOYNAR et CERF 2010) et sont donc considérés comme des pathologies à pronostic sombre.

Si on regarde de plus près la formule (2), on remarque que le risque relatif est une fonction croissante des deux paramètres qui le composent. Le tableau suivant donne les valeurs de risques attribuables en fonction de différentes valeurs de risque relatif et de prévalence d'exposition :

<b>P<sub>E</sub> \ RR</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>0%</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>1%</b>	0,00%	0,99%	3,85%	<b>8,26%</b>
<b>2%</b>	0,00%	1,96%	7,41%	15,25%
<b>3%</b>	0,00%	2,91%	10,71%	21,26%
<b>4%</b>	0,00%	3,85%	13,79%	26,47%
<b>5%</b>	0,00%	4,76%	16,67%	31,03%
<b>6%</b>	0,00%	5,66%	19,35%	35,06%
<b>7%</b>	0,00%	6,54%	21,88%	38,65%
<b>8%</b>	0,00%	7,41%	24,24%	41,86%
<b>9%</b>	0,00%	<b>8,26%</b>	26,47%	44,75%

Une même valeur de risque attribuable peut traduire plusieurs réalités différentes. On remarque qu'un risque attribuable de 8,26 % par exemple peut être obtenu si le facteur de risque touche une faible part de la population ( $P_E = 1\%$ ) mais que son lien avec la pathologie

est fort ( $RR = 10$ ). On peut obtenir le même résultat si on s'intéresse à un facteur de risque touchant davantage la population ( $P_E = 9\%$ ) mais avec un lien plus faible avec la pathologie ( $RR = 2$ ). Le tableau nous montre également qu'un risque attribuable nul traduit une absence d'exposition dans la population ou une absence de lien entre le facteur et la maladie.

Le risque attribuable possède une propriété qu'il est important d'expliciter pour la suite de notre analyse. Un risque attribuable est estimé à partir de données de risque relatif et de prévalence d'exposition. L'estimation de ces paramètres nécessite de définir ce qu'on entend par « personne exposée ». La définition de l'exposition doit être identique dans l'estimation de la prévalence d'exposition et du risque relatif. Il est possible de définir différentes catégories d'exposition par exemple, une exposition « moyenne » comprise entre 1 et 3 mg par m<sup>3</sup> et « forte » supérieure à 3 mg par m<sup>3</sup>. Nous pouvons donc estimer autant de valeur de risque attribuable qu'il existe de catégorie d'exposition. La propriété de distributivité nous dit que si des valeurs de risque attribuable sont estimées pour plusieurs catégories d'exposition alors leur somme est égale au risque attribuable calculé pour toutes ces expositions regroupées à condition que le seuil de référence soit le même (INSERM 2005). Dans notre exemple le risque attribuable calculé pour une exposition supérieure à 1 mg par m<sup>3</sup> est égal à la somme des risques attribuables estimés pour une exposition comprise entre 1 et 3 mg par m<sup>3</sup> et pour une exposition supérieure à 3 mg par m<sup>3</sup>.

Cette propriété est essentielle pour notre évaluation. Il serait intéressant de réaliser une analyse par catégorie d'exposition mais les données disponibles sont très peu nombreuses. Notre évaluation mobilise donc une seule catégorie d'exposition par facteur de risque.

Le risque attribuable s'exprime en proportion de cas qui peut aisément être transformé en nombre de cas (prévalents, incidents ou de décès) attribuable à l'exposition étudiée en appliquant la formule suivante :

$$\text{Nombre de cas attribuables} = \mathbf{RA} \times \mathbf{N} \quad (3)$$

Avec **RA** le risque attribuable et **N** le nombre de cas (incidents, prévalents ou de décès) total de la pathologie dans la population concernée.

Si le risque attribuable est fonction des valeurs de risque relatif et de prévalence d'exposition, le nombre de cas attribuable est quant à lui fonction des valeurs de **N** dans la formule (3). L'impact d'une exposition sur une population générale dépend en grande partie de l'impact de la pathologie dans cette même population qu'il soit mesuré en termes de nombre de cas incidents, prévalents ou de décès.

Comme pour le risque attribuable, un même résultat en termes de nombre de cas attribuables peut traduire différentes réalités :

<b>N \ RA</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>20%</b>	<b>50%</b>
<b>20</b>	1	2	4	10
<b>50</b>	2,50	5	10	25
<b>100</b>	5	10	20	50
<b>500</b>	25	50	100	250
<b>1 000</b>	50	100	200	500
<b>2 000</b>	100	200	400	1 000
<b>5 000</b>	250	500	1 000	<b>2 500</b>
<b>10 000</b>	500	1 000	2 000	5 000
<b>50 000</b>	<b>2 500</b>	5 000	10 000	25 000
<b>1 000 000</b>	50 000	100 000	200 000	500 000

Si N est le nombre de cas incidents de la maladie, on remarque qu'on peut obtenir un nombre de nouveaux cas attribuables de 2500 pour un nombre de cas incidents faible (N = 5000) et un risque attribuable élevé (RA = 50%) ou pour un nombre de cas incidents plus fort (N = 50 000) mais un risque attribuable plus faible (RA = 5%).

Au vue des différentes étapes aboutissant à l'estimation d'un nombre de cas attribuable, il est nécessaire d'interpréter chaque résultat en tenant compte à la fois des données d'incidence (ou de prévalence ou de mortalité) de la pathologie mais aussi de risque relatif et de prévalence d'exposition du facteur de risque.

## **2. Etude du lien entre le facteur de risque et la pathologie**

### **2.1. Définition de la notion de risque relatif**

Le risque relatif mesure la force de l'association entre un facteur de risque et un évènement. C'est le facteur par lequel le risque de maladie est multiplié en présence d'exposition (BOUYER *et alii* 1995). Il est calculé à partir du rapport entre deux probabilités de survenue d'un évènement, l'un chez les exposés et l'autre chez les non exposés.

$$\text{Risque relatif} = \frac{\text{Probabilité de survenue de l'évènement si "exposé"}}{\text{Probabilité de survenue de l'évènement si "non exposé"}}$$

Le risque relatif peut également être présenté comme le rapport, dans une population donnée, entre l'incidence d'une pathologie au sein des personnes exposées et celle au sein des personnes non exposées.

$$\text{Risque relatif} = \frac{\text{Incidence chez les exposés}}{\text{Incidence chez les non exposés}}$$

Les données de risque relatif peuvent être calculées directement à partir d'études de cohorte mais pas à partir d'études cas-témoin. Dans ce cas, l'odds ratio (OR) peut être utilisé pour l'estimer. Cette dernière mesure également l'intensité de l'association entre un facteur de risque et une exposition mais cette fois-ci à travers le rapport des cotes de maladie, l'une chez les exposés et l'autre chez les non exposés.

$$\text{Odds ratio} = \frac{\text{Odds chez les exposés}}{\text{Odds chez les non exposés}}$$

$$\text{Avec Odds} = \frac{\text{Nombre de personnes malades}}{\text{Nombre de personnes non malades}}$$

L'odds ratio présente l'avantage de pouvoir être calculé à la fois à partir d'études de cohorte mais aussi d'études cas-témoin.

Si le risque relatif ou l'odds ratio est égal à A, alors nous pouvons dire que le risque de présenter la maladie est A fois plus important chez les sujets exposés que chez les sujets non exposés. La valeur du risque relatif ou de l'odds ratio est comprise entre zéro et l'infini :

- Si RR ou OR < 1, le facteur diminue le risque d'être atteint de la maladie.
- Si RR ou OR = 1, le facteur et la maladie ne sont pas liés.
- Si RR ou OR > 1, le facteur augmente le risque d'être atteint de la maladie.

La mesure de l'intensité de l'association est présentée avec un intervalle de confiance qui permet de tester la précision du risque relatif ou de l'odds ratio mais aussi de tester la significativité des résultats. L'association est statistiquement significative si l'intervalle de confiance ne contient pas la valeur 1.

Pour illustrer le calcul du risque relatif ou de l'odds ratio, intéressons-nous à un échantillon de population de taille n. Les individus peuvent être classés selon quatre catégories selon leur exposition ou non à un facteur de risque et selon leur diagnostic en tant que malade ou non. Les catégories a, b, c et d ainsi créées peuvent être présentées dans un tableau :

	<b>Malade</b>	<b>Non malade</b>	<b>Total</b>
<b>Exposé</b>	a	b	a + b
<b>Non exposé</b>	c	d	c + d
<b>Total</b>	a + c	b + d	n = a + b + c + d

Le risque relatif et l'odds ratio sont calculés selon les formules suivantes :

$$\text{Risque relatif} = \frac{\frac{a}{a+b}}{\frac{c}{c+d}}$$

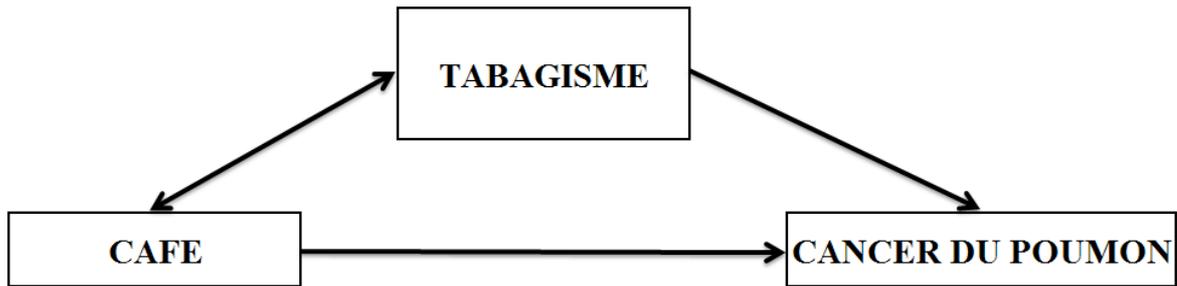
et

$$\text{Odds ratio} = \frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{a \times d}{b \times c}$$

Si la pathologie est rare, a + b tend vers b et c + d tend vers d. Dans le cas de maladie rare (prévalence < 10% ou < 20% selon l'hypothèse) l'odds ratio est une bonne estimation du risque relatif (BOUYER *et alii* 1995).

## 2.2. Facteur de confusion et paradoxe de SIMPSON

La connaissance des facteurs de confusion joue un rôle important dans la bonne interprétation d'un risque relatif. Dans le cas du cancer du poumon, il est probable de trouver une association importante avec la consommation de café. Le lien entre l'exposition à un facteur (le café) et l'évènement (le cancer du poumon) est faussé par la présence d'un facteur de confusion. Ce n'est pas le café qui a un impact sur la pathologie mais la consommation de tabac. En effet, on observe fréquemment chez les fumeurs une consommation simultanée de café et du tabac. Dans cet exemple, le tabagisme est un facteur confondant. En réalité c'est lui qui a un impact sur la survenue de la maladie.



Lorsque les facteurs de confusion sont pris en compte, le risque relatif permet véritablement de quantifier l'intensité de cette relation.

Dans le cas de pathologies rares, les échantillons de population inclus dans les études épidémiologiques sont parfois de petite taille. Pour améliorer la précision de l'estimation d'un risque relatif, nous pouvons être tentés d'additionner les échantillons de plusieurs études épidémiologiques. Le paradoxe de SIMPSON nous montre que cette solution n'est pas satisfaisante. Ainsi même si une étude montre une relation entre la présence d'un facteur de risque et la survenue d'une maladie dans une population, on peut observer une relation inverse en scindant la population en deux groupes et réciproquement (SIMPSON 1951).

Prenons une population constituée de 200 individus. On s'intéresse à l'association entre une exposition et une pathologie. Dans un premier temps, on scinde la population en deux effectifs en fonction d'une modalité par exemple le sexe, le lieu géographique...

Les caractéristiques des deux sous-populations sont présentées dans les tableaux suivants :

<b>Sous-population n°1</b>	<b>Malade</b>	<b>Non malade</b>	<b>Total</b>
<b>Exposé</b>	6	19	25
<b>Non exposé</b>	30	60	90
<b>Total</b>	36	79	115

<b>Sous-population n°2</b>	<b>Malade</b>	<b>Non malade</b>	<b>Total</b>
<b>Exposé</b>	40	20	60
<b>Non exposé</b>	20	5	25
<b>Total</b>	60	25	85

$$\text{Odds ratio 1} = \frac{\frac{6}{19}}{\frac{30}{60}} = 0,631$$

$$\text{Odds ratio 2} = \frac{\frac{40}{20}}{\frac{20}{5}} = 0,5$$

L'intensité du lien entre le facteur de risque et la pathologie est différente dans les groupes mais indique un effet protecteur de l'exposition sur la pathologie puisque l'odds ratio est inférieur à 1.

On s'intéresse désormais à la population totale. Pour cela, on additionne les effectifs des deux études :

<b>Somme des effectifs</b>	<b>Malade</b>	<b>Non malade</b>	<b>Total</b>
<b>Exposé</b>	46	39	95
<b>Non exposé</b>	50	65	105
<b>Total</b>	96	104	200

On peut penser que l'odds ratio calculé sur la population totale confirme l'effet protecteur mis en évidence sur chacune des sous-populations. Or, on obtient le résultat suivant :

$$\text{Odds ratio} = \frac{\frac{46}{39}}{\frac{50}{65}} = 1,533$$

L'odds ratio est supérieur à 1 et indique donc que le facteur d'exposition constitue un risque, ce qui est contradictoire avec les résultats précédents.

Ce paradoxe s'explique par le déséquilibre arithmétique et par l'hétérogénéité des patients. Pour faciliter la compréhension, intéressons-nous aux personnes non exposées uniquement. Le raisonnement est le même pour les personnes exposées et donc pour les odds ratio en général.

Dans la sous-population n° 1, le rapport entre le nombre de personnes malades et le nombre de personnes non malades est égal à 0,5. Autrement dit, il y a deux fois plus de personnes non malades :

$$\text{Sous-population n° 1} = \frac{30}{60} = 0,5$$

Dans la sous-population n° 2, ce rapport est inversé. Il y a 4 fois plus de malades que de non malades :

$$\text{Sous-population n° 2} = \frac{20}{5} = 4$$

La répartition des malades au sein des personnes non exposées est donc très différente. Lorsqu'on calcule le rapport dans la population totale de personnes non exposés, on obtient :

$$\text{Population totale} = \frac{50}{65} = 0,77$$

Chez les non exposés, le déséquilibre entre le nombre de malades et le nombre de non malades est beaucoup plus important dans la sous-population n° 2 pourtant ce rapport dans la population globale représente davantage la sous-population n° 1 dont l'effectif de non malades est beaucoup plus important. C'est donc la répartition très différente des effectifs au sein des populations mais aussi entre les deux populations qui explique le paradoxe de Simpson obtenu lors du calcul de l'odds ratio.

### **2.3. Méthodologie de la revue de la littérature des risques relatifs**

La sélection des facteurs de risque a permis de mettre en évidence les facteurs associés à un cancer des voies respiratoires. L'utilisation de risque relatif nous permettra de mesurer l'intensité de ces différentes associations. Les données utilisées pour notre travail sont donc issues de la littérature. Les études de cohorte ou cas-témoin fournissent des données de risque relatif ou d'odds ratio mais les différences parfois très importantes entre les résultats des études épidémiologiques et la présence de valeurs non significatives rendent leur utilisation compliquée. Pour remédier à ces problèmes d'hétérogénéité des résultats tout en évitant le paradoxe de SIMPSON, les méta-analyses offrent une solution intéressante.

### 2.3.1. Définition générale des méta-analyses

Une méta-analyse peut se définir comme une méthode de calcul basée sur une revue quantitative exhaustive de la littérature sur l'impact d'un effet, par exemple l'impact de l'amiante sur le cancer du poumon. Une méta-analyse cherche à estimer un paramètre à partir de plusieurs études épidémiologiques mais en donnant plus d'importance aux résultats dont la précision est meilleure. Dans le cas des odds ratio, la première étape consiste à recenser toutes les études permettant d'estimer l'intensité de l'association entre le facteur de risque et la pathologie considérés. Pour donner plus d'importance aux études les plus précises, la moyenne des valeurs d'odds ratio est calculée en pondérant chaque valeur par l'inverse de sa variance.

L'estimateur du odds ratio  $\hat{\theta}$  peut être défini par :

$$\hat{\theta} = \frac{\sum \theta_i w_i}{\sum w_i}$$

Avec  $\theta_i$  l'odds ratio estimé sur l'étude  $i$ .  $w_i$  est la pondération appliquée à  $\theta_i$ , c'est-à-dire l'inverse de la variance  $\sigma^2_i$  de  $\theta_i$

La pondération par l'inverse de la variance donne donc plus d'importance aux mesures les plus précises et donc indirectement aux études basées sur un échantillon de population de plus grande taille. La précision d'une estimation dépend en effet de la taille de l'échantillon de population sur lequel elle est calculée : plus il est grand et plus la précision est importante. Certaines méta-analyses attribuent également un score de qualité aux études prises en compte. Ce score peut servir comme critère d'exclusion ou comme deuxième pondération pour donner plus de poids aux mesures provenant d'études de qualité.

La méta-analyse présente l'avantage d'aboutir à une valeur moyenne qui possède une puissance statistique importante. Elle améliore la précision de l'estimation de l'effet et les résultats sont plus facilement extrapolables puisqu'ils sont basés sur plusieurs échantillons de population issus de zones géographiques différentes.

### 2.3.2. La recherche Medline

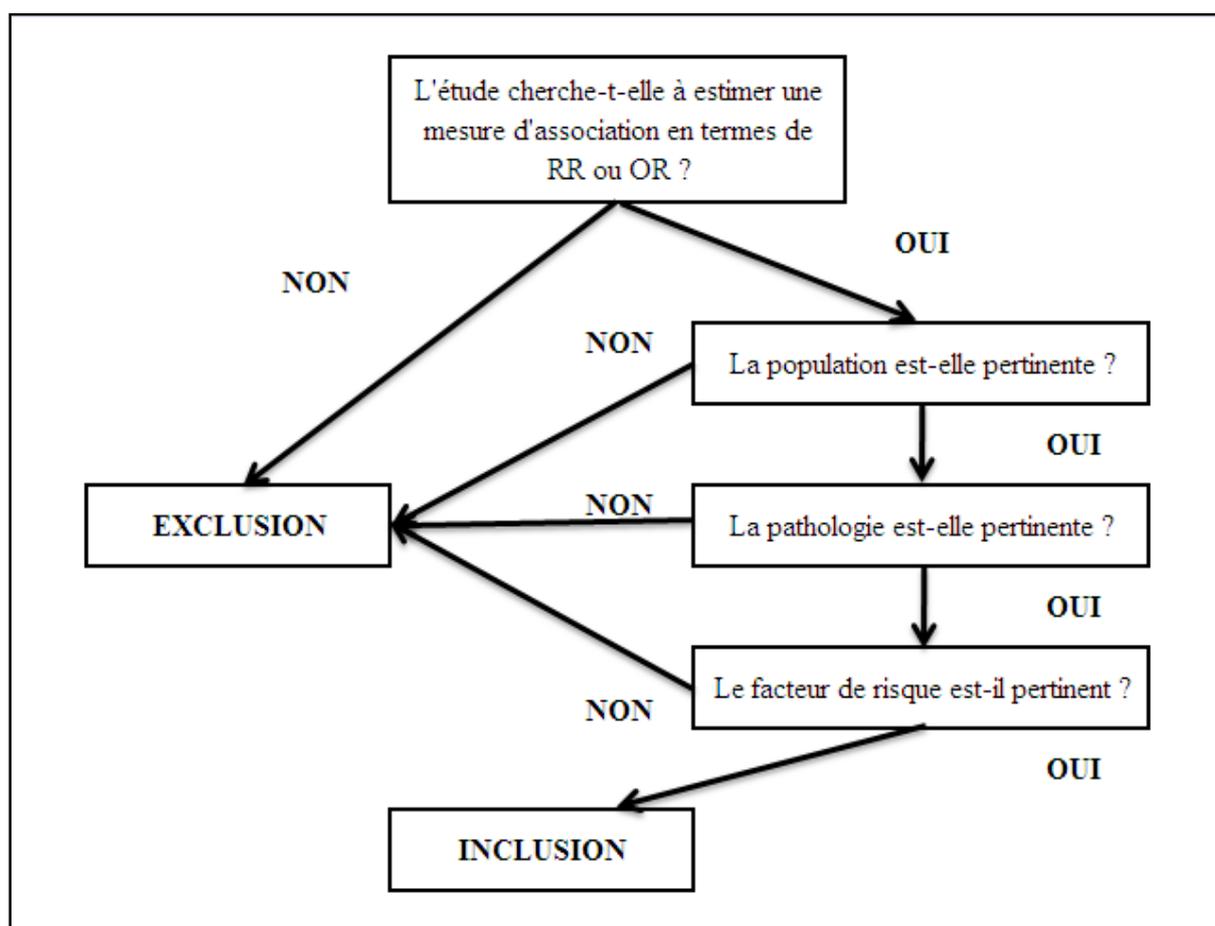
Pour la revue de la littérature des données de risque relatif, nous avons interrogé la base de données Medline sous PubMed. Nous avons choisi de restreindre notre recherche aux études basées sur une population d'humains ("**humans**"[MeSH Terms]) publiées à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1990 ("**1990/01/01**"[PDAT] : "**3000**"[PDAT]), en français ou en anglais ("**English**"[lang] OR "**French**"[lang]). Notre recherche n'inclut que les études dont le sujet porte sur les méta-analyses ou dont le type de publication renseigné correspond à une méta-analyse ("**meta-analysis as topic**"[MeSH Terms] OR "**meta-analysis**"[Publication Type]). Enfin l'intitulé du facteur de risque est recherché dans toutes les catégories ("*intitulé du facteur de risque*"[All Fields]). La revue de la littérature a été mise à jour pour la dernière fois le 19 avril 2011. Pour chacun des 24 facteurs de risque, nous avons donc utilisé la recherche type suivante :

**("intitulé du facteur de risque"[All Fields] AND ("meta-analysis as topic"[MeSH Terms] OR "meta-analysis"[Publication Type]) AND ("humans"[MeSH Terms]) AND ("English"[lang] OR "French"[lang]) AND ("1990/01/01"[PDAT] : "3000"[PDAT]))**

Dans un premier temps, toutes les études qui n'estiment pas un risque relatif ou un odds ratio à partir d'une méta-analyse sont exclues (cf figure 2). Ce critère permet d'éliminer les études qui ne sont pas des méta-analyses, dont l'estimation n'est pas mesurée en risque relatif ou odds ratio ou tout simplement qui n'estiment pas l'intensité d'une association entre un facteur de risque et une pathologie.

Trois critères d'exclusion davantage restrictifs sont ensuite appliqués successivement. Les résultats sont d'abord exclus si la population n'est pas adéquate. C'est le cas par exemple des études basées sur une population d'enfants. Pour les résultats dont la population est pertinente, la pathologie est étudiée. Seuls les résultats qui s'intéressent à un cancer des voies respiratoires (Poumon, larynx et naso-sinusien) sont retenus. En dernier lieu, nous vérifions si le facteur de risque est pertinent. L'intitulé du facteur de risque étant recherché dans toutes les catégories, les résultats aboutissent parfois à l'étude d'un facteur de risque qui ne nous intéresse pas. C'est souvent le cas pour l'amiante car beaucoup d'études analysant le lien entre un facteur de risque professionnel et une pathologie citent ce facteur en exemple. Seuls les résultats correspondant à la liste des 24 facteurs de risque sont retenus. Dans le cas contraire, le résultat est exclu.

Figure 2 : Algorithme de sélection des études



Le mésothéliome de la plèvre constitue un cas particulier dans notre analyse. Il est fréquemment appelé « cancer de l'amiante » puisque l'amiante est le seul facteur de risque reconnu du mésothéliome. De plus, le programme national de surveillance du mésothéliome (PNSM), mis en place en 1998 en France, permet de recueillir tous les cas incidents dans 21 départements français et d'estimer directement le risque attribuable à l'amiante (GOLBERG *et alii* 2006). Pour cette pathologie, nous mobilisons donc directement les estimations de risque attribuable issues de ce programme. La revue de la littérature ne concerne donc pas le mésothéliome de la plèvre.

### *2.3.3. Résultats de la revue de la littérature*

Pour l'ensemble des 24 facteurs de risque, la recherche Medline a abouti à 393 résultats (cf tableau 2). L'épichlorhydrine et l'acide sulfurique n'ont donné aucun résultat dans la base de données. La recherche pour l'acrylamide, le béryllium et les poussières de cuir n'a abouti qu'à une seule réponse et seulement deux pour les nitrosamines.

Le tabagisme passif est un des facteurs de risque les plus représentés dans les résultats avec 58 réponses. Le verre est également bien situé mais pour des raisons différentes. Le terme « environmental tobacco smoke » est une expression spécifique qui fait référence au tabagisme passif. Le grand nombre de résultats traduit donc un intérêt fort pour ce sujet. En revanche le terme « glass » fait référence au verre au sens large. Il aboutit donc à un grand nombre de résultats dont une petite partie seulement concerne le verre en tant que facteur de risque.

Tableau 2 : Détails de la recherche Medline.

Terme employé pour la recherche Medline	Nombre de résultats obtenus	Nombre de résultats exclus				Nombre de résultats retenus
		1er filtre : Pas d'estimation de mesure d'association en RR ou OR	2ème filtre			
			Population non pertinente	Pathologie non pertinente	Facteur de risque non pertinent	
Acrylamide	1	1	0	0	0	0
Asbestos	34	18	0	7	8	1
Arsenic	11	6	0	5	0	0
Beryllium	1	1	0	0	0	0
Cadmium	13	10	1	2	0	0
Chromium	18	14	0	1	3	0
Cobalt	8	8	0	0	0	0
Diesel	12	6	1	2	0	3
Epichlorhydrin	0	0	0	0	0	0
Glass	65	62	0	2	1	0
Polycyclic aromatic hydrocarbons	14	4	1	6	3	0
Insecticides	40	29	3	8	0	0
Leather dust	1	0	0	0	0	1
Nickel	17	13	0	2	2	0
Nitrosamine	2	1	0	1	0	0
Ionizing radiation	23	21	0	2	0	0
Paint	14	8	2	2	0	2
Rubber	18	14	0	4	0	0
Silica	19	10	2	3	0	4
Sulfuric acid	0	0	0	0	0	0
Environmental tobacco smoke	58	27	6	12	9	4
Tetrachloroethylene	4	3	0	1	0	0
Toluene	15	15	0	0	0	0
Wood dust	5	1	0	2	0	2
<b>Total</b>	<b>393</b>	<b>271</b>	<b>16</b>	<b>62</b>	<b>26</b>	<b>17</b>

Le 1<sup>er</sup> filtre a exclu 271 résultats qui ne correspondent pas à des méta-analyses de risque relatif ou d'odds ratio.

La population n'est pas pertinente pour 16 des résultats restants. Ce critère d'exclusion correspond à des études basées sur une population d'enfants (n = 12) ou d'animaux (n = 2). On retrouve également le cas particulier de la silicose. Ce terme désigne une maladie pulmonaire causée par l'inhalation de poussières de silice. Par définition, les personnes atteintes de cette pathologie ont été exposées à la silice puisqu'elles l'ont inhalée. Un individu exposé à la silice peut donc développer une silicose puis un cancer du poumon ou directement un cancer du poumon. Nous nous intéressons à l'association entre une exposition à la silice sur des individus atteints ou non de silicose. Or certains articles étudient cette même association uniquement chez les personnes atteintes de silicose (SMITH *et alii* 1995) ou au contraire de personnes non atteintes de silicose (ERREN *et alii* 2009). Ces deux études sont donc également exclues car la population n'est pas pertinente.

Les 62 résultats écartés ensuite sont des études qui s'intéressent à une pathologie autre qu'un cancer du poumon, du larynx ou des cancers naso-sinusiens. Un éventuel lien est par exemple étudié entre l'amiante et le cancer colorectal (GAMBLE 1994, HOMA *et alii* 1994) ou le cancer du rein (SALI et BOFFETTA 2000).

Enfin, pour 26 résultats le facteur de risque n'est pas jugé pertinent. Pour une minorité, le facteur n'appartient pas aux facteurs de risque étudiés (n = 6). Le manque de distinction entre les facteurs de risque nous a poussés à exclure 10 autres résultats. Certaines études analysent l'excès de risque imputable à l'appartenance à une catégorie professionnelle, par exemple les soudeurs (MOULIN 1997, SJOGREN *et alii* 1994). Elles étudient ainsi l'exposition à plusieurs facteurs de risque simultanément. Bien que l'information soit très intéressante, elle ne permet pas de distinguer l'association entre la pathologie et chacun des facteurs de risque. Enfin lorsque l'exposition n'est pas professionnelle, le résultat n'a pas été retenu. Sur les 10 résultats correspondants à ce critère, 9 concernent le tabagisme passif. Il s'agit d'un des rares facteurs de risque inclus dans notre analyse qui fait l'objet d'études à la fois pour une exposition en milieu professionnel mais aussi pour une exposition en milieu domestique. La littérature montre des valeurs de risque relatif différentes en fonction du milieu d'exposition (TAYLOR *et alii* 2001). Les expositions au tabagisme passif sur le lieu de travail et à la maison peuvent être considérées comme deux facteurs de risque distincts (WANG *et alii* 1996, ZHAO *et alii* 2006).

Les 393 résultats obtenus par la recherche Medline ont abouti à une sélection de 15 articles dont 2 sont apparus dans les résultats de 2 facteurs de risque différents. MAHJUB et SADRI (2006) ont mené une analyse portant sur l'amiante mais aussi sur les fumées d'échappement des moteurs diesel. De même MANNETJE *et alii* (1999) se sont intéressés à la fois à l'exposition aux poussières de bois et de cuir.

Pour 17 des 24 facteurs de risque analysés, aucune étude n'a été retenue. Nous ne disposons donc d'aucune valeur de risque relatif pour les expositions suivantes :

Acrylamide

Arsenic (poussières et vapeurs)

Béryllium et composés

Brouillards d'acides minéraux forts contenant l'acide sulfurique

Cadmium et ses composés

Caoutchouc (industrie du)

Chrome VI et composés

Cobalt et carbure de tungstène

Epichlorhydrine

Expositions professionnelles lors de l'épandage et de l'application d'insecticides non arsenicaux

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

Nickel

Nitrosamines

Rayonnements ionisants

Tétrachloréthylène (perchloréthylène)

Toluènes- $\alpha$  chlorés

Verrerie d'art, fabrication de verre creux et de verre moulé

Le cancer du larynx peut être lié à une exposition à l'amiante ainsi qu'aux brouillards d'acides minéraux forts contenant l'acide sulfurique et aux hydrocarbures aromatiques polycycliques. Ces facteurs de risque n'ont abouti à aucune sélection d'études. Le cancer du larynx n'est donc pas représenté dans notre analyse, tout comme les facteurs de risque ci-dessus.

Toutes les données de risque relatif issues des 15 méta-analyses retenues sont présentées dans le tableau 3. En fonction des informations fournies par leurs auteurs, les principales caractéristiques de chaque méta-analyse sont renseignées : intervalle de confiance, caractéristiques de la population et de l'exposition, mesure de l'outcome et facteurs d'ajustement.

Les méta-analyses sont basées sur des études dont les facteurs d'ajustement pris en compte diffèrent. Or l'ajustement est un point important pour la validité de l'estimation de l'intensité de l'association entre un facteur de risque et une pathologie. Il nous a donc semblé pertinent de renseigner dans la dernière colonne à la fois les facteurs d'ajustement pris en compte dans toutes les études incluses, et donc prises en compte dans l'estimation du risque relatif, mais aussi de préciser les facteurs d'ajustement pris en compte dans au moins une des études incluses (entre parenthèses dans le tableau).

Parmi les études concernant le cancer du poumon, une seule s'intéresse à l'amiante (MAHJUB et SADRI 2006), 3 aux fumées d'échappement des moteurs diesel (BHATIA *et alii* 1998, LIPSETT et CAMPLEMAN 1999, MAHJUB et SADRI 2006), 2 aux peintres (GUHA *et alii* 2009, BACHAND *et alii* 2010), 4 à la silice cristalline (STEENLAND et STAYNER 1997, KURIHARA et WADA 2004, PELUCCHI *et alii* 2006, LACASSE *et alii* 2009) et 4 au tabagisme passif (WELLS 1998, BROWN 1999, ZHONG *et alii* 2000, STAYNER *et alii* 2007).

Le cancer naso-sinusien est associé aux poussières de cuir dans une étude (MANNETJE *et alii* 1999) et dans 2 aux poussières de bois (DEMERS *et alii* 1995, MANNETJE *et alii* 1999). Ces deux études utilisent en réalité les mêmes données. MANNETJE *et alii* (1999) reprennent uniquement les études épidémiologiques européennes incluses par DEMERS *et alii* (1995) dans leur analyse.

Tableau 3: Données de risque relatif issues des méta-analyses retenues.

Pathologie	Facteur de risque	1er auteur, année de publication	Genre	RR	Intervalle de confiance	Caractéristiques de la population	Caractéristiques et mesure de l'exposition	Mesure de l'outcome	Facteurs d'ajustement pris en compte dans toutes les études incluses dans la méta-analyse (dans au moins une étude)
Cancer du poumon	Amiante	MAHJUB 2006	H/F	1,67	1,48 - 1,87	3 études cas-témoin	Tout niveau d'exposition  Données individuelles détaillées d'exposition		Tabac
	Diesel	MAHJUB 2006	H/F	1,42	1,26 - 1,59	5 études cas-témoin	> 40 µg of nitrogen dioxide/m <sup>3</sup>  Données individuelles détaillées d'exposition		Tabac
		BHATIA 1998	H/F	1,33	1,24 - 1,44	12 études de cohorte rétrospective, 1 étude de cohorte prospective et 10 études cas-témoin 1204 cas Exclusion des études de mineurs	Tout niveau d'exposition >= 10 année d'exposition  Exposition définie comme le travail à un poste ou dans une industrie dans lesquels des machines diesel sont utilisées. Certaines études fournissent également des données quantitatives		-

<b>Cancer du poumon</b>	Diesel	BHATIA 1998	H/F	1,35	1,20 - 1,52	1 étude de cohorte prospective et 9 études cas-témoin 843 cas Exclusion des études de mineurs	Tout niveau d'exposition >= 10 année d'exposition  Exposition définie comme le travail à un poste ou dans une industrie dans lesquels des machines diesel sont utilisées. Certaines études fournissent également des données quantitatives		Tabac
		LIPSETT 1999	H/F	1,47	1,29 - 1,67	1 étude de cohorte et 8 cas-témoin 1014 cas Exclusion des études de mineurs	Tout niveau d'exposition >= 10 année d'exposition  Niveau d'exposition estimé en fonction de l'emploi		Tabac
			H/F	1,33	1,18 - 1,51	9 études de cohorte 1402 cas Exclusion des études de mineurs	Tout niveau d'exposition >= 10 année d'exposition  Niveau d'exposition estimé en fonction de l'emploi		

<b>Cancer du poumon</b>	Diesel	LIPSETT 1999	H/F	1,35	1,22 - 1,49	13 études de cohorte, 10 études cas-témoins et une étude de certificat de décès 2901 cas Exclusion des études de mineurs	Tout niveau d'exposition >= 10 année d'exposition Niveau d'exposition estimé en fonction de l'emploi		-
	Peintres	GUHA 2009	H/F	1,35	1,29 - 1,41	47 études de cohorte et cas-témoin > 11 000 cas incidents et décès	Tout niveau d'exposition Tout individu ayant déjà travaillé comme peintre est considéré comme exposé / certificat de décès, questionnaire auto-administré, questionnaire par courrier, entretien en face à face, données médicales		(Age, sexe, tabac, lieu de l'étude, éducation, statut urbain/rural, amiante, histoire familiale de cancer, ville de résidence, année de décès, année de naissance, race, alcool)
			H/F	1,35	1,21 - 1,51	27 études de cohorte et cas-témoin	Tout niveau d'exposition Tout individu ayant déjà travaillé comme peintre est considéré comme exposé / certificat de décès, questionnaire auto-administré, questionnaire par courrier, entretien en face à face, données médicales		Tabac (Age, sexe, tabac, lieu de l'étude, éducation, statut urbain/rural, amiante, histoire familiale de cancer, ville de résidence, année de décès, année de naissance, race, alcool)

<b>Cancer du poumon</b>	Peintres	GUHA 2009	H/F	1,57	1,21 - 2,04	5 études de cohorte et cas-témoin	Tout niveau d'exposition  Tout individu ayant déjà travaillé comme peintre est considéré comme exposé / certificat de décès, questionnaire auto-administré, questionnaire par courrier, entretien en face à face, données médicales	Tabac et autres expositions professionnelles (Age, sexe, tabac, lieu de l'étude, éducation, statut urbain/rural, amiante, histoire familiale de cancer, ville de résidence, année de décès, année de naissance, race, alcool)
			H/F	1,36	1,29 - 1,44	18 études de cohorte	Tout niveau d'exposition  Tout individu ayant déjà travaillé comme peintre est considéré comme exposé / certificat de décès, questionnaire auto-administré, questionnaire par courrier, entretien en face à face, données médicales	(Age, sexe, tabac, lieu de l'étude, éducation, statut urbain/rural, amiante, histoire familiale de cancer, ville de résidence, année de décès, année de naissance, race, alcool)
			H/F	1,22	0,97 - 1,52	4 études de cohorte	Tout niveau d'exposition  Tout individu ayant déjà travaillé comme peintre est considéré comme exposé / certificat de décès, questionnaire auto-administré, questionnaire par courrier, entretien en face à face, données médicales	Tabac (Age, sexe, tabac, lieu de l'étude, éducation, statut urbain/rural, amiante, histoire familiale de cancer, ville de résidence, année de décès, année de naissance, race, alcool)

<b>Cancer du poumon</b>	Peintres	GUHA 2009	H	1,37	1,29 - 1,44	47 études de cohorte et cas-témoin > 11 000 cas incidents et décès	Tout niveau d'exposition  Tout individu ayant déjà travaillé comme peintre est considéré comme exposé / certificat de décès, questionnaire auto-administré, questionnaire par courrier, entretien en face à face, données médicales		(Age, sexe, tabac, lieu de l'étude, éducation, statut urbain/rural, amiante, histoire familiale de cancer, ville de résidence, année de décès, année de naissance, race, alcool)
			F	2,04	1,59 - 2,62	4 études de cohorte et 3 études cas-témoin	Tout niveau d'exposition  Tout individu ayant déjà travaillé comme peintre est considéré comme exposé / certificat de décès, questionnaire auto-administré, questionnaire par courrier, entretien en face à face, données médicales		(Age, sexe, tabac, lieu de l'étude, éducation, statut urbain/rural, amiante, histoire familiale de cancer, ville de résidence, année de décès, année de naissance, race, alcool)
		BACHAND 2010	H/F	1,29	1,1 - 1,51	24 études cas-témoins 1247 cas	Tout niveau d'exposition  Exposition définie par l'emploi		(Tabac, statut socio-économique, lieu de l'étude, expositions dans d'autres emplois et année de naissance)
			H/F	1,22	1,16 - 1,29	7 études de cohorte de morbidité 3889 cas	Tout niveau d'exposition  Exposition définie par l'emploi	Registre	(Tabac, statut socio-économique, lieu de l'étude, expositions dans d'autres emplois et année de naissance)

<b>Cancer du poumon</b>	Peintres	BACHAND 2010	H/F	1,36	1,34 - 1,41	12 études de cohorte de mortalité 4545 cas	Tout niveau d'exposition  Exposition définie par l'emploi	Certificat de décès	(Tabac, statut socio-économique, lieu de l'étude, expositions dans d'autres emplois et année de naissance)
	Silice cristalline	STEENLAND 1997	H/F	1,3	1,2 - 1,4	1275 cas Exclusion des études avec un facteur confondant connu du cancer du poumon	Tout niveau d'exposition		(Tabac)
		KURIHARA 2004	H/F	1,29	1,2 - 1,4	17 études de cohorte 4196 décès Exclusion des études qui ne prennent pas en compte le tabac comme facteur confondant ou une co-exposition avec le radon, l'amiante et les HAP.	Tout niveau d'exposition		Tabac, âge (sexe, race, région, période)

<b>Cancer du poumon</b>	Silice cristalline	KURIHARA 2004	H/F	1,42	1,22 - 1,65	13 études cas-témoins 5117 cas et 8022 témoins Exclusion des études qui ne prennent pas en compte le tabac comme facteur confondant ou une co-exposition avec le radon, l'amiante et les HAP.	Tout niveau d'exposition	Tabac, âge (sexe, race, mine, région, tabac, résidence, éducation, alcool, type d'industrie, statut économique, exposition à l'amiante, année d'embauche)
			H/F	1,32	1,23 - 1,41	17 études de cohorte et 13 études cas-témoins 4196 décès et 5117 cas Exclusion des études qui ne prennent pas en compte le tabac comme facteur confondant ou une co-exposition avec le radon, l'amiante et les HAP.	Tout niveau d'exposition	Tabac, âge (sexe, race, mine, région, période, tabac, résidence, éducation, alcool, type d'industrie, statut économique, exposition à l'amiante, année d'embauche)
		PELUCCHI 2006	H/F	1,34	1,25 - 1,45	28 études de cohortes > 30 000 cas	Tout niveau d'exposition	(Tabac, exposition à l'amiante et catégorie sociale)
			H/F	1,41	1,18 - 1,67	15 études cas-témoins > 400 000 cas et > 190 000 témoins	Tout niveau d'exposition	(Tabac, année de première exposition, durée, temps de latence, amiante et autres expositions professionnelles)

<b>Cancer du poumon</b>	Silice cristalline	LACASSE 2009	H/F	1,22	1,01 - 1,47	4 études de cohortes et 6 études cas-témoin > 400 000 cas Exclusion des études qui n'ajustent pas par le tabac et des études qui reportent une exposition à un autre cancérogène (amiante, arsenic, radon) et exclusion des études dans lesquelles l'exposition à la silice n'est pas quantifiée en mg/m <sup>3</sup>	> 1 mg/m <sup>3</sup> par an Matrice emploi-exposition, échantillon de prélèvement industriel, hygiéniste industriel, évaluation par des experts sur la base de questionnaires.	Tabac
			H/F	1,84	1,48 - 2,28	4 études de cohortes et 6 études cas-témoin > 400 000 cas Exclusion des études qui n'ajustent pas par le tabac et des études qui reportent une exposition à un autre cancérogène (amiante, arsenic, radon) et exclusion des études dans lesquelles l'exposition à la silice n'est pas quantifiée en mg/m <sup>3</sup>	> 6 mg/m <sup>3</sup> par an Matrice emploi-exposition, échantillon de prélèvement industriel, hygiéniste industriel, évaluation par des experts sur la base de questionnaires.	Tabac

<b>Cancer du poumon</b>	Tabagisme passif	WELLS 1998	H/F	1,39	1,15 - 1,68	5 études de cohorte et cas-témoins 835 cas	Exposition "faible" ou "minimale" L'histoire des exposition professionnelle reflète une exposition "vie entière" sauf pour une étude Exposition estimée à partir de l'histoire professionnelle des individus		(Age, race, sexe, lieu de l'étude, alimentation, histoire familiale du cancer du poumon, emploi dans des postes à forte exposition)
		BROWN 1999	F	1,25	1,08 - 1,41	10 études cas-témoins et 4 études de cohorte 1249 cas et 187 068 témoins Exclusion des études avec exposition à un autre facteur qui peut masquer l'effet du tabac	Equivalent de 10 cigarettes par jour Exposition estimée à partir du nombre de cigarettes et du taux de cotinine.	Tous les cas sont confirmés histologiquement dans deux études	(Age, sexe, race, hôpital, année d'interview, ethnie)
		ZHONG 2000	H/F	1,16	1,05 - 1,28	14 études cas-témoins 2848 cas et 5451 témoins Population de non fumeur	Tout niveau d'exposition Entretien en face à face avec le sujet ou sa famille, questionnaire auto-administré, entretien par téléphone	90 % des cas confirmés histologiquement	(Age, caractéristiques démographiques, habitudes alimentaires et emploi)

<b>Cancer du poumon</b>	Tabagisme passif	ZHONG 2000	H	1,29	0,93 - 1,78	5 études cas-témoin 254 cas et 775 témoins Population de non fumeur	Tout niveau d'exposition  Entretien en face à face avec le sujet ou sa famille, questionnaire auto-administré, entretien par téléphone	90 % des cas confirmés histologiquement	(Age, caractéristiques démographiques, habitudes alimentaires et emploi)
			F	1,15	1,04 - 1,28	14 études cas-témoin 2594 cas et 4676 témoins Population de non fumeur	Tout niveau d'exposition  Entretien en face à face avec le sujet ou sa famille, questionnaire auto-administré, entretien par téléphone	90 % des cas confirmés histologiquement	(Age, caractéristiques démographiques, habitudes alimentaires et emploi)
		STAYNER 2007	H/F	1,24	1,17 - 1,31	22 études 4305 cas Population de non fumeur	Tout niveau d'exposition 17 estimations sur les 25 utilisées correspondent à des expositions "vie entière"  Au moins 50 % des participants sont interrogés directement	12 estimations sur les 25 utilisées correspondent à des cas confirmés histologiquement	(Age, race, exposition professionnelle à des cancérigènes, exposition au tabac par l'époux(se))

<b>Cancer du poumon</b>	Tabagisme passif	STAYNER 2007	H/F	2,01	1,33 - 2,6	22 études 4305 cas Population de non fumeur	Forte exposition 17 estimations sur les 25 utilisées correspondent à des expositions "vie entière"  Au moins 50 % des participants sont interrogés directement	12 estimations sur les 25 utilisées correspondent à des cas confirmés histologiquement	(Age, race, exposition professionnelle à des cancérigènes, exposition au tabac par l'époux(se))
			H/F	1,59	-	22 études 4305 cas Population de non fumeur	Tout niveau d'exposition 17 estimations sur les 25 utilisées correspondent à des expositions "vie entière"  Au moins 50 % des participants sont interrogés directement	12 estimations sur les 25 utilisées correspondent à des cas confirmés histologiquement	Autres expositions professionnelles (Age, race, exposition professionnelle à des cancérigènes, exposition au tabac par l'époux(se))
			H/F	1,63	1,45 - 1,82	22 études 4305 cas Population de non fumeur	Tout niveau d'exposition 45 année d'exposition (vie entière)  Au moins 50 % des participants sont interrogés directement	12 estimations sur les 25 utilisées correspondent à des cas confirmés histologiquement	(Age, race, exposition professionnelle à des cancérigènes, exposition au tabac par l'époux(se))

<b>Cancer naso-sinusien (tout type histologique)</b>	Poussières de cuir	MANNETJE 1999	F	2,71	0,78 - 9,43	8 études cas-témoin 555 cas et 1705 témoins	Tout niveau d'exposition  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, reconstitution des histoires professionnelles et de tabac "vie entière" par interview.		-
			H	1,92	1,1 - 3,35	8 études cas-témoin 555 cas et 1705 témoins	Tout niveau d'exposition  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, reconstitution des histoires professionnelles et de tabac "vie entière" par interview.		-
	Poussières de bois		F	1,17	0,31 - 4,47	8 études cas-témoin 555 cas et 1705 témoins	Tout niveau d'exposition  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, reconstitution des histoires professionnelles et de tabac "vie entière" par interview.		-

<b>Cancer naso-sinusien (tout type histologique)</b>	Poussières de bois	MANNETJE 1999	H	2,36	1,75 - 3,2	8 études cas-témoin 555 cas et 1705 témoins	Tout niveau d'exposition  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, reconstitution des histoires professionnelles et de tabac "vie entière" par interview.		-
			H	6,69	-	8 études cas-témoin 555 cas et 1705 témoins	> 5 mg/m <sup>3</sup>  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, reconstitution des histoires professionnelles et de tabac "vie entière" .		-
		DEMERS 1995	F	1,6	0,9 - 2,8	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	Tout niveau d'exposition  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identificati on des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			F	1,6	0,6 - 4,7	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	< 1 mg/m <sup>3</sup>  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identificati on des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude

<b>Cancer nasosinusien (tout type histologique)</b>	Poussières de bois	DEMERS 1995	F	2	0,5 - 7,8	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	1-5 mg/m <sup>3</sup>  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			F	1	0,2 - 4	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	> 5 mg/m <sup>3</sup>  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			H	2	1,6 - 2,5	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	Tout niveau d'exposition  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			H	0,8	0,4 - 1,5	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	< 1 mg/m <sup>3</sup>  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude

<b>Cancer naso-sinusien (tout type histologique)</b>	Poussières de bois	DEMERS 1995	H	1,2	0,9 - 1,6	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	1-5 mg/m <sup>3</sup> Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			H	5,8	4,2 - 8	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	> 5 mg/m <sup>3</sup> Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			H	3,9	2,8 - 5,6	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	> 30 années d'exposition Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			H	5	3,4 - 7,4	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	> 30 années d'exposition et > 1 mg/m <sup>3</sup> Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude

<b>Cancer naso-sinusien (carcinome épidermoïde)</b>	Poussières de cuir	MANNETJE 1999	H/F	1,45	0,7 - 2,99	8 études cas-témoin 555 cas et 1705 témoins	Tout niveau d'exposition  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, reconstitution des histoires professionnelles et de tabac "vie entière" .		-
	Poussières de bois		H/F	0,72	0,47 - 1,12	8 études cas-témoin 555 cas et 1705 témoins	Tout niveau d'exposition  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, reconstitution des histoires professionnelles et de tabac "vie entière" .		-
		DEMERS 1995	F	1,2	0,5 - 3,1	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	Tout niveau d'exposition  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			F	1,5	0,3 - 7,3	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	< 1 mg/m <sup>3</sup>  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude

<b>Cancer naso-sinusien (carcinome épidermoïde)</b>	Poussières de bois	DEMERS 1995	F	4,5	0,9 - 23,5	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	1-5 mg/m <sup>3</sup> Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			F	1,6	0,3 - 8,6	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	> 5 mg/m <sup>3</sup> Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			H	0,8	0,6 - 1,1	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	Tout niveau d'exposition Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			H	0,5	0,2 - 1,2	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	< 1 mg/m <sup>3</sup> Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude

<b>Cancer naso-sinusien (carcinome épidermoïde)</b>	Poussières de bois	DEMERS 1995	H	1	0,7 - 1,4	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	1-5 mg/m <sup>3</sup> Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			H	0,8	0,4 - 1,6	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	> 5 mg/m <sup>3</sup> Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			H	1,1	0,6 - 2	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	> 30 années d'exposition Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			H	1,4	0,8 - 2,7	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	> 30 années d'exposition et > 1 mg/m <sup>3</sup> Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude

<b>Cancer naso-sinusien (carcinome épidermoïde)</b>	Poussières de bois	DEMERS 1995	H	2,4	1,1 - 5	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	> 30 années d'exposition  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
<b>Cancer naso-sinusien (adénocarcinome)</b>	Poussières de cuir	MANNETJE 1999	H/F	2,99	1,33 - 6,73	8 études cas-témoin 555 cas et 1705 témoins	Tout niveau d'exposition  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, reconstitution des histoires professionnelles et de tabac "vie entière".		-
	Poussières de bois		H/F	12,2	7,43 - 20	8 études cas-témoin 555 cas et 1705 témoins	Tout niveau d'exposition  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, reconstitution des histoires professionnelles et de tabac "vie entière".		-
		DEMERS 1995	H	13,5	9 - 20	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	Tout niveau d'exposition  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude

<b>Cancer naso-sinusien (adénocarcinome)</b>	Poussières de bois	DEMERS 1995	H	0,6	0,1 - 4,7	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	< 1 mg/m <sup>3</sup>  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			H	3,1	1,6 - 6,1	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	1-5 mg/m <sup>3</sup>  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			H	45,5	28,3 - 72,9	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	> 5 mg/m <sup>3</sup>  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			H	31,7	18,6 - 54,3	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	> 30 années d'exposition et > 1 mg/m <sup>3</sup>  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude

<b>Cancer nasosinusien (adénocarcinome)</b>	Poussières de bois	DEMERS 1995	H	44,3	24,8 - 79	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	> 30 années d'exposition  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			F	7,7	1,3 - 44,8	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	< 1 mg/m <sup>3</sup>  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude
			F	2,8	0,8 - 10,3	12 études cas-témoin 930 cas et 3136 témoins	Tout niveau d'exposition  Utilisation d'une matrice emploi-exposition, collecte des données par interview en personne, par téléphone et à l'aide de questionnaires postaux.	Identification des cas à l'hôpital ou à l'aide d'un registre des tumeurs	Age, étude

Les données en termes de nombre de cas de cancers naso-sinusiens étant rares, nous nous intéressons aux cancers naso-sinusiens sans distinction entre les types histologiques.

Les valeurs de risque relatif estimées pour des niveaux d'exposition élevés ne sont pas adéquates pour notre analyse et ne sont donc pas retenues. Les valeurs de risque relatif pertinentes sont présentées avec leur intervalle de confiance par facteur de risque dans les figures 3, 4, 5, 6 et 7. Plusieurs estimations sont disponibles pour une même étude. Pour expliquer ces différences et afin de faciliter la lecture des résultats, des indications sont fournies :

- Lorsque le risque relatif ne s'applique qu'aux hommes ou aux femmes, le genre est précisé.
- L'indication « vie entière » signifie que le risque relatif est estimé sur une période d'exposition « vie entière ».
- Si l'étude estime un risque relatif pour la mortalité et un autre pour la morbidité, l'information est indiquée.
- Le type d'études incluses dans la méta-analyse est précisé : « C » pour des études de cohortes uniquement, « CT » pour des études cas-témoins, « C + CT » pour les deux types d'études et « NR » lorsque l'information n'est pas renseigné dans l'article.
- Lorsque la donnée est ajustée par le tabac ou par d'autres expositions professionnelles, nous indiquons respectivement « AT » ou « AEP »

Figure 3 : Estimations de risque relatif pour les fumées d'échappement des moteurs diesel et le cancer du poumon

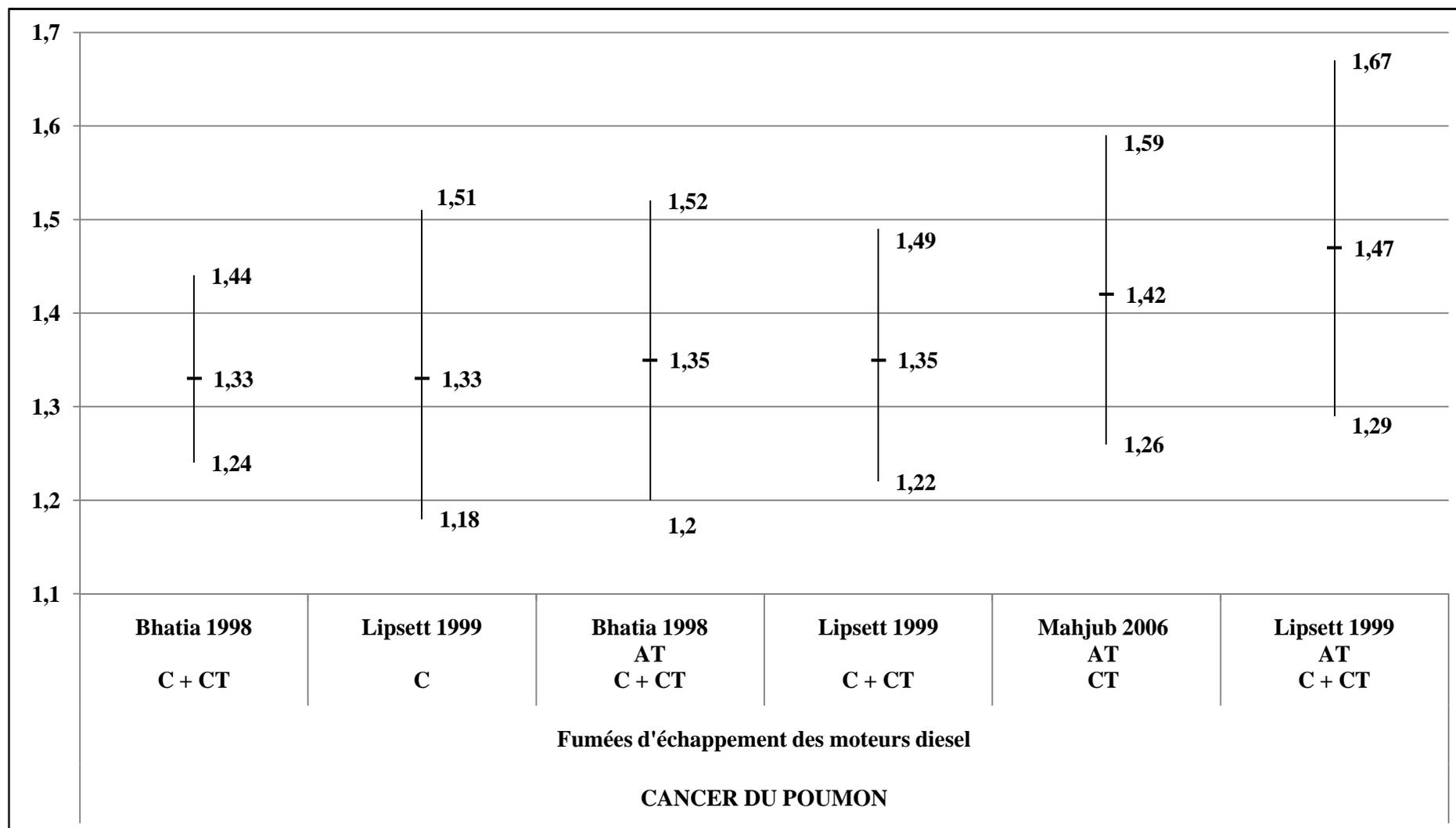


Figure 4 : Estimations de risque relatif pour les peintres et le cancer du poumon

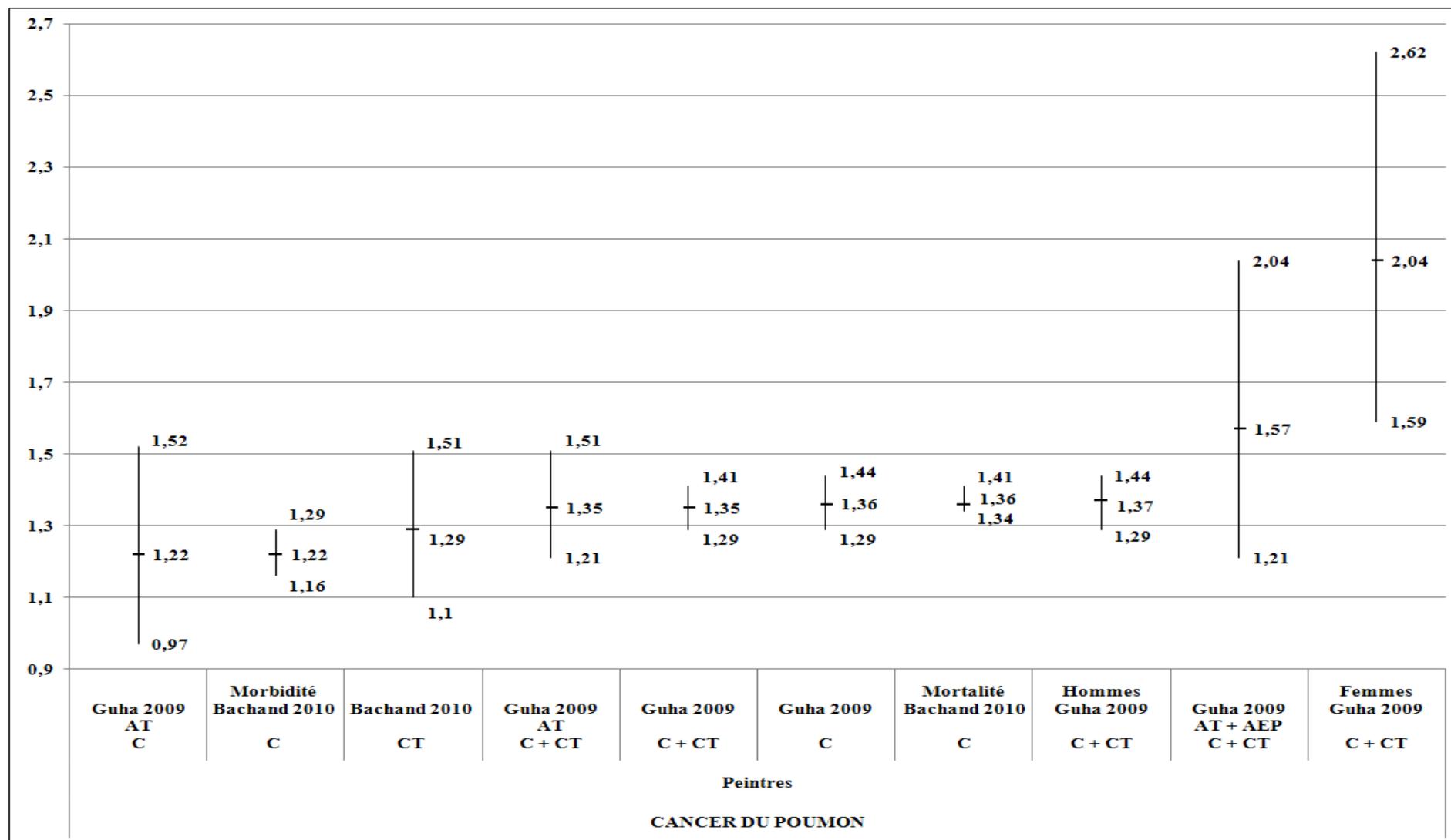


Figure 5 : Estimations de risque relatif pour la silice cristalline et le cancer du poumon

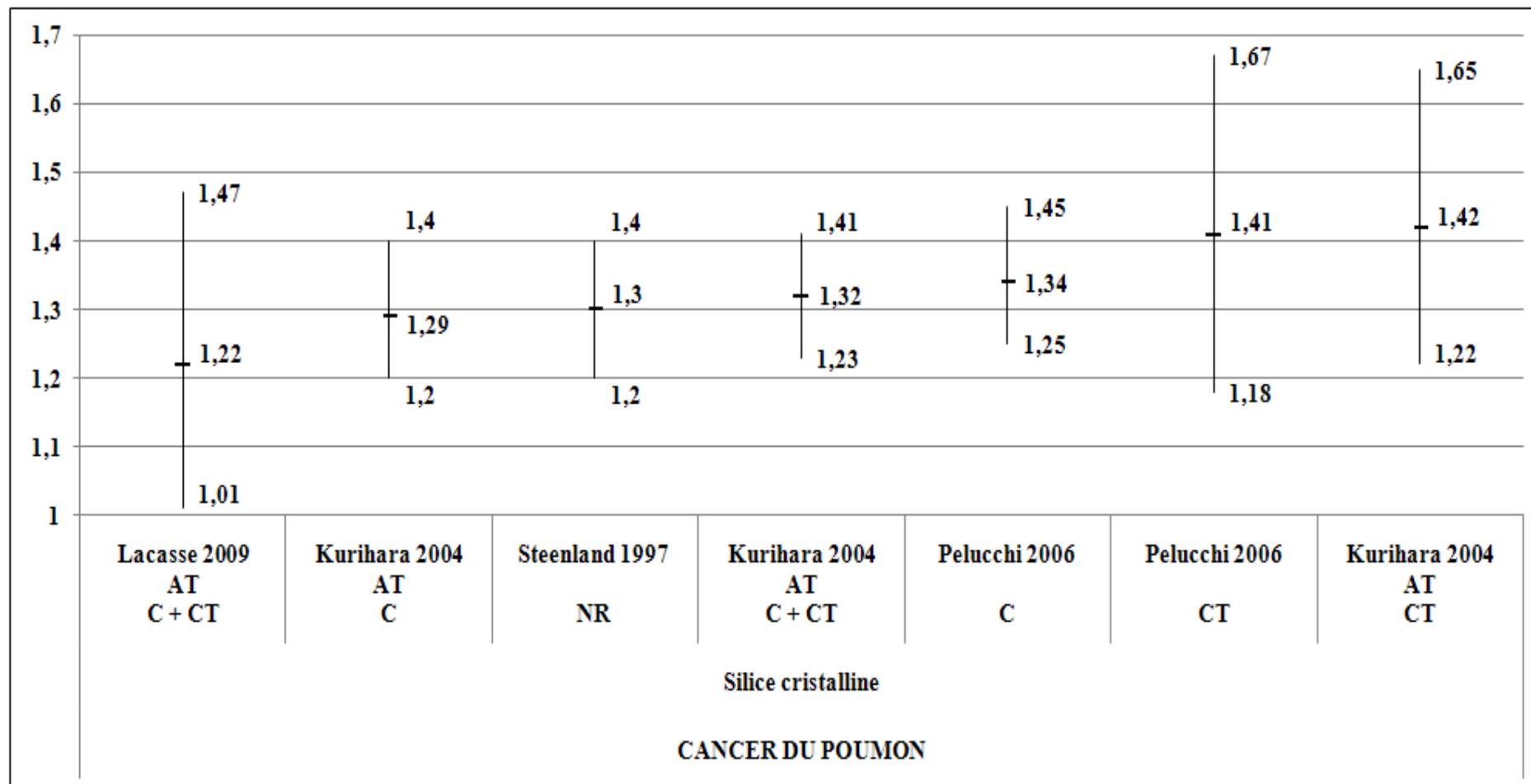


Figure 6 : Estimations de risque relatif pour le tabagisme passif et le cancer du poumon

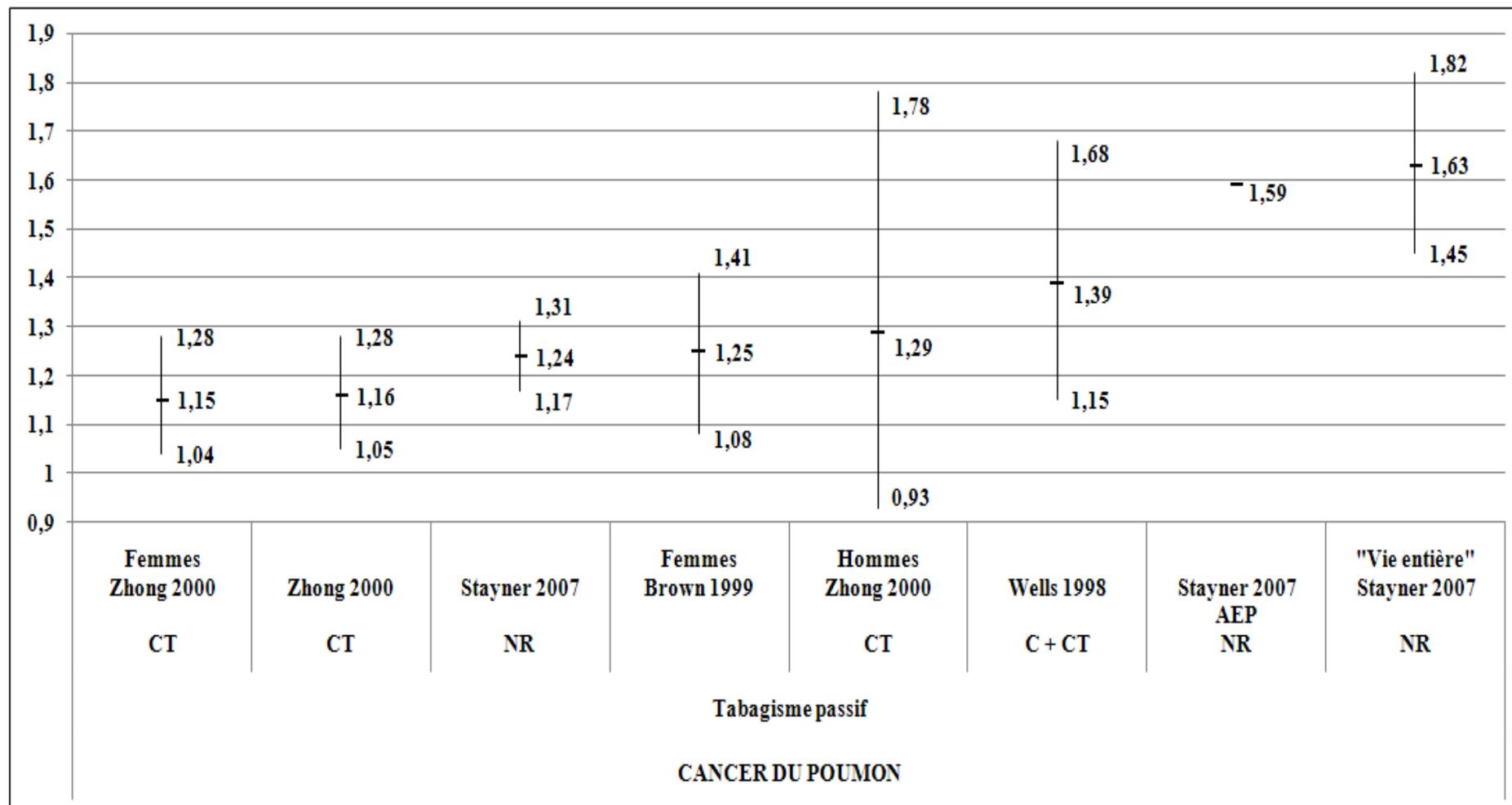
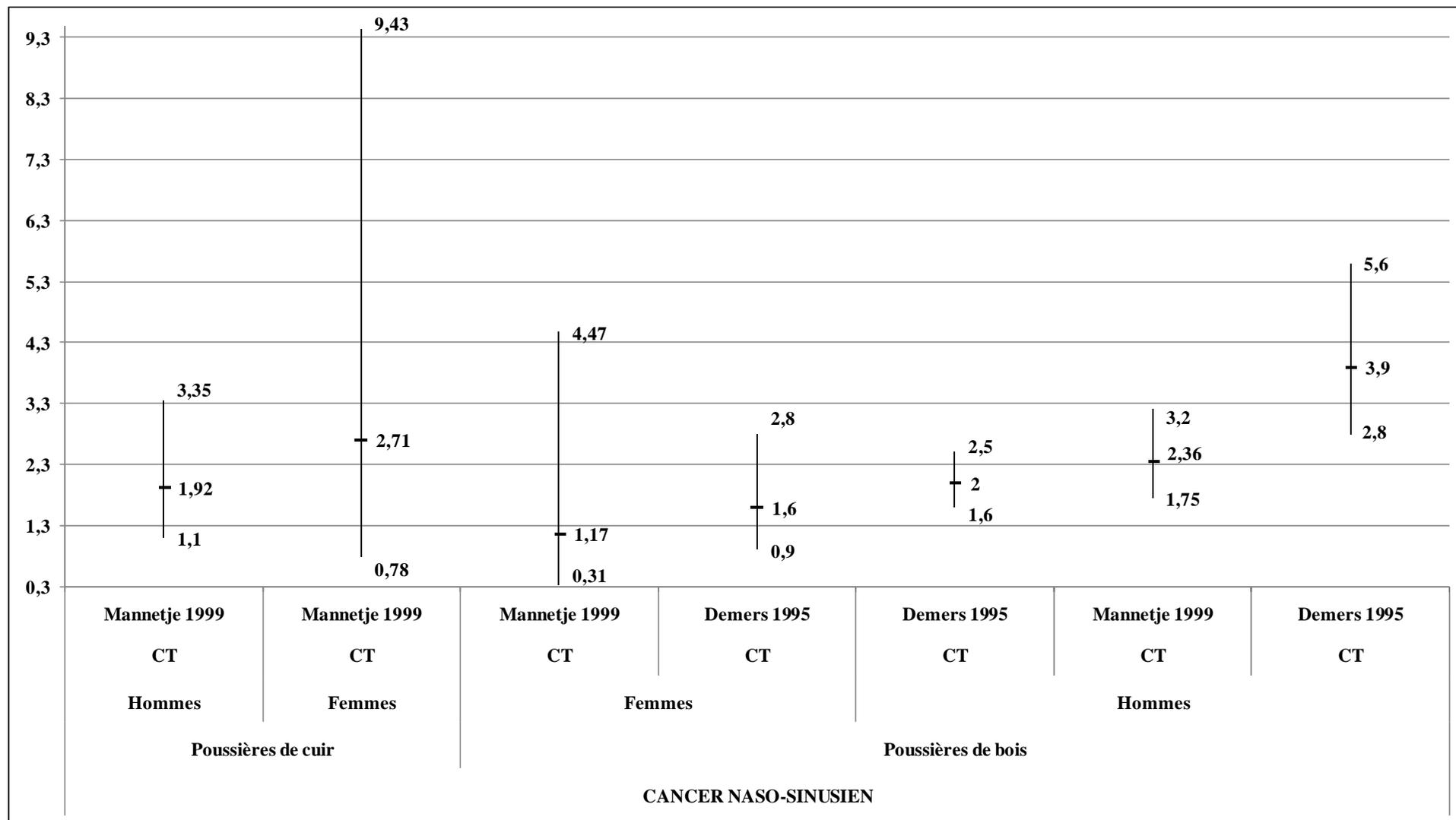


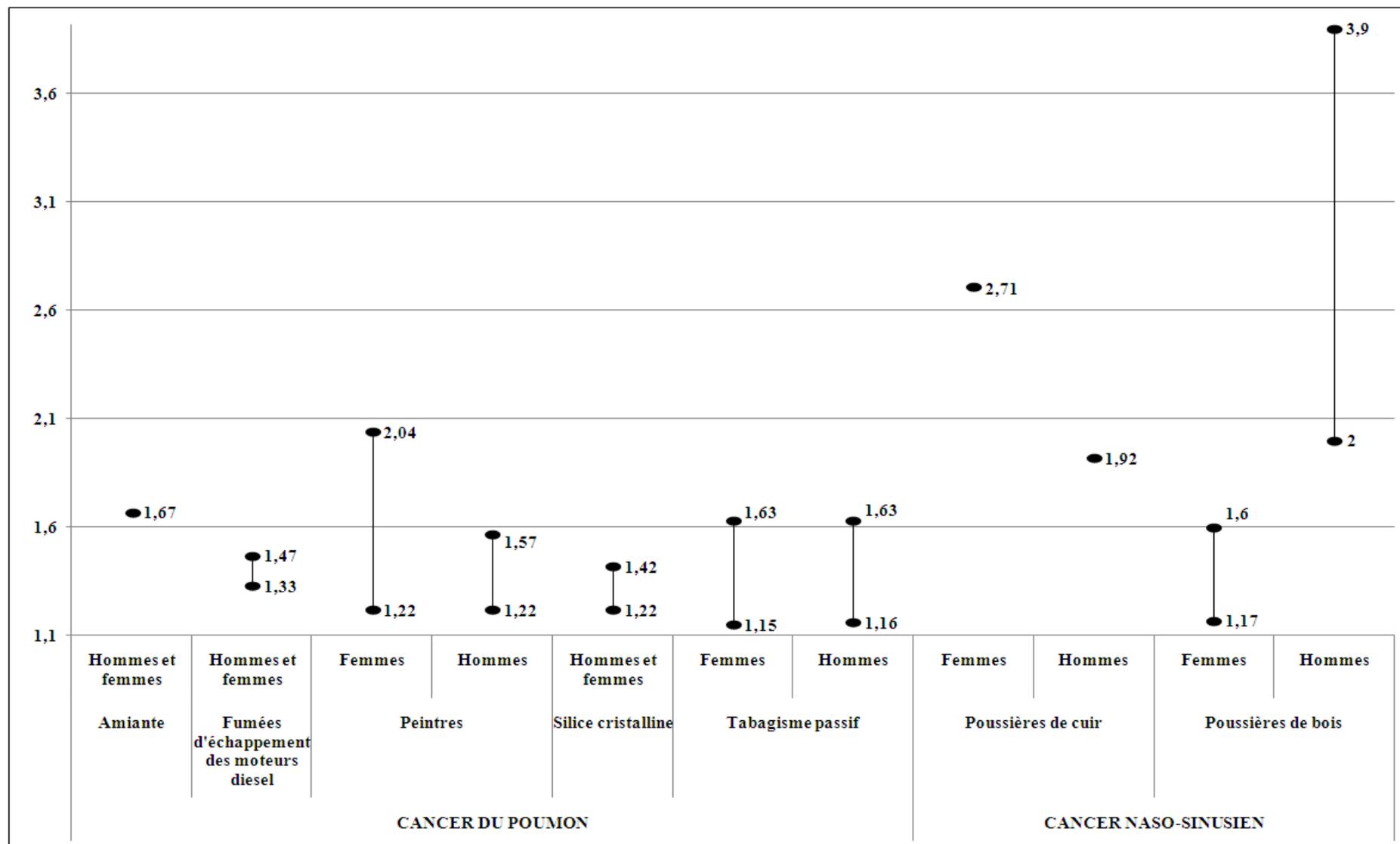
Figure 7 : Estimations de risque relatif pour les poussières de bois et de cuir en lien avec le cancer naso-sinusien



Pour l'amiante et le cancer du poumon, l'estimation d'un risque relatif de 1,67 est l'unique valeur issue de la revue de la littérature. Elle sera donc utilisée à la fois pour les hommes et pour les femmes lors du calcul des risques attribuables. Les seules estimations retenues pour l'intensité de l'association entre les poussières de cuir et le cancer naso-sinusien sont 2,71 pour les femmes et 1,92 pour les hommes.

Pour les facteurs de risque, une fourchette d'estimation de risque relatif est retenue selon le genre (cf figure 8).

Figure 8 : Estimations de risque relatif retenues pour chaque facteur de risque selon le type de cancer.



### **3. Les expositions des travailleurs aux facteurs de risque**

#### **3.1. La prévalence d'exposition**

La prévalence d'exposition est la proportion d'individus exposés à un facteur de risque au sein d'une population. On distingue la prévalence « instantanée » qui s'intéresse à une exposition à un moment donné et la prévalence « vie entière » qui estime le pourcentage de personnes ayant été exposées au facteur de risque au moins une fois dans leur vie professionnelle. En ce qui concerne l'étude des risques dans le domaine de la santé, la prévalence d'exposition « vie entière » est plus adaptée. Elle permet de tenir compte à la fois du temps de latence entre l'exposition à un facteur et l'apparition du cancer mais aussi des changements d'emploi des individus au cours de leur vie professionnelle.

Les études cherchant à estimer la prévalence d'exposition à des facteurs de risque professionnel sont encore peu nombreuses en France. Plusieurs programmes ont cependant été mis en place ces 20 dernières années. Ils contribuent de manière importante à l'amélioration des connaissances sur les risques professionnels.

L'enquête SUMER (surveillance médicale des risques professionnels) est un outil d'évaluation des expositions aux risques professionnels des salariés en France à l'initiative du ministère du travail. Deux enquêtes de ce type ont été menées depuis la mise en place de cet outil, en 1994 et en 2003. Une troisième enquête est en cours d'élaboration pour l'année 2009, les résultats ne sont pas encore disponibles.

L'enquête SUMER 2003 a été lancée et gérée conjointement par la Direction des Relations du Travail (Inspection médicale du travail) et la DARES. La collecte s'est déroulée sur le terrain de juin 2002 à fin 2003. SUMER 2003 a été conçu et lancé selon un protocole très proche de celui de SUMER 1994. Le salarié est interrogé par son médecin du travail sur son activité professionnelle. Les médecins du travail volontaires tirent les personnes à enquêter parmi les salariés qu'ils voient en visite systématique selon une méthode de tirage aléatoire (ARNAUDO *et alii* 2006). Les champs concernés sont l'ensemble des salariés du régime général et de la mutualité sociale agricole mais aussi depuis 2003, les hôpitaux publics, la Poste, EDF-GDF, la SNCF et Air France. Le questionnaire permet d'obtenir des données sur le salarié, sur l'établissement qui l'emploie et sur son exposition à des facteurs de risque professionnel. Les expositions sont divisées en quatre catégories à savoir les contraintes organisationnelles, les nuisances physiques, les expositions aux agents biologiques et aux agents chimiques.

CAREX (Carcinogen Exposure) est une base de données internationale sur les expositions professionnelles à des cancérigènes avérés ou fortement suspectés établie avec le soutien du programme « Europe Against Cancer » (VINCENT *et alii* 1999). Cet outil inclut 139 agents évalués par le CIRC : l'ensemble de ceux classés 1 et 2A, ainsi que certains agents sélectionnés dans la catégorie 2B. L'évaluation des expositions concerne 15 pays de l'Union Européenne entre 1990 et 1993.

Dans un premier temps, des estimations de données d'exposition sont réalisées pour deux pays de référence (Etats-Unis et Finlande) à partir des bases de données finlandaises SUTKEA, FINJEN, ASA et de la base de données américaines NOES. Les estimations pour les autres pays sont générées automatiquement par CAREX sur la base des données nationales sur la population active et des estimations des taux d'exposition dans les deux pays de référence. Ensuite, des experts de chaque pays étudient les similarités ou différences par rapport aux circonstances d'exposition de leur propre pays. Pour la France, les estimations ont été effectuées à partir de l'enquête SUMER 1994, la base de données nationale d'exposition professionnelle COLCHIC de l'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) ainsi que des statistiques sur l'économie et l'emploi publiées par le ministère du Commerce ou l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE).

Le programme Matgéné développe une matrice emplois-expositions «multi nuisances» spécifiquement adaptée à la population générale française. Il permet d'étudier l'exposition de la population française à des nuisances chimiques tout au long de la vie professionnelle (ARSLAN *et alii* 2006). Ce programme est développé par l'Institut de Veille Sanitaire avec la collaboration des équipes de recherche de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM), des Instituts universitaires de médecine du travail (membre de Natexpo : Réseau national d'évaluation des expositions) et de l'INRS.

Une matrice emplois-expositions est représentée sous la forme d'un tableau dont un axe correspond aux intitulés d'emploi et l'autre aux nuisances. Pour chacune des cases du tableau, différents indices d'exposition sont indiqués en fonction de l'exposition et des données bibliographiques disponibles : probabilité d'exposition, niveau d'exposition, pics d'exposition ou encore périodes d'exposition. La prévalence de l'exposition aux substances évaluées est systématiquement calculée à partir de deux échantillons représentatifs de la population française, l'échantillon d'histoire professionnel disponible au Département Santé Travail et les données du recensement de la population de 1999 (INSEE).

L'enquête SUMER fournit des informations intéressantes mais uniquement sur une exposition à un moment donné. Le médecin du travail interroge en effet le salarié sur l'exposition à un facteur de risque au cours de la semaine passée. Pour la France, les estimations issues du programme CAREX sont principalement basées sur l'enquête SUMER. Le programme Matgéné est donc la seule base fournissant des données de prévalence d'exposition « vie entière ».

Une exposition « instantanée » ne tient pas compte de la vie professionnelle des individus et donc de leurs changements de poste ainsi que des doses cumulées d'exposition. Si des données de prévalence d'exposition « instantanée » sont utilisées pour calculer des risques attribuables, les résultats obtenus sous-estiment la réalité.

Les prévalences d'exposition « vie entière » issues du programme Matgéné sont donc privilégiées. Le travail est en cours et les données concernant les fumées d'échappement des moteurs diesel et les poussières de bois n'existent pas ou ne sont pas encore disponibles. Pour ces facteurs de risque, nous mobilisons l'enquête SUMER 2003.

Aucune source ne fournit de données d'exposition pour les peintres. Dans ce cas particulier, nous considérons les individus appartenant à la catégorie socioprofessionnelle « peintres et ouvriers qualifiés de pose de revêtements sur supports verticaux » comme exposés. La déclaration annuelle des données sociales (DADS) est mobilisée. Cette approximation sous-estime grandement la réalité puisque les ouvriers du secteur du bâtiment autres que les peintres par exemple sont régulièrement amenés à travailler à proximité et sont donc exposés également. Cette méthode d'estimation bien que peu satisfaisante constitue le seul moyen d'inclure les peintres dans notre analyse.

Il n'existe pas de données de prévalence d'exposition Matgéné, SUMER et CAREX pour le tabagisme passif et la nature du facteur de risque rend les estimations très compliquées. L'évaluation de l'impact du tabagisme passif n'est pertinente que chez les non fumeurs. Il est donc nécessaire de connaître la proportion de non fumeurs exposés ainsi que le nombre de cancers du poumon chez les non fumeurs. Nous ne disposons pas de ces données, ce facteur de risque est donc exclu de notre analyse.

Tableau 4 : Données de prévalence d'exposition disponibles pour chaque facteur de risque.

Facteur de risque	Matgéné				Sumer				Carex		DADS			
	H	F	H/F	Période d'exposition	H	F	H/F	Période d'exposition	H/F	Période d'exposition	H	F	H/F	Période d'exposition
Amiante	1,10%	0,10%	-	Instantanée 2007	1%	-	0,60%	Instantanée 2003	0,63%	Instantanée 1990-1993	-			
	26,70%	2,70%		Vie entière 1945-2007										
Fumées d'échappement des moteurs diesel	-				7%	0,40%	4,20%	Instantanée 2003	1,88%	Instantanée 1990-1993	-			
Silice cristalline	5,60%	0,30%	3,10%	Instantanée 2007	2,50%	0,20%	1,50%	Instantanée 2003	0,50%	Instantanée 1990-1993	-			
	15,60%	0,75%	7,80%	Vie entière 1947-2007										
Peintres	-				-				-		0,44%	0,02%	0,24%	Instantanée 2008
Poussières de cuir	0,38%	0,24%	0,31%	Instantanée 1999	-				-		-			
	2,20%	4,50%	2,46%	Vie entière depuis 1950										
Poussières de bois	-				3,60%	0,30%	2,20%	Instantanée 2003	0,82%	Instantanée 1990-1993	-			

Source : VINCENT *et alii* 1999, ARNAUDO *et alii* 2006, ARSLAN *et alii* 2006, DADS 2008, LACOURT *et alii* 2010, DELABRE *et alii* 2010.

Les estimations du programme CAREX sont plus faibles que celles issues de SUMER 2003 (cf tableau 4). Bien que basées sur deux années différentes, les prévalences d'exposition instantanée à l'amiante chez les hommes sont proches pour Matgéné et SUMER. Pour la silice cristalline, les estimations Matgéné sont deux fois plus importantes que SUMER. De manière générale, les prévalences d'exposition « vie entière » sont beaucoup plus élevées que les prévalences d'exposition instantanée. Au sein même du programme Matgéné, les estimations « vie entière » sont entre 2 et 24 fois supérieures aux estimations « instantanées ».

### 3.2. Les estimations de prévalence d'exposition « vie entière »

A l'exception des données de l'enquête Matgéné, les données correspondent à une exposition à un moment donné. Pour estimer les valeurs « vie entière », les données peuvent être multipliées par 3 (AUTIER *et alii* 2007) ou 4 (NELSON *et alii* 2005, STEENLAND *et alii* 2003). Ce facteur représente le nombre moyen de changement de poste durant une carrière professionnelle. Pour notre analyse, nous multiplions les données de prévalence d'exposition « instantanée » par un facteur 3. Dans la troisième partie de cette thèse, nous faisons varier cette valeur pour étudier la sensibilité des résultats.

Tableau 5 : Estimation des prévalences d'exposition « vie entière ».

<b>Facteur de risque</b>	<b>Hommes</b>	<b>Femmes</b>
<b>Amiante</b>	26,70%	2,70%
<b>Fumées d'échappement des moteurs diesel</b>	21%	1,20%
<b>Silice cristalline</b>	15,60%	0,75%
<b>Peintres</b>	1,32%	0,06%
<b>Poussières de cuir</b>	2,20%	4,50%
<b>Poussières de bois</b>	10,80%	0,90%

## **4. Les données de morbidité et de mortalité des cancers**

### **4.1. Méthode d'estimation des données d'incidence, de prévalence et de mortalité**

La morbidité peut être mesurée par la prévalence ou l'incidence de la pathologie. Le nombre de cas prévalents d'un cancer nous donne le nombre total de personnes atteintes de ce cancer dans une population donnée pour une année donnée. La prévalence partielle est parfois préférée à la prévalence totale. Elle restreint la définition aux personnes diagnostiquées avant une date donnée et vivantes à cette date. Le nombre de cas incidents mesure le nombre de nouveaux cas du cancer dans une population donnée pour une année donnée.

Nous nous intéressons également aux données de mortalité. Elles estiment le nombre de décès dans une population donnée pour une année donnée.

En France les données d'incidence et de prévalence de certains cancers peuvent être difficiles à estimer. Il n'existe pas de registre pour toutes les localisations de cancer. Cependant le réseau français des registres de cancer FRANCIM (France Cancer Incidence et Mortalité) regroupe les informations de 17 registres, 11 généraux qui recensent l'ensemble des nouveaux cas de cancer et 6 spécialisés sur certaines localisation de cancer (digestifs, gynécologique, hémopathies malignes, leucémies de l'enfant, tumeurs solides de l'enfant, thyroïde). Cette base de données commune a été créée en 2000 et est gérée par le service statistique des Hospices Civils de Lyon. Des estimations d'incidence des cancers sont régulièrement réalisées en France à partir de cette source de données.

Un programme spécifique a été développé pour le mésothéliome de la plèvre. Il s'agit du PNSM qui a été mis en place en 1998 en France. Il permet de recueillir tous les cas incidents dans 21 départements français et d'estimer directement la fraction attribuable à l'amiante. Les 21 départements inclus dans le programme concernent 16 millions de personnes. Cet échantillon est représentatif de la population française au niveau des caractéristiques démographiques, de l'activité économie et de l'emploi. Chaque nouveau cas de mésothéliome est identifié dans un délai court après le diagnostic. Un processus standardisé est mis en place pour confirmer cliniquement tous les cas ainsi recensés. Les patients sont ensuite interrogés en face à face selon un questionnaire standardisé afin de collecter des informations sur leur vie et notamment sur leur exposition à l'amiante.

Les données de mortalité du cancer en France sont accessibles par l'intermédiaire du Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDc). Comme son nom l'indique, ce laboratoire appartenant à l'INSERM produit des statistiques annuelles sur les causes de décès

en France à partir de certificats et bulletins de décès. Depuis 1968, le CépiDc a constitué une base de données d'environ 18 millions d'enregistrements.

#### Encadré n°1

### **Le choix de 2010 pour l'année d'évaluation**

Que l'on adopte une approche par l'incidence ou par la prévalence, l'évaluation du coût social des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels nécessite de fixer une année pour l'évaluation. Bien que la volonté de fournir des estimations récentes soit toujours présente, ce choix est généralement conditionné par les données disponibles.

Les données nécessaires à l'évaluation des coûts sont disponibles ou facilement actualisables. La rareté des données se situent plutôt sur l'aspect épidémiologique.

Les données de prévalence d'exposition SUMER et Matgéné datent de 2003 et 2007. Les estimations « vie entière » portent sur une période longue d'environ 60 ans. Pour tenir compte du temps de latence entre l'exposition et l'apparition du cancer, il serait préférable de disposer d'information sur la prévalence au moins dix ans avant l'année de l'évaluation. Nous pouvons cependant faire l'hypothèse d'une utilisation pour l'année 2010.

Les données de prévalence, d'incidence et de mortalité des cancers sont quant à elles beaucoup plus rares. C'est principalement à partir de ces données que le choix de l'année de l'évaluation a été fait. Le cancer du poumon a une incidence beaucoup plus importante que le cancer naso-sinusien et le mésothéliome de la plèvre. Il est de plus le cancer dont les données disponibles sont les plus récentes puisqu'elles portent sur 2008 et 2010. Les données d'incidence et de prévalence ne sont pas disponibles pour la même année pour les différents cancers étudiés (cf annexe 1). Quelque soit l'année retenue pour l'évaluation, des estimations sont donc nécessaires. Dans ces conditions, nous avons décidé de retenir la date la plus récente c'est-à-dire 2010.

Pour obtenir une estimation pour l'année 2010 de la prévalence, de l'incidence et de la mortalité pour les cancers du poumon, de la plèvre et les cancers naso-sinusiens, il a fallu mobiliser plusieurs sources de données et réaliser quelques approximations.

Les données de mortalité du CépiDc sont disponibles par code CIM pour les années 2000 à 2008. Ces données montrent une évolution du nombre de décès suite à un cancer naso-sinusien ou un mésothéliome relativement linéaire. Les données de mortalité pour ces deux types pour 2010 ont été estimées par la méthode des moindres carrés ordinaires. L'évolution de la mortalité par cancer du poumon étant beaucoup moins régulière, l'estimation des données pour 2010 provient directement de la littérature (BOSSARD *et alii* 2010)

Il n'existe qu'une seule source récente pour les données de prévalence (COLONNA *et alii* 2008) et elle ne fournit pas de données pour le cancer naso-sinusien. Les données disponibles portent sur la prévalence partielle à 5 ans qui estime le nombre de cas diagnostiqués depuis moins de 5 ans avant la date de point et toujours vivants à cette date. Des estimations ont été réalisées pour les années 2002 et 2012. Pour les cancers du poumon et le mésothéliome de la plèvre, nous avons donc réalisé une interpolation linéaire pour estimer la prévalence pour l'année 2010.

Aucune source ne fournit de données d'incidence pour chaque cancer pour l'année 2010. Pour le cancer du poumon, les estimations d'incidence sont issues d'un rapport de BOSSARD *et alii* (2010). A l'aide d'estimations d'incidence du mésothéliome de la plèvre (BELOT *et alii* 2008a) et des données de mortalité issues du CépiDc, un ratio incidence/mortalité a été créé pour l'année 2005 et appliqué aux données de mortalité de 2010 pour estimer l'incidence du mésothéliome de la plèvre pour 2010. Très peu de données sont disponibles pour le cancer naso-sinusien. Pour estimer son incidence, nous avons repris un ratio incidence du cancer du poumon/incidence du cancer naso-sinusien que nous avons appliqué aux données de 2010 (AUTIER *et alii* 2007).

#### **4.2. Résultats de l'estimation des données d'incidence, de prévalence et de mortalité pour l'année 2010**

Pour estimer l'incidence du cancer naso-sinusien pour l'année 2010, nous multiplions les estimations d'incidence du cancer du poumon pour cette même année par 0,019 pour les hommes et par 0,033 pour les femmes (AUTIER *et alii* 2007).

Pour les cancers du poumon et le mésothéliome de la plèvre, nous utilisons les données de prévalence disponibles pour les années 2002 et 2012 pour estimer les valeurs pour l'année 2010. Pour cela nous faisons l'hypothèse d'une évolution constante au cours de ces années ce qui nous permet d'estimer les valeurs pour toutes les années entre 2002 et 2012 (cf tableau 6).

Tableau 6 : Estimation du nombre de cas prévalents de cancer du poumon et de mésothéliome de la plèvre entre 2002 et 2012.

<b>Pathologie</b>	<b>Genre</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
<b>Cancer du poumon</b>	Homme	<b>31 830</b>	32 350	32 870	33 390	33 910	34 430	34 950	35 470	<b>35 990</b>	36 510	<b>37 030</b>
	Femme	<b>8 100</b>	8 194	8 288	8 382	8 476	8 570	8 664	8 758	<b>8 852</b>	8 946	<b>9 040</b>
	Ensemble	<b>39 930</b>	40 544	41 158	41 772	42 386	43 000	43 614	44 228	<b>44 842</b>	45 456	<b>46 070</b>
<b>Mésothéliome de la plèvre</b>	Homme	<b>580</b>	589	598	607	616	625	634	643	<b>652</b>	661	<b>670</b>
	Femme	<b>220</b>	223	226	229	232	235	238	241	<b>244</b>	247	<b>250</b>
	Ensemble	<b>800</b>	812	824	836	848	860	872	884	<b>896</b>	908	<b>920</b>

Pour estimer les données de mortalité pour le cancer naso-sinusien et pour le mésothéliome de la plèvre, nous nous sommes basées sur les données du CépiDc (cf tableau 7). Notre analyse commence en 2000, date à partir de laquelle les données sont disponibles par code CIM. En étudiant l'évolution du nombre de décès selon le sexe sur la période 2000 à 2008, on remarque une évolution régulière pour le mésothéliome de la plèvre (cf figures 9 et 10) ainsi que pour le cancer naso-sinusien chez l'homme (cf figure 11). Dans ces cas de figure, on peut supposer que l'évolution du nombre de décès est linéaire. Pour le cancer naso-sinusien chez la femme, nous faisons la même hypothèse même si l'évolution semble moins régulièrement (cf figure 12). Cependant comme le nombre de cas est faible et que l'estimation ne porte pas sur une année lointaine, cette hypothèse doit aboutir à une estimation proche de la réalité.

Tableau 7 : Evolution du nombre de décès entre 2000 et 2008 par pathologie selon le genre.

<b>Pathologie</b>	<b>Genre</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Plèvre</b> <b>(CIM 10 : C45.0 +</b> <b>C38.4)</b>	Homme	623	535	643	598	588	573	614	567	574
	Femme	238	240	230	239	228	249	227	228	250
	Ensemble	861	775	873	837	816	822	841	795	824
<b>Naso-sinusien</b> <b>(CIM 10 : C30 +</b> <b>C31)</b>	Homme	98	94	87	103	98	106	121	129	128
	Femme	42	62	43	47	49	60	61	59	51
	Ensemble	140	156	130	150	147	166	182	188	179

Source : CépiDc

Figure 9 : Evolution du nombre de décès par mésothéliome de la plèvre entre 2000 et 2008 chez les hommes.

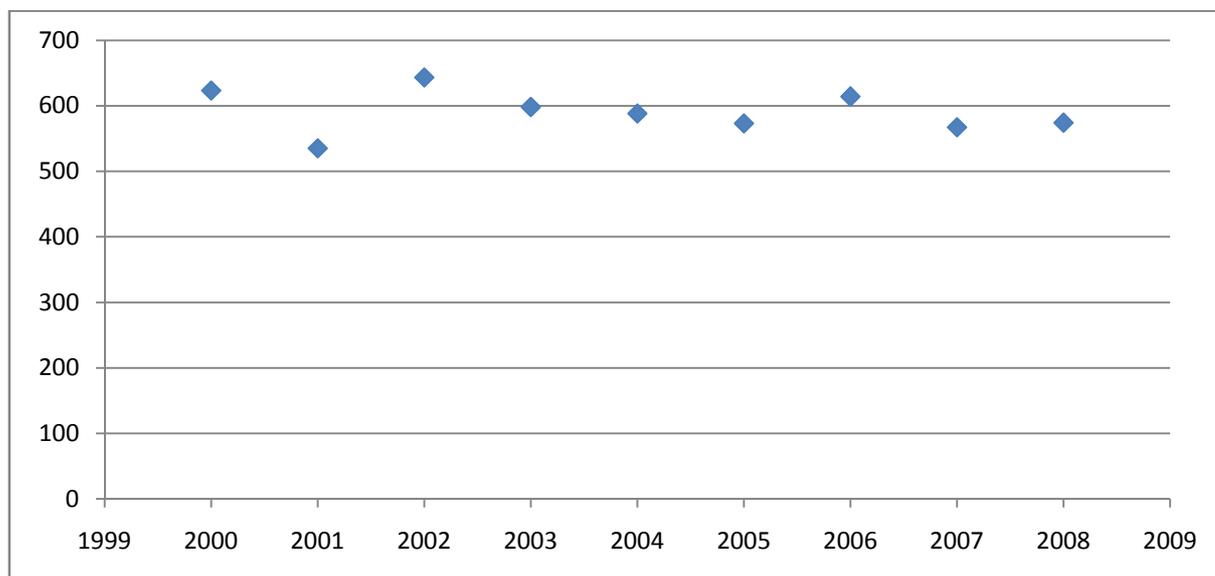


Figure 10 : Evolution du nombre de décès par mésothéliome de la plèvre entre 2000 et 2008 chez les femmes.

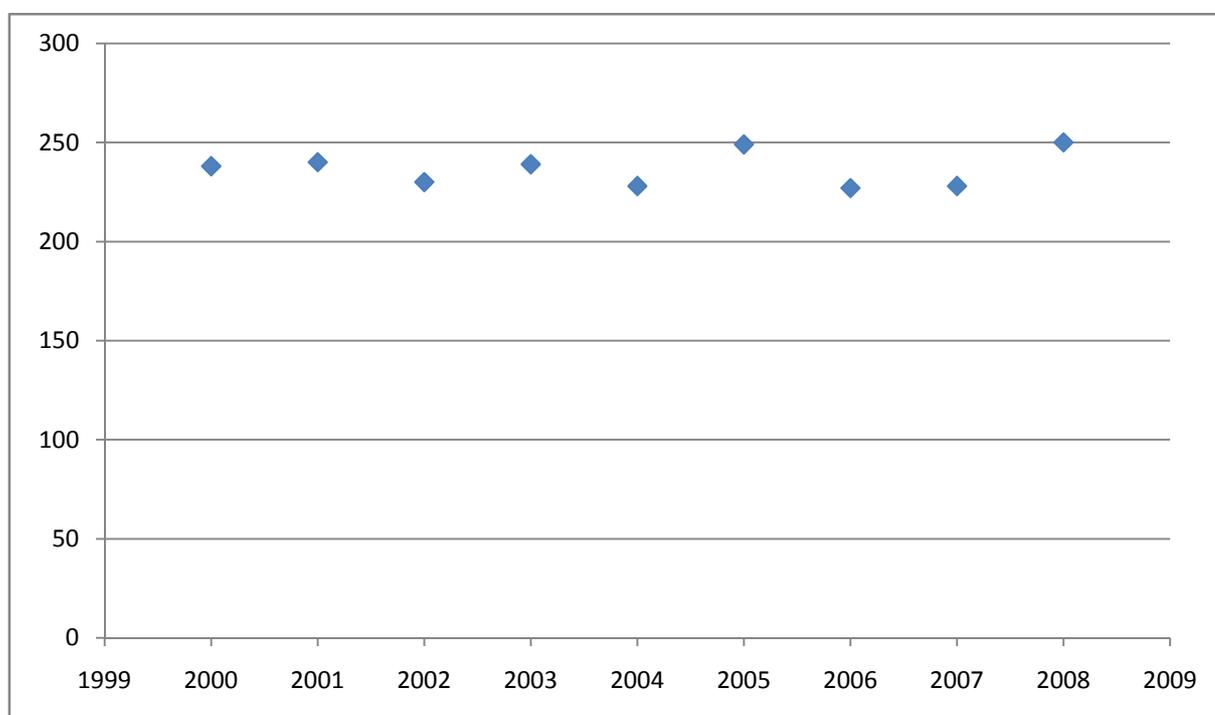


Figure 11 : Evolution du nombre de décès par cancer naso-sinusien entre 2000 et 2008 chez les hommes.

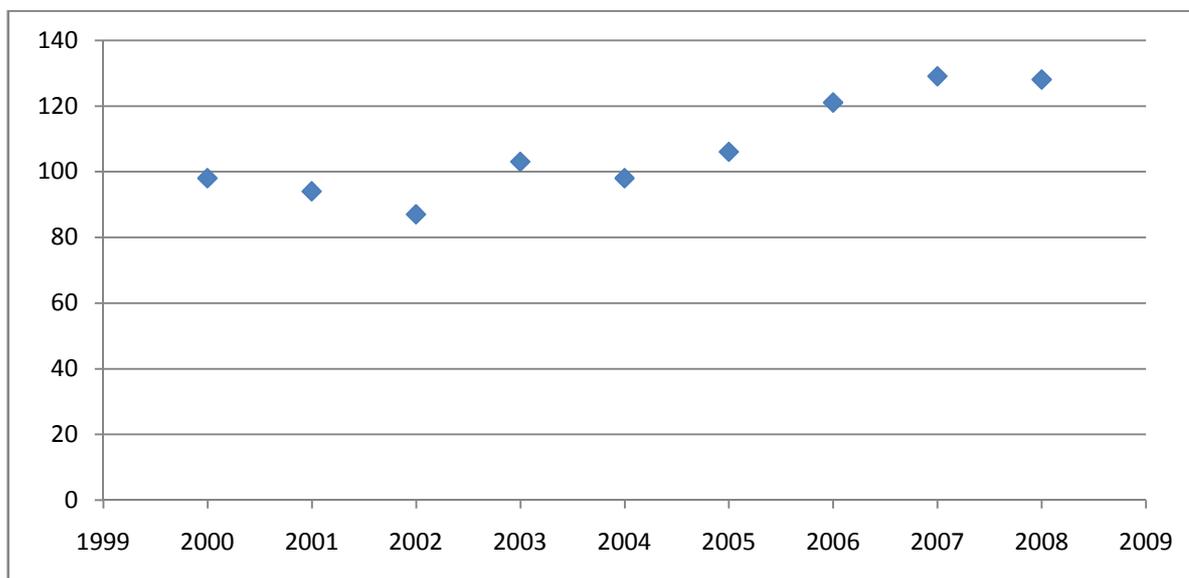
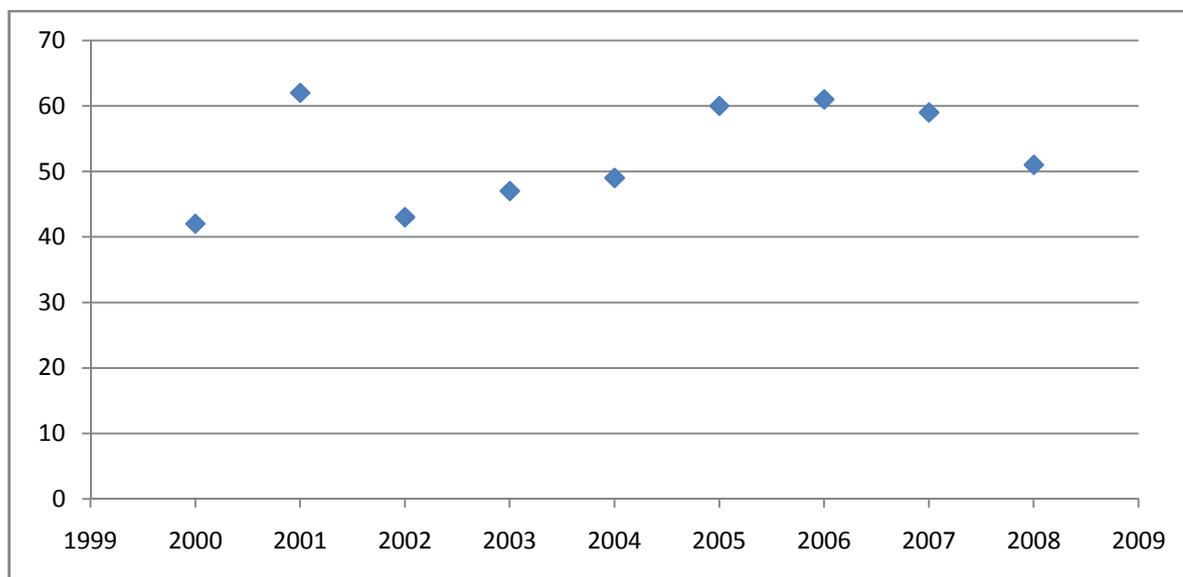


Figure 12 : Evolution du nombre de décès par cancer naso-sinusien entre 2000 et 2008 chez les femmes



Pour chaque pathologie et selon le genre, nous estimons donc par la méthode des moindres carrés les paramètres a et b de la droite de régression  $Y = a X + b$  avec Y l'estimation du nombre de décès pour l'année X (1 pour l'année 2000 donc 11 pour l'année 2010). Les résultats sont présentés dans le tableau 8.

Tableau 8 : Estimation des paramètres a et b par la méthode des moindres carrés par pathologie et par sexe.

<b>Pathologie</b>	<b>Genre</b>	<b>Estimation du paramètre a</b>	<b>Estimation du paramètre b</b>
<b>Mésothéliome de la plèvre</b>	Homme	-3,05	605,8
	Femme	0,27	235,22
<b>Cancer naso-sinusien</b>	Homme	4,93	83,44
	Femme	1,27	46,33

Pour estimer l'incidence du mésothéliome de la plèvre pour l'année 2010, nous avons créé des ratios incidence/ mortalité pour 2005 selon le sexe (cf tableau 9). Chaque ratio est ensuite multiplié par l'estimation du nombre de décès pour 2010.

Tableau 9 : Estimation de ratios incidence/mortalité pour l'année 2005 par pathologie et par sexe.

<b>Pathologie</b>	<b>Genre</b>	<b>Incidence en 2005</b>	<b>Mortalité en 2005</b>	<b>Ratio incidence/mortalité</b>
<b>Mésothéliome de la plèvre</b>	Homme	642	573	<b>1,12</b>
	Femme	264	249	<b>1,06</b>

Les calculs effectués nous permettent d'estimer pour 2010 l'incidence du mésothéliome de la plèvre à 641 nouveaux cas pour les hommes et 252 pour les femmes (cf tableau 10). L'incidence du cancer naso-sinusien est évaluée à 510 cas pour les hommes et 247 cas pour les femmes.

Pour cette même année, la prévalence du cancer du poumon et du mésothéliome de la plèvre est estimée respectivement à 35 990 et 652 cas pour les hommes contre 8 852 et 244 cas pour les femmes.

Le nombre de décès par cancer naso-sinusien est évalué à 138 pour les hommes et 60 pour les femmes. Pour le mésothéliome de la plèvre, l'estimation des décès est de 572 pour les hommes et 238 pour les femmes.

Tableau 10 : Estimation des données d'incidence, de prévalence et de mortalité par type de cancer et par sexe pour l'année 2010.

<b>Pathologie</b>	<b>Genre</b>	<b>Nombre de cas prévalents</b>	<b>Nombre de cas incidents</b>	<b>Nombre de décès</b>
<b>Poumon</b>	<b>Homme</b>	35 990	26 947	23 496
	<b>Femme</b>	8 852	7 489	6 260
	<b>Ensemble</b>	<b>44 842</b>	<b>34 436</b>	<b>29 784</b>
<b>Plèvre</b>	<b>Homme</b>	652	641	572
	<b>Femme</b>	244	252	238
	<b>Ensemble</b>	<b>896</b>	<b>893</b>	<b>810</b>
<b>Naso-sinusien</b>	<b>Homme</b>	-	510	138
	<b>Femme</b>	-	247	60
	<b>Ensemble</b>	-	<b>757</b>	<b>198</b>

## Section 2 : Résultats de l'évaluation du risque attribuable à chaque facteur de risque

### 1. En termes de proportion de cas de cancer

Les estimations de prévalence d'exposition « vie entière » sont utilisées avec les estimations de risque relatif issues de la revue de la littérature pour calculer les risques attribuables à chaque facteur de risque. Lorsque nous avons retenu des fourchettes de risque relatif pour un facteur de risque, nous estimons le risque attribuable également sous forme d'une fourchette.

Le PNSM a permis d'estimer la fraction de risque attribuable à une exposition professionnelle à l'amiante à 83,2% pour les hommes, et 38.4% pour les femmes (GOLBERG *et alii* 2006). Ces valeurs sont directement utilisées pour l'estimation des risques attribuables au mésothéliome de la plèvre dans notre analyse.

Tableau 11 : Estimation des risques attribuables

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Risque attribuable bas	Risque attribuable haut
Cancer du poumon	Amiante	Femme	1,78%	
		Homme	15,17%	
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	0,39%	0,56%
		Homme	6,48%	8,98%
	Peintres	Femme	0,01%	0,06%
		Homme	0,29%	0,75%
	Silice cristalline	Femme	0,16%	0,31%
		Homme	3,32%	6,15%
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	38,40%	
		Homme	83,20%	
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	7,15%	
		Homme	1,98%	
	Poussières de bois	Femme	0,15%	0,54%
		Homme	9,75%	23,85%

## 2. En termes de nombre de cas incidents, prévalents et de décès

L'application des estimations de risques attribuables aux données de morbidité et mortalité des cancers nous permet d'estimer les nombres de cas incidents, de cas prévalents et de décès imputables à chaque facteur de risque pour l'année 2010.

Tableau 12 : Estimation des nombres de cas prévalents, incidents et de décès attribuables à chaque facteur de risque pour l'année 2010.

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Nombre de cas prévalents attribuables	Nombre de cas incidents attribuables	Nombre de décès attribuables
Cancer du poumon	Amiante	Femme	157	133	111
		Homme	5 461	4 089	3 565
		Ensemble	<b>5 618</b>	<b>4 222</b>	<b>3 676</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	35-50	30-42	25-35
		Homme	2 332-3 233	1 746-2 421	1 523-2 111
		Ensemble	<b>2367-3283</b>	<b>1 776-2 463</b>	<b>1 548-2 146</b>
	Peintres	Femme	1-6	1-5	1-4
		Homme	104-269	78-201	68-175
		Ensemble	<b>105-275</b>	<b>79-206</b>	<b>69-179</b>
	Silice cristalline	Femme	15-28	12-24	10-20
		Homme	1 194-2 213	894-1 657	780-1 445
		Ensemble	<b>1 209-2 241</b>	<b>906-1 681</b>	<b>790-1 465</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>9 299-11 417</b>	<b>6 983-8 572</b>	<b>6 083-7 466</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	94	97	91
		Homme	542	533	576
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>636</b>	<b>630</b>	<b>667</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	-	24	4
		Homme	-	10	3
		Ensemble	-	<b>34</b>	<b>7</b>
	Poussières de bois	Femme	-	1-2	0
		Homme	-	50-122	13-33
		Ensemble	-	<b>51-124</b>	<b>13-33</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			-	<b>85-158</b>	<b>20-40</b>

## Conclusion du chapitre 2

La sous-déclaration des patients tend à masquer l'importance réelle des cancers professionnels. Les données de la CNAMTS ne peuvent donc pas être mobilisées pour estimer le nombre de cancers imputables à chaque facteur de risque.

Pour surmonter la sous-déclaration des cancers professionnels, nous mobilisons la méthode des risques attribuables qui permet d'estimer le nombre de cas d'une pathologie imputable à un facteur de risque.

Cette méthode nécessite des données épidémiologiques qui ne sont pas disponibles pour tous les facteurs de risque. La mise en place d'une revue de la littérature des méta-analyses permet de déterminer des valeurs de risque relatif pour seulement 7 facteurs de risque que sont l'amiante, les fumées d'échappement des moteurs diesel, la silice cristalline, les peintres, le tabagisme passif, les poussières de bois et les poussières de cuir. La prévalence d'exposition « vie entière » n'est pas disponible et n'a donc pas pu être estimée pour le tabagisme passif qui est exclu de notre analyse. Enfin les données de mortalité et de morbidité pour le cancer du poumon, le cancer naso-sinusien et le mésothéliome sont disponibles mais avec un certain délai. Ces données pour l'année 2010 ont donc fait l'objet d'estimation à partir des données disponibles.

La méthode des risques attribuables permet donc de contourner la sous-déclaration des cancers professionnels, qui constitue un obstacle à l'évaluation du coût social des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels. Cette méthode nécessite cependant un grand nombre de données épidémiologiques dont la qualité des résultats dépend grandement. Sur les 24 facteurs de risque inclus dans l'analyse, nous avons pu estimer les nombres de cas (incidents, prévalents et de décès) de cancers du poumon, de cancers naso-sinusiens et de mésothéliomes de la plèvre attribuables à seulement 6 d'entre eux (amiante, fumées d'échappement des moteurs diesel, silice cristalline, peintres, poussières de bois et poussières de cuir).

Selon nos estimations pour 2010, l'amiante serait ainsi à l'origine de 5 618 cas dont 4 222 nouveaux cas et de 3 676 décès d'un cancer du poumon. Le nombre de cas prévalents imputables aux facteurs de risque du cancer du poumon est évalué entre 9 299 à 11 417. Ces facteurs auraient causé entre 6 983 et 8 572 nouveaux cas de cancer du poumon et entraîné de 6 083 à 7 466 décès en 2010.

**DEUXIÈME PARTIE :**  
**MÉTHODE D'ÉVALUATION DU COÛT**  
**SOCIAL DE CANCERS IMPUTABLES À DES**  
**FACTEURS DE RISQUE PROFESSIONNELS**

*Dans la première partie, nous avons estimé les nombres de cas incidents, prévalents et de décès imputables à chaque facteur de risque. Dans cette **deuxième partie**, nous nous intéressons désormais à l'évaluation du coût que représentent ces cas de cancer pour la société.*

*Le **chapitre 3** est consacré à l'analyse de la méthode Cost Of Illness (COI) qui permet d'évaluer le coût social d'une pathologie. L'approche COI constitue un outil d'aide à la décision mais le manque de standardisation nuit à son utilisation. Il existe un flou sur la définition des coûts pris en compte ainsi que sur la manière de les valoriser (**section 1**).*

*Face au manque de données sur le coût des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels, nous nous interrogeons sur la possibilité de réutiliser tout ou partie de notre évaluation pour estimer le coût d'autres cancers professionnels, imputables à d'autres facteurs de risque ou dans un autre pays. Après avoir étudié les freins au transfert des résultats d'un contexte à un autre, nous formulons des préconisations pour l'amélioration de la transférabilité (**section 2**) dont nous tenons compte dans notre évaluation.*

*Le **chapitre 4** décrit la méthodologie d'évaluation que nous avons conçue pour estimer le coût social des cancers d'origine professionnelle imputables à un facteur de risque en France en tenant compte des enseignements tirés du chapitre précédent. Après avoir décrit les caractéristiques principales de l'analyse (**section 1**), nous présentons notre méthode d'évaluation du coût direct qui s'appuie sur un travail pionnier basé sur le PMSI (**section 2**). Nous détaillons enfin la méthodologie d'évaluation des coûts indirects de morbidité (absentéisme et présentéisme) et de mortalité, dans les sphères marchande et non marchande (**section 3**).*

## Chapitre 3 : Évaluer le coût social d'une maladie

---

Nous avons estimé dans le chapitre précédent les nombres de cas (incidents, prévalents et de décès) de cancer attribuables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir. La seconde étape d'une évaluation du coût social des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels consiste à estimer le coût que représentent ces cas pour la société.

La méthode généralement utilisée pour estimer le coût d'une maladie du point de vue sociétal est la méthode Cost Of Illness (COI). Cette approche présente notamment l'avantage de prendre en considération, outre les coûts directs, les coûts indirects et intangibles. Cependant son manque de standardisation peut constituer un frein à son utilisation par les décideurs. Après avoir resituer la place de la méthode COI dans le processus de prise de décision, nous analysons cette approche pour tenter de mieux comprendre les différences méthodologiques d'évaluation. Les divergences se situent dans les coûts à prendre en compte mais aussi dans la façon de les valoriser.

Cette réflexion nous pousse notamment à présenter une typologie des différents types de coûts qui conduit à clarifier la définition des coûts indirects. Nous présentons également les méthodes utilisées pour valoriser ces coûts. Les approches du capital humain et des coûts de friction s'opposent pour l'estimation des coûts indirects d'absentéisme dans la sphère marchande alors que les approches du coût d'opportunité et du coût de remplacement sont toutes deux mobilisées pour évaluer les coûts indirects dans la sphère non marchande. La prise en compte des coûts intangibles dans les études COI remporte un consensus. Nous tentons de comprendre pourquoi ils ne sont alors quasiment jamais pris en compte.

Dans le contexte de la prévention des cancers d'origine professionnelle et face au manque de données de coûts, la transférabilité des résultats des évaluations économiques représente des enjeux importants. L'analyse des freins à la transférabilité nous permet de formuler des recommandations dont nous tiendrons compte pour mener notre évaluation dans un souci permanent de rendre les résultats, autant que possible, transférables à d'autres facteurs de risque, d'autres localisations de cancer mais aussi d'autres pays.

## **Section 1 : L'analyse « cost of illness »: fondements et méthode**

Clairement définie pour la première fois en 1967 par RICE, la méthode « Cost of Illness » (COI) a été la première technique d'évaluation économique en santé. De nombreux auteurs ont discuté depuis cette méthodologie (COOPER et RICE 1976, SHIELL *et alii* 1987, BEHRENS et HENKE 1988, HODGSON 1989). Le but de cette approche est de mesurer l'impact économique global d'une maladie (TARRICONE 2006). La particularité de la méthode consiste à traduire l'ensemble des effets de la pathologie en termes monétaires et non plus seulement les coûts relatifs aux traitements (MOLINIER *et alii* 2006).

Cette méthode s'est fortement développée au fil des années. AKOBUNDU *et alii* (2006) ont recensé trois fois plus d'études de ce type publiées entre 1995 et 2005 qu'entre 1960 et 1980. Il s'agit du type d'étude économique le plus fréquemment mobilisé dans le domaine de la santé en Italie et des organismes comme la Banque mondiale, l'Organisation mondiale de la Santé ou l'Institut national de la santé américain (NIOSH) l'utilisent régulièrement (TARRICONE 2006).

### **1. Quelle place pour les études COI dans le processus de prise de décision ?**

La capacité de l'approche COI à fournir une aide aux décideurs a fait l'objet de nombreux débats. Le manque de standardisation de la méthode est une des raisons mais pas la principale. La méthode COI est critiquée car, contrairement aux méthodes coût-avantage, elle n'a pas de dimension comparative (DRUMMOND 1992a). L'approche COI est en réalité un outil essentiel pour la prise de décision que ce soit lorsqu'elle est utilisée directement ou à travers une étude coût-bénéfice.

#### **1.1. COI et analyse coût-bénéfice**

De façon générale, les méthodes coût-avantage présentent un intérêt réel pour l'analyse des actions et stratégies en santé au travail, car elles sont opérationnelles. Elles présentent en effet une méthodologie d'analyse et d'évaluation compatible avec la façon dont sont mises en œuvre les stratégies d'intervention en santé au travail. On distingue trois approches au sein des méthodes coût-avantage. Les études coût-efficacité mesurent les effets d'une stratégie de manière unidimensionnelle en unités physiques (nombre de cas de retour au travail, nombre d'années de travail gagnées par exemple), et produisent un ratio appelé ICER (Incremental cost effectiveness ratio) entre la différence de coût et la différence des effets de deux politiques concurrentes (HOCH *et alii* 2002, HOCH et DEWA 2005). Les études coût-

utilité produisent un ratio nommé ICUR (Incremental cost utility ratio) en intégrant au dénominateur une mesure de la qualité de vie des personnes concernées par la politique, dans la mesure où deux stratégies différentes peuvent entraîner des effets distincts en termes de douleur, souffrance psychologique, handicap. Enfin, les études coût-bénéfice nécessitent de traduire sous forme monétaire les effets d'une politique. Les bénéfices attendus sont ainsi convertis en coûts auxquels on soustrait les coûts de mise en œuvre de la politique. Si les bénéfices du programme excèdent les coûts, le solde est positif et la politique « vaut la peine » d'être réalisée. Le choix entre ces méthodes coût-avantage dépend notamment du point de vue adopté par l'étude, qu'il soit celui de la société dans sa globalité, celui du système de protection sociale, de l'organisation dans laquelle est mise en œuvre la politique d'intervention ou celui du travailleur.

Si l'on se place dans le cas d'une politique publique de prévention mise en œuvre à l'échelle d'un pays, le point de vue retenu peut être celui de la collectivité dans son ensemble, ou de manière plus restrictive celui du financeur, la branche ATMP par exemple. Si l'approche coût-bénéfice est utilisée, il est possible de valoriser les bénéfices attendus de cette politique selon plusieurs méthodes. Dans le cas spécifique où les bénéfices sont valorisés en termes de coûts évités, c'est-à-dire en termes de coûts qu'il faudrait assumer si aucune prévention n'était instaurée, le rapport entre d'un côté les coûts de la mise en place de la politique et de l'autre les coûts potentiellement évités permet de dire si cette politique « vaut la peine » d'être menée.

La première étape de l'étude coût-bénéfice consiste à estimer les coûts engendrés tout au long de la mise en place de la politique de prévention. En amont, le diagnostic des causes des atteintes à la santé sur le lieu de travail entraîne des coûts qu'il convient de prendre en compte. L'instauration du dispositif de prévention génère des dépenses en équipements de sécurité, en formation ou encore en aménagement du lieu de travail. L'implantation est coûteuse en temps passé par les salariés, par le management de l'entreprise et par un éventuel intervenant extérieur. Les coûts ne s'arrêtent pas à la mise en place de la politique. De l'implantation du dispositif peut éventuellement résulter une baisse des cadences de production.

Les bénéfices peuvent être assimilés aux coûts évités par la politique de prévention. L'implantation d'un dispositif peut améliorer la qualité du travail, la productivité, faire diminuer l'absentéisme au travail, éléments qui seront à prendre en compte du côté des coûts évités. La seconde étape d'une étude coût-bénéfice consiste à évaluer les avantages produits

par la mise en place de la politique en termes monétaires. Il s'agit donc de mesurer le coût total des pathologies, de calculer la part de ces pathologies imputables au facteur de risque (grâce aux risques attribuables), et d'estimer les coûts qui pourraient être évités par la politique de prévention.

L'approche COI permet de mesurer les conséquences d'une maladie en termes monétaires et peut donc être mobilisée dans le cadre d'une étude coût-bénéfice (RICE 1967, HODGSON 1989). Elle permet d'évaluer les bénéfices de la politique de prévention en termes de coûts évités. Pour cela, le risque attribuable associé au facteur étudié est appliqué au coût total de la pathologie. Nous obtenons donc le coût imputable au facteur de risque, ce qui correspond au coût qui serait évité si l'exposition au facteur de risque était totalement supprimée.

Pour pouvoir utiliser ces données dans l'évaluation d'une politique de prévention, il manque cependant une étape. Il faut connaître l'efficacité de cette politique sur la santé des travailleurs, c'est-à-dire la part des cas évités imputable aux mesures de prévention mises en œuvre. C'est ici qu'intervient un problème majeur rencontré dans les évaluations économiques des politiques de prévention en santé au travail. Comme le soulignent NELSON *et alii* (2005), peu d'études sur les politiques de prévention en santé au travail fournissent des données sur le nombre de cas évités lié à la baisse de l'exposition au facteur de risque étudié. De manière générale, une politique de prévention peut diminuer l'exposition à un risque professionnel, mais plus rarement éradiquer ce risque sur le lieu de travail (sauf dans le cas par exemple de l'interdiction d'une substance dans les processus de production). Selon le cas étudié et la nature du facteur de risque, il est souvent abusif de considérer que la prévention entraînerait une économie de coûts égale au poids économique du facteur de risque étudié (SERRIER *et alii* 2009).

L'évaluation du coût d'une maladie peut servir dans une étude coût-bénéfice d'une politique de prévention en santé au travail mais n'en représente en réalité qu'une étape intermédiaire. Sans l'évaluation de l'impact de cette politique, l'analyse ne peut en effet pas être menée. Des tentatives – fructueuses – ont pourtant été conduites, notamment au Québec dans le domaine de la prévention tertiaire des troubles musculo-squelettiques (LOISEL *et alii* 2002). Mais il est vrai qu'étant donné les difficultés méthodologiques et la faible disponibilité des données, ces évaluations coût-avantage sont rares (SULTAN-TAÏEB H. 2011). Comme le montre la revue de littérature de LAMONTAGNE *et alii* (2008) sur l'évaluation des mesures de prévention du stress au travail, seulement 6 études sur les 90 retenues abordaient la dimension économique de l'intervention.

## 1.2. COI, un outil d'aide à la décision

L'approche COI constitue une méthode d'évaluation économique à part entière, qui peut être menée indépendamment de toute autre évaluation économique.

Dans le cadre de l'aide à la décision, le manque de dimension comparative des études COI a été critiqué par certains auteurs qui préconisent de privilégier les études mesurant à la fois les coûts et les avantages d'une politique (SHIELL *et alii* 1987, CURRIE *et alii* 2000).

Pour résoudre le problème d'allocation des ressources, les approches COI et coût-avantage sont toutes les deux nécessaires. Elles fournissent des informations différentes et ne sont donc pas mobilisées pour les mêmes objectifs. En ce sens, ces deux approches ne sont pas opposables mais plutôt complémentaires. Une évaluation COI permet de repérer les zones de sous allocation dans lesquelles des études coût-avantage peuvent ensuite être menées pour choisir un programme selon un critère d'efficacité (BEHRENS et HENKE 1988). L'approche COI permet également les comparaisons internationales et le suivi de l'évolution des coûts d'une maladie au cours du temps (DRUMMOND 1992a).

Le processus de décision est complexe et ne peut pas se résumer à la simple lecture d'un ratio. Des informations peuvent être politiquement pertinentes et intéressantes sans pour autant être une décision en soi (HODGSON 1989). Les études coût-avantage et COI ne sont d'ailleurs pas des techniques de prise de décisions mais plutôt des outils à la disposition du décideur (Rice 2000). Le décideur peut s'intéresser à un programme de prévention qui ne présenterait pas le meilleur ratio coût-avantage ou à une maladie qui ne serait pas la plus coûteuse pour la société si celui-ci permet par exemple de diminuer les inégalités de santé ou de sauver davantage de vies. Les évaluations économiques fournissent une information au décideur qui choisit ensuite le programme à mettre en place en fonction de ces données mais aussi des objectifs qu'il a définis.

Une étude COI menée avec rigueur peut donc constituer un outil important d'aide à la décision (TARRICONE 2006, SEGEL 2006). Dans le cadre de notre analyse, l'utilisation de l'approche COI permet de mesurer l'impact sanitaire et économique de chaque facteur pour la société. Le coût estimé peut ainsi être utilisé pour réaliser des projections pour les années à venir et doit permettre des comparaisons internationales. L'évaluation du coût des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels doit aider à l'allocation des ressources mais aussi pouvoir servir de base pour l'évaluation des politiques de prévention.

## 2. Description de la méthode COI

### 2.1. Une méthodologie spécifique à l'objet d'étude ?

Si les principes généraux de l'approche COI remportent désormais un consensus, des problèmes méthodologiques sont récurrents. Le manque de standardisation dans la méthode est fréquemment souligné dans la littérature (HODGSON et MEINERS 1982, BLOOM *et alii* 2001, SEGEL 2006). En réalité, ce qui est perçu comme un manque d'homogénéité traduit la nécessité au sein même des études COI d'adapter la méthodologie aux caractéristiques de l'objet d'étude. La méthode COI permet d'estimer l'impact économique d'une maladie telle que la dépression (BERTO *et alii* 2000, LUPPA *et alii* 2007, SOBOCKI *et alii* 2007) mais aussi d'un groupe de maladies comme les cancers (CHANG *et alii* 2004) ou encore de facteurs de risque tels que l'alcool (LEBRUN et SELKE 2004) ou le stress professionnel (BÉJEAN et SULTAN-TAÏEB 2005). AKOBUNDU *et alii* (2006) ont mené une revue de la littérature des évaluations COI et défini quatre grandes catégories d'étude COI :

- « Sum\_All Medical » : Les patients atteints d'une pathologie sont identifiés et toutes les dépenses de santé sont prises en compte dans les coûts, qu'elles soient relatives ou non à cette maladie.
- « Sum\_Diagnosis Specific » : Les patients atteints d'une pathologie sont identifiés et seules les dépenses de santé relatives à cette maladie sont pris en compte.
- « Matched Control » : Les patients atteints d'une pathologie sont identifiés et les coûts relatifs ou non à cette maladie sont mesurés. Les coûts moyens de personnes non atteintes de la pathologie sont ensuite soustraits pour évaluer le coût supplémentaire lié à la pathologie.
- « Regression » : Les patients atteints d'une pathologie sont identifiés et un modèle de régression est utilisé pour mettre en évidence les coûts supplémentaires induits par la maladie.

Les auteurs ont classé les études issues de la revue de la littérature selon ces quatre catégories et ont montré que les douze études s'intéressant aux désordres pulmonaires obstructifs chroniques, les trois études sur le mal de dos et les quatre études sur les désordres bipolaires appartiennent toutes à la catégorie « Sum\_Diagnosis Specific ». Par ailleurs, les cinq études sur la malaria utilisent la méthodologie « Sum\_All Medical ». Leur travail montre que les caractéristiques de l'objet d'étude jouent un rôle important sur la méthode à employer. On

retrouve cette idée dans l'étude de SEGEL (2006) qui montre que les coûts de facteurs de risque s'estiment de façon différente de bien d'autres coûts de la maladie.

## **2.2. Les principales caractéristiques méthodologiques des études COI**

On distingue trois principales approches pour évaluer les coûts. L'approche ascendante dite « bas haut » ou «bottom up» combinent des données de coûts unitaires et des données de consommations de soins pour estimer le coût moyen de la pathologie.

L'approche descendante dite « haut bas » ou «top down» mesure la proportion d'une pathologie imputable à la maladie ou au facteur de risque (BLOOM *et alii* 2001). Cette approche mobilise des données agrégées pour estimer les coûts relatifs à la pathologie.

L'approche économétrique développe des modèles de régression pour estimer les dépenses de santé. Ces modèles incluent une variable pour la maladie étudiée et contrôlent les caractéristiques individuelles comme les variables démographiques et les comorbidités (HONEYCUTT *et alii* 2009). L'estimation des coefficients de ces modèles permet d'évaluer les dépenses de santé par individu dans la population de malades mais aussi les dépenses de santé si la maladie était supprimée. La différence entre ces deux valeurs fournit une évaluation des dépenses de santé par individu imputable à la maladie.

Le choix entre les différentes approches dépend des données disponibles et de l'objectif de l'étude. L'approche ascendante est plus précise mais nécessite beaucoup de données qui sont généralement collectées lors d'une enquête de terrain. Elle est donc adaptée au point de vue du patient ou d'un hôpital. Si on adopte une perspective sociétale, l'approche descendante semble plus adaptée. Dans ce cas, les coûts relatifs à la pathologie sont estimés en partant de données nationales. La méthode des risques attribuables correspond à cette approche puisque nous partons par exemple de données nationales d'incidence de cancer pour ensuite estimer la part imputable à chaque facteur de risque.

On peut également distinguer la méthode COI selon le choix entre une approche par l'incidence ou par la prévalence. L'approche par l'incidence estime les coûts des nouveaux cas d'une pathologie, diagnostiqués sur une période donnée, tout au long de la vie du patient (DRUMMOND 1992a, RICE 1994). On s'intéresse donc uniquement aux patients diagnostiqués sur une année par exemple, mais on mesure tous les coûts quelque soit le moment où ils apparaissent. L'évaluation s'apparente donc à une analyse longitudinale et nécessite de faire appel aux techniques de l'actualisation pour évaluer la valeur présente des coûts futurs.

L'approche par la prévalence mesure tous les coûts liés à l'ensemble des personnes atteintes d'une pathologie durant une période donnée, généralement une année. On s'intéresse donc, sur cette période, à tous les patients quelque soit l'année du diagnostic mais on mesure les coûts uniquement sur la période considérée. L'évaluation s'apparente cette fois-ci à une analyse transversale (LAUNOIS *et alii* 1998). Les deux méthodes présentent des avantages différents. Un design basé sur la prévalence est notamment plus adapté pour mettre en évidence des pathologies dont l'impact est sous-estimé. Il permet de montrer l'ampleur de l'impact sanitaire et économique de la maladie sur la population à un moment donné. Le choix de l'incidence est pertinent lorsqu'on s'intéresse aux politiques de prévention. Les patients peuvent subir les conséquences de la maladie, séjours en établissement de santé et absences au travail par exemple, tout au long de leur vie et pas seulement l'année du diagnostic de leur cancer. Or si le facteur de risque est supprimé, c'est l'apparition du cancer et donc de tous ces coûts qui est évitée. L'approche par l'incidence permet donc de mettre en évidence les bénéfices attendus par la mise en place du programme, c'est-à-dire les coûts évités si le facteur de risque était supprimé.

Enfin, les études COI peuvent être rétrospectives ou prospectives, en fonction de la relation temporelle entre les données utilisées et l'année d'évaluation retenue pour l'analyse.

Pour notre évaluation, nous utilisons la méthode des risques attribuables qui permet d'estimer la part des cancers imputables à chaque facteur de risque que nous appliquons ensuite à nos estimations de coût selon la méthode COI. Notre étude est de type descendant. Les approches par l'incidence et par la prévalence fournissent des informations différentes mais pertinentes. Nous menons donc cette évaluation selon ces deux approches.

### **3. Les coûts à prendre en compte**

#### **3.1. La notion de coût**

Dans une étude COI, tous les effets de la maladie sont identifiés et valorisés en termes monétaires. La valeur monétaire d'un bien est définie par son coût d'opportunité qui se définit comme la valeur de l'opportunité (non réalisée) d'utiliser d'une façon différente les ressources qui sont mobilisées ou perdues à cause de la maladie (BROUWER *et alii* 2001). Autrement dit, le coût d'opportunité d'un bien est la meilleure option à laquelle on renonce pour l'obtenir.

Selon la théorie néoclassique, lorsqu'un bien est vendu sur un marché qui se trouve en concurrence pure et parfaite, son prix est égal au coût marginal de production. Le prix reflète alors la valeur du bien.

Mais un bien peut ne pas être vendu sur un marché. Dans ce cas, il ne possède pas de prix marchand. De même lorsque le marché est défaillant, c'est à dire lorsqu'on ne se situe pas en situation de concurrence pure et parfaite, le prix d'un bien ne reflète plus forcément sa valeur. Dans ce cas le prix ne peut pas être employé pour estimer la valeur du bien.

En France les prix des biens de santé sont administrés et ne peuvent donc pas être utilisés pour estimer leur valeur. Dans ce cas, il faut analyser les ressources consommées pour la production du bien ou du service. Par exemple, du point de vue de la société, le coût du séjour hospitalier d'un patient atteint d'un cancer ne correspond pas au prix payé par celui-ci. Pour valoriser ce séjour, il faut alors tenir compte de l'ensemble des dépenses réalisées par l'hôpital pour prendre en charge le patient.

### **3.2. Typologie des coûts**

#### *3.2.1. Influence de la perspective adoptée sur les coûts retenus*

On distingue généralement trois grandes catégories de coût que sont les coûts directs, indirects et intangibles. Les coûts à inclure dans une analyse COI dépendent du point de vue adopté (cf tableau 13). La perspective la plus souvent choisie dans les études COI (SERRIER 2006) est celle de la société dans son ensemble. Ce point de vue est cohérent avec la théorie du bien-être. Les coûts supportés par chaque acteur de la société sont calculés puis additionnés à l'exception des transferts entre acteurs économiques (comme les transferts sociaux) qui n'ont aucune incidence sur les coûts totaux (DRUMMOND *et alii* 2005). Les études COI menées du point de vue de la société doivent donc prendre en compte à la fois les coûts directs, indirects et intangibles.

Tableau 13 : Coûts inclus dans les études COI en fonction de la perspective choisie

Point du vue	Coûts directs		Coûts indirects		Coûts intangibles
	Médicaux	Non médicaux	Morbidité	Mortalité	
<b>Société</b>	Tous les coûts	Tous les coûts	Tous les coûts	Tous les coûts	Tous les coûts
<b>Complémentaire santé</b>	Coûts couverts	-	-	Coûts couverts	-
<b>Entreprise</b>	-	-	Pertes de production	Pertes de production	-
<b>Patient</b>	Coût à sa charge	Coût à sa charge	Pertes de salaire et pertes de production domestique	Pertes de salaire et pertes de production domestique	Diminution de la qualité de vie
<b>Entourage du patient</b>	Coûts à leur charge	Coûts à leur charge	Pertes de salaire, pertes de production domestique	Pertes de salaire, pertes de production domestique	Diminution de la qualité de vie

Source : adapté de SEGEL 2006

### 3.2.2. Les coûts directs

Les coûts directs sont les coûts directement imputables à la maladie ou à sa prise en charge lors d'une hospitalisation ou en ambulatoire (WORONOFF-LEMSI *et alii* 2000). On distingue les coûts directs médicaux (médicaments, hospitalisation, consultations...) des coûts directs non médicaux (transport, aide à domicile...).

Dans une approche micro-économique, on peut estimer les coûts en utilisant la comptabilité ou à l'aide du micro-costing. Cette dernière consiste à identifier toutes les quantités consommées de biens en lien avec la maladie et à estimer leur coût unitaire. La multiplication de chaque quantité par son coût permet d'estimer le coût direct médical lié à la pathologie.

Lorsqu'on adopte une approche macro-économique, on part de coûts agrégés de santé, issus de la comptabilité nationale ou de démarches statistiques nationales, avant d'estimer la part de ces coûts totaux attribuable à la pathologie.

Le choix de la méthode dépend de différents paramètres comme le point de vue adopté, le degré de précision nécessaire mais aussi des données disponibles.

Notre évaluation des coûts directs est basée principalement sur un travail pionnier qui a abouti à la création d'un algorithme permettant d'extraire avec précision les séjours relatifs à la prise en charge hospitalière des cancers (BORELLA *et alii* 2000 et 2002a). Ces séjours sont ensuite valorisés en utilisant l'Etude Nationale des Coûts (ENC).

### 3.2.3. *Les coûts indirects*

#### A. Typologie des coûts indirects

Les coûts indirects sont les consommations de temps induites par la pathologie ou son traitement. Dans la littérature, le temps est souvent restreint au temps de travail et les coûts indirects sont assimilés aux pertes de production marchandes (DRUMMOND *et alii* 2005). Ces coûts peuvent être classés selon plusieurs typologies, ce qui crée un flou sur les coûts à inclure. Plusieurs distinctions sont possibles :

- Selon la maladie étudiée, on peut avoir des pertes de production liées à un décès et/ou à un état morbide.
- En fonction de l'impact de la maladie sur les capacités de l'individu, on distingue les pertes de production liées à une diminution de la productivité de celles liées à une absence de production.
- Selon le point de vue adopté notamment, on peut avoir des pertes de production liées à l'incapacité de faire tout ou partie de son travail ou des pertes de production liées à l'incapacité de réaliser tout ou partie des tâches domestiques habituelles.

Pour clarifier la typologie des coûts, nous pouvons diviser les coûts indirects en coûts de mortalité et coûts de morbidité (cf tableau 14). Ils correspondent respectivement aux pertes de production liées au décès ou à la maladie.

On peut ensuite distinguer les coûts d'absentéisme et les coûts de présentéisme. Les coûts d'absentéisme apparaissent lorsqu'un individu est absent de son travail à cause de sa maladie (SCHULTZ *et alii* 2009). Les coûts de présentéisme surviennent lorsque la productivité de

l'individu, présent au travail, diminue à cause de la maladie (COLLINS *et alii* 2005, PAULY *et alii* 2008).

Enfin, on peut différencier les pertes de production qui ont lieu dans la sphère marchande de celles qui ont lieu dans la sphère non marchande. Les pertes de production concernent la sphère marchande s'il y a échange sur un marché. Un individu peut faire du ménage chez lui sans aucune contrepartie mais il peut aussi échanger sur le marché du travail une activité de ménage contre une rémunération. L'incapacité à réaliser cette tâche ménagère dans ces deux situations entraîne respectivement des pertes de production dans les sphères non marchande et marchande.

Selon cette typologie, les coûts indirects peuvent être définis comme des pertes de production marchandes et non marchandes, liées à une diminution ou une absence de productivité causées par le décès ou l'état de santé de l'individu.

Les coûts indirects peuvent représenter une part très importante des coûts totaux. WEISSFLOG *et alii* (2001) estiment par exemple que les coûts indirects du cancer du poumon en Allemagne représentent 89 % des coûts totaux.

Leur prise en compte permet également de ne pas sous-estimer l'impact de certaines maladies ou de certains facteurs de risque (DRUMMOND 1992a). C'est le cas notamment de pathologie comme le stress ou la dépression dont la seule prise en compte des coûts directs ne permettrait pas de mesurer l'ampleur (BÉJEAN et SULTAN-TAÏEB 2005).

Tableau 14 : Typologie des coûts

Type de coût		Sphère marchande	Sphère non marchande
Coûts directs	Médicaux	Coûts hospitaliers : hospitalisation, transfusion, imagerie...	-
		Soins de ville : médicaments, consultations...	
	Non médicaux	Transport, aide à domicile, frais d'aménagement des habitations...	-
Coûts indirects	Morbidité	Présentéisme Pertes de production marchandes liées à une diminution de la productivité sur le lieu de travail	Pertes de production non marchandes liées à une diminution de la productivité lors de la réalisation des tâches domestiques
		Absentéisme Pertes de production marchandes liées à un arrêt de travail	Pertes de production non marchandes liées à une impossibilité d'effectuer les tâches domestiques
	Mortalité Pertes de production marchandes liées au décès	Pertes de production domestiques liées au décès	
Coûts intangibles	Morbidité	Souffrance physique du patient	
		Peine de l'entourage liée à la maladie du proche	
	Mortalité	Peine de l'entourage liée au décès du proche	

## B. Les coûts indirects liés à l'absentéisme au travail

Concernant la valorisation monétaire des coûts indirects, le choix entre la méthode du capital humain et celle des coûts de friction fait débat dans la littérature en économie de la santé (JOHANNESSON et KARLSSON 1997, WEINSTEIN *et alii* 1997, LILJAS 1998, BROUWER et KOOPMANSCHAP 2005, SULTAN TAÏEB *et alii* 2009).

### a) *La théorie du capital humain*

La théorie du capital humain trouve ses origines dans les réflexions sur la théorie de la croissance. En améliorant la qualité du facteur travail et donc sa productivité, celle-ci peut expliquer une partie de la croissance jusqu'alors inexplicée. Le terme « capital humain » est apparu dans les années 60. On peut en attribuer la paternité à Gary Becker, prix Nobel d'économie en 1992, dont l'ouvrage intitulé « Human capital » (1964) est devenu une référence.

La théorie du capital humain repose sur deux principes fondamentaux (CHAMAK et FROMAGE 2006):

- Chaque individu possède son propre capital constitué de ses connaissances, de ses compétences, de son expérience, de son intelligence, de sa créativité, de son imagination...
- Ce capital humain peut être valorisé au même titre que le capital matériel.

Dans le domaine du travail ou de la formation, l'individu va raisonner comme il le ferait avec n'importe quel investissement. On passe donc d'une vision de l'éducation comme un bien de consommation à une vision de l'éducation comme un bien d'investissement. L'individu peut choisir d'investir dans des études et donc de repousser son entrée sur le marché du travail s'il pense que ça lui permettra d'augmenter ces revenus futurs.

La théorie néoclassique suppose que les facteurs de production sont rémunérés à leur productivité marginale. La théorie du capital humain se place en amont de cette relation en établissant un lien entre le niveau d'éducation et la productivité. On peut donc résumer la théorie du capital humain par cet enchaînement logique (PERRUCHET 2005) :

EDUCATION → CAPITAL HUMAIN → PRODUCTIVITE → SALAIRES

Le capital humain et la productivité permettent ainsi d'expliquer le lien observé entre éducation et salaires.

L'approche du capital humain s'est fortement développée depuis les années 60 (GOEREE *et alii* 1999). Cette méthode est la première à introduire les pertes de production dans l'évaluation des coûts. Elle permet de mesurer la production perdue à cause d'une absence au travail temporaire ou définitive, de courte ou de longue durée. On cherche donc à estimer les coûts d'absentéisme à travers la production qu'aurait pu fournir l'individu s'il avait été vivant et en bonne santé. Pour cela, les travailleurs sont considérés comme des facteurs de production et on suppose qu'on se situe dans une économie de plein emploi. Les travailleurs fournissent des services de production en échange d'un salaire. Une entreprise a intérêt à embaucher si cette embauche lui permet d'accroître ses bénéfices. C'est le cas lorsque la production supplémentaire du dernier salarié engagé est supérieure à son coût. La contribution individuelle au PIB correspond donc à la productivité marginale du travail qui peut donc être estimée par le salaire brut. Chaque diminution de production ou chaque jour de travail manqué a un impact sur la production et entraîne donc une diminution des ressources disponibles pour la société (DUPILET *et alii* 2002). Pour estimer les pertes de production, le nombre d'heures de travail perdues est multiplié par le salaire brut augmenté des cotisations sociales employeur (DRUMMOND *et alii* 2005).

#### *b) L'approche des coûts de friction*

L'approche des coûts de friction adopte une approche positive pour évaluer les pertes de production liées à la pathologie (KOOPMANSCHAP et VAN INVELD 1992, BROUWER et KOOPMANSCHAP 2005).

Elle s'oppose au capital humain principalement dans la mesure des pertes de production pour des absences de longue durée. Ses défenseurs pensent que la méthode du capital humain surestime la réalité en évaluant les pertes de production « potentielles » et non « réelles ». Selon la théorie du capital humain, un travailleur qui décède n'est pas remplacé. La société

perd donc la contribution au PIB de l'individu jusqu'à la date théorique de sa retraite. L'approche des coûts de friction abandonne l'hypothèse de plein emploi en supposant qu'un individu peut être embauché en cas d'absence de longue durée. Il existe une période appelée « période de friction » durant laquelle l'individu n'est pas remplacé. Elle correspond à la durée nécessaire pour retrouver le niveau de productivité initiale (KOOPMANSCHAP *et alii* 1995). Les pertes de production sont donc limitées à cette période de friction dont la durée dépend de la disponibilité de personnels qualifiés sur le marché du travail et du niveau de chômage. Les coûts de friction prennent également en compte les coûts liés au remplacement du salarié, c'est-à-dire les coûts de recherche d'un travailleur et les coûts de formation.

L'approche des coûts de friction suppose également que l'élasticité de la production au temps de travail n'est pas égale à 1. Les auteurs défendent l'idée que la production du salarié absent n'est pas totalement perdue. L'absence d'un employé, si elle est courte, peut parfois être entièrement ou partiellement comblée par une augmentation du travail fourni par ses collègues. L'individu qui manque durant un temps son travail peut également rattraper tout ou partie de son retard à son retour. L'hypothèse d'une perte de seulement 80% (KOOPMANSCHAP *et alii* 1995) de la production est couramment utilisée dans la littérature.

Les coûts pris en compte sont donc les pertes de production pendant la période de friction et les coûts éventuels de recherche et de formation d'un nouveau salarié (LOFLAND *et alii* 2001). L'approche des coûts de friction nécessite une grande quantité d'informations, notamment pour estimer la durée de la période de friction. Celle-ci a par exemple été évaluée entre 2,8 et 3,2 mois au Pays-Bas (KOOPMANSCHAP *et alii* 1995).

### *c) Capital humain ou coût de friction ?*

Dans la littérature, ces deux méthodes sont souvent comparées, l'objectif étant de choisir celle qui est la mieux à même d'évaluer les pertes de production. Les principales critiques de l'approche du capital humain portent sur ses hypothèses et leur manque de réalisme, particulièrement celle d'un non remplacement du travailleur absent.

L'idée d'une rémunération au coût marginal est parfois remise en cause, notamment parce qu'elle crée des différences de traitement dans l'évaluation pour certaines catégories de population pouvant bénéficier d'une politique de prévention comme les femmes ou les jeunes. On peut toutefois résoudre ce problème en utilisant une rémunération moyenne unique quelque soit l'âge et le sexe. Pour cela, on peut diviser la part du PIB relative à la rémunération des salariés par la population active salariée.

L'approche des coûts de friction est elle aussi sujette à des critiques. Les pertes de production sont restreintes à la période de friction, ce qui revient à attribuer une valeur nulle au coût d'opportunité du travail après cette période. Cette hypothèse n'est pas supportable pour la théorie économique néoclassique (JOHANNESSON et KARLSSON 1997). De plus si l'on considère que le remplaçant vient d'une autre entreprise, un jeu de chaise musicale va se mettre en place au terme duquel nous ne sommes pas certains qu'un individu va rentrer sur le marché. Ces changements peuvent par ailleurs entraîner une ou plusieurs périodes de friction. En outre, selon l'approche des coûts de friction, lorsqu'un employé est absent, la production n'est pas totalement perdue puisque ses collègues peuvent par exemple compenser en partie cette absence. Or, cette idée remet en question la rémunération à la productivité marginale (LILJAS 1998).

Cette approche suppose également que le travailleur peut rattraper son retard une fois de retour au travail. Pour cela, l'individu va devoir travailler plus intensément ou faire des heures supplémentaires. Dans le premier cas, il va diminuer sa satisfaction au travail alors que dans le second, il va sacrifier du temps de loisir. Dans les deux cas, des coûts supplémentaires peuvent être mesurés par la valorisation de la baisse de l'utilité de l'individu ou des heures de loisir perdues.

Les estimations des pertes de production pendant la période de friction sont susceptibles de varier énormément dans le temps puisque la période de friction dépend du contexte macroéconomique (TARRICONE 2006), ce qui rend plus discutable une utilisation généralisée de la durée estimée aux Pays-Bas (KOOPMANSCHAP *et alii* 1995).

Le choix entre les deux méthodes est essentiel puisque l'approche du capital humain aboutit à des estimations de coût beaucoup plus importantes que l'approche des coûts de friction. Selon l'étude de GOEREE *et alii* (1999) pour les décès liés à la schizophrénie, le coût des pertes de production estimé selon la méthode du capital humain est 69 fois plus important que selon la méthode des coûts de friction.

Si les deux approches ont leurs avantages et leurs inconvénients, dans les faits l'approche du capital humain est de loin la méthode la plus souvent mobilisée (SU *et alii* 2007, LEBEAU et DUGUAY 2011). Elle nécessite moins de données que l'approche par les coûts de friction et est donc plus facilement utilisable. Elle a une plus grande antériorité puisqu'elle a été mobilisée dès le milieu des années 60. Son utilisation peut être justifiée par le souci de comparabilité des résultats (SERRIER 2006).

Plutôt que de chercher à entrer dans le débat d'une éventuelle supériorité d'une ou l'autre des méthodes, certains auteurs ont montré récemment qu'il n'était pas forcément pertinent de les opposer. SULTAN TAÏEB *et alii* (2009) ont montré que le choix de la méthode adéquate dépend davantage de la nature de l'absence et du type d'évaluation économique. Pour les études COI, les auteurs préconisent l'utilisation de l'approche du capital humain pour valoriser les pertes de production causées par un décès. Lorsque la perspective de la société est adoptée. Pour des absences de courte durée, les deux méthodes sont équivalentes. Enfin pour les absences plus longues voire définitives mais non liées à un décès, l'approche par les coûts de friction sous-estime les pertes de production alors que l'approche du capital humain les surestime.

Face à l'absence d'un réel consensus sur la méthode à utiliser, nous mobilisons pour notre analyse les approches du capital humain et des coûts de friction avec une analyse de sensibilité.

### C. Les coûts indirects liés au présentéisme

Le présentéisme est défini comme la réduction de productivité imputable à une maladie pour les personnes qui continuent de travailler (SCHULTZ et EDINGTON 2007) mais aussi pour celles qui s'arrêtent temporairement (BROUWER *et alii* 2002). En effet, on peut supposer qu'un individu qui connaît un épisode d'interruption de travail voit sa productivité diminuer un peu avant son arrêt mais aussi à son retour. Les coûts liés au présentéisme représentent une part importante des coûts indirects puisqu'ils sont généralement plus élevés que les coûts d'absentéisme (BURTON *et alii* 2005).

La méthode principale consiste à traduire le pourcentage de diminution de la productivité en nombre équivalent moyen d'heures de production perdue (SCHULTZ *et alii* 2009). Si on considère une semaine de travail de 40 heures et si on admet que la baisse de productivité due au présentéisme est de 10 %, alors on estimera que 4 heures de production sont perdues par semaine. Pour estimer les coûts liés au présentéisme le nombre équivalent d'heures perdues est multiplié par le salaire horaire (PAULY *et alii* 2008).

L'évaluation de la diminution de productivité nécessite une collecte d'information sur l'impact d'une maladie sur la productivité (COLLINS *et alii* 2005). De nombreux outils ont été développés afin d'obtenir ces données essentiellement sous forme de questionnaires administrés à l'employé ou à son supérieur (LOFLAND *et alii* 2004, PRASAD *et alii* 2004). Sans être exhaustif, on peut citer le « Worker Productivity Index » (BURTON *et alii* 1999), le

« Work Productivity and Activity Impairment Questionnaire » (CHAPMAN 2005), le « Stanford Presenteeism Scale » (KOOPMAN *et alii* 2002) ou encore le « Work Productivity Short Inventory » (GOETZEL *et alii* 2003). Cependant aucun d'entre eux ne fait vraiment l'objet d'un consensus (GOETZEL *et alii* 2004).

Tout comme l'absentéisme, on peut également élargir le champ du présentéisme aux proches d'un individu, en supposant que la maladie affecte également leur productivité. De même on peut imaginer que la productivité du malade lors de la réalisation d'activités domestiques est moins importante. Ces aspects ne représentent sans doute pas les principaux coûts d'absentéisme et sont rarement pris en compte.

Notre évaluation inclut les coûts liés au présentéisme du patient mais pas de son entourage. Les données en termes de baisse de productivité, nécessaires à l'estimation de ces coûts, sont issues de la littérature.

#### D. Les coûts indirects dans la sphère non marchande

Lorsqu'on évalue les coûts indirects du point de vue de la société uniquement à travers les pertes de productions des travailleurs, on sous-estime l'impact de la maladie. Les personnes qui n'appartiennent pas à la force de travail ne sont pas prises en compte. C'est le cas des chômeurs ou encore des personnes âgées dont la valeur de la production non rémunérée est implicitement considérée comme nulle (LILJAS 1998). En ne prenant en compte que la production marchande, on discrimine une partie de la population. Une pathologie peut entraîner une absence au travail mais peut également avoir un impact sur la capacité des malades à effectuer du travail ménager. Dans la littérature, deux méthodes sont principalement utilisées pour valoriser les pertes de production dans la sphère non marchande (VITALE *et alii* 1998).

L'approche du coût d'opportunité valorise ces pertes par ce à quoi renonce l'individu pour réaliser du travail ménager. On fait dans ce cas l'hypothèse que le gain potentiellement obtenu sur le marché du travail est la seule chose à laquelle on renonce. Une heure d'activité domestique est donc valorisé au salaire horaire de l'individu.

L'approche du coût de remplacement part de l'idée que toute activité domestique peut être effectuée par un travailleur dans la sphère marchande. Selon ce principe, chaque activité est valorisée par ce qu'elle coûte sur le marché du travail. Une heure de ménage est valorisée par le salaire horaire d'un employé domestique. Cette approche est plus difficile à mettre en place puisqu'elle nécessite d'attribuer une valeur différente à chaque type d'activité. De plus, il

n'existe pas forcément de marché pour toutes les tâches domestiques. La méthode du coût de remplacement aboutit généralement à des estimations plus faibles que la méthode du coût d'opportunité (DOUGLASS *et alii* 1990).

Les coûts indirects dans la sphère non marchande sont pris en compte dans notre analyse. Une valorisation du travail domestique au coût d'opportunité peut aboutir à une surestimation des coûts. Nous mobilisons donc l'approche du coût de remplacement en valorisant chaque heure de travail domestique au SMIC horaire. Les données sur le nombre d'heures de tâches domestiques réalisées par individu sont issues de la littérature.

#### E. Les coûts indirects pour l'entourage

La maladie d'un individu a des répercussions sur sa famille ou ses amis qui peuvent participer aux soins, prendre du temps pour lui rendre visite à l'hôpital ou encore réaliser pour lui des tâches domestiques (VAN DEN BERG *et alii* 2004).

La prise en compte et la valorisation de ces coûts sont complexes. Si la personne prend sur son temps disponible ou de travail pour venir voir l'individu, on peut alors estimer les pertes de production dans la sphère marchande ou non marchande de l'entourage liées à la maladie. Cette visite constitue du point de vue de la société un coût supplémentaire. En revanche si l'individu sacrifie du temps pour réaliser une activité domestique à la place du malade, le coût augmente pour l'entourage car il entraîne une perte de production marchande ou domestique. Il diminue cependant pour le malade dont les pertes d'activités domestiques ont été en partie compensées. Si on comptabilise les deux aspects le coût social risque d'être surestimé. On peut aisément faire l'hypothèse d'une annulation des deux effets. L'aide apportée par l'entourage dans ce cas peut être vu comme un transfert de coût qui a un impact nul sur la société.

Pour prendre en compte les coûts indirects pour l'entourage, il faut pouvoir différencier les transferts de coûts des coûts additionnels. Il faut également disposer de grandes quantités de données pour estimer le nombre d'heures passées par la famille ou les proches à visiter le malade ou à lui prodiguer des soins. Ces données n'étant pas disponibles, les coûts indirects pour l'entourage ne sont pas pris en compte dans notre analyse.

### 3.2.4. Les coûts intangibles

Les coûts intangibles mesurent la réduction de bien-être du patient ou de l'entourage causée par la peine, la souffrance ou l'impact affectif de la maladie ou du traitement (WORONOFF-LEMSI *et alii* 2000). Malheureusement, ils ne sont quasiment jamais pris en compte dans les évaluations économiques, leur valorisation pouvant poser des problèmes méthodologiques (SCULPHER 2001).

La disposition à payer (DAP) est une méthode d'évaluation contingente basée sur la révélation des préférences des individus. Le principe est de faire en sorte que les personnes interrogées réfléchissent à l'existence d'un marché hypothétique pour un bénéfice de santé ou un programme et qu'elles révèlent ainsi le montant maximum qu'elles sont prêtes à payer pour l'obtenir.

Il existe deux types de DAP, la DAP globale et la DAP restreinte (DRUMMOND *et alii* 2005). La DAP globale est utilisée pour valoriser toutes les conséquences de la maladie, à la fois les dépenses de santé mais aussi les pertes de salaire ou encore la peine et la souffrance. L'estimation qui en résulte permet de valoriser le coût de la maladie sans pouvoir distinguer les coûts directs, indirects et intangibles.

La DAP restreinte se focalise sur les conséquences de la maladie pour lesquels il n'existe aucune valeur monétaire résultant des marchés. Dans ce cas on peut chercher à valoriser un aspect précis de la maladie comme la souffrance.

La méthode de la DAP est utilisée par exemple pour évaluer la valeur statistique d'une vie humaine (VISCUSI et ALDY 2003, VISCUSI 1993 et 2008) qui se définit comme la valeur que la société est prête à payer pour sauvegarder une vie humaine. Si chacun des 100 000 individus d'une société est prêt à payer 500 euros pour réduire sa probabilité de décès de 5 pour 10 000 à 3 pour 10 000, alors la valeur statistique d'une vie humaine est estimée à 2 500 000 euros, la DAP pour sauver 20 vies étant de 50 millions d'euros (500 x 100 000).

L'approche du capital humain est parfois opposée à la méthode de la DAP lors de la valorisation de la vie humaine notamment. Cette opposition n'a pas lieu d'être car les deux méthodes n'estiment pas la même chose (TARRICONE 2006).

La maladie ou le décès entraîne des dépenses de santé, des pertes de production ainsi qu'une diminution de la qualité de vie du patient et de son entourage. Lorsqu'on se place du point de vue de la société, l'ensemble de ces composantes de la perte de bien-être sociale doit être pris en compte. La DAP restreinte peut être utilisée pour évaluer les coûts intangibles en valorisant la diminution du bien-être du patient et de son entourage. La DAP globale permet d'estimer

l'ensemble des coûts imputables à la maladie ou au décès et prend donc en compte sans distinction les coûts directs, indirects et intangibles. La méthode du capital humain peut être mobilisée pour valoriser les pertes de production et donc estimer les coûts indirects uniquement.

La DAP restreinte et la méthode du capital humain ne s'intéressent pas aux mêmes conséquences de la maladie et n'estiment donc pas les mêmes coûts. La DAP globale mesure les coûts indirects mais elle inclut également, à la différence de la méthode du capital humain, les coûts directs et intangibles. Contrairement à la DAP globale, l'approche du capital humain ne permet donc pas de mesurer le coût de la vie humaine mais uniquement une de ses composantes, à savoir les coûts indirects. C'est la raison pour laquelle, le capital humain est souvent présenté comme une estimation basse du coût de la vie humaine par rapport à la DAP (JOHANNESSON *et alii* 1996).

Cette comparaison met en lumière une des limites de la DAP. Selon la méthodologie utilisée, elle peut inclure différentes conséquences de la maladie. Elle est par conséquent difficile à mettre en place dans une évaluation de type COI sans risquer de double compte (SOGUEL et VAN GRIETHUYSEN 2003). Si la DAP est utilisée pour évaluer uniquement les coûts intangibles, les coûts directs et indirects étant mesurés par ailleurs, il faut être prudent lors de l'interrogation des patients et s'assurer qu'ils ne prennent pas en compte dans leur évaluation la prise en charge de leur maladie ou encore les pertes de production.

L'approche de la DAP est également critiquée pour son manque de standardisation qui aboutit à des résultats très différents en fonction des questions posées ou de la façon de les poser (O'BRIEN et GAFNI 1996). Les résultats obtenus par cette méthode dépendent également des caractéristiques des individus interrogés comme leur capacité de paiement ou leur âge mais sont aussi influencés par la réglementation et les programmes gouvernementaux (TARRICONE 2006). Les campagnes anti-tabac ont par exemple un impact inflationniste sur la DAP des gens pour réduire les risques liés au tabagisme.

La valeur statistique moyenne d'une vie humaine a été estimée à 5 millions de dollars (VISCUSI 2008). Bien que les coûts intangibles n'en représentent qu'une partie, cette estimation nous donne tout de même une idée de l'importance que peut avoir cette catégorie de coût dans l'estimation des coûts d'une maladie. La méthode de la DAP rencontre des difficultés méthodologiques importantes pour valoriser les coûts intangibles qui sont donc rarement évalués dans les études COI (JEANRENAUD et PELLEGRINI 2007).

Pour notre analyse nous avons décidé ne pas inclure les coûts intangibles car le risque de surestimer le coût des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels est trop important. Le manque de standardisation de la méthode aboutit, selon DIONNE et LEBEAU (2010), à une estimation de la valeur statistique d'une vie humaine qui varie ainsi entre 0,5 et 50 millions de dollars. De plus, l'utilisation de la DAP restreinte entraîne un risque de double compte et donc de nouveau de surestimation du coût des cancers professionnels imputables à des facteurs de risque professionnels. La DAP globale permettrait de résoudre ce problème mais elle ne différencie pas les coûts directs des coûts indirects et intangibles. Or cette distinction est très importante pour la qualité des résultats et de l'information fournie aux décideurs.

Un aspect méthodologique important de notre évaluation n'a pas encore été abordé. Notre travail doit aboutir à la production de données de coût des cancers professionnels qui sont encore rares. Notre évaluation est cependant restreinte aux mésothéliomes de la plèvre, aux cancers du poumon et aux cancers naso-sinusiens imputables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir. Si à l'avenir d'autres évaluations du coût social concernant d'autres cancers professionnels, d'autres facteurs de risque ou d'autres pays sont menées, pourront-elles réutiliser au moins en partie ce travail ?

## **Section 2 : Les enjeux de la transférabilité pour notre évaluation**

Dans cette section, nous nous interrogeons sur la possibilité de réutiliser tout ou partie d'une évaluation pour estimer les résultats dans un autre contexte. Cette réflexion fait appel aux notions de transférabilité et de généralisabilité. Nous tentons d'identifier les freins au transfert des résultats d'un contexte à un autre et de fournir ainsi des recommandations pour l'amélioration de la transférabilité des résultats.

L'objectif est que tout ou partie de notre évaluation puisse être utilisée, en adaptant si nécessaire les données et la méthode, pour évaluer les coûts d'autres cancers professionnels, imputables à d'autres facteurs de risque ou encore dans d'autres pays.

## **1. Définition et distinction généralisabilité/transférabilité**

Dans la littérature, aucune distinction n'est généralement faite entre les termes généralisabilité et transférabilité (ou transposabilité, transportabilité) qui sont regroupés sous la notion de validité externe. On peut toutefois clarifier les choses en distinguant deux modes selon lesquels on peut utiliser une étude dans un autre contexte (BOULENGER *et alii* 2005) :

- en appliquant les conclusions directement. Dans ce cas, on suppose que les résultats sont identiques dans le nouveau contexte.

- en adaptant l'étude. Dans ce cas, on va modifier les méthodes et données de l'étude qui ne correspondent plus au nouveau contexte.

La généralisabilité est donc définie comme le degré de transposition des résultats d'une observation à d'autres contextes. Si une étude est menée en France et que ses résultats sont jugés généralisables à l'Allemagne cela signifie qu'on peut estimer que cette étude obtiendrait les mêmes résultats en Allemagne.

Les résultats d'une étude donnée sont transférables si les utilisateurs potentiels peuvent déterminer s'ils s'appliquent à leur contexte et peuvent, si nécessaire, être adaptés (SPATH *et alii* 1999). Si une étude est menée en France et que ses résultats sont jugés transférables à l'Allemagne cela signifie qu'on peut identifier les particularités du contexte français et modifier en conséquence l'étude pour obtenir des estimations pour l'Allemagne.

## **2. Les freins à la transférabilité**

Depuis les travaux précurseurs de DRUMMOND *et alii* (1992b), plusieurs économistes ont travaillé sur la notion de transférabilité et ont mis en évidence les facteurs qui limitent la transférabilité des résultats d'une étude d'un contexte à un autre (BARBIERI *et alii* 2005, PERRIER *et alii* 2009).

D'un pays à l'autre voire d'une zone géographique à l'autre, le contexte n'est pas le même. Parmi les différences qui peuvent nuire à l'adaptation d'une étude d'un contexte à l'autre, on peut citer la démographie, la culture, la législation ou encore le système de santé (DRUMMOND et PANG 2001, SCULPHER *et alii* 2004, O'BRIEN 1997).

En ce qui concerne les facteurs de risque professionnel par exemple, la prévalence d'exposition dépend du niveau d'industrialisation du pays, de l'interdiction de certains produits cancérigènes, ou encore de la perception culturelle de la cigarette.

Mais des freins à la transférabilité sont parfois simplement engendrés par les modes de communication des résultats. Lorsqu'une étude est publiée, la place qui lui est consacrée dans le journal est limitée. De fait, l'auteur est obligé de synthétiser ses travaux en ne mentionnant parfois pas des informations essentielles à la transférabilité.

Pour pouvoir adapter une étude à un autre contexte, il faut parfois pouvoir passer d'une méthode d'évaluation à une autre. En effet, dans les évaluations économiques, la méthode à employer pour valoriser les coûts ne remporte pas toujours un consensus ou évolue au cours du temps. La transférabilité d'une étude d'un contexte à un autre contexte en modifiant la méthodologie employée est envisageable à condition que la méthode et les données utilisées soient suffisamment détaillées.

### **3. Les préconisations pour l'amélioration de la transférabilité**

La transférabilité se heurte à de nombreuses contraintes liées au contexte ou à l'étude elle-même. De fait peu d'études sont directement transférables d'un contexte à un autre. Toutefois si les auteurs tiennent compte de ce problème et fournissent une information sur le degré de transférabilité d'une étude et sur les éléments divergents, il est envisageable d'utiliser les éléments transférables et de revoir ceux qui ne le sont pas.

Les données de coût des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels en France sont rares. Nous devons faire en sorte que tout ou partie de notre analyse puisse être réutilisée dans un autre pays ou pour une autre évaluation économique. Pour cela, il est donc important (DRUMMOND *et alii* 2005) :

- de mobiliser des méthodes d'évaluation couramment utilisées dans la littérature.
- de détailler autant que possible les données, méthodes et résultats obtenus.
- de mettre en évidence, en discussion, les limites à la transférabilité de notre étude.

### **Conclusion du chapitre 3**

L'analyse de la méthode COI met en avant des différences à la fois dans les coûts pris en compte mais aussi dans les méthodes permettant de les valoriser. S'il existe effectivement plusieurs approches pour valoriser certaines catégories de coûts comme les coûts indirects d'absentéisme dans la sphère marchande, ces divergences traduisent principalement une nécessité d'adapter la méthode à l'objet ou à l'objectif de l'étude.

Selon le point de vue de la société tous les coûts doivent être pris en compte. Cependant la pertinence de l'inclusion de certains coûts dépend de la pathologie étudiée. Ainsi pour évaluer le coût social de la migraine, il ne sera pas forcément pertinent de prendre en compte les coûts indirects de mortalité. Les coûts inclus ou non dans l'analyse doivent cependant être clairement énoncés et définis.

Le choix entre une approche par la prévalence et une approche par l'incidence dépend de l'objectif de l'évaluation. L'approche par l'incidence permet d'estimer le coût social des cancers imputables à un facteur de risque qui serait évité si l'exposition au facteur de risque était supprimée. Elle fournit donc des informations pertinentes pour la prévention des cancers professionnels. L'approche par la prévalence montre l'impact économique des cancers professionnels imputables à un facteur de risque pour une année donnée. Dans le contexte de l'invisibilité des cancers professionnels, cette approche permet donc de montrer l'ampleur de ce problème de santé publique.

La réflexion théorique et méthodologique menée dans ce chapitre nous a permis de tirer des enseignements pour notre évaluation du coût social des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels en France.

Nous utilisons la méthode des risques attribuables pour estimer la part des cancers imputables à chaque facteur de risque. Les coûts des cancers sont ensuite évalués selon la méthode COI. Notre étude est donc de type descendant. Les approches par l'incidence et par la prévalence fournissent des informations différentes mais pertinentes pour notre analyse. Nous menons donc cette évaluation selon ces deux approches.

Selon la méthode COI, les coûts directs, indirects et intangibles doivent être pris en compte. Nous n'incluons pas les coûts intangibles car le risque de surestimer le coût des cancers d'origine professionnelle est trop important.

Pour accroître le degré de transférabilité de notre évaluation, nous mettons en place des méthodes d'évaluation couramment utilisées dans la littérature. Dans le doute, nous

mobilisons parallèlement plusieurs méthodes. Nous devons détailler les données, méthodes et résultats obtenus autant que possible. Nous discuterons enfin dans le chapitre 6 les freins à la transférabilité des résultats de notre évaluation à un autre contexte.

Notre évaluation des coûts directs est basée principalement sur un travail pionnier qui a abouti à la création d'un algorithme permettant d'extraire avec précision les séjours relatifs à la prise en charge hospitalière des cancers (BORELLA *et alii* 2000 et 2002a). Ces séjours sont ensuite valorisés en utilisant l'Etude Nationale des Coûts (ENC).

Nous définissons les coûts indirects comme des pertes de production marchandes et non marchandes, liées à une diminution ou une absence de productivité causées par le décès ou l'état de santé de l'individu.

Pour l'évaluation des coûts indirects d'absentéisme, les approches du capital humain et des coûts de friction sont fréquemment opposées. Nous montrons qu'aucune n'est pleinement satisfaisante. Dans notre analyse, nous mobilisons les deux méthodes et présentons ainsi les résultats selon des estimations basse et haute.

Notre évaluation inclut les coûts liés au présentéisme du patient mais pas de son entourage. Les données en termes de baisse de productivité, nécessaires à l'estimation de ces coûts, sont issues de la littérature.

Les coûts indirects dans la sphère non marchande sont pris en compte dans notre analyse. Nous mobilisons l'approche du coût de remplacement en valorisant chaque heure de travail domestique au SMIC horaire. Les données sur le nombre d'heures de tâches domestiques réalisées par individu sont issues de la littérature.

L'évaluation des coûts indirects pour l'entourage nécessite des données qui ne sont pas disponibles. Ces coûts ne sont donc pas pris en compte dans notre analyse.

## Chapitre 4 : Méthodologie d'évaluation du coût social des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque professionnels étudiés

---

La réflexion sur la méthode COI a servi de base à la construction de la méthodologie de notre évaluation des coûts que nous détaillons dans ce chapitre. Nous estimons les coûts directs hospitaliers (séjours en MCO, radiothérapie privée, molécules onéreuses et MIGAC) et des soins de ville ainsi que les coûts indirects de morbidité (absentéisme et présentéisme) et de mortalité dans les sphères marchande et non marchande à la fois selon les approches par l'incidence et par la prévalence. Un modèle d'évaluation est présenté pour chaque type de coût.

Notre estimation des coûts directs est basée sur un travail pionnier de BORELLA *et alii* (2000 et 2002a) qui a consisté en la construction d'un algorithme d'extraction des séjours relatifs à un cancer de la base PMSI. L'originalité de ce travail consiste à distinguer parmi les séjours « douteux » ceux qui relèvent effectivement d'une prise en charge pour un cancer. Les coûts indirects d'absentéisme sont évalués à la fois selon la méthode du capital humain et selon la méthode des coûts de friction. Nous mobilisons l'approche du coût de remplacement pour évaluer les coûts indirects dans la sphère non marchande.

Pour améliorer la précision des coûts, les modèles d'évaluation sont affinés et adaptés à l'objet d'étude. Selon l'approche par l'incidence, nous prenons en compte la survie des patients, l'actualisation des coûts mais aussi la croissance du PIB et donc des pertes de production marchandes.

L'impact du cancer et la situation professionnelle diffèrent d'un patient à l'autre. L'élaboration d'un arbre de décision permet de tenir compte de cela en incluant dans les modèles la probabilité des individus d'être concernés par chaque type de coût.

## **Section 1 : Définition générale du cadre de l'évaluation**

### **1. Les coûts pris en compte dans l'analyse**

Notre évaluation, menée du point de vue de la société dans son ensemble, prend en compte les coûts directs et les coûts indirects tels que définis dans le chapitre 3. Le manque de données nous a conduits à ne pas inclure les coûts intangibles dans notre analyse. Pour les mêmes raisons, les coûts pour l'entourage du patient ne sont pas mesurés.

Parmi les coûts directs, seuls les coûts médicaux sont pris en compte. Ils se divisent en coûts hospitaliers et coûts des soins de ville. Les coûts hospitaliers comprennent les coûts liés aux séjours en médecine chirurgie obstétrique (MCO) auxquels nous ajoutons le coût des molécules onéreuses, les Missions d'intérêt général et d'aide à la contractualisation (MIGAC) relatives aux cancers ainsi que la radiothérapie privée qui n'est pas prise en compte dans le coût des séjours en MCO. Les soins de ville comprennent les soins ambulatoires, les médicaments et autres biens médicaux.

Nous évaluons les coûts indirects de morbidité et de mortalité dans les sphères marchandes et non marchandes. Pour les coûts indirects de morbidité, nous tenons compte à la fois de l'absentéisme et du présentéisme.

### **2. Approches par l'incidence et par la prévalence**

Les approches par l'incidence et par la prévalence telles que définies dans le chapitre 3 fournissent toutes les deux des informations essentielles. Nous avons donc choisi d'évaluer les coûts selon ces deux approches. Selon l'approche par la prévalence, nous estimons le coût pour l'année 2010 de tous les cas de cancers d'origine professionnelle par facteur de risque. Nous estimons donc les coûts imputables aux cas prévalents ainsi qu'aux décès pour l'année 2010. Selon l'approche par l'incidence, nous estimons le coût tout au long de la vie des nouveaux cas de cancers professionnels diagnostiqués en 2010 selon le facteur de risque. Cette seconde approche comporte deux différences majeures par rapport à la précédente. Nous ne nous intéressons plus aux cas prévalents mais aux cas incidents et nous devons également tenir compte de la survie des patients au-delà de 2010 et donc des coûts indirects qui en découlent. La méthode d'évaluation des coûts selon l'approche par l'incidence est donc plus complexe et nécessite davantage de données.

Pour estimer les coûts directs et indirects de morbidité, il faut pouvoir estimer le nombre de patients toujours vivants X années après le diagnostic. La base de données Eurocare fournit des données en termes de taux de survie jusqu'à cinq années (cf tableau 15) pour les cancers

du poumon, du mésothéliome de la plèvre et pour le cancer naso-sinusien. Pour notre évaluation, nous faisons l'hypothèse que les décès ont tous lieu au 31 décembre. Nous supposons ainsi que tous les patients survivent la première année. Le taux de survie à 1 an est alors utilisé pour estimer le nombre de patients vivant sur l'ensemble de la seconde année et ainsi de suite.

Tableau 15 : Taux de survie du cancer selon la localisation et l'année

Pathologie	Taux de survie				
	1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
<b>Cancer du poumon</b>	44,27%	24,76%	19,03%	15,92%	14,05%
<b>Mésothéliome de la plèvre</b>	38,17%	15,67%	10,60%	7,73%	4,62%
<b>Cancer naso-sinusien</b>	79,84%	63,61%	55,48%	52,84%	50,04%

Source : Eurocare

L'évaluation des coûts de mortalité peut également nécessiter des données supplémentaires selon l'approche adoptée. Nous évaluons le coût pour 2010 des décès survenus en 2010 selon l'approche par la prévalence alors que nous mesurons le coût des décès survenus après 2010 chez les patients diagnostiqués en 2010 selon l'approche par l'incidence. Nous avons donc besoin de données en termes de taux de décès.

Tableau 16 : Taux de décès du cancer selon la localisation et l'année

Pathologie	Taux de décès				
	1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans
<b>Cancer du poumon</b>	55,73%	19,51%	5,73%	3,11%	1,87%
<b>Mésothéliome de la plèvre</b>	61,83%	22,50%	5,07%	2,87%	3,11%
<b>Cancer naso-sinusien</b>	20,16%	16,23%	8,13%	2,64%	2,80%

Si 44,27% des patients ont survécu la première année alors 55,73% d'entre eux sont décédés (100 – 44,27). La différence entre le taux de survie à 1 an et le taux de survie à 2 ans nous donne le taux de décès à 2 ans et ainsi de suite.

Selon l'approche par l'incidence mais aussi selon l'approche par la prévalence dans le cas des coûts de mortalité, nous sommes amenés à estimer la valeur pour l'année 2010 de coûts qui surviennent au-delà de l'année 2010. Pour cela, nous mobilisons donc un taux d'actualisation pour tenir compte de la préférence pour le présent et si nécessaire d'un taux de croissance pour tenir compte de l'accroissement futur de ces coûts. Pour l'ensemble de l'évaluation, nous utilisons des valeurs de taux de croissance de 2 %. Nous retenons une valeur de 5 % pour le taux d'actualisation conformément à la littérature (DRUMMOND *et alii* 2005). Dans la troisième partie de notre travail, nous faisons varier ces valeurs pour tester la sensibilité des résultats.

Pour évaluer les coûts selon les approches par l'incidence et par la prévalence, des hypothèses doivent être posées. Nous disposons du nombre de cas prévalents de mésothéliome de la plèvre, de cancer du poumon mais pas de cancer naso-sinusien pour l'année 2010. Pour l'approche par la prévalence, nous faisons donc l'hypothèse qu'il est égal au nombre de cas incidents pour cette même année. Cette hypothèse aboutit sans doute à une sous-estimation du coût des cancers naso-sinusien. C'est toutefois le seul moyen d'estimer le coût des poussières de bois et de cuir selon l'approche par la prévalence.

Lorsque nous adoptons une approche par l'incidence, tout se passe comme si les nouveaux cas diagnostiqués en 2010 constituaient une cohorte fictive que nous suivons jusqu'au décès de l'ensemble des individus qui la constituent pour en estimer les coûts. Comme nous disposons des taux de survie à 5 ans et que nous supposons que tous les décès surviennent le 31 décembre, nous pouvons suivre cette cohorte fictive sur 6 années. Cependant, tous les individus ne sont pas décédés à la fin de cette période et entraînent toujours des coûts que nous ne pouvons plus évaluer par manque de données. Le cancer du poumon et le mésothéliome de la plèvre ont un pronostic très sombre puisque les taux de survie à 5 ans sont respectivement de 14,05 % et 4,62 %. On peut supposer que peu d'individu sont encore en vie l'année qui suit. Les coûts que nous ne pouvons pas prendre en compte ne sont sans doute pas très importants une fois actualisés. En revanche 50 % des patients atteints d'un cancer naso-sinusien sont toujours en vie 5 ans après le diagnostic. La sous-estimation des coûts pour la société imputables aux cancers naso-sinusien qui en découle est plus importante et sera discutée dans la troisième partie.

## Encadré n°2

### **Horizon temporel et approche retenue**

Dans l'encadré n°1, nous avons expliqué et justifié le choix de l'année 2010 pour notre évaluation. Ceci signifie que nous nous intéressons aux coûts pour l'année 2010 mais pas forcément aux coûts survenus en 2010. Une précision par approche et par type de coût est nécessaire pour éclaircir le lien entre le temps de l'évaluation et le temps de survenue des coûts.

Lorsque nous adoptons une approche par la prévalence, les coûts directs et les coûts indirects de morbidité surviennent uniquement en 2010. L'apparition des coûts correspond avec l'année de l'évaluation, aucun travail d'actualisation n'est donc nécessaire.

Pour évaluer les coûts de mortalité, seuls les décès survenus en 2010 sont pris en compte. Ils entraînent des coûts au-delà de l'année 2010 puisque l'individu, s'il n'était pas décédé continuerait à participer à la production. Les techniques d'actualisation sont alors mobilisées pour évaluer la valeur en 2010 de ces coûts de mortalité.

Selon l'approche par l'incidence, nous estimons les coûts imputables aux nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 quelle que soit l'année durant laquelle surviennent ces coûts. Le patient toujours en vie à l'année n+1 peut être hospitalisé ou connaître un épisode d'arrêt de travail par exemple. En utilisant les méthodes d'actualisation, on estimera alors la valeur pour 2010 des coûts directs et des coûts indirects de morbidité au-delà de l'année 2010.

Pour évaluer les coûts de mortalité, nous prenons en compte les coûts liés aux décès des nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010. Comme nous faisons l'hypothèse que tous les décès ont lieu au 31 décembre, tous les patients survivent la première année. Les coûts de mortalité pris en compte correspondent donc aux décès survenus après 2010. Comme pour l'approche par la prévalence, les coûts de mortalité sont actualisés pour estimer leur valeur en 2010.

## **Section 2 : Méthode d'évaluation des coûts directs**

Par manque de données, nous ne prenons en compte dans notre évaluation des coûts directs que les coûts médicaux. Pour estimer le coût direct imputable à chaque facteur de risque, nous devons estimer un coût annuel direct moyen par localisation de cancer. Selon l'approche par la prévalence, nous appliquons ensuite directement ce coût moyen aux données de nombre de cas prévalents attribuable à chaque facteur de risque qui ont été estimés dans le chapitre 2. Selon l'approche par l'incidence, nous utilisons le coût annuel moyen dans un modèle qui prend notamment en compte la survie des nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 au cours du temps.

### **1. Le PMSI comme base de l'évaluation des coûts directs hospitaliers**

En France, la littérature fournit peu de données sur l'évaluation des coûts directs des cancers au niveau national. Lorsqu'un patient voit son affection reconnue en affection de longue durée (ALD), l'intégralité de ses soins est prise en charge à 100 % par l'assurance maladie. Pour estimer les coûts directs, les données sur les ALD peuvent être mobilisées (VALLIER *et alii* 2006). Cette approche est cependant limitée puisqu'elle ne concerne que les patients reconnus en ALD et qu'il n'est pas possible de différencier les dépenses imputables à la maladie qui donne lieu à une reconnaissance en ALD ou à un autre problème de santé.

Le programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) peut servir de base à une évaluation du coût hospitalier direct. En France chaque séjour en MCO fait l'objet d'un enregistrement de données à la fois administratives (date de naissance, sexe...) mais aussi médicales au sein d'un résumé de sortie standardisé (RSS). Parmi les données médicales, le diagnostic principal (DP) et les diagnostics associés (DA) doivent être renseignés. Le diagnostic principal correspond à la prise en charge qui mobilise le plus de moyens pendant le séjour alors que les diagnostics associés font référence à toutes les pathologies ou les problèmes de santé du patient. Chaque RSS est classé dans un groupe homogène de malades (GHM). Pour pouvoir être utilisé en respectant la confidentialité des données médicales des patients, le RSS est rendu anonyme et devient le résumé de sortie anonyme (RSA).

L'étude nationale des coûts (ENC) peut ensuite être mobilisée pour valoriser ces séjours. Cette étude basée sur un échantillon d'établissements de santé volontaires utilise leur comptabilité analytique pour estimer un coût moyen par GHM. Ce coût tient compte des dépenses directes affectées au malade (actes médico-techniques), des dépenses de séjour mais

aussi des dépenses de restauration, blanchisserie, logistique, d'administration et enfin des dépenses de structure (amortissements, frais financiers...).

Il est donc possible d'extraire de la base nationale des RSA, les séjours en fonction de caractéristiques propres au séjour par exemple le DP et de les valoriser à l'aide de l'ENC. Cette approche a cependant ses limites pour estimer le coût hospitalier du cancer. N'inclure que les séjours avec DP de cancer conduit à exclure un grand nombre de séjours qui sont en réalité relatifs au cancer. Au contraire prendre en compte également les séjours pour lesquels un DA de cancer est révélé peut conduire à inclure des séjours qui ne sont en réalité pas liés à un cancer.

BORELLA *et alii* (2000 et 2002a) ont tenté de remédier à ces limites en développant un algorithme d'extraction des séjours de la base nationale PMSI relatifs aux cancers. Le principe de l'algorithme est donc d'élaborer une base « cancer » avec des critères relativement larges puis de repérer et d'exclure les faux positifs.

Dans une première étape, une base « cancer » est donc créée, elle est composée des séjours possédant:

- au moins un diagnostic (DP et/ou DA) de tumeur non bénigne (en CIM10, il s'agit des codes C00 à D09 et D37 à D48)
- et/ou ceux ayant un acte de chimiothérapie (L779 ou L049 dans le CdAM) ou de radiothérapie (C500 à C514 dans le CdAM)
- et/ou ceux ayant un code diagnostic d'examen de contrôle après tumeur maligne (Z08), de radiothérapie (Z51.0), de chimiothérapie pour tumeur (Z51.1), d'antécédents personnels de tumeurs malignes (Z85).

Dans une seconde étape les faux positifs sont repérés et exclus de cette base « cancer ». Pour cela, les séjours «douteux», c'est-à-dire avec DA de tumeur non bénigne, sont classés par GHM et DP les plus fréquents. Des experts ont ensuite statué pour dire si les séjours sont probablement ou non des prises en charge de cancer. Cette expertise a conduit à quatre listes selon le GHM et le DP : GHM inclut le séjour quelque soit DP ; GHM exclut le séjour quelque soit DP ; GHM/DP inclut le séjour ; GHM/DP exclut le séjour.

Une base cancer a ainsi été créée à partir de la base nationale des RSA 1999. A l'aide de l'ENC, les coûts hospitaliers du cancer ont été estimés à 6 040 millions d'euros pour l'année 1999.

Dans le cadre d'une évaluation du coût du cancer en France, AMALRIC (2007) a repris cette méthodologie en appliquant l'algorithme à la base nationale des RSA 2004. Il a ainsi estimé les coûts des séjours de la base cancer à 6 241 millions d'euros pour l'année 2004.

L'évaluation menée par AMALRIC (2007) est plus récente mais aussi plus large que celle menée par BORELLA (2000 et 2002a). La base MCO du PMSI ne prend pas en compte certains médicaments onéreux qui sont donc ajoutés à l'analyse. De même, la base PMSI ne prend pas en considération la radiothérapie dans les établissements privés ne participant pas au service public hospitalier. Un redressement de l'activité a donc été effectué à partir des bases de la statistique annuelle des établissements de santé pour prendre en compte la radiothérapie privée.

Les Missions d'Intérêt Général et d'Aide à la Contractualisation (MIGAC) permettent de financer des missions d'intérêt général de l'hôpital public. Au sein des MIGAC, on distingue donc les missions d'intérêt général, les aides à la contractualisation mais aussi les Missions d'Enseignement, de Recherche, de Référence et d'Innovation (MERRI). Ces financements sont versés par l'assurance maladie en plus de la tarification à l'activité. Le PMSI ne prend donc pas en considération les MIGAC dont le coût vient s'ajouter au coût des séjours hospitaliers. AMALRIC (2007) estime parmi les MIGAC et parmi les MERRI la part relative au cancer respectivement à 10,5 % et 26 %.

L'évaluation des coûts inclut également les soins de ville. La part de cette catégorie de coût dans l'ensemble des coûts est estimée à partir d'une étude sur les dépenses de soins par pathologie (FÉNINA *et alii* 2006) et d'une étude sur les ALD (WEILL *et alii* 2005).

Les estimations de coût basées sur le PMSI sont détaillées par grande localisation seulement. Nous disposons de données pour les cancers de l'appareil respiratoire dans leur ensemble, incluant le cancer du poumon et le mésothéliome de la plèvre, ainsi que pour les cancers des voies aérodigestives supérieures (VADS), incluant le cancer naso-sinusien. Le tableau 17 présente les principaux résultats de cette étude pour les localisations qui nous intéressent.

Tableau 17 : Principaux résultats de l'évaluation des coûts du cancer pour l'année 2004 en milliers d'euros

Localisation de la tumeur	Etablissements de santé					Soins de ville	Total
	Séjours PMSI	Radiothérapie privée	Molécules onéreuses	MIGAC	Total établissements de santé		
Appareil respiratoire	638 061	27 008	41 629	7 668	714 365	293 895	1 008 260
VADS	366 377	50 248	0	4 403	421 028	194 279	615 307
Tout cancer	6 240 969	398 363	470 554	75 000	7 184 886	3 673 261	10 858 146

Source : Amalric 2007

## **2. Méthode d'estimation du coût direct annuel moyen des cancers**

Pour estimer le coût direct annuel moyen des cancers pour l'année 2010, nous partons de l'étude menée par AMALRIC (2007). N'ayant pas accès à la base nationale des RSA 2010 et à l'algorithme d'extraction des séjours relatifs à un cancer, le coût des séjours PMSI est actualisé tout comme le coût de la radiothérapie privée. Cette actualisation est basée sur l'évolution du coût moyen des GHM correspondants à partir de l'ENC.

Pour les molécules onéreuses et les MIGAC, nous effectuons l'estimation à partir des données de 2010. Enfin pour les soins de ville, nous appliquons les clés de répartition estimées par AMALRIC (2007).

Les estimations de coût, fournies pour l'ensemble des cas et par grande localisation, doivent être affinées. Nous avons en effet besoin, pour notre analyse, de données en termes de coût moyen par cas et par localisation. Il est possible d'approximer le coût moyen des cancers en divisant le coût de la prise en charge pour une localisation par l'incidence correspondante (BORELLA et PARAPONARIS 2002b). Nous reprenons cette méthodologie pour estimer un coût moyen par cas et par localisation.

Dans le tableau 17 et selon les résultats de l'étude menée par AMALRIC (2007), sous le terme « appareil respiratoire » sont inclus les cancers des bronches, des poumons et de la trachée ainsi que le mésothéliome de la plèvre. Le terme « VADS » regroupe les cancers de la lèvre, de la cavité buccale, du pharynx, du larynx et les cancers naso-sinusiens. Nous ne disposons malheureusement pas de données par localisation plus précises. Nous estimons donc des données d'incidence de l'appareil respiratoire et des VADS qui nous permettent de calculer un coût moyen par grande localisation. Le coût moyen des cancers de l'appareil respiratoire sert d'estimation pour le coût moyen du cancer du poumon et du mésothéliome de la plèvre alors que le coût moyen du cancer des VADS est utilisé pour estimer le coût moyen du cancer naso-sinusien. Cette approximation suppose que toutes les cancers regroupées sous le terme « appareil respiratoire » ou « VADS » ont un coût moyen proche. Au sein d'une de ces catégories, si un cancer a un coût moyen bien supérieur aux autres, le coût direct de cette pathologie sera sous-estimé et inversement.

### **2.1. Le coût des séjours PMSI et de la radiothérapie privée**

L'actualisation des coûts des séjours PMSI et de la radiothérapie privée imputable au cancer est basée sur l'évolution du coût moyen du GHM correspondant. L'ENC n'est pas disponible pour l'année 2010, nous utilisons donc l'ENC pour les années 2004 et 2009.

La classification des GHM évolue, nous sommes passés sur cette période de la version 9 à la version 11. Quelques ajustements sont donc nécessaires. Certains GHM ont été regroupés ou ont changé d'intitulé. De même en 2004, le coût moyen était global alors qu'en 2009 deux coûts moyens sont calculés par GHM, un pour les établissements anciennement sous dotation globale de fonctionnement (DG) et un pour les établissements anciennement sous objectif quantifié national (OQN). La version 11 de la classification GHM introduit la notion de racine. Ainsi un même GHM peut être divisé en 4 niveaux selon le degré de sévérité.

Pour estimer un coût moyen global pour les tumeurs de l'appareil respiratoire, les tumeurs naso-sinusiennes et la radiothérapie, nous utilisons le nombre de séjours correspondant à chaque GHM pour calculer une moyenne pondérée.

Pour le cancer du poumon et le mésothéliome de la plèvre (cf tableau 18), nous utilisons le GHM V11 « Tumeurs de l'appareil respiratoire » (04M09) qui correspond aux GHM V9 « Tumeurs de l'appareil respiratoire sf CMA » (04M09V) et « Tumeurs de l'appareil respiratoire + CMA » (04MV9W).

Pour le cancer naso-sinusal nous mobilisons le GHM V11 « Tumeurs malignes des oreilles, du nez, de la gorge ou de la bouche » (03M07) qui correspond aux GHM V9 « TM oreilles, nez, gorge, bouche, âge < 70 sf CMA » (03M07V) et « TM oreilles, nez, gorge, bouche, âge > 69 +/- CMA » (03M07W).

Selon un rapport de l'agence technique de l'information sur l'hospitalisation (ATIH 2010) les séances de radiothérapie correspondent aux GHM V11 « Préparations à une irradiation externe avec une dosimétrie tridimensionnelle » (28Z08), « Autres préparations à une irradiation externe » (28Z09), « Techniques spéciales d'irradiation externe, en séances » (28Z11), « Techniques complexes d'irradiation externe, en séances » (28Z12) et « Autres techniques d'irradiation externe, en séances » (28Z13). Pour l'année 2004 les GHM V9 pris en compte possèdent les mêmes intitulés mais les numéros sont respectivement 17K04Z, 24Z04Z, 24Z05Z, 24Z06Z et 24Z07Z (cf tableau 18).

Tableau 18 : Tableau de correspondance entre les versions 9 et 11 des GHM

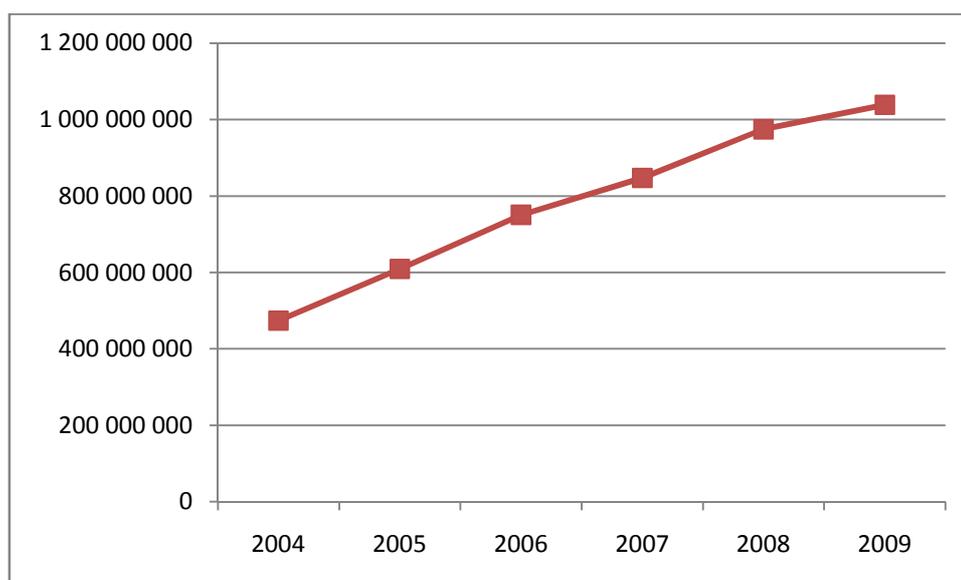
GHM V9		GHM V11	
Code	Intitulé	Code	Intitulé
04M09V	Tumeurs de l'appareil respiratoire sf CMA	04M09	Tumeurs de l'appareil respiratoire
04M09W	Tumeurs de l'appareil respiratoire + CMA		
03M07V	TM oreilles, nez, gorge, bouche, âge < 70 sf CMA	03M07	Tumeurs malignes des oreilles, du nez, de la gorge ou de la bouche
03M07W	TM oreilles, nez, gorge, bouche, âge > 69 +/- CMA		
17K04Z	Préparations à une irradiation externe avec une dosimétrie tridimensionnelle	28Z08	Préparations à une irradiation externe avec une dosimétrie tridimensionnelle
24Z04Z	Autres préparations à une irradiation externe	28Z09	Autres préparations à une irradiation externe
24Z05Z	Techniques spéciales d'irradiation externe, en séances	28Z11	Techniques spéciales d'irradiation externe, en séances
24Z06Z	Techniques complexes d'irradiation externe, en séances	28Z12	Techniques complexes d'irradiation externe, en séances
24Z07Z	Autres techniques d'irradiation externe, en séances	28Z13	Autres techniques d'irradiation externe, en séances

En divisant le coût des séjours PMSI et de la radiothérapie imputable aux cancers des voies respiratoires et des VADS par l'incidence correspondante pour l'année 2004, nous estimons un coût moyen des séjours PMSI et de la radiothérapie privée par localisation. Ces estimations sont ensuite actualisées à l'aide des coûts moyens des GHM en 2004 et en 2009.

## 2.2. Le coût des molécules onéreuses et de l'enveloppe MIGAC

Les dépenses de molécules anticancéreuses sont disponibles de 2004 à 2009 (INCA 2010b) mais pas pour l'année 2010. La forte augmentation de ces dépenses ces dernières années (+119 % entre 2004 et 2009) ne nous permet pas d'utiliser la valeur 2009 sans risquer de sous-estimer grandement le coût des molécules onéreuses. Sur la période 2004 à 2009, l'évolution de ces dépenses est linéaire (cf graphique 13). Nous faisons donc l'hypothèse d'une évolution des dépenses qui se poursuit en 2010 en estimant le montant des dépenses pour cette année par la méthode des moindres carrés. Pour évaluer le coût moyen des molécules onéreuses, nous estimons les dépenses par grande localisation en utilisant les clés de répartition issues de l'étude menée par AMALRIC (2007). Les données obtenues sont ensuite divisées par l'incidence de la localisation correspondante pour l'année 2010.

Figure 13 : Evolution des dépenses des molécules anticancéreuses



Source : INCA 2010b

L'enveloppe MIGAC s'élève pour 2010 à 7 945 millions d'euros dont 2 681 millions d'euros pour l'enveloppe MERRI (JEGOU 2011). Nous reprenons les valeurs de 10,5 % et 26 % pour estimer respectivement la part des MIGAC et de l'enveloppe MERRI imputable au cancer. L'enveloppe MERRI correspondant principalement à des dépenses de recherche, nous ne la prenons pas en compte. Elle est donc soustraite des MIGAC cancer. Le montant obtenu est ensuite divisé par le nombre de cas incidents de la localisation correspondante pour l'année 2010.

### 2.3. Le coût des soins de ville

Les données concernant le coût des soins de ville ne sont pas disponibles en France. Pour évaluer ce coût nous utilisons les estimations de la part du coût direct total relative aux soins de ville par localisation.

Tableau 19 : Part du coût des soins de ville dans les coûts directs totaux selon la localisation.

<b>Localisation du cancer</b>	<b>Etablissements de santé</b>	<b>Soins de ville</b>	<b>Total</b>
<b>Appareil respiratoire</b>	71 %	29 %	100 %
<b>VADS</b>	68%	32 %	100 %

Source : AMALRIC (2007)

Pour le mésothéliome de la plèvre et le cancer du poumon, nous utilisons les données estimées pour l'appareil respiratoire. Pour le cancer naso-sinusien, les estimations pour les VADS sont mobilisées.

### **3. Du coût direct annuel moyen des cancers au coût imputable aux facteurs de risque**

La méthode que nous venons de décrire permet d'estimer le coût direct annuel moyen de chaque localisation de cancer. Pour estimer le coût direct des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels, il faut distinguer les deux grandes approches.

Selon l'approche par la prévalence, le coût direct des cancers imputables à un facteur de risque pour l'année 2010 est obtenu en multipliant le coût direct annuel moyen de la pathologie liée à ce facteur avec le nombre de cas prévalents de la pathologie imputable à ce facteur de risque.

$$CDP_{ab} = CDM_a \times NPA_{ab} \quad (1)$$

Avec  $CDP_{ab}$  le coût direct selon l'approche par la prévalence de la pathologie a imputable au facteur de risque b,

$CDM_a$  le coût annuel direct moyen de la pathologie a,

et  $NPA_{ab}$  le nombre de cas prévalents de la pathologie a attribuable au facteur de risque b

Selon l'approche par l'incidence, nous devons prendre en compte la survie des nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 sur 6 années :

$$CDI_{ab} = CDM_a \times NIA_{ab} \times \sum_{i=0}^5 \frac{S_{ai}}{(1+r)^i} \quad (2)$$

Avec  $CDI_{ab}$  le coût direct selon l'approche par l'incidence de la pathologie a imputable au facteur de risque b,

$S_{ai}$  le taux de survie à i années de la pathologie a,

$CDM_a$  le coût annuel direct moyen de la pathologie a,

$NIA_{ab}$  le nombre de cas incidents de la pathologie a attribuable au facteur de risque b,

et r le taux d'actualisation

En  $i = 0$ , c'est-à-dire en 2010, le taux de survie est de 100% puisque nous supposons que tous les décès ont lieu le 31 décembre. Les coûts directs concernent donc tous les nouveaux cas de cancers et ne sont pas actualisés puisqu'il s'agit de coûts survenus en 2010. En  $i = 1$ , c'est-à-dire en 2011, nous appliquons le taux de survie à 1 an pour ne prendre en compte que les patients qui ont survécu. Nous évaluons des coûts au-delà de 2010 qui sont donc actualisés. Les données permettent ainsi d'estimer les coûts directs des nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 sur 6 années.

Le tableau suivant regroupe les équations utilisées pour évaluer les coûts directs :

Tableau 20 : Synthèse des équations d'évaluation des coûts directs

Catégorie de coût		Equation	
		N°	Formule
Coût direct	Prévalence	1	$CDP_{ab} = CDM_a \times NPA_{ab}$
	Incidence	2	$CDI_{ab} = CDM_a \times NIA_{ab} \times \sum_{i=0}^5 \frac{S_{ai}}{(1+r)^i}$

### Section 3 : Méthode d'évaluation des coûts indirects

Dans notre évaluation des coûts indirects, nous prenons en compte les coûts de morbidité et de mortalité. Par manque de données les coûts intangibles ainsi que les coûts de l'aide informelle ne sont pas estimés. Dans les coûts indirects de morbidité, nous regroupons les coûts liés à l'absentéisme, pour des périodes courtes et longues, ainsi que les coûts liés au présentéisme tels que nous les avons définis dans le chapitre 3. Un arrêt de travail avec retour à l'emploi est considéré comme une absence courte. Les longues périodes d'absence correspondent à des arrêts de travail sans retour à l'emploi.

Si l'individu affecté par la pathologie est en emploi, les coûts sont mesurés dans la sphère marchande à travers la valorisation des pertes de production marchandes. Dans le cas contraire, nous estimons les coûts dans la sphère non marchande à travers la valorisation des pertes d'activités domestiques.

## **1. Les coûts indirects de morbidité**

### **1.1. Les coûts indirects liés à l'absentéisme dans la sphère marchande**

L'évaluation des coûts indirects liés à l'absentéisme dans la sphère marchande nécessite dans un premier temps d'estimer la valeur annuelle moyenne de la production perdue. Selon l'approche par la prévalence, cette valeur est ensuite multipliée par le nombre de cas prévalents attribuable au facteur de risque. Selon l'approche par l'incidence, nous devons tenir compte du type de coût et de la survie des nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010. Nous distinguons les coûts liés à une absence de courte ou de longue durée.

#### *1.1.1. Les absences de courte durée*

##### A. Estimation de la valeur annuelle des pertes de production

La valeur des pertes de production annuelle pour une absence de courte durée est estimée alternativement par la méthode du capital humain et par celle des coûts friction. Selon l'approche du capital humain, le nombre moyen de jours d'arrêts de travail par an est multiplié par la valeur quotidienne des pertes de production marchande.

Selon l'approche des coûts de friction, la production du salarié absent n'est pas entièrement perdue et au-delà de la période de friction le travailleur est remplacé. Dans le cas des absences de courte durée, nous supposons que le salarié n'est pas remplacé car sa période d'absence ne dépasse pas la durée de la période de friction. L'approche des coûts de friction reprend donc la même méthode mais nous faisons l'hypothèse que la production du salarié n'est perdue qu'à hauteur de 80 % (KOOPMANSCHAP *et alii* 1995) lors de son absence.

Il n'existe pas de données concernant la période de friction ou le nombre moyen de jours d'arrêts de travail par an en France. La période de friction a été estimée entre 2,8 et 3,2 mois au Pays-Bas (KOOPMANSCHAP *et alii* 1995) et entre 2,5 et 3,5 mois en Espagne (OLIVA *et alii* 2005). Nous retenons l'hypothèse basse de 2,5 mois soit 75 jours pour notre analyse et nous supposons également que la période de friction est égale au nombre moyen de jours d'arrêts de travail par an. Nous évaluerons la sensibilité des résultats à une variation de cette valeur dans la troisième partie de la thèse.

Selon l'approche du capital humain, nous divisons la valeur de la production marchande sur une année par 240, c'est-à-dire par le nombre de jours travaillés au cours d'une année, pour obtenir la valeur quotidienne des pertes de production. La production marchande est valorisée par le PIB par habitant. La valeur ajoutée relative à la rémunération des salariés est divisée par la population active salariée. La population active salariée pour l'année 2010 n'étant pas

disponible nous l'approximons par sa valeur pour l'année 2009. La valeur de la production marchande par individu sur l'ensemble d'une année est estimée à 43 614 euros (cf annexe 2). Nous obtenons donc une valeur de 181,725 euros pour l'estimation de la valeur quotidienne des pertes de production par salarié selon la méthode du capital humain. Nous supposons qu'un travailleur atteint d'un cancer est en arrêt de travail en moyenne 75 jours par an. En multipliant la valeur quotidienne des pertes de production par salarié par le nombre moyen de jours d'arrêt de travail par an, la valeur annuelle des pertes de production marchandes selon l'approche du capital humain est estimée à 13 629 euros pour une absence de courte durée. Pour l'approche des coûts de friction, la production du salarié n'est pas entièrement perdue pendant son absence au travail. Nous avons retenu l'hypothèse couramment utilisée d'une perte de seulement 80% (KOOPMANSCHAP *et alii* 1995) de la production. La valeur des pertes de production quotidienne est ainsi estimée à 145 euros. Nous supposons une période de friction d'une durée de 75 jours. La valeur annuelle des pertes de production marchandes selon l'approche des coûts de friction est donc estimée à 10 903 euros.

Les deux méthodes sont relativement proches dans le cas d'absence de courte durée puisque nous supposons que le salarié absent n'est pas remplacé selon l'approche des coûts de friction. Dans le cas d'absences de courte durée, la seule différence entre les deux méthodes provient de l'hypothèse d'une production qui n'est pas totalement perdue selon l'approche des coûts de friction lorsque le salarié est absent.

#### B. Les modèles d'évaluation des coûts

Pour évaluer les pertes de production d'un individu dans la sphère marchande liées à la morbidité selon l'approche par la prévalence, il faut multiplier la valeur annuelle des pertes de production marchandes par le nombre de cas prévalents attribuables au facteur de risque :

$$CIP(AC)_{ab} = VAM(AC) \times NPA_{ab} \quad (3)$$

Avec  $CIP(AC)_{ab}$  les coûts indirects selon l'approche par la prévalence relatifs à une absence de courte durée de la pathologie a imputable au facteur de risque b,

$VAM(AC)$  la valeur annuelle marchande des pertes de production relatives à une absence de courte durée,

et  $NPA_{ab}$  le nombre de cas prévalents de la pathologie a attribuable au facteur de risque b.

Les individus ne sont pas tous actifs et en emploi. Les pertes de production marchandes ne concernent donc qu'une partie d'entre eux. La formule peut donc être améliorée en incluant

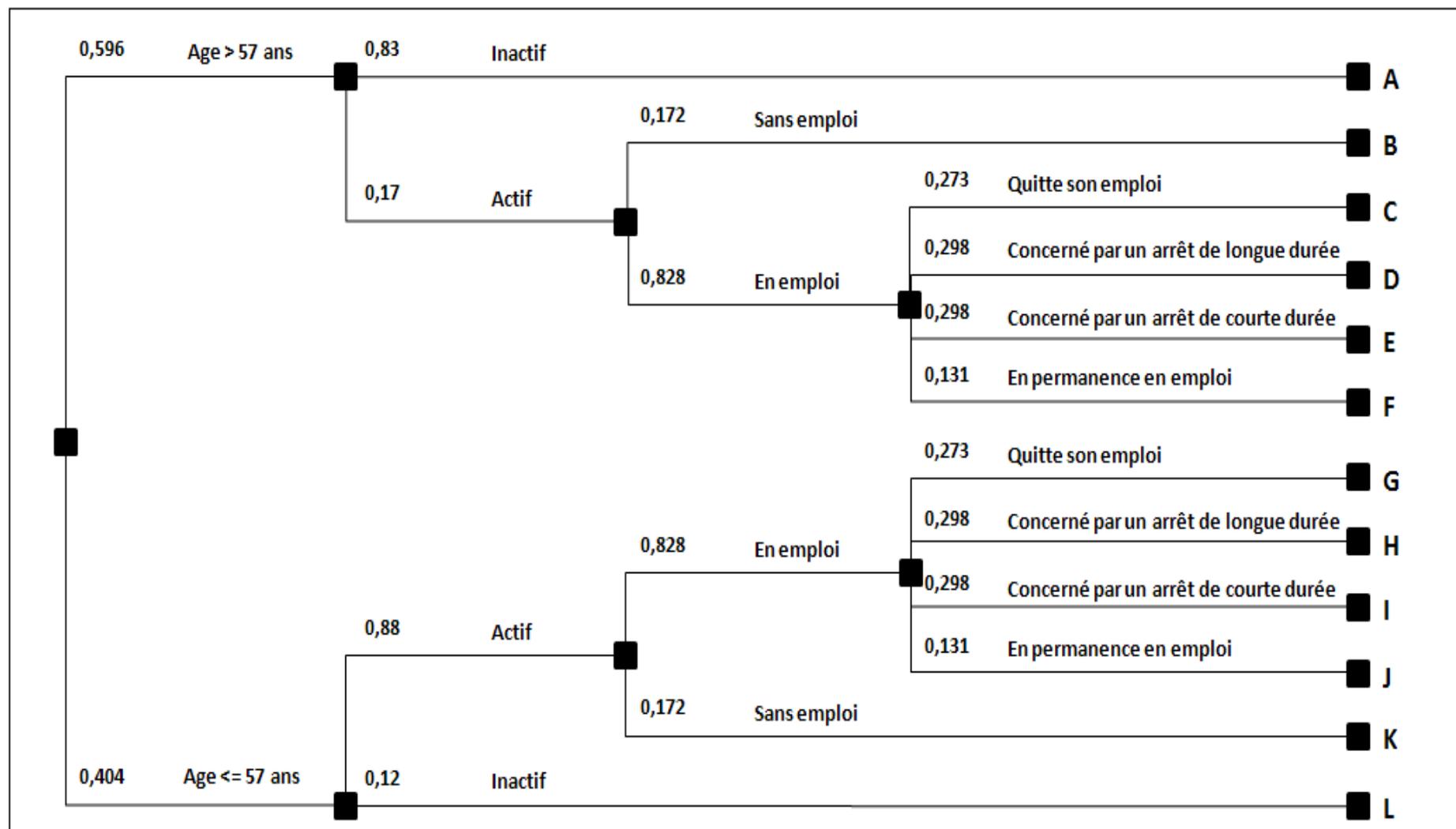
un taux d'activité et un taux d'emploi. Toutefois cette méthode n'est pas satisfaisante pour notre évaluation. Les cancers surviennent généralement à un âge avancé. Les taux d'activité et taux d'emploi nationaux ne reflètent pas la situation des patients atteints du cancer. De plus, même parmi les actifs occupés, tout le monde n'est pas forcément concerné par une absence de courte ou de longue durée. Nous ajoutons donc une probabilité d'être concerné par l'évènement correspondant.

Les données permettant d'estimer les taux d'activité, d'emploi et la part des patients qui sont touchés par des absences courtes ou longues sont rares. La DREES a réalisée une étude à partir de l'enquête nationale sur les conditions de vie des personnes atteintes d'une maladie longue (LE CORROLLER-SORIANO 2008). Ce travail permet d'analyser la situation des patients atteints d'un cancer deux ans après leur diagnostic. Dans cette étude, les auteurs scindent la population en deux catégories en fonction de l'âge. Les données de taux d'activité et d'emploi sont donc uniquement disponibles soit pour les individus âgés de 57 ans ou moins, soit pour les individus âgés de 58 ans et plus. Ces informations nous permettent d'estimer parmi les nombres de cas attribuables, ceux qui sont actifs occupés, inoccupés et ceux qui sont inactifs. Comme les données ne sont disponibles qu'en fonction du critère d'âge, nous sommes obligés au préalable d'estimer parmi les cas attribuables ceux qui sont âgés de plus de 58 ans ou plus et ceux qui sont âgés de 57 ans ou moins.

Pour estimer la probabilité d'être concerné par un évènement nous avons besoin de connaître l'activité des individus mais aussi pour ceux qui sont en emploi l'impact des cancers sur leur vie professionnelle. Parmi les individus en emploi, MALAVOLTI *et alii* (2006) fournissent des estimations pour les cancers du poumon-VADS sur le pourcentage d'entre eux qui deux ans après le diagnostic a perdu ou quitté son emploi ; a repris son activité ; n'a jamais interrompu son activité ; est resté en permanence en emploi ; n'a encore jamais repris son activité. Nous considérons que les individus qui n'ont jamais repris leur activité au bout de deux ans correspondent à la population de personnes affectées par des absences de longue durée. Nous supposons que ceux qui ont repris leur activité sont affectés par des absences de courte durée. Nous faisons également l'hypothèse que les statistiques sur la situation professionnelle sont applicables à l'année. Les coûts sont sans doute sous-estimés car plus la maladie progresse et plus le nombre d'individu en emploi est faible.

L'ensemble de ces données nous permet de reconstituer toutes les situations possibles dans un arbre de décision et d'estimer les probabilités correspondantes (cf figure 14).

Figure 14 : Arbre de décision permettant d'estimer les probabilités d'être concerné par chaque évènement



Pour estimer la probabilité d'être dans une situation il faut multiplier les probabilités des branches qui permettent d'y arriver. Si plusieurs chemins sont possibles, la probabilité calculée pour chacun d'entre eux est additionnée.

La formule une fois modifiée s'écrit alors :

$$CIP(AC)_{ab} = VAM(AC) \times NPA_{ab} \times P(AC) \quad (3')$$

Avec P(AC) la probabilité d'être concerné par des absences de courte durée.

Selon l'approche par l'incidence, nous prenons en compte la survie des patients et l'actualisation des coûts selon la formule suivante :

$$CII(AC)_{ab} = VAM(AC) \times NIA_{ab} \times \sum_{i=0}^5 \frac{S_{ai}}{(1+r)^i} \quad (4)$$

Avec CII(AC)<sub>ab</sub> les coûts indirects selon l'approche par l'incidence relatifs à une absence de courte durée pour la pathologie a imputable au facteur de risque b

VAM(AC) la valeur annuelle des pertes de production marchandes liées à une absence de courte durée,

NIA<sub>ab</sub> le nombre de cas incidents de la pathologie a attribuable au facteur de risque b,  
r le taux d'actualisation,

et S<sub>ai</sub> le taux de survie à i années de la pathologie a.

Cette formule de base peut être améliorée pour estimer au mieux les pertes de production. Tout d'abord, comme pour l'approche par la prévalence, tous les patients ne sont pas actifs, en emploi et concernés par des absences de courte durée. Nous ajoutons donc au modèle les probabilités d'être concerné par des absences de courte durée.

Nous actualisons les coûts pour tenir compte des préférences pour le présent. Toutefois le PIB et donc la valeur des pertes de production sont susceptibles d'augmenter au cours des années. Nous ajoutons donc un taux de croissance annuel moyen pour tenir compte de cette augmentation.

Une fois les améliorations apportées, la formule obtenue est la suivante :

$$CII(AC)_{ab} = VAM(AC) \times NIA_{ab} \times P(AC) \times \sum_{i=0}^5 \left( \frac{(1+g)^i}{(1+r)^i} \times S_{ai} \right) \quad (4')$$

Avec g le taux de croissance annuel moyen du PIB,

et P(AC) la probabilité d'être concerné par des absences de courte durée.

La valeur annuelle marchande des pertes de production relatives à une absence de courte durée est estimée à 13 629 euros selon l'approche du capital humain et à 10 903 euros selon l'approche des coûts de friction.

Pour le modèle, nous utilisons les taux de survie présenté dans la section 1. Pour  $i = 0$ , nous supposons que le taux de survie est de 100%. Les taux de croissance et d'actualisation retenus sont respectivement de 2 % et 5 %. Nous avons fait varier ces valeurs pour tester la sensibilité des résultats au taux d'actualisation. Les résultats de ces analyses sont présentés en discussion dans le chapitre 6. Dans l'arbre de décision,  $P(AC)$  correspond aux situations E et I. Cette probabilité est égale à 11,27 %.

### 1.1.2. Les absences de longue durée

#### A. Estimation de la valeur annuelle des pertes de production

Pour les absences de longue durée, la valeur des pertes de production annuelle est estimée par les méthodes du capital humain et des coûts friction.

Pour l'approche du capital humain, les pertes de production marchande pour une absence sur l'ensemble de l'année sont estimées à 43 614 euros selon la même méthode que pour les absences de courte durée.

Selon l'approche des coûts de friction, le salarié absent est remplacé. Au-delà de la période de friction, il ne représente aucun coût indirect pour la société. La valeur des pertes de production liées à une absence de longue durée selon l'approche des coûts de friction est donc égale à la valeur annuelle des pertes de production pour une absence de courte durée.

#### B. Les modèles d'évaluation des coûts

Selon l'approche par la prévalence, le coût indirect lié à des absences de longue durée est estimé à partir de la formule suivante :

$$CIP(AL)_{ab} = VAM(AL) \times NPA_{ab} \times P(AL) \quad (5)$$

Avec  $CIP(AL)_{ab}$  les coûts indirects selon l'approche par la prévalence relatifs à une absence de longue durée de la pathologie a imputable au facteur de risque b,

$VAM(AL)$  la valeur annuelle marchande des pertes de production relatives à une absence de longue durée,

$NPA_{ab}$  le nombre de cas prévalents de la pathologie a attribuable au facteur de risque b,

et  $P(AL)$  la probabilité d'être concerné par une absence de longue durée.

La valeur annuelle marchande des pertes de production est égale à 43 614 euros selon l'approche du capital humain et à 10 903,5 euros selon l'approche des coûts de friction.

Selon l'approche par l'incidence, les coûts indirects de morbidité liés à une absence de longue durée s'estiment selon la formule suivante :

$$CII(AL)_{ab} = VAM(AL) \times NIA_{ab} \times P(AL) \times \sum_{i=0}^5 \left( \frac{(1+g)^i}{(1+r)^i} \times S_{ai} \right) \quad (6)$$

Avec  $CII(AL)_{ab}$  les coûts indirects selon l'approche par l'incidence relatifs à une absence de longue durée de la pathologie a imputable au facteur de risque b,

$NIA_{ab}$  le nombre de cas incidents de la pathologie a attribuable au facteur de risque b,

r le taux d'actualisation,

g le taux de croissance annuel moyen du PIB,

et  $S_{ai}$  le taux de survie à i années de la pathologie a.

Selon la méthode des coûts de friction, la valeur annuelle des pertes de production est nulle après la première année puisque le salarié est remplacé. La formule peut donc s'écrire :

$$CII(AL)_{ab} = VAM(AL) \times NIA_{ab} \times P(AL) \quad (6')$$

Dans l'arbre de décision,  $P(AL)$  correspond aux situations D et H. Cette probabilité est environ égale à 11,27 %.

## **1.2. Les coûts indirects liés à l'absentéisme dans la sphère non marchande**

### *1.2.1. Estimation de la valeur annuelle des pertes de production non marchandes liées à l'absentéisme*

Pour estimer la valeur annuelle des pertes de production non marchande nous avons choisi d'utiliser la méthode du coût de remplacement et de valoriser les activités domestiques au SMIC horaire (cf chapitre 3).

ROY (2011) estime à partir de l'enquête Emploi du Temps 1998 le nombre moyen d'heures de travail domestique effectué par jour et par individu. La définition de tâches domestiques n'est cependant pas un exercice facile. Si la vaisselle constitue à l'évidence une tâche domestique, la prise en compte d'autres activités dont la frontière avec le loisir est parfois floue pose problème. C'est le cas par exemple du bricolage qui peut s'avérer être une nécessité et

représenter une contrainte pour celui qui l'effectue mais qui peut aussi être réalisé en tant que loisir sans répondre forcément à un besoin. De même, il est possible de prendre en compte les tâches domestiques réalisées pour son propre foyer mais aussi pour des amis, des parents ou encore une association dans le cadre de bénévolat. ROY (2011) distingue donc les activités réalisées pour son propre foyer ou pour autrui et retient trois périmètres plus ou moins larges pour la définition des tâches domestiques (cf tableau 21). Dans le périmètre restreint seules les activités du « cœur » des tâches domestiques sont incluses. Il s'agit des activités qui sont toujours prises en compte comme la cuisine, la vaisselle, l'entretien du linge... Dans le périmètre médian, on ajoute des activités dont la frontière avec le loisir est plus ambiguë. Ces activités peuvent être prolongées dans le cadre du loisir, c'est le cas par exemple du bricolage, du jardinage ou de la couture. Le périmètre extensif inclut également les trajets domicile-travail, les trajets dont la nature ne peut pas être définie et les soins aux animaux domestiques.

Les pertes de production non marchandes concernent sans doute tous les individus mais dans des proportions différentes. Nous supposons que ceux qui ne sont pas en emploi effectuent davantage de tâches domestiques. Dans notre analyse, l'évaluation des pertes de production non marchandes est restreinte aux personnes sans emploi. Ce choix méthodologique nous pousse à écarter la définition restreinte du périmètre des tâches domestiques qui correspond aux activités toujours réalisées quelque soit le temps disponible. Nous supposons que les individus sans emploi vont davantage effectuer des activités qui nécessitent plus de temps comme le bricolage, le jardinage ou encore la couture. Nous retenons donc le périmètre médian comme définition des tâches domestiques et nous ne prenons en compte que les activités réalisées pour son propre foyer. Le temps consacré aux tâches domestiques par jour est estimé à 3 heures et 17 minutes. Les estimations portent sur 7 jours par semaine. Chaque individu consacre donc en moyenne 1197,2 heures par année aux tâches domestiques. Si l'on valorise ce travail au SMIC horaire brut, soit 8,86 euros, la valeur annuelle des pertes de production non marchande est estimée à 10 607 euros.

Tableau 21 : Définition des travaux domestiques réalisés pour son propre foyer selon le périmètre retenu

Activités réalisées pour son propre foyer			
Périmètre		Activités	
<b>E X T E N S I F</b>	<b>M E D I A N</b>	<b>R E S T R E I N T</b>	Cuisine Vaisselle Mettre la table, servir le repas Ménage, rangement Entretien du linge (lessive, repassage...) Entretien, déménagement Gestion du ménage (comptes, factures, listes...) Recours aux administrations Soins aux animaux domestiques productifs Soins aux enfants Accompagner les enfants chez le médecin Soins médicaux aux enfants Surveillance des devoirs des enfants Soins aux adultes du ménage Trajets pour les enfants
			Achats de biens Achats de services Bricolage Réparations de voitures et 2 roues Jardinage Couture Autres activités domestiques Interactions diverses avec les enfants Jeux avec les enfants Chasse, pêche
			Soins aux animaux de compagnie Trajets domicile-travail Autres trajets

Source : ROY (2011)

### 1.2.2. Les modèles d'évaluation des coûts

Dans la sphère non marchande, l'estimation du coût indirect de morbidité selon l'approche par la prévalence est réalisée selon le modèle suivant :

$$CIP(NM)_{ab} = VANM \times NPA_{ab} \times P(NM) \quad (7)$$

Avec  $CIP(NM)_{ab}$  les coûts indirects selon l'approche par la prévalence dans la sphère non marchande pour la pathologie a imputable au facteur de risque b,

$VANM$  la valeur annuelle des pertes de production non marchandes,

$NPA_{ab}$  le nombre de cas prévalents de la pathologie a attribuable au facteur de risque b,

et  $P(NM)$  la probabilité d'être concerné par des pertes de production non marchandes.

Pour l'approche par l'incidence, nous utilisons la formule suivante :

$$CII(NM)_{ab} = VANM \times NIA_{ab} \times P(NM) \times \sum_{i=0}^5 \left( \frac{S_{ai}}{(1+r)^i} \right) \quad (8)$$

Avec  $CII(NM)_{ab}$  les coûts indirects selon l'approche par l'incidence dans la sphère non marchande pour la pathologie a imputable au facteur de risque b,

$NIA_{ab}$  le nombre de cas incidents de la pathologie a attribuable au facteur de risque b,

$r$  le taux d'actualisation,

et  $S_{ai}$  le taux de survie à i années.

Le taux de croissance appliqué dans les modèles précédents n'est pas utilisé ici puisque nous n'utilisons pas le PIB pour valoriser les pertes de production non marchandes. La valeur annuelle des pertes de production non marchandes est estimée à 10 607 euros. La probabilité d'être concerné par des pertes de production non marchandes liées à la morbidité est calculée à partir des situations A, B, C, G, K et L (cf figure 14). Nous l'estimons à environ 72,5 %.

### 1.3. Les coûts indirects liés au présentéisme dans la sphère marchande

#### 1.3.1. Estimation de la valeur annuelle des pertes de production marchandes liées au présentéisme

Pour estimer la valeur annuelle des pertes de production liées au présentéisme, des données en termes de pourcentage de diminution de productivité par jour et de nombre de jours dans l'année durant lesquels l'individu est affecté par sa pathologie sont nécessaires. Elles permettent ainsi d'estimer la baisse de productivité annuelle liée au présentéisme. Comme nous l'avons explicité dans le chapitre 3, seule la mise en place d'un questionnaire dans le cadre d'une enquête sur le terrain permet d'obtenir de telles données. Pour notre évaluation, nous mobilisons la littérature existante. GOETZEL *et alii* (2004) ont mené une revue de la littérature pour mettre en évidence les enquêtes s'intéressant à la productivité de salariés affectés par dix pathologies ou groupe de pathologies, dont les cancers. Cette étude s'intéresse notamment au présentéisme et a conduit à une estimation de la baisse de productivité annuelle imputable à un cancer de 8,5 %. Nous avons estimé précédemment la valeur de la production marchande par individu sur l'ensemble d'une année à 43 614 euros. Nous estimons donc la valeur annuelle des pertes de productivité marchande dans le cas du présentéisme à 3 563,54 euros.

#### 1.3.2. Les modèles d'évaluation des coûts

Pour évaluer les coûts liés au présentéisme dans la sphère marchande selon l'approche par la prévalence, nous utilisons la formule suivante :

$$CIP(P)_{ab} = VAM(P) \times NPA_{ab} \times P(P) \quad (9)$$

Avec  $CIP(P)_{ab}$  les coûts indirects selon l'approche par la prévalence liés au présentéisme pour la pathologie a imputable au facteur de risque b,  
 $VAM(P)$  la valeur annuelle marchande des pertes de production au présentéisme,  
 $NPA_{ab}$  le nombre de cas prévalents de la pathologie a attribuable au facteur de risque b,  
et  $P(P)$  la probabilité d'être concerné par le présentéisme.

Pour l'approche par l'incidence, le modèle est le suivant :

$$CII(P)_{ab} = VAM(P) \times NIA_{ab} \times P(P) \times \sum_{i=0}^5 \left( \frac{(1+g)^i}{(1+r)^i} \times S_{ai} \right) \quad (10)$$

Avec  $CII(P)_{ab}$  les coûts indirects selon l'approche par l'incidence relatifs au présentéisme pour la pathologie a imputable au facteur de risque b,

$NIA_{ab}$  le nombre de cas incidents de la pathologie a attribuable au facteur de risque b,

$P(P)$  la probabilité d'être concerné par le présentéisme,

$r$  le taux d'actualisation,

$g$  le taux de croissance annuel moyen du PIB,

et  $S_{ai}$  le taux de survie à  $i$  années de la pathologie a.

La probabilité d'être concerné par des pertes de production marchandes liées au présentéisme est estimée à environ 27,5%. Elle correspond aux situations D, E, F, H, I et J de l'arbre de décision (cf figure 14).

Toutes les équations mobilisées pour évaluer les coûts indirects de morbidité sont présentées dans le tableau 22.

Tableau 22 : Synthèse des équations d'évaluation des coûts indirects de morbidité

Type de coût indirect de morbidité			Equation		
			N°	Formule	
Sphère marchande	Absentéisme (absence courte)	Prévalence	3'	$CIP(AC)_{ab} = VAM(AC) \times NPA_{ab} \times P(AC)$	
		Incidence	4	$CII(AC)_{ab} = VAM(AC) \times NIA_{ab} \times P(AC) \times \sum_{i=0}^5 \left( \frac{(1+g)^i}{(1+r)^i} \times S_{ai} \right)$	
	Absentéisme (absence longue)	Prévalence	5	$CIP(AL)_{ab} = VAM(AL) \times NPA_{ab} \times P(AL)$	
		Incidence	CH*	6	$CII(AL)_{ab} = VAM(AL) \times NIA_{ab} \times P(AL) \times \sum_{i=0}^5 \left( \frac{(1+g)^i}{(1+r)^i} \times S_{ai} \right)$
			CF*	6'	$CII(AL)_{ab} = VAM(AL) \times NIA_{ab} \times P(AL)$
	Présentéisme	Prévalence	9	$CIP(P)_{ab} = VAM(P) \times NPA_{ab} \times P(P)$	
		Incidence	10	$CII(P)_{ab} = VAM(P) \times NIA_{ab} \times P(P) \times \sum_{i=0}^5 \left( \frac{(1+g)^i}{(1+r)^i} \times S_{ai} \right)$	
	Sphère non marchande	Prévalence		7	$CIP(NM)_{ab} = VANM \times NPA_{ab} \times P(NM)$
Incidence		8	$CII(NM)_{ab} = VANM \times NIA_{ab} \times P(NM) \times \sum_{i=0}^5 \left( \frac{S_{ai}}{(1+r)^i} \right)$		

\*CH = selon la méthode du Capital Humain et CF = selon la méthode des coûts de friction

## **2. Les coûts indirects de mortalité**

### **2.1. Les coûts indirects de mortalité dans la sphère marchande**

Pour estimer les coûts de mortalité, il faut tout d'abord estimer le nombre d'années de vie perdues puis les valoriser.

#### *2.1.1. Estimation du nombre d'années de vie perdues*

Pour estimer le nombre d'années de vie perdues, il est nécessaire au préalable de répartir les décès attribuables par tranche d'âge. Pour cela, nous avons calculé des clés de répartition à partir des données 2008 du CépidC (cf tableau 23) que nous avons appliquées à nos estimations du nombre de décès par pathologie. Pour chaque localisation de cancer, nous supposons donc que la répartition des décès par tranche d'âge en 2010 est identique à celle de l'année 2008.

Selon l'approche par la prévalence, les décès attribuables au facteur de risque sont ceux estimés à partir de la méthode des risques attribuables dans le chapitre 2. Leur répartition par tranche d'âge est présentée dans le tableau 24 en fonction de l'hypothèse basse ou haute retenue pour le calcul des risques attribuables. Pour l'approche par l'incidence, nous estimons et nous répartissons par tranche d'âge les décès survenus chez les nouveaux cas diagnostiqués en 2010 (cf tableau 25).

Tableau 23 : Estimation des clés de répartitions des décès par pathologie, par tranche d'âge et par sexe

Localisation	Sexe	[00;14]	[15;24]	[25;34]	[35;44]	[45;54]	[55;64]	[65;74]	[75;84]	[85;94]	[95;++]	Total
Cancer du poumon	Homme	0,00%	0,01%	0,09%	1,62%	11,29%	26,89%	26,81%	26,61%	6,42%	0,28%	100,00%
	Femme	0,00%	0,01%	0,24%	3,29%	16,21%	22,10%	20,71%	26,41%	10,24%	0,79%	100,00%
Mésothéliome de la plèvre	Homme	0,00%	0,00%	0,17%	0,52%	5,23%	13,07%	28,57%	39,90%	11,85%	0,70%	100,00%
	Femme	0,00%	0,00%	0,40%	1,20%	2,80%	11,60%	26,80%	39,60%	16,00%	1,60%	100,00%
Cancer naso-sinusien	Homme	0,00%	0,78%	1,56%	1,56%	8,59%	23,44%	21,88%	32,03%	10,16%	0,00%	100,00%
	Femme	0,00%	1,96%	0,00%	7,84%	11,76%	9,80%	19,61%	23,53%	21,57%	3,92%	100,00%

*Lecture : 1,96% des décès des femmes par cancer naso-sinusien en 2010 concerne des personnes de 15 à 24 ans.*

*Rappel : ces clés de répartition sont estimées sur l'année 2008. Nous supposons qu'elles sont identiques pour l'année 2010.*

Tableau 24 : Répartition du nombre de décès estimé pour l'année 2010 par tranche d'âge

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	[15;24]	[25;34]	[35;44]	[45;54]	[55;64]	[65;74]	[75;84]	[85;94]	[95;++]	Total
Cancer du poumon	Amiante	Femme	0	0	4	18	25	23	29	11	1	111
		Homme	0	3	58	402	958	956	948	229	10	3565
		Ensemble	0	3	61	420	983	979	978	240	11	3676
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	0	0	1	4-6	6-8	5-7	7-9	3-4	0	25-35
		Homme	0	1-2	25-34	172-238	409-568	408-566	405-562	98-135	4-6	1523-2111
		Ensemble	0	1-2	25-35	176-244	415-575	413-573	412-571	100-139	4-6	1548-2146
	Peintres	Femme	0	0	0	0-1	0-1	0-1	0-1	0	0	1-4
		Homme	0	0	1-3	8-20	18-47	18-47	18-47	4-11	0	68-175
		Ensemble	0	0	1-3	8-20	19-48	18-48	18-48	4-12	0-1	69-179
	Silice cristalline	Femme	0	0	0-1	2-3	2-4	2-4	3-5	1-2	0	10-20
		Homme	0	1	13-23	88-163	210-389	209-387	208-384	50-93	2-4	780-1445
		Ensemble	0	1	13-24	90-166	212-393	211-392	210-390	51-95	2-4	790-1465
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>1</b>	<b>6-7</b>	<b>101-124</b>	<b>694-851</b>	<b>1628-1999</b>	<b>1622-1991</b>	<b>1618-1986</b>	<b>396-486</b>	<b>18-22</b>	<b>6083-7466</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	0	0	1	3	11	24	36	15	1	91
		Homme	0	1	3	30	75	165	230	68	4	576
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>0</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>33</b>	<b>86</b>	<b>189</b>	<b>266</b>	<b>83</b>	<b>5</b>	<b>667</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	0	0	0	1	0	1	1	1	0	4
		Homme	0	0	0	0	1	1	1	0	0	3
		Ensemble	0	0	0	1	1	1	2	1	0	7
	Poussières de bois	Femme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Homme	0	0-1	0-1	1-3	3-8	3-7	4-11	1-3	0	13-33
		Ensemble	0	0-1	0-1	1-3	3-8	3-7	4-11	1-3	0	13-33
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>1</b>	<b>0-1</b>	<b>1</b>	<b>2-4</b>	<b>4-9</b>	<b>4-9</b>	<b>6-12</b>	<b>3-5</b>	<b>0</b>	<b>20-40</b>

Tableau 25 : Estimation et répartition du nombre de décès parmi les nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 par tranche d'âge

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	[15;24]	[25;34]	[35;44]	[45;54]	[55;64]	[65;74]	[75;84]	[85;94]	[95;++]	Total
Cancer du poumon	Amiante	Femme	0	0	4	19	25	24	30	12	1	114
		Homme	0	3	57	397	945	942	935	226	10	3514
		Ensemble	0	3	61	415	970	966	965	237	11	3629
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	0	0	1	4-6	6-8	5-7	7-10	3-4	0	26-36
		Homme	0	1-2	24-34	169-235	403-559	402-558	399-554	96-134	4-6	1501-2081
		Ensemble	0	1-2	25-35	174-241	409-567	408-565	406-563	99-137	4-6	1526-2117
	Peintres	Femme	0	0	0-0	0-1	0-1	0-1	0-1	0	0	1-4
		Homme	0	0	1-3	8-20	18-46	18-46	18-46	4-11	0	67-173
		Ensemble	0	0	1-3	8-20	18-47	18-47	18-47	4-12	0-1	68-177
	Silice cristalline	Femme	0	0	0-1	2-3	2-5	2-4	3-5	1-2	0	10-21
		Homme	0	1	12-23	87-161	207-383	206-382	204-379	49-91	2-4	768-1424
		Ensemble	0	1	13-24	88-164	209-387	208-386	207-384	50-94	2-4	779-1445
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>1</b>	<b>6-7</b>	<b>100-122</b>	<b>685-840</b>	<b>1606-1972</b>	<b>1600-1965</b>	<b>1597-1960</b>	<b>391-479</b>	<b>17-21</b>	<b>6002-7368</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	0	0	1	3	11	25	37	15	1	93
		Homme	0	1	3	27	66	145	203	60	4	508
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>0</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>29</b>	<b>77</b>	<b>170</b>	<b>239</b>	<b>75</b>	<b>5</b>	<b>601</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	0	0	1	1	1	2	3	3	0	12
		Homme	0	0	0	0	1	1	2	1	0	5
		Ensemble	0	0	1	2	2	3	4	3	0	17
	Poussières de bois	Femme	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Homme	0	0-1	0-1	2-5	6-14	5-13	8-20	3-6	0	25-61
		Ensemble	0-1	0-1	0-1	2-5	6-14	6-14	8-20	3-6	0	25-62
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>1</b>	<b>0-1</b>	<b>1-2</b>	<b>4-7</b>	<b>8-17</b>	<b>9-17</b>	<b>13-24</b>	<b>6-9</b>	<b>0-1</b>	<b>42-79</b>

Les valeurs présentées dans les tableaux ci-dessus sont arrondies à l'unité inférieure. Aucun décès par cancer du poumon, par mésothéliome de la plèvre ou par cancer naso-sinusien n'a lieu avant 15 ans. Nous considérons donc 5 tranches d'âge avant la retraite, de 15 à 24 ans, de 25 à 34 ans, de 35 à 44 ans, de 45 à 54 ans et de 55 à 64 ans. Pour estimer le nombre d'années de vie perdues par tranche d'âge, nous faisons la différence entre l'âge moyen de départ à la retraite, soit 61,62 ans (CNAV 2011) et le centre de la tranche d'âge considéré.

Tableau 26 : Estimation des années de vie perdues dans la sphère marchande par décès et par tranche d'âge

<b>Tranche d'âge</b>	<b>[15;24]</b>	<b>[25;34]</b>	<b>[35;44]</b>	<b>[45;54]</b>	<b>[55;64]</b>
<b>Centre de la tranche d'âge</b>	19,5	29,5	39,5	49,5	59,5
<b>Années de vie perdues dans la sphère marchande</b>	42,12	32,12	22,12	12,12	2,12

### 2.1.2. Les modèles d'évaluation des coûts

Pour estimer les pertes de production marchandes imputables aux décès, nous utilisons le modèle suivant :

$$CI_{ab} = VAM \times P(AE) \times \sum_{j=19,5;29,5;39,5;49,5;59,5}^{R-j} (ND_{abj} \times \sum_{y=1}^{R-j} \frac{(1+g)^y}{(1+r)^y}) \quad (11)$$

Avec  $CI_{ab}$  les coûts indirects de mortalité pour la pathologie a imputable au facteur de risque b,

$ND_{abj}$  le nombre de décès de la pathologie a dans la tranche d'âge j imputable au facteur de risque b,

R l'âge moyen de départ à la retraite,

VAM la valeur annuelle des pertes de production marchandes liées à un décès,

r le taux d'actualisation,

g le taux de croissance annuel moyen du PIB,

et P(AE), la probabilité d'être actif et en emploi au moment du décès.

La formule est la même pour l'approche par l'incidence et par la prévalence. Seuls les décès pris en compte dans  $ND_{abj}$  diffèrent.

La valeur annuelle des pertes de production marchandes par individu est la même que dans le modèle concernant la morbidité soit 43 614 euros par année.

Nous ne considérons les pertes de production marchandes liées à un décès que pour les individus actifs et en emploi, c'est-à-dire les individus qui se trouvent dans les situations C, D, E, F, G, H, I et J (cf figure 14). La probabilité  $P(AE)$  d'être concerné par des pertes de production marchandes liées à un décès, c'est-à-dire d'être actif et en emploi, est estimée à environ 37,83%.

## **2.2. Les coûts indirects de mortalité dans la sphère non marchande**

Pour estimer les coûts indirects liés à la mortalité dans la sphère non marchande, il faut considérer deux situations distinctes. Soit l'individu n'était pas en emploi au moment du décès, les pertes de production qui en découlent touchent alors exclusivement la sphère non marchande et sont mesurées de l'âge du décès jusqu'à l'espérance de vie. Soit l'individu était en emploi et dans ce cas seules les pertes de production jusqu'à l'âge moyen de départ à la retraite concerne la sphère marchande. Il s'agit des coûts que nous avons mesurés précédemment. Les pertes de production de l'âge de la retraite jusqu'à l'espérance de vie constituent en revanche des pertes de production non marchandes.

### *2.2.1. Estimation du nombre d'années de vie perdues*

Pour calculer les années de vie perdues pour une tranche d'âge dans la sphère non marchande, nous faisons la différence entre l'espérance de vie et le centre de la tranche d'âge (cf tableau 27). L'espérance de vie pour les hommes en 2010 était de 78,1 ans contre 84,8 ans pour les femmes. C'est la raison pour laquelle nous ne prenons en compte les classes d'âge que jusqu'à 84 ans. Nous supposons que tout individu s'il n'était pas mort d'un cancer, n'aurait pas vécu plus longtemps que l'espérance de vie. Pour les individus sans emploi, nous prenons en compte toutes les classes d'âge alors que pour les individus en emploi, nous ne considérons que les classes d'âge au-delà de l'âge moyen de départ à la retraite soit de 65 à 74 ans et de 75 à 84 ans.

Tableau 27 : Estimation des années de vie perdues dans la sphère non marchande par décès et par tranche d'âge

Tranche d'âge		[15;24]	[25;34]	[35;44]	[45;54]	[55;64]	[65;74]	[75;84]
Centre de classe		19,5	29,5	39,5	49,5	59,5	69,5	79,5
Années de vie perdues dans la sphère non marchande	Homme	58,6	48,6	38,6	28,6	18,6	8,6	0
	Femme	65,3	55,3	45,3	35,3	25,3	15,3	5,3

### 2.2.2. Les modèles d'évaluation des coûts

Les coûts indirects de mortalité dans la sphère non marchande sont estimés à partir du modèle suivant pour les individus sans emploi :

$$CI_{ab} = VANM \times P(SE) \times \sum_{j=19,5;29,5;39,5;49,5;59,5;69,5;79,5} (ND_{abj} \times \sum_{y=1}^{EV-j} \frac{1}{(1+r)^y}) \quad (12)$$

Avec  $CI_{ab}$  les coûts indirects de mortalité pour le facteur de risque b lié à la pathologie a

$ND_{abj}$  le nombre de décès de la pathologie a dans la tranche d'âge j imputable au facteur de risque b,

EV l'espérance de vie,

VANM la valeur annuelle des pertes de production non marchandes liées à un décès,

r le taux d'actualisation,

et P(SE), la probabilité d'être sans emploi au moment du décès.

Ce modèle est utilisé à la fois pour l'approche par la prévalence et pour l'approche par l'incidence. Seules changent les décès pris en compte dans  $ND_{abj}$ .

La valeur annuelle des pertes de production non marchandes est de 10 607 euros.

Nous n'incluons pas de taux de croissance puisque le calcul des pertes de production ne mobilise pas le PIB.

Nous ne considérons ici les pertes de production non marchandes liées à un décès que pour les individus sans emploi, c'est-à-dire les individus qui se trouvent dans les situations A, B et L (cf figure 14). Nous estimons la probabilité d'être concerné par ces pertes de production à environ 62,17%.

Les coûts de mortalité dans la sphère non marchande ne peuvent pas tous être mesurés selon la formule ci-dessus. Pour les individus en emploi au moment du décès, nous estimons les coûts selon cette formule :

$$CI_{ab} = VANM \times P(AE) \times \sum_{j=69,5;79,5} (ND_{abj} \times \sum_{y=1}^{EV-j} \frac{1}{(1+r)^y}) \quad (13)$$

Avec P(AE), la probabilité d'être actif et en emploi au moment du décès.

Ce modèle est utilisé pour les approches par l'incidence et la prévalence. Seuls deux paramètres changent. Nous nous intéressons uniquement aux classes d'âge [65;74] et [75;84]. Les individus concernés par ces pertes de production non marchandes sont actifs et en emploi. Les situations correspondantes sont C, D, E, F, G, H, I et J (cf figure 14) et la probabilité est estimée à 37,83%.

Le tableau 28 permet de synthétiser les équations utilisées pour l'estimation des coûts indirects de mortalité.

Tableau 28 : Synthèse des équations d'évaluation des coûts indirects de mortalité

Type de coût indirect de mortalité		Equation	
		N°	Formule
Sphère marchande		11	$CI_{ab} = VAM \times P(AE) \times \sum_{j=19,5;29,5;39,5;49,5;59,5} (ND_{abj} \times \sum_{y=1}^{R-j} \frac{(1+g)^y}{(1+r)^y})$
Sphère non marchande	Pour les individus sans emploi	12	$CI_{ab} = VANM \times P(SE) \times \sum_{j=19,5;29,5;39,5;49,5;59,5;69,5;79,5} (ND_{abj} \times \sum_{y=1}^{EV-j} \frac{1}{(1+r)^y})$
	Pour les individus en emploi	13	$CI_{ab} = VANM \times P(AE) \times \sum_{j=69,5;79,5} (ND_{abj} \times \sum_{y=1}^{EV-j} \frac{1}{(1+r)^y})$

## Conclusion du chapitre 4

A partir des enseignements tirés de la réflexion théorique et méthodologique menée dans le chapitre 3 nous développons une méthode d'évaluation du coût social spécifique des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels.

Les approches par l'incidence et par la prévalence répondent à des objectifs différents mais pertinents pour notre évaluation. Nous avons donc développé des modèles d'évaluation par catégorie de coût et selon chacune de ces deux approches.

Pour évaluer les coûts selon l'approche par l'incidence, les modèles incluent un taux de survie spécifique par cancer. La précision de l'évaluation des coûts est améliorée puisque nous évaluons les coûts directs et indirects de morbidité jusqu'à 6 années après le diagnostic uniquement pour les patients qui ont survécu. Nous prenons également en compte les coûts de mortalité pour les nouveaux cas de cancers diagnostiqués en 2010 et décédés après 2010.

Les modèles incluent un taux d'actualisation pour estimer la valeur en 2010 de coûts qui surviennent au-delà de 2010.

Pour les coûts directs, l'utilisation de l'algorithme d'extraction des séjours de la base PMSI relatifs à un cancer (BORELLA *et alii* 2000 et 2002a) permet d'inclure les dépenses imputables à la maladie avec précision. Les dépenses des patients non relatives à leur cancer sont identifiées et exclues. Outre le coût des séjours en MCO, notre méthodologie d'évaluation nous permet de prendre en considération le coût de la radiothérapie privée, des molécules onéreuses et des MIGAC.

Pour les coûts indirects, un des principaux apports de notre travail réside dans la création de l'arbre de décision permettant d'estimer la probabilité des individus d'être concerné par chaque catégorie de coût. Cet arbre de décision est basé sur des données spécifiques des cancers. Il affine la précision de l'évaluation puisque nous pouvons déterminer parmi les cas de cancers estimés (incidents, prévalents et de décès) ceux qui sont inactifs, actifs en emploi ou actifs sans emploi. L'arbre de décision fournit également des informations sur la façon dont le cancer affecte la situation professionnelle des individus et nous permet d'estimer la part des cas qui est sujet à des absences de courte durée ou de longue durée, à une baisse de productivité au travail ou encore qui ne pourra pas réaliser des activités domestiques. L'arbre de décision facilite donc la prise en compte des différentes catégories de coûts indirects puisque sans ces informations, le risque de double compte serait important.

La mise en place d'une méthodologie d'évaluation spécifique des cancers nous a permis d'estimer les coûts directs et indirects selon les approches par l'incidence et par la prévalence. Les coûts directs comprennent le coût des séjours hospitaliers (séjours en MCO, radiothérapie privée, molécules onéreuses, MIGAC) et le coût des soins de ville (soins ambulatoires, médicaments et autres biens médicaux). Les modèles d'évaluation nous permettent également de prendre en considération les coûts indirects de morbidité liés à l'absentéisme (absences de courte et de longue durée) et au présentéisme mais aussi les coûts de mortalité dans les sphères marchande et non marchande.

**TROISIÈME PARTIE :**  
**ÉVALUATION DU COÛT SOCIAL DES**  
**CANCERS DU POUUMON, DES CANCERS**  
**NASO-SINUSIENS ET DES MÉSOThÉLIOMES**  
**DE LA PLÈVRE IMPUTABLES AUX**  
**FACTEURS DE RISQUE PROFESSIONNELS**  
**ÉTUDIÉS EN FRANCE**

*La **troisième partie** est consacrée aux résultats de l'évaluation et à leur analyse. Tous les résultats sont estimés selon les approches par l'incidence et par la prévalence.*

*Le **chapitre 5** présente les résultats par catégorie de coûts et par facteur de risque. Les coûts directs incluent les coûts hospitaliers (séjours en MCO, radiothérapie privée, molécules onéreuses et MIGAC) ainsi que le coût des soins de ville (**section 1**). Parmi les coûts indirects, on distingue les coûts de morbidité (absentéisme et présentéisme) et les coûts de mortalité (**section 2**) dans les sphères marchande et non marchande. Nous agrégeons ensuite les coûts directs et indirects pour estimer le coût social des cancers du poumon, des cancers nasosinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir en France en 2010 (**section 3**). Nous présentons l'ensemble des résultats y compris ceux en unités physiques, c'est-à-dire le nombre de cas prévalents, incidents et de décès ainsi que le nombre d'années de vies perdues par facteur de risque.*

*Dans le **chapitre 6**, une analyse de sensibilité univariée permet de tester l'impact d'une modification de chacun des principaux paramètres de l'évaluation sur les résultats (**section 1**). En discussion, nous présentons les apports et les limites de notre travail avant de confronter nos estimations avec la littérature. La base de données Globocan nous permet d'estimer l'évolution du coût social des cancers du poumon imputables aux facteurs de risque étudiés entre 2010 et 2030. Nous analysons enfin le degré de transférabilité de nos résultats (**section 2**).*

## Chapitre 5 : Résultats de l'évaluation du coût social des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque professionnels étudiés en France

---

Dans ce chapitre, nous détaillons les résultats de l'évaluation de chaque catégorie de coûts direct et indirect des mésothéliomes de la plèvre, des cancers du poumon et des cancers naso-sinusiens imputables aux facteurs de risque étudiés selon les approches par l'incidence et par la prévalence.

Pour évaluer les coûts directs des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels, nous estimons tout d'abord un coût direct annuel moyen par localisation qui prend en compte les coûts des séjours en établissements de santé (séjours en MCO, radiothérapie privée, molécules onéreuses et MIGAC) ainsi que les coûts des soins de ville. Les données de coût direct annuel moyen sont ensuite utilisées dans les modèles présentés dans le chapitre 4 pour estimer le coût direct par facteur de risque.

Les modèles d'évaluation nous permettent également d'estimer les coûts indirects de morbidité et de mortalité. Nous obtenons ainsi des estimations des pertes de production marchandes liées à l'absentéisme (absences de courte et longue durée), au présentéisme, aux décès des patients mais aussi des estimations des pertes de production non marchandes.

L'agrégation de ces coûts nous permet d'estimer les coûts directs et indirects des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés.

Nous additionnons ensuite les coûts directs et indirects pour estimer le coût social des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir. Nous présentons les résultats en unités monétaires et aussi en unités physiques à travers les nombres de cas incidents, prévalents et de décès ainsi que le nombre d'années de vie perdues.

## Section 1 : Résultats de l'évaluation des coûts directs

### 1. Le coût des séjours hospitaliers et de la radiothérapie

Pour estimer le coût annuel moyen des séjours hospitaliers et de la radiothérapie privée pour l'année 2010, nous actualisons les coûts estimés dans l'étude menée par AMALRIC (2007).

Nous estimons tout d'abord le coût moyen des séjours hospitaliers et de la radiothérapie pour l'année 2004. Pour cela, nous divisons le coût total des séjours hospitaliers et de la radiothérapie privée selon la localisation en 2004 par le nombre de cas incidents correspondant. Nous faisons l'hypothèse que l'évolution du nombre de nouveaux cas de cancers de l'appareil respiratoire et des VADS est linéaire entre 2000 et 2005. Par extrapolation, nous estimons le nombre de cas incidents selon la localisation pour l'année 2004 (cf tableau 29). Les données concernant les cancers naso-sinusien (codes CIM 10 : C30 + C31) ne sont pas disponibles et sont donc estimées à partir d'un ratio entre le nombre de cas incidents de cancer du poumon et le nombre de cas incidents de cancer naso-sinusien selon la méthode décrite dans le chapitre 2.

Tableau 29 : Estimation du nombre de cas incidents de cancers de l'appareil respiratoire et des VADS pour l'année 2004

Localisation	Code CIM 10	Intitulé	Estimation du nombre de nouveaux cas Francim		Extrapolation pour l'année 2004
			2000	2005	
Appareil respiratoire	C33 + C34	Tumeur maligne des bronches et poumons	27440	30651	30009
	C45.0 + C384	Mésothéliome de la plèvre	887	906	902
	<b>TOTAL</b>				<b>30911</b>
VADS	C00-C14	Tumeurs malignes de la lèvre, de la cavité buccale et du pharynx	13660	12270	12548
	C30	Tumeur maligne des fosses nasales et de l'oreille moyenne	-	-	659
	C31	Tumeur maligne des sinus de la face			
	C32	Tumeur maligne du larynx	4177	3735	3823
	<b>TOTAL</b>				<b>17030</b>

Les estimations du coût de la prise en charge des cancers en établissements de santé pour 2004 sont divisées par le nombre de cas incidents correspondants pour estimer un coût annuel moyen (cf tableau 30).

Tableau 30 : Estimation du coût moyen de la prise en charge en établissement de santé des cancers selon la localisation pour l'année 2004

Localisation du cancer	Etablissements de santé				Total établissements de santé
	Séjours PMSI	Radiothérapie privée	Molécules onéreuses	MIGAC	
<b>Appareil respiratoire</b>	20 642	874	1 347	248	23 110
<b>VADS</b>	21 513	2 950	0	259	24 722

Le coût moyen pour l'année 2010 est ensuite estimé en actualisant le coût moyen pour l'année 2004 selon la méthode suivante. A partir des données de l'ENC, nous avons estimé un coût moyen pour les GHM correspondants aux tumeurs de l'appareil respiratoire, aux tumeurs oreilles, nez, gorge et bouche ainsi qu'à la radiothérapie pour l'année 2004 (cf tableau 32) et pour l'année 2009 (cf tableau 33). L'évolution de ces coûts moyens est utilisée pour estimer l'évolution du coût moyen des séjours PMSI et de radiothérapie privée entre 2004 et 2010 (cf tableau 31).

Tableau 31 : Actualisation du coût moyen des séjours PMSI et de la radiothérapie privée pour l'année 2010

Localisation du cancer	Séjours PMSI		Radiothérapie privée	
	2004	2010	2004	2010
<b>Appareil respiratoire</b>	20 642	19 500	874	866
<b>VADS</b>	21 513	21 344	2 950	2 925

Les coûts moyens estimés pour les cancers de l'appareil respiratoire sont utilisés pour le cancer du poumon et le mésothéliome de la plèvre alors que les coûts moyens estimés pour les cancers des VADS sont mobilisés pour le cancer naso-sinusien.

Tableau 32 : Estimation du coût moyen global par GHM pour l'année 2004

GHM V9		Coût moyen par GHM	Nb séjours	Estimation du coût moyen global
Numéro	Intitulé			
03M07V	TM oreilles, nez, gorge, bouche, âge < 70 sf CMA	2 061	2 237	2 797
03M07W	TM oreilles, nez, gorge, bouche, âge > 69 +/- CMA	4 229	1 149	
04M09V	Tumeurs de l'appareil respiratoire sf CMA	3 285	4 036	4 108
04M09W	Tumeurs de l'appareil respiratoire + CMA	5 386	2 599	
17K04Z	Autres irradiations	2 526	2 317	170
24Z04Z	Autres prépa. à une irradiation ext.	286	16 213	
24Z05Z	Techniques spéciales d'irradiation ext. en séances	498	1 764	
24Z06Z	Techniques complexes d'irradiation ext. en séances	168	296 267	
24Z07Z	Autres techniques d'irradiation ext. en séances	142	266 590	

Tableau 33 : Estimation du coût moyen global par GHM pour l'année 2009

GHM V11		Secteur ex-DG		Secteur ex-OQN		Estimation du coût moyen global
Numéro	Intitulé	Coût moyen par GHM	Nb séjours	Coût moyen Par GHM	Nb séjours	
03M07	Tumeurs malignes des oreilles, du nez, de la gorge ou de la bouche	2 847	4 245	993	172	2 775
04M09	Tumeurs de l'appareil respiratoire	3 938	6 787	2 063	214	3 881
28Z08	Préparations à une irradiation externe avec une dosimétrie tridimensionnelle	1 225	15 714	-	-	168
28Z09	Autres préparations à une irradiation externe	365	2 738	-	-	
28Z11	Techniques spéciales d'irradiation externe, en séances	496	7 405	-	-	
28Z12	Techniques complexes d'irradiation externe, en séances	107	227 908	-	-	
28Z13	Autres techniques d'irradiation externe, en séances	81	107 894	-	-	

## 2. Le coût des molécules onéreuses et de l'enveloppe MIGAC pour l'année 2010

Les coûts des molécules onéreuses et de l'enveloppe MIGAC ne sont pas actualisés mais estimés pour l'année 2010. Toutes les MIGAC ne sont pas consacrées aux cancers. Dans un premier temps nous estimons donc le montant des MIGAC « cancer ». Les coûts totaux des molécules onéreuses et des MIGAC « cancer » pour 2010 sont ensuite répartis par grande localisation pour estimer les coûts des cancers de l'appareil respiratoire et des VADS. Pour estimer les coûts moyens correspondants, nous divisons les coûts par localisation par le nombre de cas incidents de cancer de la localisation correspondante en 2010.

L'estimation des coûts moyens des molécules onéreuses et de l'enveloppe MIGAC nécessite donc des données de nombre de cas incidents par grande localisation pour l'année 2010. Pour le cancer du poumon, le cancer naso-sinusien et le mésothéliome de la plèvre, nous utilisons les mêmes données que dans chapitre 2. Les estimations du nombre de nouveaux cas de cancers de la lèvre, de la cavité buccale, du pharynx et du larynx pour l'année 2010 sont issues du travail de BOSSARD *et alii* (2010). Le nombre de nouveaux cas de cancer est estimé à 35 329 pour les cancers de l'appareil respiratoire et à 15058 pour les cancers des VADS pour l'année 2010 (cf tableau 34).

Tableau 34 : Estimation du nombre de cas incidents de cancers de l'appareil respiratoire et des VADS pour l'année 2010

Localisation	Code CIM 10	Intitulé	Nombre de nouveaux cas
Appareil respiratoire	C33 + C34	Tumeur maligne des bronches et poumons	34 436
	C45.0 + C384	Mésothéliome de la plèvre	893
	<b>TOTAL</b>		<b>35 329</b>
VADS	C00-C14	Tumeurs malignes de la lèvre, de la cavité buccale et du pharynx	11 007
	C30	Tumeur maligne des fosses nasales et de l'oreille moyenne	841
	C31	Tumeur maligne des sinus de la face	
	C32	Tumeur maligne du larynx	3 210
	<b>TOTAL</b>		<b>15 058</b>

L'enveloppe MIGAC pour l'année 2010 correspond à 7 945 millions d'euros dont 2 681 consacrés à l'enveloppe MERRI. La part de l'enveloppe MIGAC consacrée au cancer est estimée à 10,5 % du total soit environ 834 millions. La part de l'enveloppe MERRI consacrée au cancer correspond quand à elle à 26 % de l'enveloppe MERRI totale soit 697 millions d'euros. Nous prenons en compte dans notre analyse l'enveloppe MIGAC relative au cancer mais nous excluons l'enveloppe MERRI qui correspond à des dépenses de recherche. Le coût de l'enveloppe MIGAC est ainsi estimé pour l'ensemble des cancers à 137 millions d'euros pour l'année 2010.

A partir des données de 2004 à 2009 (INCA 2010b) et selon la méthode des moindres carrés ordinaires, nous estimons les dépenses pour les molécules anticancéreuses à 1 183 934 391 euros pour l'année 2010. Ces dépenses ont fortement augmentées puisqu'elles ont plus que doublé depuis 2004.

Il nous faut calculer la part du coût des molécules onéreuses et des MIGAC « cancer » imputables à chaque localisation de cancer. Pour cela, nous estimons des clés de répartition à partir des estimations de coûts pour 2004 (cf tableau 35).

Tableau 35 : Estimation de la part du coût des molécules onéreuses et du MIGAC imputable à chaque localisation

<b>Localisation du cancer</b>	<b>Molécules onéreuses</b>	<b>MIGAC</b>
<b>Appareil respiratoire</b>	8,85%	10,22%
<b>VADS</b>	0,00%	5,87%
<b>Ensemble des cancers</b>	100,00%	100,00%

Ces clés de répartition sont appliquées aux estimations de coût pour l'ensemble des cancers qui sont ensuite divisées par le nombre de nouveaux cas de la localisation correspondante pour estimer les coûts moyens (cf tableau 36).

Tableau 36 : Estimation du coût moyen des molécules onéreuses et des MIGAC par localisation pour l'année 2010 en euros

<b>Localisation du cancer</b>	<b>Molécules onéreuses</b>	<b>MIGAC</b>
<b>Appareil respiratoire</b>	2 966	397
<b>VADS</b>	0	535

### 3. Le coût direct moyen par localisation

Nous avons estimé le coût moyen des séjours PMSI, de la radiothérapie privée, des molécules onéreuses et des MIGAC. Ces coûts additionnés représentent le coût annuel moyen de prise en charge des cancers en établissements de santé. Pour estimer le coût annuel moyen des soins de ville, nous utilisons les clés de répartition issues de l'étude menée par AMALRIC (2007). Les coûts moyens des cancers de l'appareil respiratoire servent à estimer les coûts moyens du cancer du poumon et du mésothéliome de la plèvre. Pour le cancer naso-sinusien nous utilisons les coûts moyens des cancers des VADS.

Tableau 37 : Estimation du coût médical direct annuel moyen par localisation pour l'année 2010

Localisation du cancer	Etablissements de santé					Soins de ville		Total
	Séjours PMSI	Radiothérapie privée	Molécules onéreuses	MIGAC	Total établissements de santé	% du total	Total ville	
Cancer du poumon et mésothéliome de la plèvre	19 500	866	2 966	397	23 730	29%	9 692	33 422
Cancer naso-sinusien	21 344	2 925	0	535	24 804	32%	11 672	36 476

### 4. Le coût direct des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque professionnels étudiés

Pour l'évaluation des coûts, nous mobilisons l'approche par la prévalence et l'approche par l'incidence.

Pour évaluer le coût direct des mésothéliomes de la plèvre, des cancers du poumon et des cancers naso-sinusiens imputables à des facteurs de risque professionnels pour l'année 2010, nous appliquons les estimations de coût direct annuel moyen aux estimations du nombre de cas prévalents attribuables à chaque facteur de risque (cf tableau 38).

Tableau 38 : Estimation du coût direct des cancers professionnels par localisation et par facteur de risque pour l'année 2010 en milliers d'euros

Localisation du cancer	Facteur de risque	Sexe	Coût (milliers d'euros)					
			Etablissements de santé		Soins de ville		Total	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	3 726	3 726	1 522	1 522	5 247	5 247
		Homme	129 587	129 587	52 930	52 930	182 517	182 517
		<b>Ensemble</b>	<b>133 313</b>	<b>133 313</b>	<b>54 452</b>	<b>54 452</b>	<b>187 765</b>	<b>187 765</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	831	1 186	339	485	1 170	1 671
		Homme	55 337	76 718	22 603	31 335	77 940	108 053
		<b>Ensemble</b>	<b>56 168</b>	<b>77 904</b>	<b>22 942</b>	<b>31 820</b>	<b>79 110</b>	<b>109 724</b>
	Peintres	Femme	24	142	10	58	33	201
		Homme	2 468	6 383	1 008	2 607	3 476	8 991
		<b>Ensemble</b>	<b>2 492</b>	<b>6 526</b>	<b>1 018</b>	<b>2 665</b>	<b>3 509</b>	<b>9 191</b>
	Silice cristalline	Femme	356	664	145	271	501	936
		Homme	28 333	52 514	11 573	21 449	39 906	73 963
		<b>Ensemble</b>	<b>28 689</b>	<b>53 178</b>	<b>11 718</b>	<b>21 721</b>	<b>40 407</b>	<b>74 899</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>220 662</b>	<b>270 921</b>	<b>90 129</b>	<b>110 658</b>	<b>310 791</b>	<b>381 579</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	2 223	2 223	908	908	3 132	3 132
		Homme	12 872	12 872	5 258	5 258	18 130	18 130
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>15 096</b>	<b>15 096</b>	<b>6 166</b>	<b>6 166</b>	<b>21 262</b>	<b>21 262</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	587	587	276	276	863	863
		Homme	251	251	118	118	369	369
		<b>Ensemble</b>	<b>838</b>	<b>838</b>	<b>394</b>	<b>394</b>	<b>1 232</b>	<b>1 232</b>
	Poussières de bois	Femme	25	50	12	23	36	73
		Homme	1 240	3 026	584	1 424	1 824	4 450
		<b>Ensemble</b>	<b>1 265</b>	<b>3 076</b>	<b>595</b>	<b>1 447</b>	<b>1 860</b>	<b>4 523</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>2 103</b>	<b>3 913</b>	<b>989</b>	<b>1 842</b>	<b>3 092</b>	<b>5 755</b>

Le coût direct des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés est estimé entre 335 et 408 millions d'euros en 2010 selon l'approche par la prévalence. Le cancer du poumon représente à lui seul plus de 90% de ces coûts. Le coût direct le plus important pour la société concerne les cancers du poumon imputables à l'amiante et dépasse les 187 millions d'euros pour l'estimation haute. Le coût direct des cancers du poumon imputables aux fumées d'échappement des moteurs diesel est estimé entre 79 et 110 millions d'euros.

Selon l'approche par l'incidence, nous estimons le coût direct des nouveaux cas diagnostiqués en 2010. Pour cela, nous utilisons l'équation 2 présentée dans le chapitre 4 en tenant compte de la survie de ces patients sur 6 années et de l'actualisation des coûts.

Les nombres de cas incidents des cancers ont été estimés dans le chapitre 2 selon des fourchettes basse et haute de risque relatif. Les résultats de coût direct des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre par facteur de risque sont donc présentés selon ces hypothèses basse et haute.

Le coût direct des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque pris en compte dans l'analyse est estimé entre 526 et 644 millions d'euros selon l'approche par l'incidence en 2010. Le coût direct potentiellement évité par la suppression des expositions à l'amiante s'élève à 325 millions d'euros (cf tableau 39). Il correspond à la prise en charge en établissements de santé et aux soins de ville des cancers du poumon et des mésothéliomes de la plèvre imputables à ce facteur de risque.

Selon l'approche par l'incidence le coût direct des cancers pris en compte dans l'analyse est supérieur de 191 à 235 millions d'euros au même coût estimé selon l'approche par la prévalence.

Tableau 39 : Estimation du coût direct par facteur de risque des nouveaux cas de cancer du poumon diagnostiqués en 2010 en milliers d'euros

Localisation du cancer	Facteur de risque	Sexe	Coût direct (milliers d'euros)					
			Etablissements de santé		Soins de ville		Total	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	6 475	6 475	2 645	2 645	9 120	9 120
		Homme	199 075	199 075	81 311	81 311	280 387	280 387
		<b>Ensemble</b>	<b>205 551</b>	<b>205 551</b>	<b>83 956</b>	<b>83 956</b>	<b>289 506</b>	<b>289 506</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	1 461	2 045	597	835	2 057	2 880
		Homme	85 005	117 868	34 720	48 142	119 725	166 010
		<b>Ensemble</b>	<b>86 466</b>	<b>119 913</b>	<b>35 316</b>	<b>48 978</b>	<b>121 782</b>	<b>168 890</b>
	Peintres	Femme	49	243	20	99	69	343
		Homme	3 797	9 786	1 551	3 997	5 349	13 783
		<b>Ensemble</b>	<b>3 846</b>	<b>10 029</b>	<b>1 571</b>	<b>4 096</b>	<b>5 417</b>	<b>14 126</b>
	Silice cristalline	Femme	584	1 168	239	477	823	1 646
		Homme	43 525	80 672	17 777	32 950	61 302	113 622
		<b>Ensemble</b>	<b>44 109</b>	<b>81 840</b>	<b>18 016</b>	<b>33 427</b>	<b>62 125</b>	<b>115 268</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>339 972</b>	<b>417 333</b>	<b>138 859</b>	<b>170 457</b>	<b>478 831</b>	<b>587 790</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	3 906	3 906	1 595	1 595	5 502	5 502
		Homme	21 464	21 464	8 767	8 767	30 231	30 231
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>25 370</b>	<b>25 370</b>	<b>10 362</b>	<b>10 362</b>	<b>35 733</b>	<b>35 733</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	2 137	2 137	1 006	1 006	3 143	3 143
		Homme	914	914	430	430	1 345	1 345
		<b>Ensemble</b>	<b>3 052</b>	<b>3 052</b>	<b>1 436</b>	<b>1 436</b>	<b>4 488</b>	<b>4 488</b>
	Poussières de bois	Femme	90	181	43	85	133	266
		Homme	4 518	11 025	2 126	5 188	6 645	16 213
		<b>Ensemble</b>	<b>4 609</b>	<b>11 206</b>	<b>2 169</b>	<b>5 273</b>	<b>6 778</b>	<b>16 479</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>7 660</b>	<b>14 257</b>	<b>3 605</b>	<b>6 709</b>	<b>11 265</b>	<b>20 967</b>

## **Section 2 : Résultats de l'évaluation des coûts indirects**

Nous présentons dans cette section les résultats détaillés de l'évaluation des coûts indirects de morbidité et de mortalité selon les approches par l'incidence et par la prévalence. L'hypothèse basse des estimations de coût correspond à un calcul basé sur l'hypothèse basse retenue dans le chapitre 2 pour les valeurs des risques relatifs, et inversement pour l'hypothèse haute.

### **1. Les coûts indirects de morbidité**

#### **1.1. Approche par la prévalence**

Pour estimer les coûts indirects de morbidité selon l'approche par la prévalence, nous utilisons les équations 3', 5 et 9 décrites dans le chapitre 4. Elles permettent respectivement d'estimer les pertes de production marchandes liées à des absences de courte durée, de longue durée et au présentéisme pour les cas prévalents de cancer du poumon, des cancers nasosinusiens et des mésothéliomes de la plèvre en 2010 attribuables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir. Les coûts indirects de morbidité liés à des absences de courte et de longue durée sont estimés par les méthodes du capital humain et des coûts de friction. Nous estimons également les pertes de production non marchandes à partir de l'équation 7. Elles correspondent à des pertes d'activités domestiques que nous valorisons au SMIC horaire en utilisant la méthode des coûts de remplacement.

Tableau 40 : Pertes de production marchandes liées à une absence de courte durée en milliers d'euros pour l'année 2010

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Pertes de production marchandes liées à une absence de courte durée en milliers d'euros			
			Coûts de friction		Capital humain	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	193	193	241	241
		Homme	6 712	6 712	8 390	8 390
		Ensemble	<b>6 905</b>	<b>6 905</b>	<b>8 631</b>	<b>8 631</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	43	61	54	77
		Homme	2 866	3 974	3 583	4 967
		Ensemble	<b>2 909</b>	<b>4 035</b>	<b>3 637</b>	<b>5 044</b>
	Peintres	Femme	1	7	2	9
		Homme	128	331	160	413
		Ensemble	<b>129</b>	<b>338</b>	<b>161</b>	<b>422</b>
	Silice cristalline	Femme	18	34	23	43
		Homme	1 468	2 720	1 834	3 400
		Ensemble	<b>1 486</b>	<b>2 754</b>	<b>1 857</b>	<b>3 443</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>11 429</b>	<b>14 032</b>	<b>14 286</b>	<b>17 540</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	115	115	144	144
		Homme	667	667	833	833
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>782</b>	<b>782</b>	<b>977</b>	<b>977</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	29	29	36	36
		Homme	12	12	16	16
		Ensemble	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>52</b>	<b>52</b>
	Poussières de bois	Femme	1	2	2	3
		Homme	61	150	77	187
		Ensemble	<b>63</b>	<b>152</b>	<b>78</b>	<b>191</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>104</b>	<b>194</b>	<b>130</b>	<b>242</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>12 315</b>	<b>15 008</b>	<b>15 394</b>	<b>18 760</b>

Selon l'approche par la prévalence, le coût indirect de morbidité lié à une absence de courte durée des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés est estimé entre 12 et 19 millions d'euros dont 8 à 10 millions d'euros pour l'amiante, 3 à 5 millions d'euros pour les fumées d'échappement des moteurs diesel et 1 à 3 millions d'euros pour la silice cristalline (cf tableau 40).

Tableau 41 : Pertes de production marchandes liées à une absence de longue durée en milliers d'euros pour l'année 2010

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Pertes de production marchandes liées à une absence de longue durée en milliers d'euros			
			Coûts de friction		Capital humain	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	193	193	772	772
		Homme	6 712	6 712	26 848	26 848
		<b>Ensemble</b>	<b>6 905</b>	<b>6 905</b>	<b>27 620</b>	<b>27 620</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	43	61	172	246
		Homme	2 866	3 974	11 465	15 894
		<b>Ensemble</b>	<b>2 909</b>	<b>4 035</b>	<b>11 637</b>	<b>16 140</b>
	Peintres	Femme	1	7	5	29
		Homme	128	331	511	1 322
		<b>Ensemble</b>	<b>129</b>	<b>338</b>	<b>516</b>	<b>1 352</b>
	Silice cristalline	Femme	18	34	74	138
		Homme	1 468	2 720	5 870	10 880
		<b>Ensemble</b>	<b>1 486</b>	<b>2 754</b>	<b>5 944</b>	<b>11 017</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>11 429</b>	<b>14 032</b>	<b>45 716</b>	<b>56 129</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	115	115	461	461
		Homme	667	667	2 667	2 667
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>782</b>	<b>782</b>	<b>3 128</b>	<b>3 128</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	29	29	116	116
		Homme	12	12	50	50
		<b>Ensemble</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>166</b>	<b>166</b>
	Poussières de bois	Femme	1	2	5	10
		Homme	61	150	246	600
		<b>Ensemble</b>	<b>63</b>	<b>152</b>	<b>251</b>	<b>610</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>104</b>	<b>194</b>	<b>417</b>	<b>776</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>12 315</b>	<b>15 008</b>	<b>49 261</b>	<b>60 032</b>

Selon l'approche par la prévalence, les estimations par la méthode des coûts de friction des coûts indirects de morbidité liés à des absences de courte et de longue durée sont identiques. Nous nous intéressons uniquement à l'année 2010 et le salarié est remplacé au bout de la période de friction, il ne représente donc par la suite aucun coût indirect pour la société.

Le coût indirect de morbidité lié à une absence de longue durée des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque

étudiés est estimé entre 12 et 60 millions d'euros dont 7 à 30 millions d'euros pour l'amiante, 3 à 16 millions d'euros pour les fumées d'échappement des moteurs diesel et 1 à 11 millions d'euros pour la silice cristalline (cf tableau 41).

Tableau 42 : Pertes de production marchandes liées au présentéisme en milliers d'euros pour l'année 2010

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Pertes de production marchandes liées au présentéisme en milliers d'euros	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	154	154
		Homme	5 352	5 352
		<b>Ensemble</b>	<b>5 506</b>	<b>5 506</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	34	49
		Homme	2 286	3 169
		<b>Ensemble</b>	<b>2 320</b>	<b>3 218</b>
	Peintres	Femme	1	6
		Homme	102	264
		<b>Ensemble</b>	<b>103</b>	<b>270</b>
	Silice cristalline	Femme	15	27
		Homme	1 170	2 169
		<b>Ensemble</b>	<b>1 185</b>	<b>2 196</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>9 114</b>	<b>11 190</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	92	92
		Homme	532	532
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>623</b>	<b>623</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	23	23
		Homme	10	10
		<b>Ensemble</b>	<b>33</b>	<b>33</b>
	Poussières de bois	Femme	1	2
		Homme	49	120
		<b>Ensemble</b>	<b>50</b>	<b>122</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>83</b>	<b>155</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>9 820</b>	<b>11 968</b>

Les coûts de présentéisme représentent la catégorie de coût indirect de morbidité la moins élevée pour la société. Selon l'approche par la prévalence, le coût indirect de morbidité lié au présentéisme des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliome de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés est estimé entre 10 et 12 millions d'euros

dont 6 millions d'euros pour l'amiante, 2 à 3 millions d'euros pour les fumées d'échappement des moteurs diesel et 1 à 2 millions d'euros pour la silice cristalline (cf tableau 42).

Tableau 43 : Pertes de production non marchandes liées à la morbidité en milliers d'euros pour l'année 2010

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Pertes de production non marchandes en milliers d'euros	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	1 207	1 207
		Homme	41 996	41 996
		<b>Ensemble</b>	<b>43 203</b>	<b>43 203</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	269	385
		Homme	17 933	24 862
		<b>Ensemble</b>	<b>18 202</b>	<b>25 247</b>
	Peintres	Femme	8	46
		Homme	800	2 069
		<b>Ensemble</b>	<b>807</b>	<b>2 115</b>
	Silice cristalline	Femme	115	215
		Homme	9 182	17 018
		<b>Ensemble</b>	<b>9 297</b>	<b>17 234</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>71 510</b>	<b>87 798</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	721	721
		Homme	4 172	4 172
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>4 892</b>	<b>4 892</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	182	182
		Homme	78	78
		<b>Ensemble</b>	<b>260</b>	<b>260</b>
	Poussières de bois	Femme	8	15
		Homme	385	938
		<b>Ensemble</b>	<b>392</b>	<b>954</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>652</b>	<b>1 213</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>77 054</b>	<b>93 903</b>

Selon l'approche par la prévalence, les coûts indirects de morbidité dans la sphère non marchande sont supérieurs aux coûts d'absentéisme et de présentéisme. Pour les cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés, ces coûts sont estimés entre 77 et 94 millions d'euros dont 48 millions d'euros pour l'amiante, 18 à 25 millions d'euros pour les fumées d'échappement des moteurs diesel et 9 à 17 millions d'euros pour la silice cristalline (cf tableau 43).

## **1.2. Approche par l'incidence**

L'estimation des pertes de production liées à la morbidité selon l'approche par l'incidence prend en compte les coûts, en 2010 ou au-delà, des nouveaux cas incidents de cancer diagnostiqués en 2010 et attribuables à chaque facteur de risque. En utilisant les équations 4, 6, 6', 10 et 8 définies dans le chapitre 4, nous estimons les coûts indirects de morbidité liés à des absences de courte et de longue durée, au présentéisme et à des pertes de production dans la sphère non marchande. Pour les absences de courte et de longue durée, les méthodes du capital humain et des coûts de friction sont mobilisées. Les résultats sont présentés dans les tableaux 44, 45 et 46 pour la sphère marchande et dans le tableau 47 pour la sphère non marchande.

Tableau 44 : Pertes de production marchandes liées à une absence de courte durée en milliers d'euros pour les nouveaux cas diagnostiqués en 2010

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Pertes de production marchandes liées à une absence de courte durée en milliers d'euros			
			Coûts de friction		Capital humain	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	344	344	429	429
		Homme	10 561	10 561	13 202	13 202
		<b>Ensemble</b>	<b>10 905</b>	<b>10 905</b>	<b>13 631</b>	<b>13 631</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	77	108	97	136
		Homme	4 510	6 253	5 637	7 816
		<b>Ensemble</b>	<b>4 587</b>	<b>6 362</b>	<b>5 734</b>	<b>7 952</b>
	Peintres	Femme	3	13	3	16
		Homme	201	519	252	649
		<b>Ensemble</b>	<b>204</b>	<b>532</b>	<b>255</b>	<b>665</b>
	Silice cristalline	Femme	31	62	39	77
		Homme	2 309	4 280	2 886	5 350
		<b>Ensemble</b>	<b>2 340</b>	<b>4 342</b>	<b>2 925</b>	<b>5 427</b>
	<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>18 036</b>	<b>22 140</b>	<b>22 545</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	206	206	257	257
		Homme	1 130	1 130	1 412	1 412
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>1 335</b>	<b>1 335</b>	<b>1 669</b>	<b>1 669</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	110	110	138	138
		Homme	47	47	59	59
		<b>Ensemble</b>	<b>157</b>	<b>157</b>	<b>197</b>	<b>197</b>
	Poussières de bois	Femme	5	9	6	12
		Homme	233	568	291	710
		<b>Ensemble</b>	<b>237</b>	<b>577</b>	<b>297</b>	<b>722</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>395</b>	<b>735</b>	<b>493</b>	<b>918</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>19 766</b>	<b>24 210</b>	<b>24 708</b>	<b>30 263</b>

Selon l'approche par l'incidence, le coût indirect de morbidité des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque pris en compte dans l'analyse est estimé entre 20 et 30 millions d'euros pour des absences de courte durée dont 18 à 28 millions uniquement pour les cancers du poumon (cf tableau 44). L'amiante est le facteur de risque dont l'impact économique est le plus important pour la société.

Tableau 45 : Pertes de production marchandes liées à une absence de longue durée en milliers d'euros pour les nouveaux cas diagnostiqués en 2010

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Pertes de production marchandes liées à une absence de longue durée en milliers d'euros				
			Coûts de friction		Capital humain		
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	
Cancer du poumon	Amiante	Femme	163	163	1 374	1 374	
		Homme	5 026	5 026	42 245	42 245	
		<b>Ensemble</b>	<b>5 189</b>	<b>5 189</b>	<b>43 619</b>	<b>43 619</b>	
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	37	52	310	434	
		Homme	2 146	2 976	18 039	25 012	
		<b>Ensemble</b>	<b>2 183</b>	<b>3 027</b>	<b>18 349</b>	<b>25 446</b>	
	Peintres	Femme	1	6	10	52	
		Homme	96	247	806	2 077	
		<b>Ensemble</b>	<b>97</b>	<b>253</b>	<b>816</b>	<b>2 128</b>	
	Silice cristalline	Femme	15	29	124	248	
		Homme	1 099	2 037	9 236	17 119	
		<b>Ensemble</b>	<b>1 114</b>	<b>2 066</b>	<b>9 360</b>	<b>17 367</b>	
	<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>8 583</b>	<b>10 536</b>	<b>72 144</b>	<b>88 561</b>
	Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	119	119	822	822
			Homme	655	655	4 519	4 519
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>774</b>	<b>774</b>	<b>5 342</b>	<b>5 342</b>	
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	29	29	440	440	
		Homme	12	12	188	188	
		<b>Ensemble</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>629</b>	<b>629</b>	
	Poussières de bois	Femme	1	2	19	37	
		Homme	61	150	931	2 272	
		<b>Ensemble</b>	<b>63</b>	<b>152</b>	<b>950</b>	<b>2 309</b>	
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>104</b>	<b>194</b>	<b>1 579</b>	<b>2 938</b>	
<b>Total tout cancer</b>			<b>9 461</b>	<b>11 504</b>	<b>79 064</b>	<b>96 841</b>	

Pour l'évaluation du coût indirect lié à une absence de longue durée selon l'approche par l'incidence, les méthodes du capital humain et des coûts de friction fournissent des résultats très éloignés. Ainsi le coût indirect de morbidité lié à une absence de longue durée pour les cancers étudiés imputables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir est estimé entre 9 et 97 millions d'euros (cf tableau 45).

Tableau 46 : Pertes de production marchandes liées au présentéisme en milliers d'euros pour les nouveaux cas diagnostiqués en 2010

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Pertes de production marchandes liées au présentéisme en milliers d'euros	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	274	274
		Homme	8 422	8 422
		<b>Ensemble</b>	<b>8 696</b>	<b>8 696</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	62	87
		Homme	3 596	4 986
		<b>Ensemble</b>	<b>3 658</b>	<b>5 073</b>
	Peintres	Femme	2	10
		Homme	161	414
		<b>Ensemble</b>	<b>163</b>	<b>424</b>
	Silice cristalline	Femme	25	49
		Homme	1 841	3 413
		<b>Ensemble</b>	<b>1 866</b>	<b>3 462</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>14 382</b>	<b>17 655</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	164	164
		Homme	901	901
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>1 065</b>	<b>1 065</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	88	88
		Homme	38	38
		<b>Ensemble</b>	<b>125</b>	<b>125</b>
	Poussières de bois	Femme	4	7
		Homme	186	453
		<b>Ensemble</b>	<b>189</b>	<b>460</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>315</b>	<b>586</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>15 762</b>	<b>19 306</b>

Les nouveaux cas de cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et de mésothéliomes de la plèvre diagnostiqués en 2010 et imputables aux facteurs de risque étudiés représentent un coût indirect de morbidité lié au présentéisme estimé entre 16 et 19 millions pour la société dont 10 uniquement pour les cancers liés à une exposition à l'amianté.

Tableau 47 : Pertes de production non marchandes liées à la morbidité en milliers d'euros pour les nouveaux cas diagnostiqués en 2010

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Pertes de production non marchandes en milliers d'euros	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	2 098	2 098
		Homme	64 514	64 514
		<b>Ensemble</b>	<b>66 612</b>	<b>66 612</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	473	663
		Homme	27 547	38 197
		<b>Ensemble</b>	<b>28 021</b>	<b>38 860</b>
	Peintres	Femme	16	79
		Homme	1 231	3 171
		<b>Ensemble</b>	<b>1 246</b>	<b>3 250</b>
	Silice cristalline	Femme	189	379
		Homme	14 105	26 143
		<b>Ensemble</b>	<b>14 294</b>	<b>26 522</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>110 173</b>	<b>135 244</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	1 266	1 266
		Homme	6 956	6 956
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>8 222</b>	<b>8 222</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	663	663
		Homme	283	283
		<b>Ensemble</b>	<b>946</b>	<b>946</b>
	Poussières de bois	Femme	28	56
		Homme	1 401	3 418
		<b>Ensemble</b>	<b>1 429</b>	<b>3 474</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>2 375</b>	<b>4 420</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>120 770</b>	<b>147 886</b>

Parmi les coûts indirects de morbidité, les coûts dans la sphère non marchande sont les plus élevés selon l'approche par l'incidence. L'estimation haute de ces coûts pour les cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés dépasse les 147 millions d'euros.

## **2. Les coûts indirects de mortalité**

### **2.1. Approche par la prévalence**

Pour évaluer les coûts indirects de mortalité selon l'approche par la prévalence, nous estimons le coût indirect des décès par cancer du poumon, des cancers naso-sinusiens et par mésothéliome de la plèvre imputables à chaque facteur de risque étudié pour l'année 2010. Chez les personnes en emploi, les pertes de production sont évaluées de l'âge du décès à l'âge de la retraite dans la sphère marchande (équation 11) et de l'âge de la retraite à l'espérance de vie dans la sphère non marchande (équation 12). Les pertes de production non marchandes sont également estimées pour les individus sans emploi de l'âge du décès à l'âge de l'espérance de vie (équation 13).

Tableau 48 : Pertes de production liées aux décès en milliers d'euros pour l'année 2010

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Pertes de production liées aux décès en 2010 en milliers d'euros			
			Marchandes		Non marchandes	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	4 801	4 801	8 231	8 231
		Homme	113 078	113 078	178 276	178 276
		<b>Ensemble</b>	<b>117 880</b>	<b>117 880</b>	<b>186 506</b>	<b>186 506</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	1 081	1 514	1 854	2 595
		Homme	48 308	66 959	76 161	105 565
		<b>Ensemble</b>	<b>49 390</b>	<b>68 473</b>	<b>78 015</b>	<b>108 160</b>
	Peintres	Femme	43	173	74	297
		Homme	2 157	5 551	3 400	8 751
		<b>Ensemble</b>	<b>2 200</b>	<b>5 724</b>	<b>3 475</b>	<b>9 048</b>
	Silice cristalline	Femme	433	865	741	1 483
		Homme	24 741	45 834	39 006	72 260
		<b>Ensemble</b>	<b>25 173</b>	<b>46 699</b>	<b>39 747</b>	<b>73 743</b>
	<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>194 643</b>	<b>238 776</b>	<b>307 743</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	1 166	1 166	5 576	5 576
		Homme	8 475	8 475	19 739	19 739
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>9 641</b>	<b>9 641</b>	<b>25 315</b>	<b>25 315</b>
Cancer naso-sinusal	Poussières de cuir	Femme	219	219	272	272
		Homme	93	93	121	121
		<b>Ensemble</b>	<b>312</b>	<b>312</b>	<b>393</b>	<b>393</b>
	Poussières de bois	Femme	5	5	6	6
		Homme	443	1 125	574	1 458
		<b>Ensemble</b>	<b>448</b>	<b>1 129</b>	<b>580</b>	<b>1 464</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusal</b>			<b>760</b>	<b>1 441</b>	<b>973</b>	<b>1 857</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>205 043</b>	<b>249 858</b>	<b>334 031</b>	<b>404 630</b>

Selon l'approche par la prévalence, les coûts indirects de mortalité des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés sont estimés pour l'année 2010 entre 205 et 250 millions d'euros dans la sphère marchande et entre 334 et 405 millions d'euros dans la sphère non marchande (cf tableau 48). Les pertes de production non marchandes sont supérieures aux pertes de production marchandes pour tous les cancers et pour tous les facteurs de risque analysés.

## 2.2. Approche par l'incidence

Pour l'approche par l'incidence, nous nous intéressons aux décès au cours des 6 années des nouveaux cas diagnostiqués en 2010 par facteur de risque et par pathologie. Nous mobilisons également l'équation 11 pour estimer les coûts dans la sphère marchande et les équations 12 et 13 dans la sphère non marchande. Les résultats sont présentés dans le tableau qui suit.

Tableau 49 : Pertes de production liées aux décès des nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 en milliers d'euros.

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Pertes de production liées aux décès des nouveaux cas diagnostiqués en 2010 en milliers d'euros				
			Marchandes		Non marchandes		
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	
Cancer du poumon	Amiante	Femme	4 945	4 945	8 476	8 476	
		Homme	111 477	111 477	175 750	175 750	
		<b>Ensemble</b>	<b>116 421</b>	<b>116 421</b>	<b>184 226</b>	<b>184 226</b>	
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	1 115	1 561	1 912	2 677	
		Homme	47 600	66 003	75 045	104 057	
		<b>Ensemble</b>	<b>48 716</b>	<b>67 564</b>	<b>76 957</b>	<b>106 734</b>	
	Peintres	Femme	37	186	64	319	
		Homme	2 126	5 480	3 353	8 639	
		<b>Ensemble</b>	<b>2 164</b>	<b>5 666</b>	<b>3 416</b>	<b>8 958</b>	
	Silice cristalline	Femme	446	892	765	1 530	
		Homme	24 373	45 174	38 425	71 220	
		<b>Ensemble</b>	<b>24 819</b>	<b>46 066</b>	<b>39 190</b>	<b>72 749</b>	
	<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>192 119</b>	<b>235 717</b>	<b>303 790</b>	<b>372 668</b>
	Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	1 185	1 185	5 669	5 669
			Homme	7 480	7 480	17 421	17 421
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>8 665</b>	<b>8 665</b>	<b>23 091</b>	<b>23 091</b>	
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	602	602	749	749	
		Homme	172	172	223	223	
		<b>Ensemble</b>	<b>775</b>	<b>775</b>	<b>972</b>	<b>972</b>	
	Poussières de bois	Femme	25	51	32	63	
		Homme	851	2 077	1 104	2 694	
		<b>Ensemble</b>	<b>877</b>	<b>2 128</b>	<b>1 136</b>	<b>2 757</b>	
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>1 651</b>	<b>2 903</b>	<b>2 108</b>	<b>3 729</b>	
<b>Total tout cancer</b>			<b>202 436</b>	<b>247 285</b>	<b>328 988</b>	<b>399 488</b>	

Les pertes de production marchandes liées à un décès selon l'approche par l'incidence sont estimées pour l'année 2010 entre 202 et 247 millions d'euros pour les cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés. Dans la sphère non marchande, ces pertes de production sont évaluées entre 329 et 399 millions d'euros selon l'approche par l'incidence.

### **3. Les coûts indirects des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque professionnels étudiés**

En mobilisant les modèles d'évaluation des coûts développés dans le chapitre 4, nous avons estimé les coûts indirects de morbidité liés à l'absentéisme (absences de courte et de longue durée) et au présentéisme mais aussi les coûts indirects de mortalité dans les sphères marchandes et non marchandes.

Nous agrégeons désormais ces catégories de coût pour estimer les coûts indirects de morbidité, de mortalité et les coûts indirects totaux. Pour l'évaluation des coûts indirects de morbidité, l'hypothèse basse correspond à une estimation des coûts basés sur une hypothèse basse des valeurs de risque relatif mais aussi à l'utilisation de l'approche des coûts de friction pour valoriser les coûts d'absentéisme. Pour l'hypothèse haute, nous utilisons les valeurs hautes de risque relatif et la méthode du capital humain.

#### **3.1. Approche par la prévalence**

Les coûts indirects de morbidité sont estimés en additionnant les coûts liés à des absences de courte durée, de longue durée, au présentéisme dans les sphères marchande et non marchande.

Selon l'approche par la prévalence, le coût indirect de morbidité total des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés est estimé entre 111 et 185 millions d'euros pour l'année 2010 dont 69 à 94 millions d'euros uniquement pour les cancers liés à une exposition à l'amiante (cf tableau 50).

Tableau 50 : Coûts indirects de morbidité pour l'année 2010 en milliers d'euros

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Coûts indirects de morbidité (milliers d'euros)					
			Sphère marchande		Sphère non marchande		Total	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	540	1 167	1 207	1 207	1 747	2 374
		Homme	18 776	40 590	41 996	41 996	60 772	82 586
		<b>Ensemble</b>	<b>19 316</b>	<b>41 757</b>	<b>43 203</b>	<b>43 203</b>	<b>62 519</b>	<b>84 960</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	120	372	269	385	389	756
		Homme	8 018	24 030	17 933	24 862	25 951	48 892
		<b>Ensemble</b>	<b>8 138</b>	<b>24 402</b>	<b>18 202</b>	<b>25 247</b>	<b>26 341</b>	<b>49 648</b>
	Peintres	Femme	3	45	8	46	11	91
		Homme	358	1 999	800	2 069	1 157	4 068
		<b>Ensemble</b>	<b>361</b>	<b>2 044</b>	<b>807</b>	<b>2 115</b>	<b>1 168</b>	<b>4 159</b>
	Silice cristalline	Femme	52	208	115	215	167	423
		Homme	4 105	16 449	9 182	17 018	13 287	33 467
		<b>Ensemble</b>	<b>4 157</b>	<b>16 657</b>	<b>9 297</b>	<b>17 234</b>	<b>13 454</b>	<b>33 890</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>31 972</b>	<b>84 859</b>	<b>71 510</b>	<b>87 798</b>	<b>103 482</b>	<b>172 657</b>

<b>Mésotéliome de la plèvre</b>	<b>Amiante</b>	<b>Femme</b>	322	696	721	721	1 043	1 417
		<b>Homme</b>	1 865	4 032	4 172	4 172	6 037	8 204
<b>Total pour le mésotéliome de la plèvre</b>			<b>2 187</b>	<b>4 728</b>	<b>4 892</b>	<b>4 892</b>	<b>7 079</b>	<b>9 621</b>
<b>Cancer naso-sinusien</b>	<b>Poussières de cuir</b>	<b>Femme</b>	81	176	182	182	263	358
		<b>Homme</b>	35	75	78	78	113	153
		<b>Ensemble</b>	<b>116</b>	<b>251</b>	<b>260</b>	<b>260</b>	<b>376</b>	<b>511</b>
	<b>Poussières de bois</b>	<b>Femme</b>	3	15	8	15	11	30
		<b>Homme</b>	172	907	385	938	556	1 845
		<b>Ensemble</b>	<b>175</b>	<b>922</b>	<b>392</b>	<b>954</b>	<b>568</b>	<b>1 875</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>291</b>	<b>1 173</b>	<b>652</b>	<b>1 213</b>	<b>943</b>	<b>2 386</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>34 451</b>	<b>90 760</b>	<b>77 054</b>	<b>93 903</b>	<b>111 505</b>	<b>184 664</b>

Nous estimons les coûts indirects de mortalité totaux en additionnant les coûts dans les sphères marchande et non marchande.

Tableau 51 : Coûts indirects de mortalité pour l'année 2010 en milliers d'euros

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Coûts indirects de mortalité (milliers d'euros)	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	13 032	13 032
		Homme	291 354	291 354
		<b>Ensemble</b>	<b>304 386</b>	<b>304 386</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	2 935	4 109
		Homme	124 469	172 524
		<b>Ensemble</b>	<b>127 404</b>	<b>176 633</b>
	Peintres	Femme	117	470
		Homme	5 557	14 302
		<b>Ensemble</b>	<b>5 675</b>	<b>14 772</b>
	Silice cristalline	Femme	1 174	2 348
		Homme	63 746	118 094
		<b>Ensemble</b>	<b>64 921</b>	<b>120 443</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>502 386</b>	<b>616 234</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	6 742	6 742
		Homme	28 214	28 214
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>34 956</b>	<b>34 956</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	490	490
		Homme	214	214
		<b>Ensemble</b>	<b>705</b>	<b>705</b>
	Poussières de bois	Femme	10	10
		Homme	1 018	2 583
		<b>Ensemble</b>	<b>1 028</b>	<b>2 594</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>1 733</b>	<b>3 298</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>539 074</b>	<b>654 488</b>

Selon l'approche par la prévalence, le coût indirect de mortalité des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque pris en compte dans l'analyse est estimé entre 539 et 654 millions d'euros dont 339 millions d'euros pour l'amiante, 127 à 177 millions d'euros pour les fumées d'échappement des moteurs diesel et entre 65 et 120 millions d'euros pour la silice cristalline (cf tableau 51).

Enfin, la somme des coûts de morbidité et de mortalité dans les sphères marchande et non marchande nous donne le coût indirect total des cancers du poumon, des cancers nasosinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir.

Selon l'approche par la prévalence, ce coût est estimé entre 651 et 839 millions d'euros pour l'année 2010 dont 409 à 434 millions d'euros pour l'amiante, 154 à 226 millions d'euros pour les fumées d'échappement des moteurs diesel et entre 78 et 154 millions d'euros pour la silice cristalline (cf tableau 52).

L'amiante est le facteur de risque dont l'impact en termes de pertes de production est le plus important pour la société.

Le cancer du poumon représente 93 à 94 % des coûts indirects des cancers professionnels pris en compte.

Les coûts indirects dans la sphère non marchande sont supérieurs aux coûts indirects dans la sphère marchande pour tous les facteurs de risque et tous les types de cancer.

Tableau 52 : Coût indirect total pour l'année 2010 en milliers d'euros

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Coût indirect total (milliers d'euros)					
			Sphère marchande		Sphère non marchande		Total	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	5 341	5 968	9 438	9 438	14 779	15 406
		Homme	131 855	153 669	220 271	220 271	352 126	373 940
		<b>Ensemble</b>	<b>137 196</b>	<b>159 637</b>	<b>229 709</b>	<b>229 709</b>	<b>366 905</b>	<b>389 346</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	1 202	1 886	2 123	2 980	3 325	4 865
		Homme	56 326	90 989	94 094	130 427	150 420	221 416
		<b>Ensemble</b>	<b>57 528</b>	<b>92 874</b>	<b>96 217</b>	<b>133 407</b>	<b>153 745</b>	<b>226 281</b>
	Peintres	Femme	47	218	82	343	129	560
		Homme	2 514	7 550	4 200	10 820	6 715	18 370
		<b>Ensemble</b>	<b>2 561</b>	<b>7 768</b>	<b>4 282</b>	<b>11 163</b>	<b>6 843</b>	<b>18 930</b>
	Silice cristalline	Femme	484	1 073	857	1 698	1 341	2 772
		Homme	28 846	62 283	48 188	89 279	77 034	151 561
		<b>Ensemble</b>	<b>29 330</b>	<b>63 356</b>	<b>49 044</b>	<b>90 977</b>	<b>78 375</b>	<b>154 333</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>226 615</b>	<b>323 635</b>	<b>379 253</b>	<b>465 256</b>	<b>605 868</b>	<b>788 891</b>

<b>Mésotéliome de la plèvre</b>	<b>Amiante</b>	<b>Femme</b>	1 488	1 862	6 297	6 297	7 785	8 159
		<b>Homme</b>	10 340	12 507	23 910	23 910	34 251	36 418
<b>Total pour le mésotéliome de la plèvre</b>			<b>11 828</b>	<b>14 369</b>	<b>30 207</b>	<b>30 207</b>	<b>42 035</b>	<b>44 577</b>
<b>Cancer naso-sinusien</b>	<b>Poussières de cuir</b>	<b>Femme</b>	300	394	454	454	753	848
		<b>Homme</b>	128	169	199	199	327	367
		<b>Ensemble</b>	<b>428</b>	<b>563</b>	<b>652</b>	<b>652</b>	<b>1 080</b>	<b>1 215</b>
	<b>Poussières de bois</b>	<b>Femme</b>	8	20	13	21	22	41
		<b>Homme</b>	615	2 032	959	2 397	1 574	4 428
		<b>Ensemble</b>	<b>623</b>	<b>2 051</b>	<b>973</b>	<b>2 418</b>	<b>1 596</b>	<b>4 469</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>1 051</b>	<b>2 614</b>	<b>1 625</b>	<b>3 070</b>	<b>2 676</b>	<b>5 684</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>239 494</b>	<b>340 618</b>	<b>411 085</b>	<b>498 533</b>	<b>650 579</b>	<b>839 151</b>

### **3.2. Approche par l'incidence**

Les coûts de morbidité selon l'approche par l'incidence concernent les pertes de production des nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010. Pour les estimer nous additionnons les coûts indirects de morbidité liés à l'absentéisme (absence de courte et de longue durée) et au présentéisme dans les sphères marchande et non marchande.

Le coût indirect de morbidité total des nouveaux cas de cancers du poumon, des cancers nasosinusiens et de mésothéliomes de la plèvre diagnostiqués en 2010 et imputables aux facteurs de risque étudiés est estimé entre 166 et 294 millions d'euros dont 103 à 149 millions d'euros uniquement pour les cancers liés à une exposition à l'amiante (cf tableau 53).

Tableau 53 : Coûts indirects de morbidité imputables aux nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 en milliers d'euros

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Coûts indirects de morbidité (milliers d'euros)					
			Sphère marchande		Sphère non marchande		Total	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	781	2 077	2 098	2 098	2 879	4 176
		Homme	24 009	63 869	64 514	64 514	88 522	128 382
		<b>Ensemble</b>	<b>24 790</b>	<b>65 946</b>	<b>66 612</b>	<b>66 612</b>	<b>91 402</b>	<b>132 558</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	176	656	473	663	649	1 319
		Homme	10 252	37 815	27 547	38 197	37 799	76 012
		<b>Ensemble</b>	<b>10 428</b>	<b>38 471</b>	<b>28 021</b>	<b>38 860</b>	<b>38 449</b>	<b>77 331</b>
	Peintres	Femme	6	78	16	79	22	157
		Homme	458	3 140	1 231	3 171	1 689	6 311
		<b>Ensemble</b>	<b>464</b>	<b>3 218</b>	<b>1 246</b>	<b>3 250</b>	<b>1 710</b>	<b>6 468</b>
	Silice cristalline	Femme	70	375	189	379	260	754
		Homme	5 249	25 882	14 105	26 143	19 354	52 025
		<b>Ensemble</b>	<b>5 320</b>	<b>26 257</b>	<b>14 294</b>	<b>26 522</b>	<b>19 614</b>	<b>52 778</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>41 001</b>	<b>133 891</b>	<b>110 173</b>	<b>135 244</b>	<b>151 174</b>	<b>269 135</b>

<b>Mésotéliome de la plèvre</b>	<b>Amiante</b>	<b>Femme</b>	489	1 243	1 266	1 266	1 755	2 509
		<b>Homme</b>	2 686	6 832	6 956	6 956	9 642	13 788
<b>Total pour le mésotéliome de la plèvre</b>			<b>3 175</b>	<b>8 076</b>	<b>8 222</b>	<b>8 222</b>	<b>11 396</b>	<b>16 297</b>
<b>Cancer naso-sinusien</b>	<b>Poussières de cuir</b>	<b>Femme</b>	227	666	663	663	890	1 329
		<b>Homme</b>	97	285	283	283	381	568
		<b>Ensemble</b>	<b>324</b>	<b>951</b>	<b>946</b>	<b>946</b>	<b>1 270</b>	<b>1 897</b>
	<b>Poussières de bois</b>	<b>Femme</b>	10	56	28	56	38	112
		<b>Homme</b>	480	3 435	1 401	3 418	1 881	6 853
		<b>Ensemble</b>	<b>489</b>	<b>3 491</b>	<b>1 429</b>	<b>3 474</b>	<b>1 918</b>	<b>6 965</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>814</b>	<b>4 442</b>	<b>2 375</b>	<b>4 420</b>	<b>3 189</b>	<b>8 862</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>44 989</b>	<b>146 409</b>	<b>120 770</b>	<b>147 886</b>	<b>165 759</b>	<b>294 295</b>

Les coûts de mortalité selon l'approche par l'incidence correspondent aux coûts des décès parmi les nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010. Nous estimons les coûts indirects de mortalité en regroupant les coûts dans les sphères marchande et non marchande.

Tableau 54 : Coûts indirects de mortalité imputables aux nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 en milliers d'euros

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Coûts indirects de mortalité (milliers d'euros)	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	13 421	13 421
		Homme	287 227	287 227
		<b>Ensemble</b>	<b>300 648</b>	<b>300 648</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	3 027	4 238
		Homme	122 646	170 060
		<b>Ensemble</b>	<b>125 673</b>	<b>174 298</b>
	Peintres	Femme	101	505
		Homme	5 479	14 119
		<b>Ensemble</b>	<b>5 580</b>	<b>14 624</b>
	Silice cristalline	Femme	1 211	2 422
		Homme	62 798	116 394
		<b>Ensemble</b>	<b>64 009</b>	<b>118 816</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>495 909</b>	<b>608 385</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	6 854	6 854
		Homme	24 902	24 902
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>31 756</b>	<b>31 756</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	1 351	1 351
		Homme	396	396
		<b>Ensemble</b>	<b>1 747</b>	<b>1 747</b>
	Poussières de bois	Femme	57	114
		Homme	1 955	4 771
		<b>Ensemble</b>	<b>2 012</b>	<b>4 885</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>3 759</b>	<b>6 632</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>531 424</b>	<b>646 773</b>

Selon l'approche par l'incidence, le coût indirect de mortalité des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque pris en compte dans l'analyse sont évalués entre 531 et 647 millions d'euros dont 496 à 608 millions d'euros uniquement pour les cancers du poumon (cf tableau 54).

Nous estimons enfin le coût indirect total selon l'approche par l'incidence en additionnant les coûts de morbidité et de mortalité dans les sphères marchande et non marchande. Le coût indirect total des nouveaux cas de cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre diagnostiqués en 2010 et imputables aux facteurs de risque étudiés est estimé entre 697 et 941 millions d'euros (cf tableau 55).

Autrement dit, l'éradication totale de l'exposition à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir, représente un coût potentiellement évité pour la société compris entre 697 et 941 millions d'euros.

Tout comme selon l'approche par la prévalence, l'amiante et les fumées d'échappement des moteurs diesel sont les deux facteurs de risque dont l'impact en termes de coût indirect est le plus important pour la société.

Le cancer du poumon représente environ 93 % des coûts indirects pour l'ensemble des cancers pris en compte dans l'analyse.

Les coûts indirects dans la sphère non marchande sont supérieurs aux coûts indirects dans la sphère marchande pour tous les facteurs de risque et tous les types de cancer.

Les coûts indirects estimés selon l'approche par l'incidence sont supérieurs de 47 et 102 millions d'euros aux coûts indirects estimés selon l'approche par la prévalence.

Tableau 55 : Coût indirect total imputables aux nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 en milliers d'euros

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Coût indirect total (milliers d'euros)						
			Sphère marchande		Sphère non marchande		Total		
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	
Cancer du poumon	Amiante	Femme	5 726	7 022	10 575	10 575	16 300	17 597	
		Homme	135 485	175 345	240 264	240 264	375 749	415 609	
		<b>Ensemble</b>	<b>141 211</b>	<b>182 367</b>	<b>250 838</b>	<b>250 838</b>	<b>392 049</b>	<b>433 206</b>	
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	1 291	2 217	2 385	3 339	3 677	5 557	
		Homme	57 852	103 818	102 592	142 254	160 445	246 072	
		<b>Ensemble</b>	<b>59 144</b>	<b>106 035</b>	<b>104 978</b>	<b>145 594</b>	<b>164 121</b>	<b>251 629</b>	
	Peintres	Femme	43	264	80	398	123	662	
		Homme	2 584	8 619	4 583	11 810	7 168	20 430	
		<b>Ensemble</b>	<b>2 628</b>	<b>8 883</b>	<b>4 663</b>	<b>12 208</b>	<b>7 290</b>	<b>21 091</b>	
	Silice cristalline	Femme	517	1 267	954	1 908	1 471	3 175	
		Homme	29 622	71 056	52 530	97 363	82 152	168 419	
		<b>Ensemble</b>	<b>30 138</b>	<b>72 323</b>	<b>53 484</b>	<b>99 271</b>	<b>83 623</b>	<b>171 594</b>	
	<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>233 120</b>	<b>369 608</b>	<b>413 963</b>	<b>507 911</b>	<b>647 084</b>	<b>877 520</b>

<b>Mésotéliome de la plèvre</b>	<b>Amiante</b>	<b>Femme</b>	1 674	2 429	6 935	6 935	8 609	9 364
		<b>Homme</b>	10 166	14 313	24 377	24 377	34 543	38 690
<b>Total pour le mésotéliome de la plèvre</b>			<b>11 840</b>	<b>16 741</b>	<b>31 312</b>	<b>31 312</b>	<b>43 152</b>	<b>48 054</b>
<b>Cancer naso-sinusien</b>	<b>Poussières de cuir</b>	<b>Femme</b>	829	1 268	1 411	1 411	2 241	2 680
		<b>Homme</b>	269	457	507	507	776	964
		<b>Ensemble</b>	<b>1 099</b>	<b>1 725</b>	<b>1 918</b>	<b>1 918</b>	<b>3 017</b>	<b>3 644</b>
	<b>Poussières de bois</b>	<b>Femme</b>	35	107	60	119	95	227
		<b>Homme</b>	1 331	5 512	2 505	6 112	3 836	11 624
		<b>Ensemble</b>	<b>1 366</b>	<b>5 619</b>	<b>2 565</b>	<b>6 231</b>	<b>3 931</b>	<b>11 851</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>2 465</b>	<b>7 345</b>	<b>4 483</b>	<b>8 149</b>	<b>6 948</b>	<b>15 494</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>247 425</b>	<b>393 694</b>	<b>449 758</b>	<b>547 373</b>	<b>697 184</b>	<b>941 068</b>

### **Section 3 : Résultats de l'évaluation du coût social**

Les résultats sont présentés dans cette section selon deux hypothèses. L'hypothèse basse est basée sur les estimations basses des risques attribuables et l'utilisation de la méthode des coûts de friction pour l'estimation des coûts d'absentéisme. L'hypothèse haute correspond aux valeurs hautes des risques attribuables estimés ainsi qu'à la mobilisation de la méthode du capital humain.

Nous rappelons que l'approche par la prévalence estime le coût des cas prévalents de cancer attribuables à chaque facteur de risque en 2010 alors que l'approche par l'incidence s'intéresse aux coûts tout au long de leur vie des nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010.

#### **1. Selon l'approche par la prévalence**

##### **1.1. En unités monétaires**

Nous avons estimé les coûts directs et indirects de cancers professionnels imputables à plusieurs facteurs de risque selon la méthode COI. Nous additionnons à présent ces deux catégories de coût pour estimer l'impact économique global de chaque facteur de risque pour la société.

Selon l'approche par la prévalence, le coût social des cancers du poumon, des cancers nasosinusiens et des mésothéliomes de la plèvre pour les facteurs de risque pris en compte dans notre analyse est estimé entre 986 et 1 248 millions d'euros pour l'année 2010 dont 917 à 1 170 millions d'euros uniquement pour les facteurs de risque des cancers du poumon (cf tableau 56). L'amiante est de loin le facteur de risque qui représente le coût le plus important pour la société en 2010 avec 618 à 643 millions d'euros devant les fumées d'échappement des moteurs diesel dont le coût est estimé entre 233 et 336 millions d'euros. L'amiante représente à lui seul plus de la moitié des coûts totaux. Les coûts indirects constituent environ 66 % du coût total.

Tableau 56 : Coût social des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés pour l'année 2010 en milliers d'euros

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Coût (milliers d'euros)					
			Direct		Indirect		Total	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	5 247	5 247	14 779	15 406	20 026	20 654
		Homme	182 520	182 520	352 126	373 940	534 646	556 459
		<b>Ensemble</b>	<b>187 767</b>	<b>187 767</b>	<b>366 905</b>	<b>389 346</b>	<b>554 672</b>	<b>577 113</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	1 170	1 671	3 325	4 865	4 494	6 536
		Homme	77 941	108 055	150 420	221 416	228 361	329 471
		<b>Ensemble</b>	<b>79 111</b>	<b>109 726</b>	<b>153 745</b>	<b>226 281</b>	<b>232 856</b>	<b>336 007</b>
	Peintres	Femme	33	201	129	560	162	761
		Homme	3 476	8 991	6 715	18 370	10 191	27 361
		<b>Ensemble</b>	<b>3 509</b>	<b>9 191</b>	<b>6 843</b>	<b>18 930</b>	<b>10 353</b>	<b>28 122</b>
	Silice cristalline	Femme	501	936	1 341	2 772	1 842	3 707
		Homme	39 906	73 964	77 034	151 561	116 940	225 525
		<b>Ensemble</b>	<b>40 408</b>	<b>74 900</b>	<b>78 375</b>	<b>154 333</b>	<b>118 782</b>	<b>229 232</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>310 795</b>	<b>381 583</b>	<b>605 868</b>	<b>788 891</b>	<b>916 663</b>	<b>1 170 474</b>

<b>Mésotéliome de la plèvre</b>	<b>Amiante</b>	<b>Femme</b>	3 132	3 132	7 785	8 159	10 916	11 290
		<b>Homme</b>	18 130	18 130	34 251	36 418	52 381	54 548
<b>Total pour le mésotéliome de la plèvre</b>			<b>21 262</b>	<b>21 262</b>	<b>42 035</b>	<b>44 577</b>	<b>63 297</b>	<b>65 839</b>
<b>Cancer naso-sinusien</b>	<b>Poussières de cuir</b>	<b>Femme</b>	863	863	753	848	1 616	1 711
		<b>Homme</b>	369	369	327	367	696	736
		<b>Ensemble</b>	<b>1 232</b>	<b>1 232</b>	<b>1 080</b>	<b>1 215</b>	<b>2 312</b>	<b>2 447</b>
	<b>Poussières de bois</b>	<b>Femme</b>	36	73	22	41	58	114
		<b>Homme</b>	1 824	4 450	1 574	4 428	3 398	8 878
		<b>Ensemble</b>	<b>1 860</b>	<b>4 523</b>	<b>1 596</b>	<b>4 469</b>	<b>3 456</b>	<b>8 992</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>3 092</b>	<b>5 755</b>	<b>2 676</b>	<b>5 684</b>	<b>5 768</b>	<b>11 439</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>335 149</b>	<b>408 600</b>	<b>650 579</b>	<b>839 151</b>	<b>985 728</b>	<b>1 247 751</b>

## **1.2. En unités physiques**

Nous présentons également les résultats en unités physiques qui constituent des informations importantes dans le contexte de prévention des cancers professionnels. Les coûts intangibles ne sont pas évalués dans notre analyse par manque de données. Les décès par cancer entraînent pourtant peine, souffrance, diminution de la qualité de vie pour le patient et pour son entourage. Toutes les conséquences de la maladie n'étant pas prises en compte, il est d'autant plus important de présenter ces résultats en unités physiques.

Les estimations du nombre de cas prévalents et de décès pour l'année 2010 imputables à chaque facteur de risque sont ceux estimés par la méthode des risques attribuables dans le chapitre 2 (cf tableau 57). Pour chaque décès, les années de vie perdues sont également calculées en faisant la différence entre l'espérance de vie de l'individu et l'âge du décès.

Le nombre de cas prévalents de cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et de mésothéliomes de la plèvre attribuables aux facteurs de risque étudiés est estimé entre 10 020 et 12 211 pour l'année 2010. L'exposition aux facteurs de risque pris en compte dans notre analyse est à l'origine de 6 083 à 7 466 décès par cancer du poumon dont 3 676 pour une exposition à l'amiante et 1 548 à 2 146 décès pour une exposition aux fumées d'échappement des moteurs diesel.

Les décès par cancer du poumon, des cancers naso-sinusiens et par mésothéliome de la plèvre en 2010 attribuables aux facteurs de risque étudiés correspondent à une perte totale de 110 921 à 134 756 années de vie.

Tableau 57 : Coût en unités physiques des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels pour l'année 2010

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Nombre de cas prévalents	Nombre de décès	Nombre d'années de vie perdues
Cancer du poumon	Amiante	Femme	157	111	1 323
		Homme	5 461	3 565	6 0918
		<b>Ensemble</b>	<b>5 618</b>	<b>3 676</b>	<b>6 2241</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	35-50	25-35	298-417
		Homme	2 332-3 233	1 523-2 111	26 025-36 072
		<b>Ensemble</b>	<b>2 367-3 283</b>	<b>1 548-2 146</b>	<b>26 323-36 490</b>
	Peintres	Femme	1-6	1-4	12-48
		Homme	104-269	68-175	1 162-2 990
		<b>Ensemble</b>	<b>105-275</b>	<b>69-179</b>	<b>1 174-3 038</b>
	Silice cristalline	Femme	15-28	10-20	119-238
		Homme	1 194-2213	780-1 445	13 329-24 692
		<b>Ensemble</b>	<b>1 209-2 241</b>	<b>790-1 465</b>	<b>13 448-24 930</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>9 299-11 417</b>	<b>6 083-7 466</b>	<b>103 186-126 699</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	94	91	539
		Homme	542	576	6 895
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>636</b>	<b>667</b>	<b>7 433</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	24	4	47
		Homme	10	3	44
		<b>Ensemble</b>	<b>34</b>	<b>7</b>	<b>91</b>
	Poussières de bois	Femme	1-2	0-0	1-1
		Homme	50-122	13-33	209-531
		<b>Ensemble</b>	<b>51-124</b>	<b>13-33</b>	<b>210-532</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>85-158</b>	<b>20-40</b>	<b>302-623</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>10 020-12 211</b>	<b>6 770-8 173</b>	<b>110 921-134 756</b>

## **2. Selon l'approche par l'incidence**

### **2.1. En unités monétaires**

Selon l'approche par l'incidence, le coût social des nouveaux cas de cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre diagnostiqués en 2010 et imputables aux facteurs de risque pris en compte dans l'analyse est estimé entre 1 223 et 1 586 millions d'euros (cf tableau 58). Si l'amiante représente toujours le facteur de risque le plus coûteux pour la société, 760 à 806 millions d'euros, la part des coûts directs dans les coûts totaux, évaluée entre 40 à 43 %, est plus importante que pour l'approche par la prévalence. Le coût social des nouveaux cas de cancers du poumon diagnostiqués en 2010 et imputables aux fumées d'échappement des moteurs diesel est estimé entre 286 et 421 millions d'euros.

Tableau 58 : Coût social par facteur de risque et par pathologie imputable aux nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 en milliers d'euros

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Coût (milliers d'euros)					
			Direct		Indirect		Total	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Amiante	Femme	9 120	9 120	16 300	17 597	25 420	26 717
		Homme	280 387	280 387	375 749	415 609	656 136	695 995
		<b>Ensemble</b>	<b>289 506</b>	<b>289 506</b>	<b>392 049</b>	<b>433 206</b>	<b>681 556</b>	<b>722 712</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	2 057	2 880	3 677	5 557	5 734	8 437
		Homme	119 725	166 010	160 445	246 072	280 169	412 082
		<b>Ensemble</b>	<b>121 782</b>	<b>168 890</b>	<b>164 121</b>	<b>251 629</b>	<b>285 903</b>	<b>420 519</b>
	Peintres	Femme	69	343	123	662	191	1 004
		Homme	5 349	13 783	7 168	20 430	12 516	34 213
		<b>Ensemble</b>	<b>5 417</b>	<b>14 126</b>	<b>7 290</b>	<b>21 091</b>	<b>12 707</b>	<b>35 217</b>
	Silice cristalline	Femme	823	1 646	1 471	3 175	2 294	4 821
		Homme	61 302	113 622	82 152	168 419	143 454	282 041
		<b>Ensemble</b>	<b>62 125</b>	<b>115 268</b>	<b>83 623</b>	<b>171 594</b>	<b>145 748</b>	<b>286 862</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>478 831</b>	<b>587 790</b>	<b>647 084</b>	<b>877 520</b>	<b>1 125 914</b>	<b>1 465 310</b>

<b>Mésothéliome de la plèvre</b>	<b>Amiante</b>	<b>Femme</b>	5 502	5 502	8 609	9 364	14 111	14 865
		<b>Homme</b>	30 231	30 231	34 543	38 690	64 774	68 921
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>35 733</b>	<b>35 733</b>	<b>43 152</b>	<b>48 054</b>	<b>78 885</b>	<b>83 786</b>
<b>Cancer naso-sinusien</b>	<b>Poussières de cuir</b>	<b>Femme</b>	3 143	3 143	2 241	2 680	5 384	5 823
		<b>Homme</b>	1 345	1 345	776	964	2 121	2 309
		<b>Ensemble</b>	<b>4 488</b>	<b>4 488</b>	<b>3 017</b>	<b>3 644</b>	<b>7 505</b>	<b>8 131</b>
	<b>Poussières de bois</b>	<b>Femme</b>	133	266	95	227	228	492
		<b>Homme</b>	6 645	16 213	3 836	11 624	10 481	27 837
		<b>Ensemble</b>	<b>6 778</b>	<b>16 479</b>	<b>3 931</b>	<b>11 851</b>	<b>10 709</b>	<b>28 330</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>11 265</b>	<b>20 967</b>	<b>6 948</b>	<b>15 494</b>	<b>18 213</b>	<b>36 461</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>525 829</b>	<b>644 489</b>	<b>697 184</b>	<b>941 068</b>	<b>1 223 012</b>	<b>1 585 557</b>

## **2.2. En unités physiques**

Selon l'approche par l'incidence, nous avons estimé les décès sur 6 années parmi les nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 ainsi que les années de vie perdues correspondantes. Les estimations du nombre de cas incidents attribuables à chaque facteur de risque sont celles obtenues dans le chapitre 2.

Le nombre de nouveaux cas de mésothéliomes de la plèvre, de cancers du poumon et des cancers naso-sinusiens diagnostiqués en 2010 et imputables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir est estimé entre 7 698 et 9 360 (cf tableau 59). A partir des données de survie sur 6 années, nous estimons entre 6 645 et 8 047 le nombre de ces nouveaux cas qui sont décédés sur cette période, ce qui correspond à une estimation située entre 109 030 à 132 827 années de vie perdues.

Tableau 59 : Coûts en unités physiques des nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 et imputables à des facteurs de risque professionnels

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Nombre de cas incidents	Nombre de décès	Nombre d'années de vie perdues
Cancer du poumon	Amiante	Femme	133	114	1363
		Homme	4 089	3 514	60 055
		<b>Ensemble</b>	<b>4 222</b>	<b>3 629</b>	<b>61 418</b>
	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	30-42	26-36	307-430
		Homme	1 746-2 421	1 501-2 081	25 643-35 557
		<b>Ensemble</b>	<b>1 776-2 463</b>	<b>1 526-2 117</b>	<b>25 951-35 988</b>
	Peintres	Femme	1-5	1-4	10-51
		Homme	78-201	67-173	1 146-2 952
		<b>Ensemble</b>	<b>79-206</b>	<b>68-177</b>	<b>1 156-3 003</b>
	Silice cristalline	Femme	12-24	10-21	123-246
		Homme	894-1657	768-1 424	13 130-24 336
		<b>Ensemble</b>	<b>906-1 681</b>	<b>779-1 445</b>	<b>13 253-24 582</b>
<b>Total pour le cancer du poumon</b>			<b>6 983-8 572</b>	<b>6 002-7 368</b>	<b>101 778-124 991</b>
Mésothéliome de la plèvre	Amiante	Femme	97	93	548
		Homme	533	508	6 085
<b>Total pour le mésothéliome de la plèvre</b>			<b>630</b>	<b>601</b>	<b>6 633</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de cuir	Femme	24	12	131
		Homme	10	5	81
		<b>Ensemble</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>212</b>
	Poussières de bois	Femme	1-2	0-1	6-11
		Homme	50-122	25-61	402-981
		<b>Ensemble</b>	<b>51-124</b>	<b>25-62</b>	<b>407-992</b>
<b>Total pour le cancer naso-sinusien</b>			<b>85-158</b>	<b>42-79</b>	<b>619-1204</b>
<b>Total tout cancer</b>			<b>7 698-9 360</b>	<b>6 645-8 047</b>	<b>109 030-132 827</b>

## Conclusion du chapitre 5

Pour évaluer le coût direct des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir, nous estimons un coût direct annuel moyen par localisation qui est ensuite utilisé dans les modèles d'évaluation des coûts présentés dans le chapitre 4.

Le coût direct annuel moyen est estimé à 33 422 euros pour le cancer du poumon et le mésothéliome de la plèvre et à 36 476 euros pour le cancer naso-sinusien. Ces estimations prennent en compte le coût en établissement de santé (séjours en MCO, radiothérapie privée, molécules onéreuses et MIGAC) et le coût des soins de ville.

Les modèles d'évaluation permettent d'estimer le coût direct en 2010 des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque considérés selon l'approche par la prévalence entre 335 et 409 millions d'euros. Selon l'approche par l'incidence, ce coût est estimé entre 526 et 644 millions d'euros pour l'année 2010.

Nous évaluons les coûts indirects de morbidité liés à l'absentéisme (absences de courte et longue durée) et au présentéisme dans les sphères marchande et non marchande. En additionnant ces coûts et selon l'approche par la prévalence, nous évaluons les coûts indirects de morbidité des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir entre 111 et 185 millions d'euros pour l'année 2010. Ces coûts sont estimés entre 166 et 294 millions d'euros selon l'approche par l'incidence.

Les coûts indirects de mortalité des cancers pour les 6 facteurs de risque étudiés sont estimés entre 539 et 654 millions d'euros selon l'approche par la prévalence et entre 531 et 647 millions d'euros selon l'approche par l'incidence.

En agrégeant les coûts indirects de morbidité et de mortalité, nous estimons les coûts indirects des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de plèvre d'origine professionnelle entre 651 et 839 selon l'approche par la prévalence et entre 697 et 941 millions d'euros selon l'approche par l'incidence.

L'évaluation de chaque catégorie de coût est une étape indispensable à l'évaluation du coût social des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels. Il est important de

présenter ces résultats intermédiaires pour plusieurs raisons. Ces données fournissent une information supplémentaire pour le décideur et autorisent les comparaisons avec des études qui ne prendraient pas en compte les mêmes coûts. La présentation détaillée de ces résultats intermédiaires permet également d'améliorer la transférabilité des résultats à un autre contexte.

La somme des coûts directs et indirects nous permet d'évaluer le coût social des cancers professionnels. Nous présentons l'ensemble des résultats y compris ceux en unités physiques, c'est-à-dire le nombre de cas prévalents, incidents et de décès ainsi que le nombre d'années de vies perdues par facteur de risque.

Selon l'approche par la prévalence, le coût social pour l'année 2010 des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir est estimé entre 986 et 1 248 millions d'euros dont 917 à 1 170 millions d'euros uniquement pour les cancers du poumon. Ces cancers professionnels ont un impact économique mais aussi sanitaire important sur la société puisqu'ils sont à l'origine de 110 921 à 134 756 années de vie perdues.

Pour les nouveaux cas de cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre diagnostiqués en 2010, nous évaluons le coût social imputable aux 6 facteurs de risque pris en compte entre 1 223 et 1 586 millions d'euros et le nombre d'années de vie perdues entre 109 030 et 132 827. Le coût social des cancers professionnels du poumon représente à lui seul 1 126 à 1 465 millions d'euros. Dans le contexte de prévention des cancers professionnels, nous pouvons interpréter ces résultats en termes de coûts évités. Ainsi la suppression de l'exposition à l'amiante par exemple permettrait d'éviter un coût compris entre 760 à 806 millions d'euros pour la société. L'éradication des expositions aux fumées d'échappement des moteurs diesel et à la silice cristalline représente respectivement des économies potentielles de 286 à 420 millions d'euros et de 146 à 287 millions d'euros.

## Chapitre 6 : Analyse des résultats de l'évaluation du coût social des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque professionnels étudiés

---

Dans la première partie de cette thèse, nous avons estimé les nombres de cas (incidents, prévalents et de décès) de mésothéliome de la plèvre, de cancer du poumon et de cancer naso-sinusien attribuables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir.

La seconde partie de la thèse a abouti à la construction d'un modèle d'évaluation pour chaque type de coût dont les résultats, détaillés dans le chapitre précédent, ont permis d'estimer le coût social des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés.

Le dernier chapitre de cette thèse est consacré à l'analyse de ces résultats. Nous mettons en place une analyse de sensibilité univariée pour étudier l'influence de chacun des principaux paramètres de notre évaluation sur l'estimation du coût social des cancers professionnels. La discussion nous permet d'explicitier les apports et les limites de notre travail. Nous confrontons également certains de nos résultats avec la littérature et avec les données de reconnaissance en maladies professionnelles. Nous contribuons ainsi à la mise en évidence de la sous-réparation des cancers professionnels en France. La base de données Globocan est mobilisée pour estimer l'évolution du coût social des cancers du poumon imputables aux facteurs de risque étudiés entre 2010 et 2030. Nous analysons enfin le degré de transférabilité de nos résultats.

## **Section 1 : Analyse de sensibilité**

Dans cette section, nous testons la sensibilité de nos résultats en termes de coût social aux modifications de chacun des principaux paramètres ou choix méthodologiques de l'évaluation. Pour cela, nous faisons varier séparément chaque paramètre ou choix méthodologique incertain en maintenant les autres inchangés. L'objectif est d'identifier les choix méthodologiques et paramètres dont l'influence sur les résultats finaux est la plus importante.

### **1. La méthode d'estimation de la prévalence d'exposition « vie entière »**

Pour estimer les risques attribuables, l'enquête Matgéné ne fournit pas de données d'exposition « vie entière » pour tous les facteurs de risque. Dans la littérature, les données sont multipliées par 3 (AUTIER *et alii* 2007) ou 4 (NELSON *et alii* 2005, STEENLAND *et alii* 2003) pour estimer les valeurs « vie entière ». Ce facteur représente le nombre moyen de changement de poste durant une carrière professionnelle. Pour notre analyse, nous multiplions les données de prévalence d'exposition « instantanée » par un facteur 3 pour les fumées d'échappement des moteurs diesel, les peintres ainsi que les poussières de bois.

Les prévalences d'exposition « vie entière » ainsi que les risques attribuables pour ces facteurs de risque sont calculés selon l'hypothèse d'un facteur 4 (cf annexe 4). Ces estimations nous permettent d'évaluer les nombres de cas de cancer du poumon et des cancers naso-sinusiens (incidents, prévalents et de décès) attribuables aux fumées d'échappement des moteurs diesel, aux peintres et aux poussières de bois (cf tableau 60).

Selon l'hypothèse d'un facteur 4, le nombre de cas incidents de cancer du poumon attribuables à une exposition aux fumées d'échappement des moteurs diesel est ainsi estimé entre 2 318 et 3 190 pour l'année 2010. Ce même facteur de risque est à l'origine de 2 020 à 2 779 décès par cancer du poumon selon l'hypothèse d'un facteur 4.

Tableau 60 : Estimation des nombres de cas prévalents, incidents et de décès attribuables selon l'hypothèse du facteur multiplicatif des prévalences d'exposition « instantanée »

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Nombre de cas prévalents		Nombre de cas incidents		Nombre de décès	
			Facteur 3	Facteur 4	Facteur 3	Facteur 4	Facteur 3	Facteur 4
Cancer du poumon	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	35-50	46-66	30-42	39-56	25-35	33-47
		Homme	2 332-3 233	3 044-4 185	1 746-2 421	2 279-3 134	1 523-2 111	1 987-2 732
		<b>Ensemble</b>	<b>2 367-3 283</b>	<b>3 090-4 251</b>	<b>1 776-2 463</b>	<b>2 318-3 190</b>	<b>1 548-2 146</b>	<b>2 020-2 779</b>
	Peintres	Femme	1-6	2-7	1-5	1-6	1-4	1-5
		Homme	104-269	139-357	78-201	104-268	68-175	91-233
		<b>Ensemble</b>	<b>105-275</b>	<b>141-364</b>	<b>79-206</b>	<b>105-274</b>	<b>69-179</b>	<b>92-238</b>
Cancer naso-sinusien	Poussières de bois	Femme	-	-	1-2	1-2	0	0
		Homme	-	-	50-122	64-150	13-33	17-41
		<b>Ensemble</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>51-124</b>	<b>65-152</b>	<b>13-33</b>	<b>17-41</b>

Rappel : nous ne disposons pas du nombre de cas prévalents de mésothéliome de la plèvre pour l'année 2010. Nous faisons donc l'hypothèse qu'il est égal au nombre de cas incidents pour cette même année.

Pour évaluer l'impact du choix d'un facteur 3 ou 4 sur l'évaluation du coût social des cancers du poumon et des cancers naso-sinusiens imputables aux fumées d'échappement des moteurs diesel, aux peintres et à la silice cristalline, nous avons ensuite utilisé les modèles d'évaluation des coûts détaillés dans le chapitre 4 avec les nouvelles estimations de nombres de cas de cancers du poumon et de cancers naso-sinusiens (incidents, prévalents et de décès) attribuables à chaque facteur de risque. Les estimations de coûts sont présentées dans le tableau 61 selon l'approche par l'incidence et dans le tableau 62 selon l'approche par la prévalence.

Selon les approches par l'incidence et par la prévalence, le passage d'un facteur 3 à un facteur 4 a le même impact sur le coût social des cancers du poumon imputables aux fumées d'échappement des moteurs diesel qui augmente d'environ 30 %. Selon l'hypothèse d'un facteur 4, le coût social des cancers du poumon imputables à ce facteur de risque est ainsi estimé entre 376 à 545 millions d'euros selon l'approche par l'incidence, contre 304 à 435 millions d'euros selon l'approche par la prévalence.

Le coût social des cancers des cancers naso-sinusiens imputables aux poussières de bois augmente d'environ 22 à 28 %. La modification de la méthode d'estimation des prévalences d'exposition « vie entière » touche de façon similaire toutes les catégories de coût.

Tableau 61 : Evolution des estimations de coûts en fonction de l'hypothèse d'évaluation des prévalences d'exposition « vie entière » selon l'approche par l'incidence

Pathologie	Facteur de risque	Type de coût		Coût (milliers d'euros)			
				Facteur 3		Facteur 4	
				Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Coût direct		121 782	168 890	158 947	218 741
		Coût indirect	morbidity	38 449	77 331	50 182	100 156
			mortality	125 673	174 298	164 021	225 795
		Coût social		<b>285 903</b>	<b>420 519</b>	<b>373 151</b>	<b>544 692</b>
	Peintres	Coût direct		5 417	14 126	7 200	18 788
		Coût indirect	morbidity	1 710	6 468	2 273	8 603
			mortality	5 580	14 624	7 406	19 431
Coût social		<b>12 707</b>	<b>35 217</b>	<b>16 879</b>	<b>46 822</b>		
Cancer naso-sinusien	Poussières de bois	Coût direct		6 778	16 479	8 638	20 200
		Coût indirect	morbidity	1 918	6 965	2 445	8 538
			mortality	2 012	4 885	2 560	5 980
		Coût social		<b>10 709</b>	<b>28 330</b>	<b>13 643</b>	<b>34 719</b>

Tableau 62 : Evolution des estimations de coûts en fonction de l'hypothèse d'évaluation des prévalences d'exposition « vie entière » selon l'approche par la prévalence

Pathologie	Facteur de risque	Type de coût		Coût (milliers d'euros)			
				Facteur 3		Facteur 4	
				Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Cancer du poumon	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Coût direct		79 111	109 726	103 275	142 079
		Coût indirect	morbidity	26 341	49 648	34 387	64 287
			mortality	127 404	176 633	166 264	228 794
		Coût social		<b>232 856</b>	<b>336 007</b>	<b>303 926</b>	<b>435 160</b>
	Peintres	Coût direct		3 509	9 191	4 713	12 166
		Coût indirect	morbidity	1 168	4 159	1 569	5 505
			mortality	5 675	14 772	7 554	19 629
Coût social		<b>10 353</b>	<b>28 122</b>	<b>13 836</b>	<b>37 300</b>		
Cancer naso-sinusien	Poussières de bois	Coût direct		1 860	4 523	2 371	5 544
		Coût indirect	morbidity	568	1 875	723	2 299
			mortality	1 028	2 594	1 331	3 209
		Coût social		<b>3 456</b>	<b>8 992</b>	<b>4 425</b>	<b>11 052</b>

## 2. Le taux d'actualisation

La valeur du taux d'actualisation utilisé dans les modèles d'évaluation des coûts est de 5%. Nous testons la sensibilité des résultats à ce choix en estimant le coût social pour des valeurs du taux d'actualisation de 0% et de 3 % selon les recommandations pour les évaluations économiques en santé (DRUMMOND *et alii* 2005, BOULENGER et ULMANN 2003). Pour l'analyse de sensibilité nous nous focalisons uniquement sur le facteur de risque qui représente le coût le plus important pour la société, à savoir l'amiante en lien avec le cancer du poumon. Selon l'approche par l'incidence, la modification de ce paramètre a un impact sur toutes les catégories de coût. Selon l'approche par la prévalence, seuls les coûts de mortalité évoluent.

Toute augmentation du taux d'actualisation traduit une préférence accrue pour le présent et aboutit donc à une diminution de la valeur actuelle des coûts futurs et inversement. Ainsi, selon l'approche par l'incidence, le coût social de l'amiante en lien avec le cancer du poumon est estimé entre 735 et 778 millions d'euros pour un taux d'actualisation de 3% et entre 845 et 990 millions d'euros pour un taux de 0% (cf tableau 63). Ce coût social augmente donc de 7,61 à 7,91 % lorsque le taux d'actualisation passe de 5% à 3% et de 23,10 à 24,05 % lorsque ce taux passe de 5% à 0%.

Selon l'approche par la prévalence, seuls les coûts de mortalité sont concernés par l'actualisation. Le passage d'un taux de 5 à 3% fait augmenter le coût social de 7,89 à 8,21 % et de 24,6 à 25,6 % lorsque ce taux passe de 5 à 0%.

Tableau 63 : Evolution des estimations des coûts des cancers du poumon imputables à l'amiante en fonction de la valeur du taux d'actualisation et selon l'approche retenue

Type d'approche	Type de coût		Coût en milliers d'euros selon la valeur du taux d'actualisation					
			0%		3%		5%	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Incidence	Coût direct		307 660		296 328		289 506	
	Coût indirect	Morbidité	96 857	141 037	93 451	135 743	91 402	132 558
		Mortalité	440 967		345 657		300 648	
	Coût social		<b>845 484</b>	<b>889 664</b>	<b>735 436</b>	<b>777 728</b>	<b>681 556</b>	<b>722 712</b>
Prévalence	Coût indirect de mortalité		446 375		349 937		304 386	
	Coût social		<b>696 661</b>	<b>719 102</b>	<b>600 223</b>	<b>622 664</b>	<b>554 672</b>	<b>577 113</b>

### **3. Le taux de croissance**

Pour l'évaluation des coûts dans la sphère marchande, nous avons tenu compte de l'évolution de la valeur des pertes de production en appliquant un taux de croissance annuel moyen du PIB de 2%. Nous évaluons à présent les coûts des cancers du poumon imputables à l'amiante pour des valeurs de ce taux de croissance de 1% et de 5% dans la sphère marchande. Selon l'approche par l'incidence, l'ensemble des coûts indirects est calculé alors que selon l'approche par la prévalence, seuls les coûts indirects de mortalité sont affectés.

Selon les approches par l'incidence et la prévalence, le passage d'un taux de croissance de 2 à 1% n'a qu'un impact faible sur le coût social de l'amiante qui diminue au maximum de 1,12 % (cf tableau 64). L'augmentation du taux de croissance à 5% fait progresser le coût social d'environ 3,31 à 3,99 %.

Tableau 64 : Evolution des estimations des coûts des cancers du poumon imputables à l’amiante en fonction de la valeur du taux de croissance annuel moyen du PIB et selon l’approche retenue

Type d'approche	Type de coût		Coût en milliers d'euros selon la valeur du taux de croissance					
			1%		2%		5%	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Incidence	Coût indirect dans la sphère marchande	Morbidité	24 555	65 156	24 790	65 946	25 525	68 420
		Mortalité	110 291		116 421		138 278	
	Coût social		<b>675 191</b>	<b>715 792</b>	<b>681 556</b>	<b>722 712</b>	<b>704 148</b>	<b>747 043</b>
Prévalence	Coût indirect de mortalité dans la sphère marchande		111 675		117 880		140 004	
	Coût social		<b>548 467</b>	<b>570 908</b>	<b>554 672</b>	<b>577 113</b>	<b>576 796</b>	<b>599 237</b>

#### 4. La période de friction

L'évaluation des coûts indirects de morbidité dans la sphère marchande a été menée selon les méthodes du capital humain et des coûts de friction. Pour cette dernière, nous avons fait l'hypothèse d'une période de friction de 2,5 mois soit 75 jours, ce qui correspond à la valeur basse de la littérature puisque cette période a été estimée entre 2,8 et 3,2 mois au Pays-Bas (KOOPMANSCHAP *et alii* 1995) et entre 2,5 et 3,5 mois en Espagne (OLIVA *et alii* 2005). Pour tester la sensibilité de nos résultats à la durée de la période de friction, nous évaluons les coûts des cancers du poumon imputables à l'amiante pour une durée de la période de friction de 3,5 mois soit 105 jours. Les résultats sont présentés dans le tableau 65 en fonction de l'approche retenue.

Tableau 65 : Evolution des estimations des coûts des cancers du poumon imputables à l'amiante selon la durée de la période de friction et selon l'approche retenue

Type d'approche	Type de coût	Coût en milliers d'euros selon la durée de la période de friction			
		75 jours		105 jours	
		Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Incidence	Coût indirect de morbidité dans la sphère marchande	24 790	65 946	31 227	65 946
	Coût social	<b>681 556</b>	<b>722 712</b>	<b>687 993</b>	<b>722 712</b>
Prévalence	Coût indirect de morbidité dans la sphère marchande	19 316	41 757	24 840	41 757
	Coût social	<b>554 672</b>	<b>577 113</b>	<b>560 196</b>	<b>577 113</b>

L'hypothèse haute repose sur l'utilisation de la méthode du capital humain, ce qui explique qu'un changement de la durée de la période de friction n'a d'impact que dans le cas de l'hypothèse basse. Selon les deux approches par l'incidence et par la prévalence, le coût social des cancers du poumon imputables à l'amiante est supérieur d'environ 6 millions pour une durée de la période de friction de 105 jours par rapport à une durée de 75 jours, soit une augmentation de 0,94 à 1 %.

## 5. Le nombre moyen de jours d'arrêt de travail par an

Lorsque nous avons mobilisé la méthode du capital humain, nous avons fait l'hypothèse d'un nombre moyen de jours d'arrêt de travail par an égal à la période de friction soit 75 jours. Nous avons testé l'évolution des résultats avec l'hypothèse d'une durée de la période de friction de 105 jours. Nous testons désormais l'hypothèse d'un nombre moyen de jours d'arrêt de travail par an de 105 jours.

Tableau 66 : Evolution des estimations des coûts des cancers du poumon imputables à l'amiante selon le nombre moyen de jours d'arrêt de travail par an

Type d'approche	Type de coût	Coût en milliers d'euros selon le nombre moyen de jours d'arrêt de travail par an			
		75 jours		105 jours	
		Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Incidence	Coût indirect de morbidité dans la sphère marchande	24 790	65 946	24 790	71 398
	Coût social	<b>681 556</b>	<b>722 712</b>	<b>681 556</b>	<b>728 164</b>
Prévalence	Coût indirect de morbidité dans la sphère marchande	19 316	41 757	19 316	45 209
	Coût social	<b>554 672</b>	<b>577 113</b>	<b>554 672</b>	<b>580 565</b>

L'hypothèse basse, basée sur la méthode des coûts de friction n'est pas affectée ici. Le coût social des cancers du poumon imputables à l'amiante augmente de 0,60 % à 0,75 % selon l'approche mobilisée, soit environ 3 à 6 millions d'euros, lorsqu'on fait varier le nombre moyen de jours d'arrêt de travail par an de 75 à 105 (cf tableau 66).

## 6. Le périmètre des tâches domestiques

L'évaluation des pertes de production non marchandes nécessite de définir les tâches domestiques. ROY (2011) retient trois définitions plus ou moins restrictives. Pour nos estimations nous avons utilisé le périmètre médian correspondant à 3 heures et 17 minutes de travail domestique par jour et par individu soit en moyenne 1 197 heures par an. Nous avons valorisé ce travail domestique au SMIC horaire selon la méthode du coût de remplacement. Les valeurs des pertes de production non marchandes sur une année sont ainsi estimées à 10 607 euros.

Nous estimons désormais les coûts des cancers du poumon imputables à l'amiante en modifiant le périmètre de définition des tâches domestiques. Le périmètre restrictif correspond à 2 heures et 8 minutes de travail domestique par jour soit 779 heures par an. Les

pertes de production non marchandes correspondantes sont estimées à 6 899 euros pour une année.

Selon le périmètre extensif, le nombre d'heures de tâches domestiques par jour est estimé à 4 heures et 14 minutes, soit 1 544 heures par an. La valeur des pertes de production non marchandes est de 13 690 euros sur une année.

Nous évaluons donc les coûts des cancers du poumon imputables à l'amiante pour des valeurs des pertes de production annuelles dans la sphère non marchande de 6 899 euros et de 13 690 correspondants respectivement aux périmètres restreint et extensif de la définition des tâches domestiques. Les résultats sont présentés dans le tableau 67 selon les approches par l'incidence et par la prévalence.

Selon l'approche par l'incidence le coût social des cancers du poumon imputables à l'amiante est estimé entre 594 à 635 millions d'euros selon le périmètre restreint et de 754 à 796 millions d'euros selon le périmètre extensif. La restriction du périmètre a eu pour conséquence une diminution du coût social de 12,13 à 12,87 %. Le passage au périmètre extensif a fait augmenter le coût social de 10,09 à 10,70 %.

Selon l'approche par la prévalence, l'impact sur le coût social des cancers du poumon imputables à l'amiante est quasiment similaire puisque celui-ci chute de 13,91 à 14,48 % si on passe au périmètre restreint et augmente de 11,57 à 12,04 % lors du passage au périmètre extensif.

Tableau 67 : Evolution des estimations des coûts des cancers du poumon imputables à l'amiante en fonction du périmètre des tâches domestiques et selon l'approche retenue

Type d'approche	Type de coût		Coût en milliers d'euros selon le périmètre des tâches domestiques					
			Restreint		Médian		Extensif	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Incidence	Coût indirect dans la sphère non marchande	Morbidité	43 326		66 612		85 973	
		Mortalité	119 824		184 226		237 773	
	Coût social		<b>593 868</b>	<b>635 024</b>	<b>681 556</b>	<b>722 712</b>	<b>754 464</b>	<b>795 620</b>
Prévalence	Coût indirect dans la sphère non marchande	Morbidité	28 100		43 203		55 760	
		Mortalité	121 307		186 506		240 716	
	Coût social		<b>474 370</b>	<b>496 811</b>	<b>554 672</b>	<b>577 113</b>	<b>621 439</b>	<b>643 880</b>

## **7. Synthèse des résultats de l'analyse de sensibilité**

Les différents choix méthodologiques et paramètres étudiés dans l'analyse de sensibilité n'affectent pas systématiquement l'ensemble des coûts et n'ont pas le même impact sur le coût social du facteur de risque.

L'utilisation d'un facteur 4 plutôt que 3 pour l'estimation des prévalences d'exposition « vie entière » a un impact important sur le coût social du facteur de risque. Pour les fumées d'échappement des moteurs diesel, le coût social augmente ainsi d'environ 30 %. Ce choix méthodologique ne concerne cependant que les fumées d'échappement des moteurs diesel, les peintres et les poussières de bois puisque le programme Matgéné fournit des estimations de prévalence d'exposition « vie entière » pour l'amiante, la silice cristalline et les poussières de cuir.

Le choix du taux d'actualisation est primordial dans notre évaluation puisque le coût social des cancers du poumon imputables à l'amiante varie de 7,61 à 24,05 % lorsqu'on passe à un taux de 3 ou 0% selon l'approche par l'incidence et varie de 7,89 à 25,6 % selon l'approche par la prévalence.

L'évaluation du coût social des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels est beaucoup moins sensible à la valeur du taux de croissance annuel moyen du PIB utilisé dans les modèles d'évaluation des coûts. Le coût social des cancers du poumon imputables à l'amiante varie au maximum de 3,99 % lorsqu'on passe d'un taux de croissance de 2 à 5%.

Le passage d'une durée de la période de friction de 75 à 105 jours a peu d'impact sur le coût social des cancers du poumon attribuables à une exposition à l'amiante puisque celui-ci varie au plus de 1 %.

Le coût social des cancers du poumon imputables à l'amiante augmente de 0,60 à 0,75 % selon l'approche mobilisée lorsqu'on passe d'un nombre moyen de jours d'arrêt de travail de 75 à 105 jours. Ce choix méthodologique a donc une influence très limitée sur le coût social des cancers imputables à un facteur de risque professionnel.

Enfin selon la définition du périmètre des tâches domestiques, le coût social des cancers du poumon imputables à l'amiante varie au maximum de 14,48 %.

Nous pouvons classer les choix méthodologiques étudiés selon trois catégories en fonction de l'importance de leur impact sur le coût social des cancers imputables à un facteur de risque professionnel. Le facteur multiplicatif pour l'évaluation des prévalences d'exposition « vie entière » ainsi que le taux d'actualisation font partie des choix à impact

fort. Le périmètre des tâches domestiques et le taux de croissance moyen du PIB ont un impact modéré. Enfin, la durée de la période de friction et le nombre moyen de jours d'arrêt de travail par an ont un impact faible.

## **Section 2 : Discussion**

### **1. Les apports de notre travail**

#### **1.1. Les apports concernant l'estimation des risques attribuables**

L'inhalation étant la voie prioritaire de pénétration des cancérogènes (IMBERNON 2003), nous avons choisi de restreindre notre évaluation du coût social de cancers imputables à des facteurs de risque professionnels aux cancers des voies respiratoires. L'analyse du système de reconnaissance en maladies professionnelles a mis en évidence une invisibilité des cancers professionnels. Dans le cadre de ce travail de thèse, nous avons donc cherché à mettre en place une méthodologie d'évaluation qui permette de surmonter cet obstacle pour ne pas estimer seulement le coût social des cancers professionnels des voies respiratoires reconnus et indemnisés par la système. Pour cela, nous avons du mobiliser un nombre important de données épidémiologiques que nous avons systématiquement synthétisé et comparé.

Pour contourner la sous-reconnaissance des cancers professionnels, nous avons mis en place une identification de tous les facteurs de risque avérés ou probables des cancers des voies respiratoires qu'il existe un TMP ou pas pour ce facteur de risque. Ce travail a ainsi abouti à la mise en évidence de 45 facteurs de risque des cancers des voies respiratoires dont 24 ont été retenus pour notre évaluation en fonction de la disponibilité des données et du nombre de personnes exposées.

Nous avons mobilisé la méthode des risques attribuables qui, en estimant la part des cancers imputables à chaque facteur de risque, nous permet de contourner la sous-déclaration des cancers professionnels. Cette approche nécessite un nombre important de données épidémiologiques. Nous avons donc synthétisé et comparé toutes les données disponibles pour les facteurs de risque et les cancers inclus dans notre analyse. Une revue systématique de la littérature a mis en évidence toutes les données disponibles de risque relatif issues de méta-analyses pour les 24 facteurs de risque inclus dans l'analyse. Nous avons identifié et comparé toutes les données disponibles de prévalence d'exposition « vie entière » pour chaque facteur de risque et de nombres de cas incidents, prévalents et de décès pour chaque cancer. Lorsque les données de prévalence d'exposition « vie entière » ne sont pas disponibles pour un facteur, nous avons pu les estimer à partir des données de prévalence d'exposition instantanée

identifiées. Les données manquantes de nombres de cas incidents, prévalents et de décès pour l'année 2010 ont été approximées à partir des données disponibles et mises en évidence pour d'autres années.

Au final, nous avons pu estimer le nombre de cas (incidents, prévalents et de décès) de cancers du poumon, de cancers naso-sinusiens et de mésothéliome de la plèvre attribuables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir. Ces données correspondent aux coûts en unités physiques pour la société des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés et fournissent donc des informations essentielles. Elles peuvent également être comparées aux données de reconnaissance en maladies professionnelles pour mettre en évidence et chiffrer la sous-réparation des cancers professionnels par le système ATMP.

Ainsi, nous estimons le nombre de nouveaux cas de cancer du poumon attribuable à l'amiante à 4 222 pour l'année 2010. Pour cette même année, seuls 964 nouveaux cas de cancer du poumon ont été reconnus comme d'origine professionnelle en lien avec une exposition à l'amiante (CNAMTS 2011). Selon nos estimations, plus de 77% des nouveaux cas de cancers du poumon attribuable à l'amiante en 2010 n'auraient pas fait l'objet d'une reconnaissance en maladie professionnelle.

Le système ATMP a permis de reconnaître et d'indemniser 12 nouveaux cas de cancer du poumon causés par une exposition à la silice cristalline en 2010 alors que nous estimons le nombre de cas incidents attribuable à ce facteur de risque entre 906 et 1 681. Près de 99% des nouveaux cas de cancers du poumon imputables à une exposition à la silice cristalline n'auraient donc pas été reconnus et indemnisés.

Le tableau de maladies professionnelles n°30 dénombre 365 nouveaux cas de mésothéliome de la plèvre alors que nous en estimons 630. Malgré le lien connu entre l'amiante et le mésothéliome de la plèvre, environ 4 cas sur 10 n'auraient pas été reconnus par le système ATMP en 2010.

Les poussières de bois sont, selon nos estimations, à l'origine de 51 à 124 nouveaux cas de cancer naso-sinusien. L'assurance Maladie a pris en charge 74 nouveaux cas de cancers naso-sinusiens en 2010 pour ce facteur de risque. Nos estimations pour les poussières de bois ne mettent pas en évidence de phénomène de sous-reconnaissance pour le cancer naso-sinusien. Cependant, nous n'avons pas pris en compte dans notre analyse la spécificité française de

l'exposition à des bois durs. Nos estimations pour ce facteur de risque sous-estiment sans doute la réalité. Ce point est explicité dans la sous-section 3.

Au total, 1 733 nouveaux cas de cancer ont été reconnus par le système ATMP comme d'origine professionnelle en 2010. Pour cette même année, nous estimons pour l'ensemble des facteurs de risque étudiés le nombre de nouveaux cas de cancer d'origine professionnelle entre 7 698 et 9 360. Bien que les poly-expositions nous laissent penser que ces chiffres constituent un nombre de cas maximum, nos estimations contribuent à la mise en évidence de l'importance de la sous-reconnaissance des cancers professionnels en France. En ne considérant que notre estimation basse, plus de 77% des nouveaux cas de cancer causés par une exposition professionnelle n'auraient ainsi pas été reconnus par le système en 2010.

## **1.2. Les apports concernant l'estimation des coûts**

La seconde étape de l'évaluation consiste à estimer le coût des cas de cancers du poumon, de cancers naso-sinusiens et de mésothéliome de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés pour la société. Pour cela, nous avons mobilisé l'approche COI. Bien que fréquemment mobilisée notamment par la Banque mondiale, l'Organisation mondiale de la Santé ou l'Institut national de la santé américain (NIOSH), il n'en reste pas moins d'importantes différences dans la méthodologie mise en place. Pour mener avec la plus grande précision notre évaluation nous avons dans un premier temps analysé la méthode COI pour mieux comprendre la variabilité des résultats et tirer des enseignements pour la construction de notre méthodologie d'évaluation du coût social de cancers imputables à des facteurs de risque professionnels.

Le manque de standardisation apparent de la méthode COI traduit principalement la nécessité d'adapter la méthode à l'objet ou à l'objectif de l'étude. Nous avons tenté de clarifier les coûts à prendre en compte dans les évaluations de type COI en décrivant une typologie des coûts qui tient compte des aspects marchand et non marchand, des coûts de mortalité et de morbidité mais aussi des coûts d'absentéisme et de présentéisme. Nous définissons ainsi les coûts indirects comme les pertes de production marchandes et non marchandes, liées à une diminution ou une absence de productivité causées par le décès ou l'état de santé de l'individu.

Le choix entre une approche par la prévalence et une approche par l'incidence est primordial dans les études COI et dépend de l'objectif de l'évaluation. L'approche par l'incidence permet d'estimer le coût social des cancers imputables à un facteur de risque qui serait évité si

l'exposition au facteur de risque était supprimée. Elle fournit donc des informations pertinentes dans le cadre de la prévention des cancers professionnels. L'approche par la prévalence montre l'impact économique des cancers professionnels imputables à un facteur de risque pour une année donnée. Dans le contexte de l'invisibilité des cancers professionnels, cette approche permet donc de montrer l'ampleur de ce problème de santé publique. Notre évaluation présente l'avantage d'être menée à la fois selon l'approche par l'incidence et par la prévalence.

L'analyse de la méthode COI nous a permis de tirer des enseignements pour la construction de modèles d'évaluation spécifiques des cancers pour chaque catégorie de coût et selon les approches par l'incidence et par la prévalence.

La précision de l'estimation est améliorée notamment par la prise en compte de taux de survie propres à chaque type de cancer. Nous avons également mis au point un arbre de décision, à partir de données spécifiques des cancers, qui permet d'inclure dans chaque équation de coûts la probabilité d'être concerné par la catégorie de coût. Cet arbre de décision facilite la prise en compte dans l'évaluation de nombreuses catégories de coûts sans risquer de surestimer le coût social. Nous estimons ainsi dans notre évaluation les coûts directs hospitaliers (séjours en MCO, radiothérapie privée, molécules onéreuses, MIGAC) et le coût des soins de ville (soins ambulatoires, médicaments et autres biens médicaux). Nous évaluons également les coûts indirects de morbidité liés à l'absentéisme (absences de courte et longue durée) et au présentéisme ainsi que les coûts de mortalité, dans les sphères marchande et non marchande et selon les approches par l'incidence et par la prévalence.

Les données de coût des cancers professionnels sont rares en France. Ce travail a donc été mené avec un souci permanent de rendre tout ou partie de notre évaluation réutilisable. Pour cela, nous avons mis en place une analyse de sensibilité dans l'objectif d'identifier les paramètres qui influencent le plus les résultats et ainsi de guider un futur utilisateur potentiel de notre méthodologie d'évaluation. L'analyse des obstacles à la transférabilité aboutit également à des préconisations dont nous tenons compte tout au long de l'évaluation pour rendre nos résultats, autant que possible, transférables à d'autres contextes. Nous avons donc mobilisé des méthodes d'évaluation couramment utilisées dans la littérature et détaillé les données et méthodes employées ainsi que les résultats obtenus. Enfin nous discuterons du degré de transférabilité des résultats de notre évaluation dans cette section.

## **2. Les limites de notre travail**

### **2.1. Les limites concernant l'estimation des risques attribuables**

Pour évaluer les nombres de cas (incidents prévalents et de décès) de cancer du poumon, de cancers naso-sinusiens et de mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés, nous avons été confrontés à certaines difficultés méthodologiques.

Les méta-analyses issues de la revue de la littérature présentaient parfois une grande hétérogénéité dans les valeurs de risque relatif estimées et dans la méthodologie employée. Le type d'étude inclus dans la méta-analyse (étude cas-témoin, de cohorte...), la taille des échantillons, la définition de l'exposition (niveau, intensité...) et les facteurs d'ajustement pris en compte (tabac, autres facteurs professionnels...) constituent les principaux points de divergences. Cette hétérogénéité nous a conduits à ne pas sélectionner une seule valeur de risque relatif par facteur de risque mais à retenir une fourchette de valeur.

Les données de risque relatif de morbidité et de mortalité ne sont pas disponibles pour tous les facteurs de risque. Nous avons donc supposé que le risque relatif de décès est égal au risque relatif de morbidité. Dans la littérature, cette hypothèse est admise dans le cas des maladies dont le pronostic est sombre (NURMINEN et KARJALAINEN 2001, KURIHARA et WADA 2004, GUHA *et alii* 2009). Les cancers du poumon et de la plèvre ont un taux de survie à 5 ans inférieur à 20 % et sont donc considérés comme des pathologies à pronostic sombre (MAZEAU-WOYNAR et CERF 2010). Cette hypothèse est donc cohérente pour ces cancers. En revanche, le taux de survie à 5 ans des cancers naso-sinusiens est de 50,04%. Par manque de données, nous avons tout de même supposé que le risque relatif de mortalité est identique au risque relatif de morbidité pour le cancer naso-sinusien, ce qui constitue sans doute une limite pour notre évaluation.

Nos estimations de risque de cancer naso-sinusien attribuable à une exposition aux poussières de bois sont basées sur des données de risque relatif variant de 1,17 (MANNETJE *et alii* 1999) à 3,9 (DEMERS *et alii* 1995). Ces estimations de risque relatif sont issues d'études multicentriques et ne prennent pas en compte la spécificité du contexte français dans lequel l'utilisation de bois dur est plus fréquente notamment dans la fabrication de meubles. Ainsi dans une étude menée par IMBERNON (2003) un risque relatif de 10 est retenu comme hypothèse basse pour estimer le risque de cancer naso-sinusien attribuable aux poussières de bois en France. Notre évaluation ne prenant pas en considération cette spécificité, le risque attribuable et donc le coût social des cancers naso-sinusiens imputables aux poussières de bois sont sans doute fortement sous-évalués.

Nous mobilisons les données de prévalence d'exposition « vie entière » issues du programme Matgéné pour l'amiante, la silice cristalline et les poussières de cuir. Par manque de données, nous estimons les prévalences d'exposition « vie entière » pour les fumées d'échappement des moteurs diesel et les poussières de bois à partir des données de prévalence d'exposition instantanée de l'enquête SUMER. Il n'existe pas de données concernant l'exposition des peintres. Pour estimer le risque attribuable aux peintres, nous n'avons considéré que les individus appartenant à la catégorie socioprofessionnelle « peintres et ouvriers qualifiés de pose de revêtements sur supports verticaux » comme exposés. La prévalence d'exposition est sans doute fortement sous-estimée puisque d'une part, tous les peintres n'appartiennent pas à cette catégorie socioprofessionnelle et que d'autre part, la peinture, qu'on peut considérer comme une externalité négative, n'expose pas que les peintres sur les chantiers. Notre évaluation sous-estime donc sans doute le risque de cancer du poumon attribuable aux peintres.

Les données de nombres de cas incidents, prévalents et de décès ne sont pas disponibles pour tous les cancers en 2010 et ont donc été approximées à partir des données disponibles pour d'autres années. Cependant, nous ne disposons d'aucune donnée de nombre de cas prévalents pour le cancer naso-sinusien. Pour prendre en compte ce cancer, nous avons du faire l'hypothèse que le nombre de cas prévalent est égal au nombre de cas incident pour l'année 2010. Cette approximation aboutit sans doute à une sous-estimation du nombre de cas prévalents de cancers naso-sinusiens attribuables aux poussières de bois et aux poussières de cuir.

Parmi les 24 facteurs de risque inclus dans notre analyse, le coût social a pu être estimé pour seulement 6 d'entre eux par manque de données. Le choix de restreindre la revue de la littérature des risques relatifs aux méta-analyses peut expliquer l'exclusion de facteur de risque dont le lien avec le cancer du poumon fait pourtant l'objet d'études comme l'arsenic, le nickel et le chrome (STEENLAND *et alii* 1996) ou encore les hydrocarbures aromatiques polycycliques (BRUSKE-HOHLFELD *et alii* 2000, ARMSTRONG *et alii* 2004). Le cancer du larynx, pour lequel aucun facteur de risque n'a été retenu, a également dû être exclu de notre évaluation. Or le lien entre cette localisation de cancer et l'amiante fait l'objet d'étude (GUSTAVSSON *et alii* 1998). La dernière évaluation du CIRC a d'ailleurs ajouté le cancer du larynx à la liste des cancers causés par l'amiante. Pour inclure davantage de facteurs de risque dans l'évaluation du coût social des cancers d'origine professionnelle, il faut envisager dans les travaux futurs d'élargir la revue de la littérature aux études cas-témoins et de cohortes.

## 2.2. Les limites concernant l'estimation des coûts

Pour estimer le coût social des cancers professionnels selon l'approche par l'incidence, nous évaluons les coûts tout au long de leur vie des nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 et imputables à des expositions professionnelles. Nous avons donc inclus dans nos modèles d'évaluation des coûts des taux de survie qui nous permettent d'estimer parmi les cas incidents de cancer en 2010, le nombre de patients toujours en vie X années après le diagnostic. Nous supposons que tous les décès ont lieu le 31 décembre. Le taux de survie à 1 an est donc utilisé pour estimer le nombre de cas incidents de 2010 toujours en vie la deuxième année et ainsi de suite. Nous disposons des données de taux de survie jusqu'à 5 ans qui nous permettent donc d'estimer le nombre de patients toujours en vie 6 années plus tard. Les taux de survie à 5 ans pour le cancer du poumon, le mésothéliome de la plèvre et le cancer naso-sinusien sont respectivement de 14,05%, 4,62% et 50,04%. Le manque de données ne nous permet pas d'estimer le nombre de cas qui survit une année de plus et donc d'évaluer les coûts correspondants. Pour l'amiante et le mésothéliome de la plèvre, le taux de survie à 5 ans porte à croire que le nombre de patients qui survivra l'année suivante est faible. La sous-estimation du coût social de ces pathologies imputables à des facteurs de risque professionnels n'est sans doute pas très importante. En revanche, la moitié des cas incidents de cancer naso-sinusien est toujours en vie 6 ans après. Dans ce cas, la sous-estimation du coût social des cancers d'origine professionnelle est sans doute beaucoup plus importante. Nous avons construit une méthodologie d'évaluation des coûts spécifique des cancers. Cependant les données ne sont pas toujours disponibles par localisation. C'est le cas pour les coûts directs dont les données sont disponibles par grande localisation, c'est-à-dire pour les cancers des VADS et de l'appareil respiratoire. Pour évaluer ces coûts nous avons du faire l'hypothèse que le coût direct moyen des cancers du poumon et des mésothéliomes de la plèvre est égal au coût direct moyen des cancers de l'appareil respiratoire et que le coût moyen des cancers naso-sinusiens est identique au coût moyen des cancers des VADS. Cette approximation suppose que tous les cancers regroupés sous le terme « appareil respiratoire » ou « VADS » ont un coût moyen proche. Au sein d'une de ces catégories, si un cancer a un coût moyen bien supérieur aux autres, le coût direct de cette pathologie sera sous-estimé et inversement.

L'évaluation des coûts indirects de morbidité liés au présentéisme est basée sur l'estimation de la baisse de productivité annuelle imputable à un cancer de 8,5 %, issue de l'étude de GOETZEL *et alii* (2004). Les cancers du poumon et les mésothéliomes de la plèvre ont un pronostic très sombre. La baisse de productivité au travail des patients atteints de ces cancers

est certainement plus importante que celle des patients atteints d'autres cancers. L'utilisation de la valeur moyenne de 8,5% conduit sans doute à une sous-estimation du coût social des cancers du poumon et des mésothéliomes de la plèvre d'origine professionnelle.

Nous avons construit un arbre de décision permettant d'estimer la probabilité d'être concernée par chaque catégorie de coût. Cet arbre de décision est basé sur les données issues de l'étude de MALAVOLTI *et alii* (2006) qui s'intéressent à l'évolution de la situation professionnelle de personnes atteintes d'un cancer selon la localisation. Les auteurs fournissent des estimations sur le pourcentage d'entre eux qui deux ans après le diagnostic a perdu ou quitté son emploi ; a repris son activité ; n'a jamais interrompu son activité ; est resté en permanence en emploi ; n'a encore jamais repris son activité. Pour construire notre arbre de décision, nous considérons que les individus qui n'ont jamais repris leur activité au bout de deux ans correspondent à la population de personnes affectées par des absences de longue durée. Nous supposons que ceux qui ont repris leur activité sont affectés par des absences de courte durée. Nous faisons surtout l'hypothèse contestable que les statistiques sur la situation professionnelle sont applicables à l'année. Les coûts dans la sphère marchande sont sans doute sous-estimés car plus la maladie progresse et plus le nombre d'individu en emploi est faible.

Dans notre évaluation, nous ne prenons pas en compte, par manque de données, les coûts pour l'entourage mais surtout les coûts intangibles qui constituent sans doute une part importante du coût social aux vues du nombre élevé de décès attribuables et de la valeur statistique moyenne d'une vie humaine qui a été estimée à 5 millions de dollars (VISCUSI 2008). Le coût social des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés est sous-estimé dans notre analyse puisqu'il n'inclut que les coûts directs et indirects.

Nous avons mis en place une analyse de sensibilité univariée pour tester la sensibilité de nos résultats en termes de coût social à une modification de chacun des paramètres de notre évaluation. Nous n'avons cependant pas mené d'analyse de sensibilité multivariée à cause du nombre important de paramètres incertains. Ceci constitue sans doute une limite de notre travail. Toutefois l'analyse de sensibilité multivariée est davantage pertinente pour les évaluations de type coût-avantage puisqu'elle permet de vérifier si la modification de deux ou plusieurs paramètres influe sur la conclusion du statut coût-avantageux ou pas de la stratégie de santé étudiée. De plus, nous présentons déjà les résultats selon une hypothèse basse, qui correspond aux estimations basses des risques attribuables et à l'utilisation de la méthode des coûts de friction pour valoriser les coûts indirects d'absentéisme dans la sphère

marchande, et une hypothèse haute, basée sur les valeurs hautes de risques attribuables et la mobilisation de la méthode du capital humain.

L'objectif de notre étude est d'évaluer le coût social des cancers attribuables à des facteurs de risque professionnels. Nous nous intéressons donc uniquement à l'impact du facteur de risque sur les cancers. Chaque facteur de risque peut cependant provoquer d'autres maladies qu'un cancer, que nous ne prenons pas en compte ici. Or ces pathologies entraînent elles-aussi des dépenses médicales, des absences au travail, des décès ou de la souffrance. Nos estimations de coût social des cancers selon le facteur de risque sous-estiment donc les coûts qui seraient évités si l'exposition au facteur de risque était supprimée puisque l'apparition des cancers mais aussi d'autres maladies serait évitée.

### **3. Comparaison avec la littérature**

#### **3.1. Les résultats de l'estimation des risques attribuables**

##### *3.1.1. Selon le facteur de risque*

Dans le chapitre 2, nous avons estimé le risque de cancer du poumon, de mésothéliome de la plèvre et de cancer naso-sinusien attribuable aux différents facteurs de risque. Les données concernant les cancers d'origine professionnelle en France sont encore rares. Nous confrontons donc nos résultats aux données, non exhaustives, de risque attribuable estimées en France mais aussi dans les pays de niveau d'industrialisation jugés équivalents. Nos estimations de risques attribuables pour le mésothéliome de la plèvre sont issues de la littérature et ne sont donc pas discutés ici.

Nous évaluons le risque de cancer du poumon attribuable à une exposition à l'amiante à 15,17% pour les hommes et à 1,78% pour les femmes. Ce même risque attribuable a été estimé récemment en France à 4,2% pour les hommes et 2,9% pour les femmes (AUTIER *et alii* 2007). Cette estimation semble cependant basse au vue des estimations en France de 12% chez les hommes de plus de 55 ans (IMBERNON 2003), en Europe du Nord de 10 à 20% pour les hommes (ALBIN *et alii* 1999) et en Finlande de 14% pour les hommes et de 0,6% pour les femmes (NURMINEN et KARJALAINEN 2001). L'estimation de l'étude d'AUTIER *et alii* (2007) est basée sur une prévalence d'exposition « vie entière » de 9,1% pour les hommes issue de l'étude d'IWATSUBO *et alii* (1998) alors que nous utilisons une prévalence d'exposition « vie entière » de 26,7% issue de l'enquête Matgéné. Notre estimation de risque de cancer du poumon attribuable à l'amiante mobilise un risque relatif de 1,63 (MAHJUB et SADRI 2006) contre 1,48 (GOODMAN *et alii* 1999) pour l'étude d'AUTIER *et alii* (2007).

Le risque de cancer du poumon attribuable à une exposition des peintres est estimé à 0,6% pour les hommes en France (AUTIER *et alii* 2007). Dans le cadre de notre évaluation, nous estimons ce risque entre 0,01 et 0,06% pour les femmes et entre 0,29 et 0,75% pour les hommes. Les données de risque relatif utilisées dans notre évaluation sont comprises entre 1,22 et 2,04 (GUHA *et alii* 2009) contre 1,29 (CIRC 1989) pour l'étude d'AUTIER *et alii* (2007). La prévalence d'exposition « vie entière » des peintres estimée à 1,32% pour les hommes et 0,06% pour les femmes à partir des données DADS explique sans doute la faible estimation de risque attribuable. L'étude d'AUTIER *et alii* (2007) mobilise une prévalence d'exposition « vie entière » de 2% basée sur les travaux de BERRINO *et alii* (2003).

Nous estimons le risque de cancer du poumon attribuable à une exposition aux fumées d'échappement des moteurs diesel entre 6,48 et 8,98% pour les hommes et entre 0,39 et 0,56% pour les femmes. Notre évaluation aboutit à des valeurs plus élevées que dans la littérature puisqu'en Finlande, ce risque a été estimé à 2,5% pour les hommes et 0,1% pour les femmes (NURMINEN et KARJALAINEN 2001). Le risque relatif utilisé dans l'étude de NURMINEN et KARJALAINEN (2001) est de 1,43 (BRUSKE-HOHLFELD *et alii* 2000) alors que notre estimation est basée sur un risque relatif de 1,33 (BHATIA *et alii* 1998) à 1,47 (LIPSETT et CAMPLEMAN 1999). La différence d'évaluation du risque de cancer du poumon attribuable à l'exposition aux fumées d'échappement des moteurs diesel s'explique donc davantage par les données de prévalence d'exposition. Nous estimons une prévalence d'exposition « vie entière » à partir des données de l'enquête SUMER 2003 alors que l'étude de NURMINEN et KARJALAINEN (2001) mobilise la matrice emploi-exposition FINJEM. Les écarts peuvent s'expliquer par une exposition des travailleurs aux fumées d'échappement des moteurs diesel différente entre la France et la Finlande ou encore par la différence entre les périodes sur lesquelles sont évaluées ces expositions. L'enquête SUMER mesure l'exposition des salariés en 2003 alors que la matrice FINJEM a permis la collecte de données entre 1960 et 1994.

Le risque de cancer du poumon attribuable à la silice cristalline que nous estimons entre 3,32 et 6,15% pour les hommes et entre 0,16 et 0,31% pour les femmes est également plus élevé que dans la littérature. Ce risque est estimé à 0,5% pour les hommes et 0,07% pour les femmes (AUTIER *et alii* 2007) en France et à 2,7% pour les hommes et 0,2% pour les femmes en Finlande (NURMINEN et KARJALAINEN 2001). La différence entre notre estimation et celle de l'étude d'AUTIER *et alii* (2007) s'explique à la fois dans les données de risque relatif et de prévalence d'exposition mobilisées. Nous utilisons un risque relatif compris entre 1,22 (LACASSE *et alii* 2009) et 1,42 (KURIHARA et WADA 2004), et une valeur de prévalence d'exposition « vie entière » de 15,60% pour les hommes et 0,75% pour les femmes issues de

l'enquête Matgéné. L'étude d'AUTIER *et alii* (2007) utilise un risque relatif de 1,20 (STEENLAND *et alii* 2001) et estime une prévalence d'exposition « vie entière » à partir de l'enquête SUMER 94 de 2,35% pour les hommes et 0,37% pour les femmes. Les différences entre notre estimation et celle de NURMINEN et KARJALAINEN (2001) s'expliquent une fois encore par les prévalences d'exposition puisque les auteurs retiennent un risque relatif de 1,41 (BRUSKE-HOHLFELD *et alii* 2000) cohérent avec notre évaluation.

Nos estimations comprises entre 9,75 à 23,85% pour les hommes et entre 0,15 et 0,54% pour les femmes pour le risque de cancer naso-sinusien attribuable à une exposition aux poussières de bois semblent bien inférieures aux données de la littérature pour la France. Si en Finlande, ce même risque a été estimé à 15,7% chez les hommes et 2,4% chez les femmes (NURMINEN et KARJALAINEN 2001), il a été évalué en France à 19,2% pour les femmes (AUTIER *et alii* 2007) et à 45% pour les hommes (IMBERNON 2003). Les valeurs supérieures en France par rapport aux autres pays s'expliquent par l'utilisation de plus de bois dur dans l'industrie de transformation du bois, notamment pour la fabrication de meubles.

Nous estimons le risque de cancer naso-sinusien attribuable à une exposition aux poussières de cuir à 1,98% pour les hommes et à 7,15% pour les femmes. Ce risque attribuable est estimé à 2,8% pour les hommes et 4,4% pour les femmes (NURMINEN et KARJALAINEN 2001) en Finlande et à 2,4% pour les hommes et 4,4% pour les femmes en France (AUTIER *et alii* 2007). Ces deux études utilisent les mêmes données de risque relatif que dans notre évaluation. Les différences s'expliquent donc uniquement par les prévalences d'exposition « vie entière ». L'étude d'AUTIER *et alii* (2007) utilise une valeur de 2,7% pour les hommes et pour les femmes issues de l'étude de BERRINO *et alii* (2003).

### 3.1.2. Selon le cancer

La littérature fournit également des estimations globales de risque de cancer attribuable aux expositions professionnelles. Nous confrontons donc nos résultats de risque attribuable à l'ensemble des facteurs de risque pour le cancer du poumon et le cancer naso-sinusien aux estimations issues de la littérature. Il faut être prudent lors des comparaisons puisque les études ne prennent pas systématiquement en compte sous le terme « expositions professionnelles » les mêmes facteurs de risque.

Selon nos estimations, les facteurs de risque professionnels seraient à l'origine de 20,28 à 24,89% des nouveaux cas de cancers du poumon. Il existe d'importantes disparités selon le genre puisque la part des cancers du poumon imputables à une exposition

professionnelle est estimée entre 2,35 à 2,72% pour les femmes et entre 25,26 et 31,05% pour les hommes. Aux Etats-Unis le risque de cancer du poumon attribuable à des expositions professionnelles a été estimé entre 10 et 15% pour les hommes et 5% pour les femmes (DOLL et PETO 1981), et plus récemment à 9% pour les hommes et 3% pour les femmes (STEENLAND *et alii* 1996). Ce risque attribuable a été évalué à 18% pour les hommes dans l'ensemble des pays nordiques (DREYER *et alii* 1997) et à 29% pour les hommes et 5,3% pour les femmes en Finlande uniquement (NURMINEN et KARJALAINEN 2001).

Nous estimons le risque de cancer naso-sinusien attribuable aux expositions professionnelles entre 10,11 à 18,79%. Le risque est compris entre 11,76 et 25,88% pour les hommes et 7,55 et 7,85% pour les femmes. En Europe, le risque de cancer naso-sinusien attribuable aux facteurs de risque professionnels est estimé à 39% pour les hommes et 11% pour les femmes (MANNETJE *et alii* 1999) et à 24% pour les hommes et 6,7% pour les femmes en Finlande (NURMINEN et KARJALAINEN 2001).

### **3.2. Les résultats de l'estimation des coûts**

Il n'existe pas, à notre connaissance, de données sur le coût social des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et aux poussières de cuir en France permettant de comparer nos résultats finaux. Il est possible cependant de confronter certains résultats intermédiaires en termes de coûts avec la littérature.

Nous évaluons le coût hospitalier annuel moyen à 23 730 euros pour le cancer du poumon et le mésothéliome de la plèvre, et à 24 804 euros pour le cancer naso-sinusien. Le coût hospitalier moyen a été estimé sur 18 mois pour le cancer du poumon entre 20 691 et 31 833 dollars selon le type histologique du cancer en France (CHOUAÏD *et alii* 2004) et à 22 006 euros sur 12 mois (VERGNENÈGRE *et alii* 2004) en 1999. Les dépenses annuelles moyennes pour un cancer du poumon, des bronches ou de la trachée reconnu en affection de longue durée sont estimées à 17 491 euros en 2003 (WEILL *et alii* 2005).

Nos estimations de coût hospitalier annuel moyen sont du même ordre de grandeur que les estimations issues de la littérature qui ne prennent généralement en compte que le coût des séjours hospitaliers et pas le coût des MIGAC ou encore des molécules onéreuses.

Pour l'évaluation des coûts indirects, les méthodes du capital humain et des coûts de friction sont fréquemment comparées. Les coûts indirects estimés selon la méthode du capital

humain sont généralement supérieurs à ceux estimés par la méthode des coûts de friction. Selon le type de coût estimé et la méthodologie employée, les coûts peuvent par exemple être 3 fois (TARRICONE 2006) ou 69 supérieurs pour l'approche par le capital humain (GOEREE *et alii* 1999).

Dans notre évaluation, les coûts indirects de morbidité pour les absences de courte durée sont 1,25 fois supérieurs selon la méthode du capital humain par rapport à la méthode des coûts de friction. Nous supposons que le nombre moyen de jours d'arrêt de travail par an est égal à la période de friction. Le faible écart de résultat s'explique donc par le fait que la seule différence entre les deux approches réside pour les absences de courte durée dans l'hypothèse d'une perte de production de seulement 80% selon l'approche par les coûts de friction.

Pour les absences de longue durée selon l'approche par la prévalence, l'estimation des coûts est 4 fois supérieure pour la méthode du capital humain. Selon l'approche par l'incidence ce chiffre diffère selon le cancer. Pour le mésothéliome de la plèvre, le cancer du poumon et le cancer naso-sinusien, les coûts indirects de morbidité pour une absence de longue durée estimés par la méthode du capital humain sont respectivement 6,9 fois, 8,4 fois et 15,15 fois supérieurs aux coûts estimés selon la méthode des coûts de friction. Les différences obtenues entre l'estimation issue de la méthode du capital humain et celle issue des coûts de friction sont donc cohérentes avec la littérature.

#### **4. Evolution du coût social de 2010 à 2030**

La base de données Globocan gérée par le CIRC fournit des estimations des nouveaux cas incidents pour certains cancers dont le cancer du poumon selon le pays pour les années 2015, 2020, 2025 et 2030 (cf annexe 3). Pour la France, ces estimations, basées principalement sur des données de l'InVS, peuvent être mobilisées dans le cadre de notre évaluation pour estimer l'évolution du coût social des cancers du poumon imputables aux facteurs de risque étudiés jusqu'en 2030. La base de données Globocan ne fournit pas de données en termes de prévalence, nous mobilisons donc uniquement l'approche par l'incidence. Il n'existe pas d'estimation de prévalence d'exposition future. Il nous faut donc faire l'hypothèse que la prévalence d'exposition « vie entière » aux facteurs de risque n'évolue pas au cours du temps.

Pour les années 2015, 2020, 2025 et 2030, nous estimons donc les nombres de cas incidents de cancer du poumon attribuables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, aux peintres et à la silice cristalline en appliquant nos estimations basses et

hautes de risques attribuables aux nombres de cas incidents de cancer du poumon issus de la base de données Globocan (cf tableau 68).

Pour l'année 2030, le nombre de nouveaux cas de cancer du poumon attribuables aux facteurs de risque étudiés est estimé entre 8 531 et 10 469 dont 5 161 imputables uniquement à l'amiante.

Tableau 68 : Estimation du nombre de cas incidents de cancer du poumon attribuable à chaque facteur de risque de 2015 à 2030

Facteur de risque	Sexe	Nombre de cas incidents			
		2015	2020	2025	2030
Amiante	Femme	159	168	174	179
	Homme	4146	4 480	4 757	4 982
	<b>Ensemble</b>	<b>4306</b>	<b>4 648</b>	<b>4 931</b>	<b>5 161</b>
Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	35-50	37-53	39-55	40-57
	Homme	1 771-2 455	1 913-2 652	2 032-2 816	2 128-2 949
	<b>Ensemble</b>	<b>1 806-2 505</b>	<b>1 951-2 705</b>	<b>2 070-2 871</b>	<b>2 168-3 006</b>
Peintres	Femme	40 695	40 695	40695	40 695
	Homme	79-204	85-220	91-234	95-245
	<b>Ensemble</b>	<b>80-210</b>	<b>87-226</b>	<b>92-240</b>	<b>96-251</b>
Silice cristalline	Femme	15-28	16-30	16-31	17-32
	Homme	907-1 680	980-1 815	1 040-1 928	1 089-2 019
	<b>Ensemble</b>	<b>921-1 708</b>	<b>995-1 845</b>	<b>1 056-1 958</b>	<b>1 106-2 051</b>
<b>Total cancer du poumon</b>		<b>7 113-8 728</b>	<b>7 681-9 425</b>	<b>8 150-10 001</b>	<b>8 531-10 469</b>

Les résultats de nombres de cas incidents sont utilisées dans l'équation 2 d'évaluation des coûts (cf chapitre 4) pour estimer le coût direct et dans les équations 4, 6, 6', 10 et 8 pour évaluer les coûts indirects de morbidité liés à l'absentéisme et au présentéisme dans les sphères marchande et non marchande des cancers du poumon imputables à l'amiante, aux fumées d'échappements des moteurs diesel, aux peintres et à la silice cristalline. A partir des taux de décès présentés dans le chapitre 4, nous estimons le nombre de décès sur 6 années parmi les nouveaux cas de cancers du poumon diagnostiqués en 2015, 2020, 2025 et 2030. Ces données, utilisées dans les équations 11, 12 et 13 nous permettent d'estimer les coûts de mortalité des cancers du poumon dans les sphères marchande et non marchande. Nous additionnons ensuite les coûts direct et indirect pour estimer l'évolution du coût social des cancers du poumon imputables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, aux peintres et à la silice cristalline de 2015 à 2030 (cf tableau 69).

Tableau 69 : Evolution du coût social des cancers du poumon attribuables à des facteurs de risque professionnels de 2015 à 2030 en milliers d'euros.

Facteur de risque	Type de coût		Coût (milliers d'euros)							
			2015		2020		2025		2030	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
Amiante	Direct		295 198	295 198	318 718	318 718	338 123	338 123	353 895	353 895
	Indirect	Morbidité	93 199	135 164	100 624	145 933	106 751	154 819	111 730	162 040
		Mortalité	307 275	307 275	331 645	331 645	351 708	351 708	368 017	368 017
	Coût social		<b>695 672</b>	<b>737 637</b>	<b>750 987</b>	<b>796 296</b>	<b>796 582</b>	<b>844 649</b>	<b>833 642</b>	<b>883 951</b>
Fumées d'échappement des moteurs diesel	Direct		123 839	171 770	133 713	185 484	142 010	196 867	148 662	206 124
	Indirect	Morbidité	39 098	78 649	42 215	84 929	44 835	90 141	46 935	94 379
		Mortalité	127 933	177 494	138 110	191 635	146 671	203 356	153 515	212 901
	Coût social		<b>290 871</b>	<b>427 913</b>	<b>314 039</b>	<b>462 048</b>	<b>333 516</b>	<b>490 364</b>	<b>349 112</b>	<b>513 404</b>
Peintres	Direct		5 486	14 400	5 897	15 497	6 309	16 457	6 583	17 211
	Indirect	Morbidité	1 732	6 593	1 862	7 096	1 992	7 535	2 078	7 881
		Mortalité	5 650	14 935	6 072	16 059	6 493	17 042	6 774	17 815
	Coût social		<b>12 868</b>	<b>35 928</b>	<b>13 831</b>	<b>38 652</b>	<b>14 793</b>	<b>41 035</b>	<b>15 435</b>	<b>42 907</b>
Silice cristalline	Direct		63 222	117 119	68 297	126 513	72 411	134 330	75 839	140 639
	Indirect	Morbidité	19 960	53 626	21 562	57 927	22 861	61 507	23 944	64 395
		Mortalité	65 225	120 835	70 453	130 520	74 668	138 558	78 211	145 051
	Coût social		<b>148 407</b>	<b>291 580</b>	<b>160 312</b>	<b>314 960</b>	<b>169 940</b>	<b>334 395</b>	<b>177 994</b>	<b>350 085</b>
Coût social pour le cancer du poumon			<b>1 147 817</b>	<b>1 493 059</b>	<b>1 239 168</b>	<b>1 611 956</b>	<b>1 314 831</b>	<b>1 710 444</b>	<b>1 376 183</b>	<b>1 790 348</b>

Le coût social des cancers du poumon imputables à l'amiante est estimé entre 834 à 884 millions d'euros en 2030. L'augmentation du nombre de cas incidents de cancer du poumon entre 2010 et 2030 a donc fait progresser le coût social des cancers du poumon imputables à l'amiante d'environ 22,30 % entre 2010 et 2030.

Le coût social atteint entre 349 et 513 millions d'euros pour les cancers du poumon attribuables à une exposition aux fumées d'échappement des moteurs diesel et entre 178 et 350 millions d'euros pour la silice cristalline en 2030. Le coût social des cancers du poumon imputables aux facteurs de risque étudiés a augmenté de près de 22,22 % entre 2010 et 2030 pour atteindre entre 1 376 et 1 790 millions d'euros en 2030.

## **5. Le degré de transférabilité de l'évaluation**

Les données épidémiologiques mais surtout en termes de coût sont rares pour les cancers d'origine professionnelle. Notre évaluation a été menée avec le souci permanent de la rendre, partiellement ou totalement, réutilisable dans un autre contexte ou un autre pays. Pour cela, nous avons, autant que possible, détaillés à la fois les données et méthodes employées mais aussi les résultats obtenus. La mobilisation des approches par l'incidence et par la prévalence permet de répondre à des objectifs différents comme la mise en évidence de l'impact économique d'un facteur de risque à un moment donné mais aussi l'estimation du coût potentiellement évité par son éradication. Lorsque le doute subsistait sur la méthode à employer, nous avons décidé de mener de front plusieurs analyses. Ainsi les coûts indirects de morbidité dans la sphère marchande ont été évalués selon les approches des coûts de friction et du capital humain. Enfin, l'analyse de sensibilité doit permettre à un potentiel utilisateur de notre évaluation de connaître l'impact des choix méthodologiques et de retenir par exemple un taux d'actualisation en conséquence.

Les résultats de notre étude sont transférables si les utilisateurs potentiels peuvent déterminer s'ils s'appliquent à leur contexte et peuvent, si nécessaire, être adaptés. Il nous faut donc désormais expliciter les données et méthodes qui sont spécifiques aux facteurs de risque étudiés ou à la France, pour indiquer à un utilisateur potentiel les adaptations à réaliser pour évaluer les coûts d'autres facteurs de risque ou les coûts dans un autre pays.

Au niveau épidémiologique, nous avons synthétisé les données de risque relatif disponibles pour l'amiante, les fumées d'échappement des moteurs diesel, la silice cristalline, les peintres, les poussières de bois et de cuir. L'exposition à un facteur de risque est spécifique au pays puisqu'elle dépend notamment de l'histoire du pays et de sa législation. Pour ces facteurs de

risque les résultats de risques attribuables sont donc transférables à un autre pays de niveau d'industrialisation jugé équivalent à condition de disposer de données de prévalence d'exposition « vie entière ».

L'évaluation des coûts directs pour un autre facteur de risque du cancer du poumon ou du cancer naso-sinusien à partir de notre étude est envisageable en France. Cependant notre méthode d'évaluation des coûts directs est basée sur un algorithme d'extraction des séjours relatifs à un cancer (BORELLA *et alii* 2000 et 2002a) adapté au PMSI ne permet pas de transférer les résultats de coûts directs à d'autres pays.

Les coûts indirects peuvent être estimés selon notre méthodologie pour d'autres facteurs de risque du cancer du poumon ou du cancer naso-sinusien en France. L'évaluation est également transférable à un autre pays à condition d'adapter les données. La valorisation des pertes de production marchandes mobilise les données du PIB et de la population active du pays. Dans la sphère non marchande, le nombre moyen d'heures de travail domestique par jour ainsi que le salaire minimum horaire sont nécessaires. L'évaluation des coûts de mortalité est basée sur l'espérance de vie, l'âge moyen de départ à la retraite et la répartition des décès par tranche d'âge spécifique au pays. Les données de taux de survie, de taux de croissance annuel moyen mais aussi l'estimation des probabilités d'être concerné par chaque évènement doivent également être adaptées au pays.

L'utilisation de notre évaluation pour estimer le coût social d'un autre facteur de risque des cancers du poumon et du cancer naso-sinusien en France nécessite donc uniquement des données de risque relatif et de prévalence d'exposition « vie entière ». Le transfert de cette étude à un autre pays est envisageable pour les coûts indirects mais nécessite de disposer d'un grand nombre de données.

## Conclusion du chapitre 6

Nous avons développé une méthodologie d'évaluation permettant de surmonter le problème d'invisibilité des cas de cancers d'origine professionnelle et d'estimer les nombres de cas (incidents, prévalents et de décès) de cancers du poumon, de cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, à la silice cristalline, aux peintres, aux poussières de bois et de cuir. En comparant nos estimations avec les données de reconnaissance en maladies professionnelles, nous montrons qu'au moins 77% des nouveaux cas de cancers professionnels n'auraient pas été reconnus par le système en 2010.

A partir des enseignements tirés de l'analyse de la méthode COI, nous avons développé une méthodologie d'évaluation permettant d'estimer le coût social des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés. Ce travail s'est cependant heurté à des difficultés. La rareté des données concernant les cancers naso-sinusiens nous a poussés à faire plusieurs hypothèses qui conduisent sans doute à sous-estimer le coût social de ces cancers imputables aux poussières de bois et de cuir.

Le coût social des nouveaux cas de cancers du poumon diagnostiqués en 2010 et imputables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, aux peintres et à la silice cristalline est estimé entre 1 126 à 1 465 millions d'euros. Les estimations de nombres de cas incidents de cancers du poumon issues de la base de données Globocan nous permettent d'estimer l'évolution de ce coût et de montrer qu'il pourrait dépasser les 1 790 millions d'euros en 2030.

Les analyses de sensibilité et de la transférabilité de nos résultats permettent de tirer des enseignements pour une éventuelle réutilisation de notre méthodologie d'évaluation.

L'analyse de sensibilité a montré que nos résultats en termes de coût social sont fortement influencés par la valeur du taux d'actualisation retenue. Le passage d'un taux d'actualisation de 5 à 0% fait augmenter le coût social des cancers du poumon imputables à l'amiante d'environ 23,10 à 25,60 %. L'actualisation des coûts est donc primordiale. Nos résultats dépendent également fortement de la méthode d'estimation des prévalences d'exposition « vie entière ». La mise en place de programmes fournissant des estimations de prévalence d'exposition « vie entière » tels que Matgéné est essentielle à la précision de l'estimation des risques attribuables et par conséquent du coût social des cancers imputables à un facteur de risque professionnels.

Nos résultats sont transférables à d'autres facteurs de risque, des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre. Sous condition de disponibilité des données, il est envisageable de transférer les résultats de coûts indirects à un autre pays. La méthodologie d'évaluation des coûts directs, basée sur le PMSI, est quant à elle spécifique du système de santé français. Ces résultats ne sont donc pas transférables à un autre pays.

## **CONCLUSION GÉNÉRALE**

La sous-réparation des cancers professionnels par le système ATMP entraîne une invisibilité des cas qu'il est nécessaire de surmonter pour évaluer le coût social de ces cancers. Ce problème majeur nécessite de faire appel à des notions et outils épidémiologiques pour répondre à deux questions. Quels facteurs de risque sont à l'origine des cancers des voies respiratoires ? Combien de cas de cancer sont imputables à chacun de ces facteurs ?

Nous avons inclus dans notre analyse tous les facteurs de risque pour lesquels il existe un tableau de reconnaissance en maladie professionnelle mais aussi les facteurs dont la cancérogénicité est avérée ou probable pour l'homme selon le CIRC. Après quelques regroupements et l'exclusion des facteurs dont l'impact est jugé négligeable ou pour lesquels les données de base ne sont pas disponibles, nous retenons 24 facteurs de risque des cancers des voies respiratoires dans notre analyse. Cette sélection des facteurs de risque est une étape nécessaire pour contourner le problème de sous-reconnaissance des cancers professionnels par l'Assurance Maladie. Nous pouvons ainsi prendre en compte les facteurs de risque pour lesquels il n'existe pas de tableau de maladies professionnelles.

La méthode des risques attribuables permet d'estimer le nombre de cas de cancer attribuables à un facteur de risque et ainsi de surmonter le problème de sous-déclaration des cancers professionnels. Elle nécessite des données de prévalence d'exposition « vie entière », de risque relatif mais aussi de nombre total de cas incidents, prévalents et de décès de la pathologie dans la population. Une revue de la littérature des méta-analyses a été mise en place pour obtenir les données de risque relatif. Les données de prévalence d'exposition « vie entière » à chaque facteur de risque sont issues du programme Matgéné développé par l'InVS ou, à défaut, sont estimées à partir des données de prévalence instantanée de l'enquête SUMER. Toutefois, nous montrons que les résultats sont très sensibles au facteur multiplicatif retenu pour passer d'une prévalence d'exposition « instantanée » à une prévalence d'exposition « vie entière ». Le développement de programme d'évaluation des expositions « vie entière » tel que Matgéné est essentiel à la précision de l'estimation des risques attribuables et par conséquent du coût social des cancers imputables à un facteur de risque professionnel.

Une approche pluridisciplinaire est donc indispensable à l'évaluation du coût social des cancers d'origine professionnelle. La méthode des risques attribuables constitue un outil épidémiologique nécessaire à l'estimation de l'impact sanitaire du facteur de risque dans la population. De la qualité et de la disponibilité des données épidémiologiques dépend grandement la qualité des résultats de l'évaluation. Les données sont nécessaires dès la

délimitation du champ de l'analyse à travers la sélection des facteurs de risque à prendre en compte. La possibilité même d'évaluer le coût social de cancers imputables à une exposition professionnelle est conditionnée par l'existence de données principalement de risque relatif et de prévalence d'exposition « vie entière ».

La seconde étape de l'évaluation a consisté à estimer le coût que représentent les cancers du poumon, les cancers naso-sinusiens et les mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés pour la société en 2010. L'estimation du coût social d'une pathologie fait appel à la méthode COI. Nous montrons que cette approche constitue un outil essentiel d'aide à la prise de décision mais se heurte à des difficultés méthodologiques.

L'approche COI présente l'avantage de prendre en compte, outre les coûts directs, les coûts indirects et les coûts intangibles. Ces derniers sont pourtant dans les faits rarement évalués dans les études COI. Pour expliquer cela, les difficultés méthodologiques liées à leur évaluation sont évoquées. La méthode de la disposition à payer est un outil fréquemment utilisé pour évaluer les coûts intangibles en économie de la santé mais qui présente des risques importants de double compte et donc de surestimation des résultats lorsqu'elle est mobilisée dans une étude COI. De plus, l'origine professionnelle d'un cancer suppose que les choix d'un ou plusieurs acteurs ont abouti à l'exposition du salarié et donc indirectement à l'apparition de la maladie. Un sentiment d'injustice peut alors s'ajouter à la souffrance et à la peine et accroître la somme que les individus sont disposés à dépenser pour faire disparaître cette peine. Nous pensons qu'il est nécessaire de mettre en place une évaluation de la DAP spécifique pour les patients atteints d'un cancer professionnel. Il convient de s'assurer que les patients valorisent uniquement la peine et la souffrance et non d'autres aspects comme la prise en charge du cancer.

Pour certaines catégories de coûts, il n'existe pas de consensus sur la méthode de valorisation à utiliser. Ainsi les approches du capital humain et des coûts de friction peuvent être mobilisées pour estimer les coûts indirects d'absentéisme. Les coûts indirects dans la sphère non marchande peuvent être valorisés selon les approches du coût d'opportunité et du coût de remplacement. Pour améliorer la transférabilité des évaluations économiques en santé il est nécessaire de mobiliser les méthodes d'évaluation couramment utilisées dans la littérature. Nous montrons que ni la méthode du capital humain, ni celle des coûts de friction n'est pleinement satisfaisante. La méthode du capital humain présente cependant l'avantage d'être largement répandue, elle favorise donc la comparabilité et la transférabilité des résultats. Nous préconisons cependant, lorsque les données sont disponibles, de mener l'évaluation des coûts

selon les deux approches. Pour les coûts indirects dans la sphère non marchande, nous avons privilégié l'approche du coût de remplacement car elle aboutit à des estimations plus faibles et limite donc les risques de surestimation des coûts. L'approximation du salaire pour les différentes tâches domestiques par le SMIC facilite sa mise en place.

La méthode COI peut donc être améliorée pour prendre en compte les coûts intangibles. La valorisation des coûts doit être standardisée pour augmenter la lisibilité de la méthode mais aussi la comparabilité et la transférabilité des résultats. Nous montrons cependant que la variabilité des résultats ne s'explique pas seulement par des problèmes méthodologiques mais également par des différences dans les coûts indirects pris en compte et dans la méthodologie employée qui traduisent la nécessité d'adapter la méthode à l'objet et à l'objectif de l'étude.

Les estimations disponibles de coûts directs des cancers sont, pour la plupart, basées sur les données de reconnaissance en ALD ou sur les comptes nationaux de la santé. La principale difficulté de l'évaluation de ces coûts réside dans la détermination parmi les dépenses de santé d'un patient de celles qui relèvent effectivement de la prise en charge du cancer. Si on ne prend en compte que les dépenses liées avec certitude à la prise en charge du cancer, les coûts sont sous-estimés. Au contraire, l'inclusion de toutes les dépenses du patient qu'elles soient liées à sa prise en charge ou pas conduit à une surestimation des coûts. Les différences dans les résultats d'évaluation du coût direct hospitalier des cancers se fait essentiellement sur ce point. Notre évaluation des coûts directs est basée sur le travail pionnier de BORELLA *et alii* (2000 et 2002a). Les auteurs ont créé un algorithme pour extraire de la base PMSI les séjours relatifs à un cancer. L'originalité de ce travail réside dans la détection et l'exclusion des faux positifs, c'est-à-dire des séjours avec un diagnostic associé de cancer mais qui ne sont pas imputables au cancer. L'algorithme permet donc d'extraire uniquement les séjours en lien avec un cancer. Nous montrons que ce travail peut servir de base à l'évaluation du coût des cancers professionnels. L'algorithme peut sans doute être encore amélioré pour obtenir des données par localisation de cancer plus précises et devenir un outil essentiel en économie de la santé.

La définition des coûts indirects contribue au flou qui entoure parfois les études COI. Il existe plusieurs façons de catégoriser ces coûts qui peuvent être de morbidité ou de mortalité, d'absentéisme ou de présentéisme, affecter les sphères marchande ou non marchande. Pourtant les coûts indirects sont fréquemment restreints aux pertes de production liées à une absence au travail causée par un décès ou par l'état morbide du patient. Cette définition ne

prend pas en compte tous les types de coûts indirects et n'est donc pas satisfaisante. Nous avons développé une typologie des coûts qui tient compte des aspects marchand et non marchand, des coûts de mortalité et de morbidité mais aussi des coûts d'absentéisme et de présentéisme. Nous définissons ainsi les coûts indirects comme les pertes de production marchandes et non marchandes, liées à une diminution ou une absence de productivité causées par le décès ou l'état de santé de l'individu. Si en théorie tous les coûts doivent être pris en compte lorsqu'on adopte le point de vue de la société, nous pensons que dans les faits, la méthode COI s'adapte à l'objet d'étude. Ainsi pour évaluer le coût social de la migraine, il ne sera pas forcément pertinent de prendre en compte les coûts indirects de mortalité. Le problème ne réside donc pas tant dans les coûts pris en compte que dans la définition précise des coûts inclus ou pas dans l'analyse. L'apparent manque de standardisation de l'approche COI s'explique en partie par le fait que derrière le terme de « coût indirect » nous n'évaluons pas systématiquement les mêmes coûts.

Pour l'évaluation des coûts indirects, un des principaux apports de notre travail réside dans la création de l'arbre de décision permettant d'estimer la probabilité des individus d'être concerné par chaque catégorie de coût. Cet arbre de décision est basé sur des données spécifiques des cancers. Il affine la précision de l'évaluation puisque nous pouvons déterminer parmi les cas de cancers estimés (incidents, prévalents et de décès) ceux qui sont inactifs, actifs en emploi ou actifs sans emploi. L'arbre de décision fournit également des informations sur la façon dont le cancer affecte la situation professionnelle des individus et nous permet d'estimer le nombre de patients qui sont sujets à des absences de courte durée ou de longue durée, à une baisse de productivité au travail ou encore qui ne pourront pas réaliser des activités domestiques. Notre travail peut sans doute être amélioré mais nous pensons cependant que ce type d'outil est essentiel dans l'évaluation des coûts indirects. L'impact d'un cancer sur la situation professionnelle n'est pas toujours le même. Dans ce contexte, la méthode doit être adaptée à l'objet d'étude afin de considérer toutes les conséquences de la maladie. Un arbre de décision comme celui que nous présentons facilite la prise en compte des différents types de coûts indirects sans pour autant les surestimer.

Une des caractéristiques majeures des évaluations COI est la distinction entre une approche par l'incidence et une approche par la prévalence. Cette distinction est conditionnée par l'objet et surtout par l'objectif de l'étude. Selon l'approche par l'incidence, les coûts des nouveaux cas diagnostiqués sur une période donnée sont évalués tout au long de leur vie. Selon l'approche par la prévalence, les coûts de l'ensemble des cas sont évalués sur une période donnée. Lorsqu'on s'intéresse à l'évaluation du coût social d'une pathologie

imputable à un facteur de risque dans le cadre de politiques de prévention, l'approche par l'incidence doit être privilégiée. Elle permet en effet d'estimer le coût évité par l'éradication du facteur de risque. Dans le contexte d'invisibilité des cas de cancers professionnels, il est également intéressant de montrer l'impact économique d'un facteur de risque à un moment donné. On mobilisera dans ce cas l'approche par la prévalence. Le choix du type d'approche a une influence majeure sur la méthodologie d'évaluation. Selon l'approche par l'incidence, nous devons tenir compte de la survie d'une année sur l'autre des patients sous peine de sous-estimer fortement les coûts.

Notre recherche est partie du constat que l'économie de la santé a un rôle important à jouer dans la prévention des cancers professionnels. Le manque de données sur le coût de ces cancers nous a amenés à nous interroger sur l'existence en économie de la santé d'outils adaptés à l'évaluation du coût social des cancers imputables à des expositions professionnelles en France. La spécificité du contexte des cancers professionnels a élargi la question et nous a montré qu'une telle évaluation passe nécessairement par l'adoption d'une approche pluridisciplinaire. La méthode Cost Of Illness (COI) se heurte à certains problèmes méthodologiques mais le manque de standardisation apparent de cette approche traduit principalement la nécessité d'adapter la méthode à l'objet ou à l'objectif de l'étude.

Ce travail montre que l'économie de la santé et l'épidémiologie disposent des outils nécessaires à l'estimation du coût social de cancers imputables à des facteurs de risque professionnels en France. Selon l'approche par la prévalence, les cancers du poumon, les cancers naso-sinusiens et les mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés représentent un coût de 986 à 1 248 millions d'euros pour la société française en 2010, dont 618 à 643 millions d'euros pour l'amiante, 233 à 336 millions d'euros pour les fumées d'échappement des moteurs diesel et 119 à 229 millions d'euros pour la silice cristalline. Le coût social des nouveaux cas de cancers du poumon, de cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre diagnostiqués en 2010 et imputables aux facteurs de risque étudiés est estimé entre 1 223 et 1 586 millions d'euros dont 760 à 806 millions d'euros uniquement pour l'amiante, 286 à 420 millions d'euros pour les fumées d'échappement des moteurs diesel et de 146 à 287 millions d'euros pour la silice cristalline. Selon l'approche par l'incidence, nous évaluons le coût social des cancers du poumon imputables à l'amiante, aux fumées d'échappement des moteurs diesel, aux peintres et à la silice cristalline entre 1 126 et 1 465 millions d'euros pour l'année 2010. Selon nos estimations, ce coût pourrait atteindre 1 376 à 1 790 millions d'euros en 2030.

## **BIBLIOGRAPHIE**

AKOBUNDU E., JU J., BLATT L., MULLINS C.D. (2006), « Cost-of-illness studies : a review of current methods », *Pharmacoeconomics*, volume 24, numéro 9, pp. 869-890.

ALBIN M., MAGNANI C., KRSTEV S., RAPITI E., SHEFER I. (1999), « Asbestos and cancer: An overview of current trends in Europe », *Environmental Health Perspectives*, volume 107, supplément 2, pp. 289-298.

AMALRIC F. (2007), *Analyse économique des coûts du cancer en France. Impact sur la qualité de vie, prévention, dépistage, soins, recherche*, Institut National du Cancer, Collection Etudes et Expertises, 143 p.

AOUBA A., EB M., REY G., PAVILLON G., JOUGLA E. (2011), « Données sur la mortalité en France : principales causes de décès en 2008 et évolutions depuis 2000 », *Bulletin Epidémiologique Hebdomadaire*, numéro 22, pp. 249-254.

ARMSTRONG B., HUTCHINSON E., UNWIN J., FLETCHER T. (2004), « Lung Cancer Risk after Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbons: a review and meta-analysis », *Environmental Health Perspectives*, volume 112, numéro 9, pp. 970-978.

ARNAUDO B., FLOURY M.C., GUIGNON N., MAGAUD-CAMUS I., SANDRET N., VINCK L., WALTISPERGER D. (2006), *Les expositions aux risques professionnels, les produits chimiques résultats SUMER 2003*, DARES document d'études numéro 118, 363 p.

ARSLAN M., DELABRE L., DUCAMP S., FEVOTTE J., GARRAS L., LUCE D., ORLOWSKI E., PILORGET C., THURET A. (2006), *Le programme Matgéné, Matrices emplois-expositions en population générale : État d'avancement – septembre 2005*, Département santé travail, Institut de veille sanitaire, Saint Maurice, 63 p.

ATIH (2010), *Les réalisations de la campagne budgétaire 2009*, ATIH - Service Valorisation et Synthèse –Pôle Campagnes Budgétaires et Tarifaires, 146 p.

AUDUREAU E., KARMALY M., DAIGURANDE C., PARIS C., EVREUX E., THIELLY P., PFISTER C. (2007), « Cancer de vessie et origine professionnelle : une analyse descriptive en Haute Normandie en 2003 », *Progrès en Urologie*, numéro 17, pp. 213-218.

AUTIER P., BOFFETTA P., BONIOL M., BOYLE P., FERLAY J., AURENGO A., MASSE R., DE THÉ G, MONIER R, TUBIANA M, VALLERON AJ, HILL C. (2007), *Attributable causes of cancer in France in the year 2000*, Lyon IARC, 177 p.

- BACHAND A., MUNDT K.A., MUNDT D.J., CARLTON L.E. (2010), « Meta-analyses of occupational exposure as a painter and lung and bladder cancer morbidity and mortality 1950-2008 », *Critical Reviews in Toxicology*, volume 40, numéro 2, pp. 101-125.
- BAHU M., COUTROT T., MERMILLIOD C., ROUXEL C. (2009), *Appréhender les interactions entre la santé et la vie professionnelle et leur éventuel décalage temporel, premier bilan d'une enquête innovante : SIP*, Journées de Méthodologie Statistique, INSEE, Paris, 18 p.
- BARBIERI M., DRUMMOND M., WILLKE R., CHANCELLOR J., JOLAIN B., TOWSE A. (2005), « Variability of cost-effectiveness estimates for pharmaceuticals in Western Europe: lessons for inferring generalizability », *Value Health*, volume 8, numéro 1, pp. 10-23.
- BARNAY T., BRIARD K. (2009), « Carrière incomplète et départ en retraite : une estimation de l'incidence de l'état de santé à partir de données individuelles », *Revue Economique*, volume 60, numéro 2, pp. 345-364.
- BAROIN F. (2011), « Changer le regard des français sur le cancer », *Clés Actu*, numéro 247, 2 p.
- BHATIA R., LOPIPERO P., SMITH A.H. (1998), « Diesel Exhaust Exposure and Lung Cancer », *Epidemiology*, volume 9, numéro 1, pp. 84-91.
- BECKER G.S. (1964), *Human Capital. A theoretical and empirical analysis with special reference to education*, University of Chicago Press, 187 p.
- BEHRENS C., HENKE K.D. (1988), « Cost of illness: no aid to decision making? Reply to Shiell et al », *Health Policy*, numéro 10, pp. 137-141.
- BÉJEAN S., SULTAN-TAÏEB H. (2005), « Modelling the economic burden of diseases imputable to stress at work », *European Journal of Health Economics*, volume 6, numéro 1, pp. 16-23.
- BELOT A., GROSCLAUDE P., BOSSARD N., JOUGLA E., BENHAMOU E., DELAFOSSE P., GUIZARD A.V., MOLINIÉ F., DANZON A., BARA S., BOUVIER A.M., TRÉTARRE B., BINDER-FOUCARD F., COLONNA M., DAUBISSE L., HÉDELIN G., LAUNOY G., LE STANG N., MAYNADIÉ M., MONNEREAU A., TROUSSARD X., FAIVRE J., COLLIGNON A., JANORAY I., ARVEUX P., BUEMI A., RAVERDY N., SCHVARTZ C., BOVET M., CHÉRIÉ-CHALLINE L., ESTÈVE J., REMONTET L., VELTEN M. (2008a), *Estimation nationale de l'incidence et de la mortalité par cancer en France entre 1980 et 2005*. Département santé travail, Institut de veille sanitaire, Saint Maurice, 132 p.

BELOT A., GROSCLAUDE P., BOSSARD N., JOUGLA E., BENHAMOU E., DELAFOSSE P., GUIZARD A.V., MOLINIÉ F., DANZON A., BARA S., BOUVIER A.M., TRÉTARRE B., BINDER-FOUCARD F., COLONNA M., DAUBISSE L., HÉDELIN G., LAUNOY G., LE STANG N., MAYNADIÉ M., MONNEREAU A., TROUSSARD X., FAIVRE J., COLLIGNON A., JANORAY I., ARVEUX P., BUEMI A., RAVERDY N., SCHVARTZ C., BOVET M., CHÉRIÉ-CHALLINE L., ESTÈVE J., REMONTET L., VELTEN M. (2008b), « Cancer incidence and mortality in France over the period 1980-2005 », *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique*, numéro 56, pp. 159-175.

BERRINO F., RICHIARDI L., BOFFETTA P., ESTÈVE J., BELLETTI I., RAYMOND L., TROSCHER L., PISANI P., ZUBIRI L., ASCUNCE N., GUBÉRAN E., TUYNS A., TERRACINI B., MERLETTI F. (2003), « Occupation and larynx and hypopharynx cancer: a job-exposure matrix approach in an international case-control study in France, Italy, Spain and Switzerland », *Cancer Causes and Control*, volume 14, numéro 3, pp. 213-223.

BERTO P., TINUPER P., VIAGGI S., THE EPISCREEN GROUP. (2000), « Cost-of-Illness of Epilepsy in Italy », *Pharmacoeconomics*, volume 17, numéro 2, pp. 197-208.

BLOOM B.S., BRUNO D.J., MAMAN D.Y., JAYADEVAPPA R. (2001), « Usefulness of US cost-of-illness studies in healthcare decision making », *Pharmacoeconomics*, volume 19, numéro 2, pp. 207-213.

BORELLA L., FINKEL S., CRAPEAU N., PEUVREL P., SAUVAGE M., PERRIER L., LEPAGE E., VILLEMENOT J., GARRIGUES B. (2002a), « Volume et coût de la prise en charge hospitalière du cancer en France en 1999 », *Bulletin du Cancer*, volume 89, numéro 9, pp. 809-21.

BORELLA L., PARAPONARIS A. (2002b) « Reconstitution macroéconomique des dépenses, suivi micro-économique des coûts du cancer du sein », *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique*, numéro 50, pp. 581-592.

BORELLA L., PEUVREL P., SAUVAGE M., MARANINCHI D., PHILIP T. (2000), « Un essai d'exploitation de la base PMSI nationale pour évaluer le volume et les modes de prise en charge du cancer en secteur hospitalier non lucratif », *Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique*, numéro 48, pp.53-70.

BOSSARD N., ESTÈVE J., REMONTET L., COLONNA M., GROSCLAUDE P., VELTEN M., JOUGLA E., REY G., BELOT A, DANZON A, ROGEL A., UHRY Z., DIXSAUT G., BENHAMOU E. (2010), *Projection de l'incidence et de la mortalité*, Institut de veille sanitaire, Institut national du cancer, Réseau français des registres de cancer, CépiDc Inserm, Hôpitaux de Lyon, 75 p.

BOUFFARTIGUE P., PENDARIES J.R., PEROUMAL F., PERRIN E. (2008), *Enquête sur trois secteurs : la poste, sous-traitance pétrochimique et restauration rapide : le syndicalisme face aux différentes formes de la flexibilité*, Document d'études n°143, DARES, 158 p.

BOULENGER S., NIXON J., DRUMMOND M., ULMANN P., RICE S., DE POUVOURVILLE G. (2005), « Can economic evaluations be made more transferable? », *European Journal of Health Economics*, volume 6, numéro 4, pp. 334-346.

BOULENGER S., ULMANN P. (2003), *Guide méthodologique pour l'évaluation économique des stratégies de santé*, Collège des Economistes de la Santé, 89 p.

BOUYER J., HÉMON D., CORDIER S., DERRIENNIC F., STÜCKER I., STENDEL B., CLAVEL J. (1995), *Epidémiologie – Principes et méthodes quantitatives*, Paris: INSERM, 498 p.

BROUWER W., KOOPMANSCHAP M. (2005), « The friction-Cost method – replacement for Nothing and leisure for free ? », *Pharmacoeconomics*, numéro 2, pp. 105-111.

BROUWER W., RUTTEN F., KOOPMANSCHAP M. (2001) « Costing in economics evaluation », In DRUMMOND M., MCGUIRE A. *Economics evaluation in health care : merging theory with practice*, Oxford University Press, pp. 68-93.

BROUWER W.B., VAN EXEL N.J., KOOPMANSCHAP M.A., RUTTEN F.F. (2002), « Productivity costs before and after absence from work: as important as common? », *Health Policy*, volume 61, numéro 2, pp. 173-187.

BROWN K.G. (1999), « Lung cancer and environmental tobacco smoke: occupational risk to nonsmokers », *Environmental Health Perspectives*, numéro 107, supplement 6, pp. 885-890.

BRUSKE-HOHLFELD I., MUHNER M., POHLABEN H., AHRENS W., BOLM-AUDORFF U., KREIENBROCK L., KREUZER M., JAHN I., WICHMANN H.E., JUCKEL K.H. (2000), « Occupational Lung Cancer Risk for Men in Germany: Results from a Pooled Case-Control Study », *American Journal of Epidemiology*, volume 151, numéro 4, pp. 384-395.

BURTON W.N., CHEN C., CONTI D.J., PRANSKY G., SCHULTZ A.B., EDINGTON D.W. ( 2005), « The association of health risks with on-the-job productivity », *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, volume 47, numéro 8, pp. 769–777.

BURTON W.N., CONTI D.J., CHEN C.Y., SCHULTZ A.B., EDINGTON D.W. (1999), « The role of health risk factors and disease on worker productivity », *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, volume 41, numéro 10, pp. 863–877.

CHAMAK A., FROMAGE C. (2006), *Le capital humain. Comment le développer et l'évaluer*, Editions Liaisons, 202 p.

CHANG S., LONG S.R., KUTIKOVA L., BOWMAN L., FINLEY D., CROWN W.H., BENNETT C.L. (2004), « Estimating the cost of cancer: results on the basis of claims data analyses for cancer patients diagnosed with seven types of cancer during 1999 to 2000 », *Journal of Clinical Oncology*, volume 22, numéro 17, pp. 3524-3530.

CHAPMAN L.S. (2005), « Presenteeism and its Role in Worksite Health Promotion », *American Journal of Health Promotion*, volume 19, numéro 4, pp. 1-14.

CHOUAÏD C., MOLINIER L., COMBESURE C., DAURÈS J.P., HOUSSET B., VERGNENÈGRE A. (2004), « Economics of the clinical management of lung cancer in France: an analysis using a Markov model », *British Journal of Cancer*, volume 90, numéro 2, pp. 397-402.

CIRC (1989), *Some organic solvents, resin monomers and related compounds, pigments and occupational exposures in paint manufacture and painting*, Monographie du Centre International de Recherche sur le Cancer, volume 47, 535 p.

CNAMTS (2008), *Sinistralités des accidents du travail, des accidents de trajet et maladies professionnelles entre 2003 et 2007*, Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés - Paris, Direction des Risques Professionnels, 17 p.

CNAMTS (2011), *Rapport de gestion 2010 : bilan financier et sinistralité*, Caisse nationale de l'assurance maladie des travailleurs salariés - Paris, 108 p.

CNAV (2011), *Les principaux chiffres du Régime général au 31 décembre 2010*, Direction Statistiques et Prospective de la Caisse Nationale D'assurance Vieillesse, 2 p.

COLLINS J.J., BAASE C.M., SHARDA C.E., OZMINKOWSKI R.J., NICHOLSON S., BILLOTTI G.M., TURPIN R.S., OLSON M., BERGER M.L. (2005), « The assessment of chronic health conditions on work performance, absence, and total economic impact for employers », *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, volume 47, numéro 6, pp. 547-557.

COLONNA M., DANZON A., DELAFOSSE P., MITTON N., BARA S., BOUVIER A.M., GANRY O., GUIZARD A.V., LAUNOY G., MOLINIE F., SAULEAU E.A., SCHVARTZ C., VELTEN M., GROSCLAUDE P., TRETARRE B. (2008), « Cancer prevalence in France: time trend, situation in 2002 and extrapolation to 2012 », *European Journal of Cancer*, volume 44, numéro 1, pp. 115-122.

COOPER B.S., RICE D.P. (1976), « The economic cost of illness revisited », *Social Security Bulletin*, volume 39, numéro 2, pp. 21-36.

CURRIE G., KERFOOT K.D., DONALDSON C., MACARTHUR C. (2000), « Are cost of injury useful? », *Injury Prevention*, numéro 6, pp. 175-176.

DAUBAS-LETOURNEUX V. (2008), « Produire des connaissances en santé au travail à l'échelle régionale : le signalement des maladies à caractère professionnel dans les Pays de la Loire », *Revue des Affaires Sociales*, numéro 2-3, pp. 213-235.

DE TERSSAC G., SAINT-MARTIN C., THÉBAULT C. (2008), *La précarité : une relation entre travail, organisation et santé*, Toulouse, Octares, 246 p.

DEBRAND T., LENGAGNE P. (2008), *Working conditions and health of European older workers*, Paris, IRDES, 23 p.

DELABRE L., PILORGET C., GARRAS L., FEVOTTE J. (2010), *Éléments techniques sur l'exposition professionnelle aux poussières alvéolaires de silice cristalline libre. Présentation d'une matrice emplois-expositions aux poussières alvéolaires de silice cristalline libre*, Département santé travail, Institut de veille sanitaire, Saint Maurice, 15 p.

DEMERS P. A., KOGEVINAS M., BOFFETTA P., LECLERC A., LUCE D., GERIN M., BATTISTA G., BELLI S., BOLM-AUDORF U., BRINTON L. A., COLIN D., COMBA P., HARDELL L., HAYES R. B., MAGNANI C., MERLER E., MORCET J.-F., PRESTON-MARTIN S., MATOS E., RODELLA S., VAUGHAN T. L., WEI ZHENG, VAINIO H. (1995), « Wood dust and sino-nasal cancer Pooled reanalysis of twelve case-control studies », *American Journal of Industrial Medicine*, volume 28, numéro 2, pp. 151-166.

DIONNE G., LEBEAU M. (2010), *Le calcul de la valeur statistique d'une vie humaine*, Centre Interuniversitaire de Recherche sur les Réseaux d'Entreprise, la Logistique et le Transport, 63 p.

DIRICQ N. (2008), *Rapport de la commission instituée par l'article L. 176-2 du code de la sécurité sociale*, Paris, Cour des comptes, 131 p.

DOLL R., PETO R. (1981), « The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today », *Journal of the National Cancer Institute*, volume 66, numéro 6, pp. 1191-1308.

DOUGLASS J, KENNEY, G., MILLER, T. (1990) « Which estimates of household production are best? », *Journal of Forensic Economics*, volume 4, numéro 1, pp. 25–45.

DREYER L., ANDERSSON A., PUKKALA E. (1997), « Avoidable cancers in the Nordic countries », *APMIS Supplementum*, numéro 76, pp. 68-79.

DRISCOLL T., NELSON D.I., STEENLAND K., LEIGH J., CONCHA-BARRIENTOS M., FINGERHUT M., PRÜSS-USTÜN A. (2005), « The global burden of non-malignant respiratory disease due to occupational airborne exposures », *American Journal of Industrial Medicine*, volume 48, numéro 6, pp. 432-445.

DRUMMOND M.F. (1992a), « Cost-of-illness studies : a major headache? », *Pharmacoeconomics*, volume 2, numéro 1, pp. 1-4.

DRUMMOND M.F., BLOOM B.S., CARRIN G., HILLMAN A.L., HUTCHINGS H.C., KNILL-JONES R.P., DE POUVOURVILLE G., TORFS K. (1992b), « Issues in the cross-national assessment of health technology », *International Journal of Technology Assessment in Health Care*, volume 8, numéro 4, pp. 671-682.

DRUMMOND M.F., PANG F. (2001), « Transferability of economics evaluation results » In DRUMMOND M.F., MCGUIRE A. *Economics evaluation in health care : merging theory with practice*, Oxford University Press, pp. 256-276.

DRUMMOND M. F., SCULPHER M. J., TORRANCE G. W., O'BRIEN B.J., STODDART G.L. (2005), *Methods for the economic evaluation of Health care Programmes*, Oxford University Press, 379 p.

DUPILET C., GRIGNON M., PIERRARD B. (2002), *Modèles économiques et politiques de lutte contre le tabagisme*, Centre de Recherche d'Etude et de Documentation en Économie de la Santé, 138 p.

ERREN T.C., GLENDE C.B., MORFELD P., PIEKARSKI C. (2009), « Is exposure to silica associated with lung cancer in the absence of silicosis? A meta-analytical approach to an important public health question », *International Archives of Occupational and Environmental Health*, numéro 82, pp. 997-1004.

FÉNINA A., GEFFROY Y., MINC C., RENAUD T., SARLON E., SERMET C. (2006), « Les dépenses de prévention et les dépenses de soins par pathologie en France », *Questions d'Economie de la Santé*, numéro 111, 8 p.

FERLAY J., PARKIN D.M., STELIAROVA-FOUCHER E. (2010), « Estimates of cancer incidence and mortality in Europe in 2008 », *European Journal of Cancer*, numéro 46, pp. 765-781.

FRUSH N., BOSQUEE L., LOUIS R. (2007), « Le cancer du poumon : Epidémiologie et facteurs étiologiques », *Revue Médicale de Liège*, volume 62, numéro 9, pp. 548-553.

GAMBLE J.F. (1994), « Asbestos and colon cancer: a weight-of-the-evidence review », *Environmental Health Perspectives*, volume 102, numéro 12, pp. 1038-1050.

GEFELLER O. (1990), « Theory and application of attributable risk estimation in cross-sectional studies », *Statistica Applicata*, numéro 2, pp. 323-331.

GEFELLER O. (1995), « Definitions of attributable risk-revisited », *Public Health Review*, numéro 23, pp. 343-355.

GILG SOIT ILG A., GOLDBERG M., ROLLAND P., CHAMMING'S S., DUCAMPS S., GRAMOND C., LE STANG N., GALATEAU-SALLE F., BROCHARD P., PAIRON J.C., ASTOUL P., FRENAY C., IMBERNON E. (2009), *Programme national de surveillance du mésothéliome – Principaux résultats 1998-2006*, Département santé travail, Institut de veille sanitaire, Saint Maurice, 24 p.

GOEREE R., O'BRIEN B.J., BLACKHOUSE G., AGRO K., GOERING P. (1999), « The valuation of productivity costs due to premature mortality: a comparison of the human-capital and friction-cost methods for schizophrenia », *Canadian Journal of Psychiatry*, volume 44, numéro 5, pp. 455-463.

GOETZEL R.Z., LONG S.R., OZMINKOWSKI R.J., HAWKINS K., WANG S., LYNCH W. (2004), « Health, absence, disability, and presenteeism cost estimates of certain physical and mental health conditions affecting U.S. employers », *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, volume 46, numéro 4, pp. 398-412.

GOETZEL R.Z., OZMINKOWSKI R.J., LONG S.R. (2003), « Development and reliability analysis of the Work Productivity Short Inventory (WPSI) instrument measuring employee health and productivity », *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, volume 45, numéro 7, pp. 743-762.

GOLDBERG M., IMBERNON E. (2008), « Quels dispositifs épidémiologiques d'observation de la santé en relation avec le travail ? Le rôle de l'Institut de veille sanitaire », *Revue Française des Affaires Sociales*, numéro 2-3, pp. 21-44.

GOLBERG M., IMBERNON E., ROLLAND P., GILG SOIT ILG A., SAVES M., DE QUILLACQ A., FRENAY C., CHAMMINGS S., ARVEUX P., BOUTIN C., LAUNOY G., PAION J.C., ASTOUL P., GALATEAU-SALLE F., BROCHARD P. (2006), « The French National Mesothelioma Surveillance Program », *Occupational and Environmental Medicine*, numéro 63, pp. 390-395.

GOLLAC M., VOLKOFF S. (2006), « La santé au travail et ses masques », *Actes de la recherche en sciences sociales*, numéro 163, pp. 4-17.

GOODMAN M., MORGAN R.W., RAY R., MALLOY C.D., ZHAO K. (1999), « Cancer in asbestos-exposed occupational cohorts: a meta-analysis », *Cancer Causes and Control*, volume 10, numéro 5, pp. 453-465.

GUHA N., MERLETTI F., STEENLAND N.K., ALTIERI A., COGLIANO V., STRAIF K. (2010), « Lung cancer risk in painters: a meta-analysis », *Environmental Health Perspectives*, volume 118, numéro 3, pp. 303-312.

GUSTAVSSON P., JAKOBSSON R., JOHANSSON H., LEWIN F., NORELL S., RUTKVIST L.E. (1998), « Occupational exposure and squamous cell carcinoma of the oral cavity, pharynx, larynx, and oesophagus: a case-control study in Sweden », *Occupational and Environmental Medicine*, volume 55, numéro 6, pp. 393-400.

HOCH J.S., BRIGGS A.H., WILLAN A.R. (2002), « Something old, something new, something borrowed, something blue: a framework for the marriage of health econometrics and cost-effectiveness analysis », *Health Economics*, volume 11, numéro 5, pp. 415-430.

- HOCH J.S., DEWA C.S. (2005), « An introduction to economic evaluation: what's in a name? », *Canadian Journal of Psychiatry*, volume 50, numéro 3, pp. 159-166.
- HODGSON T.A. (1989), « Cost-of-illness studies: no aid to decision-making? Comments on the second opinion by Shiell et al. », *Health Policy*, numéro 11, pp. 57-60.
- HODGSON T.A., MEINERS M.R. (1982), « Cost-of-illness methodology: a guide to current practices and procedures ». *Milbank Memorial Fund Quarterly Health and Society*, volume 60, numéro 3, pp. 429-462.
- HOMA D.M., GARABRANT D.H., GILLESPIE B.W. (1994), « A meta-analysis of colorectal cancer and asbestos exposure », *American Journal of Epidemiology*, volume 139, numéro 12, pp. 1210-1222.
- HONEYCUTT A.A., SEGEL J.E., HOERGER T.J., FINKELSTEIN E.A. (2009), « Comparing cost-of-illness estimates from alternative approaches: an application to diabetes », *Health Services Research*, volume 44, numéro 1, pp. 303-320.
- IMBERNON E. (2003), *Estimation du nombre de cas de certains cancers attribuables à des facteurs professionnels en France*, InVS Saint Maurice, 28 p.
- IMBERNON E. (2008), «Quelle place pour les risques professionnels dans la santé publique? », *Santé Publique*, hors-série numéro 3, pp. 9-17.
- INCA (2010a), *Cancers professionnels et inégalités de santé*, Fiches repère : Etats des connaissances en date du 18 mars 2010, INCA : Boulogne-Billancourt, 4 p.
- INCA (2010b), *Situation de la chimiothérapie des cancers en 2010*, Collection Rapports & Synthèses, INCA : Boulogne-Billancourt, 40 p.
- INCA (2011), *La situation du cancer en France en 2011*, Collection Rapports & Synthèses, INCA : Boulogne-Billancourt, 320 p.
- INSEE POITOU-CHARENTES (2006), « Artisans et commerçants : des métiers en renouvellement », *Décimal INSEE Poitou-Charentes*, numéro 265, 4 p.
- INSERM (2005), *Cancer, approche méthodologique du lien avec l'environnement*, Paris: les éditions INSERM, 92 p.

IWATSUBO Y., PAIRON J.C., BOUTIN C., MARTINET Y., CAILLAUD D., BIGNON J., BROCHARD P. (1998), « Pleural mesothelioma: dose-response relationship at low level of asbestos exposure in a population-based case-control study », *American Journal of Epidemiology*, volume 148, numéro 2, pp. 133-142.

JEANRENAUD C., PELLEGRINI S. (2007), « Valuing intangible costs of alcohol dependence : a contingent valuation study », *Revue d'économie politique*, volume 117, numéro 5, pp. 813-825.

JEGOU J.J. (2010), *Rapport d'information au nom de la commission des finances sur les missions d'intérêt général et d'aide à la contractualisation (MIGAC)*, Sénat-Session ordinaire 2010-2011, numéro 686, 63 p.

JOHANNESSON M. (1996), « The willingness to pay for health changes, the human-capital approach and the external costs », *Health Policy*, numéro 36, pp. 232-244.

JOHANNESSON, M., KARLSSON, G. (1997), « The friction cost method: A Comment », *Journal of Health Economics*, numéro 16, pp. 249-255.

KASBI-BENASSOULI V., IMBERNON E., IWATSUBO Y., BUISSON C., GOLDBERG M. (2005), *Confrontation des cancérogènes avérés en milieu de travail et des tableaux de maladies professionnelles*, Institut de Veille Sanitaire, Saint Maurice, 72 p.

KOGEVINAS M., PEARCE N., SUSSER M., BOFFETTA P., (1997), *Social Inequalities and Cancer*, IARC Scientific Publication numéro 138, 420 p.

KOOPMAN C., PELLETIER K.R., MURRAY J.F., SHARDA C.E., BERGER M.L., TURPIN R.S., HACKLEMAN P., GIBSON P., HOLMES D.M., BENDEL T. (2002), « Stanford presenteeism scale: health status and employee productivity », *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, volume 44, numéro 1, pp. 14-20.

KOOPMANSCHAP M.A., RUTTEN F.F.H., VAN INEVELD B.M., VAN ROIJEN L. (1995), « The friction cost method for estimating the indirect costs of disease », *Journal of Health Economics*, numéro 14, pp. 171-189.

KOOPMANSCHAP M.A., VAN INEVELD B.M. (1992), « Towards a new approach for estimating indirect costs of disease », *Social Science and Medecine*, numéro 34, pp. 1005-1010.

- KURIHARA N., WADA O. (2004), « Silicosis and smoking strongly increase lung cancer risk in silica-exposed workers », *Industrial Health*, volume 42, numéro 3, pp. 303-314.
- LACASSE Y., MARTIN S., GAGNÉ D., LAKHAL L. (2009), « Dose-response meta-analysis of silica and lung cancer », *Cancer Causes and Control*, volume 20, numéro 6, pp. 925-933.
- LACOURT A., BROCHARD P., HOUOT M. (2010), *Présentation d'une matrice emplois-expositions aux fibres d'amiante. Quelques applications à un échantillon de population en France*, Département santé travail, Institut de veille sanitaire, Saint Maurice, 6 p.
- LAMONTAGNE A.D., KEEGEL T., LOUIE A.M., OSTRY A., LANDSBERGIS P.A. (2008), « A systematic review of the job-stress intervention evaluation literature, 1990-2005 », *International Journal of Occupational and Environmental Health*, volume 13, numéro 3, pp. 268-280.
- LAUNOIS R., TOUMI M., REBOUL-MARTY J., LANÇON C. (1998), « Le coût de la maladie : un labyrinthe inextricable ou une aide à la décision ? », *L'Encéphale*, numéro 24, pp. 83-99.
- LE CORROLLER-SORIANO A.G., MALAVOLTI L., MERMILLIOD C. (2008), *La vie deux ans après le diagnostic de cancer*, Ministère du travail, des relations sociales et de la solidarité - Etudes et statistiques, 408 p.
- LEBEAU M., DUGUAY P. (2011), *Les coûts des lésions professionnelles : une revue de littérature*, Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, 87 p.
- LEBRUN T., SELKE B. (2004), « L'évaluation du coût social de l'alcoolisme en France », *Actualité et Dossier en Santé Publique*, numéro 46, pp. 77-80.
- LEVIN M.L. (1953) « The occurrence of lung cancer in man », *Acta Unio Internationalis contra Cancrum*, numéro 9, pp. 531-541.
- LILJAS B. (1998), « How to calculate indirect costs in economic evaluations », *Pharmacoeconomics*, numéro 13, pp. 1-7.
- LIPSETT M., CAMPLEMAN S. (1999), « Occupational exposure to diesel exhaust and lung cancer a meta analysis », *American Journal of Public Health*, volume 89, numéro 7, pp. 1009-1017.

LOFLAND J.H., LOCKLEAR J.C., FRICK K.D. (2001), « Different approaches to valuing the lost productivity of patients with migraine », *Pharmacoeconomics*, volume 19, numéro 9, pp. 917-925.

LOFLAND J.H., PIZZI L., FRICK K.D. (2004), « A review of health-related workplace productivity loss instruments », *Pharmacoeconomics*, volume 22, numéro 3, pp. 165-184.

LOISEL P., LEMAIRE J., POITRAS S., DURAND M.J., CHAMPAGNE F., STOCK S., DIALLO B., TREMBLAY C. (2002), « Cost-benefit and cost-effectiveness analysis of a disability prevention model for back pain management : a six year follow-up study », *Occupational and Environmental Medicine*, numéro 59, pp. 807-815.

LUPPA M., HEINRICH S., ANGERMEYER M.C., KÖNIG H.H., RIEDEL-HELLER S.G. (2007), « Cost-of-illness studies of depression : a systematic review », *Journal of Affective Disorders*, volume 98, numéro 1-2, pp. 29-43.

MAHJUB H., SADRI G.H. (2006), « Meta-analysis of case-referent studies of specific environmental or occupational pollutants on lung cancer », *Indian Journal of Cancer*, volume 43, numéro 4, pp. 169-173.

MALAVOLTI L., MERMILLIOD C., BATAILLE P., COMPAGNON C., MOATTI J.P. et le Groupe d'étude ALD Cancer (2006), « Situation professionnelle et difficultés économiques des patients atteints d'un cancer deux ans après le diagnostic », *DREES-Etudes et résultats*, numéro 487, 8 p.

MANNETJE A., KOGEVINAS M., LUCE D., DEMERS P.A., BÉGIN D., BOLM-AUDORFF U., COMBA P., GÉRIN M., HARDELL L., HAYES R.B., LECLERC A., MAGNANI C., MERLER E., TOBIAS A., BOFFETTA P. (1999), « Sinonasal cancer, occupation, and tobacco smoking in european women and men », *American Journal Of Industrial Medicine*, numéro 36, pp. 101-107.

MARANINCHI D., CERF N., BOUSQUET P. (2010), *Dynamique d'évolution des taux de mortalité des principaux cancers en France*, Institut de veille sanitaire, Institut national du cancer, Réseau français des registres de cancer, CépiDc Inserm, Hôpitaux de Lyon, 68 p.

MAZEAU-WOYNAR V., CERF N. (2010), *Survie attendue des patients atteints de cancers en France : état des lieux*, Boulogne-Billancourt : Institut national du cancer, 55 p.

MOLINIER L., COMBESURE C., CHOUAÏD C., DAURÈS J.P., HOUSSET B., FABRE D., GRAND A., VERGNENÈGRE A. (2006), « Cost of lung cancer : a methodological review », *Pharmacoeconomics*, volume 24, numéro 7, pp. 651-659.

MOULIN J.J. (1997), « A meta-analysis of epidemiologic studies of lung cancer in welders », *Scandinavian Journal of Work Environment and Health*, numéro 23, pp. 104-113.

NELSON D.I., CONCHA-BARRIENTOS M., DRISCOLL T., STEENLAND K., FINGERHUT M., PUNNETT L., PRÜSS-USTÜN A., LEIGH J., CORVALAN C. (2005), « The global burden of selected occupational diseases and injury risks : Methodology and summary », *American Journal of Industrial Medicine*, numéro 48, pp. 400-418.

NURMINEN M., KARJALAINEN A. (2001), « Epidemiologic estimate of the proportion of fatalities related to occupational factors in Finland », *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, volume 27, numéro 3, pp. 161-213.

O'BRIEN B.J. (1997), « A tale of two or more cities: geographic transferability of pharmacoeconomic data », *American Journal of Managed Care*, numéro 3, pp. 33-39.

O'BRIEN B., GAFNI A. (1996), « When do the "dollars" make sense? Toward a conceptual framework for contingent valuation studies in health care », *Medical Decision Making*, volume 16, numéro 3, pp. 288-299.

OLIVA J., LOBO F., LÓPEZ-BASTIDA J., ZOZAYA N., ROMAY R. (2005), « Indirect costs of cervical and breast cancers in Spain », *The European Journal of Health Economics*, numéro 6, pp. 209-313.

PAULY M.V., NICHOLSON S., POLSKY D., BERGER M.L., SHARDA C. (2008), « Valuing reductions in on-the-job illness: 'presenteeism' from managerial and economic perspectives », *Health Economics*, volume 17, numéro 4, pp. 469-485.

PELUCCHI C., PIRA E., PIOLATTO G., CARTA P., LA VECCHIA C. (2006), « Occupational silica exposure and lung cancer risk a review of epidemiological studies 1996–2005 », *Annals of Oncology*, numéro 17, pp. 1039-1060.

PERRIER L., POMMIER P., CARRÈRE M-O., SYLVESTRE BARON P. (2009), « Transférabilité des évaluations de coûts en santé : analyse des facteurs de variabilité », *Revue Economique*, volume 60, numéro 2, pp. 307-322.

- PERRUCHET A. (2005), *Investir dans une thèse : capital humain ou capital culturel ?*, Thèse pour le Doctorat d'Etat en Sciences économiques, Université de Bourgogne, 216 p.
- PRASAD M, WAHLQUIST P, SHIKIAR R, SHIH Y.C. (2004), « A review of self-report instruments measuring health-related work productivity: a patient-reported outcomes perspective », *Pharmacoeconomics*, volume 22, numéro 4, pp. 225-244.
- RICE D.P. (1967), « Estimating the cost of illness », *American Journal of Public Health Nations Health*, volume 53, numéro 3, pp. 424-440.
- RICE D.P. (1994), « Cost-of-illness studies: fact or fiction? », *Lancet*, volume 334, numéro 8936, pp. 1519-1520.
- RICE D.P. (2000), « Cost of illness studies: what is good about them? », *Injury Prevention*, numéro 6, pp. 177-179.
- ROY D. (2011), *La contribution du travail domestique au bien-être matériel des ménages : une quantification à partir de l'enquête Emploi du Temps*, Document de Travail de la Direction des Statistiques Démographiques et Sociales de l'INSEE numéro F1104, 50 p.
- SALI D., BOFFETTA P. (2000), « Kidney cancer and occupational exposure to asbestos: a meta-analysis of occupational cohort studies », *Cancer Causes and Control*, volume 11, numéro 1, pp. 37-47.
- SANTÉ-TRAVAIL (2009), « Branche ATMP : un contentieux qui coûte cher », numéro 65, pp. 13.
- SCHULTZ A.B., CHEN C.Y., EDINGTON D.W. (2009), « The cost and impact of health conditions on presenteeism to employers: a review of the literature », *Pharmacoeconomics*, volume 27, numéro 5, pp. 365-378.
- SCHULTZ A.B, EDINGTON D.W. (2007), « Employee health and presenteeism: a systematic review », *Journal of Occupational Rehabilitation*, volume 17, numéro 3, pp. 547-579.
- SCULPHER M.J. (2001), « The role and estimation of productivity costs in economic evaluation » In DRUMMOND M.F., MCGUIRE A. *Economics evaluation in health care : merging theory with practice*, Oxford University Press, pp. 94-112.

SCULPHER M.J., PANG F.S., MANCA A., DRUMMOND M.F., GOLDER S., URDAHL H., DAVIES L.M., EASTWOOD A. (2004), « Generalisability in economic evaluation studies in healthcare: a review and case studies », *Health Technology assessment*, volume 49, numéro 8, pp. 1-192.

SEGEL J.E. (2006), *Cost-of-illness studies-a Primer*, RTI-UNC Center of Excellence in Health Promotion Economics, 39 p.

SERRIER H. (2006), *La notion de transférabilité dans les études d'évaluation économique*, Rapport de Master 2ème année, UFR Sciences Economiques et Gestion, Université de Bourgogne, 88 p.

SERRIER H., SULTAN-TAÏEB H., SAUZE D., BÉJEAN S. (2009), « Quelles sont les difficultés méthodologiques de l'évaluation des politiques publiques de prévention en santé au travail ? » In BARNAY T., LEGENDRE F., *Emploi et politiques sociales*, L'Harmattan, Paris, tome 1, pp. 43-56.

SHIELL A., GERARD K., DONALDSON C. (1987), « Cost of illness studies: an aid to decision making? », *Health Policy*, numéro 8, pp. 317-323.

SIMPSON E.H. (1951), « The interpretation of interaction in contingency tables », *Journal of Royal Statistical Society : Series B*, numéro 13, pp. 238–241.

SJOGREN B., HANSEN K.S., KJUUS H., PERSSON P.G. (1994), « Exposure to stainless steel welding fumes and lung cancer: a meta-analysis », *Occupational and Environmental Medicine*, numéro 51, pp. 335–336.

SMITH A.H., LOPIPERO P.A., BARROGA V.R. (1995), « Meta-analysis of studies of lung cancer among silicotics », *Epidemiology*, volume 6, numéro 6, pp. 617-624.

SOBOCKI P., LEKANDER I., BORGSTRÖM F., STRÖM O., RUNESON B. (2007), « The economic burden of depression in Sweden from 1997 to 2005 », *European Psychiatry*, volume 22, numéro 3, pp. 146-52.

SOGUEL N., VAN GRIETHUYSEN P. (2003), « Cost of Illness and Contingent Valuation : Controlling for the Motivations of Expressed Preferences in an Attempt to Avoid Double-Counting », *Économie publique*, numéro 12, pp. 179-200.

SPATH H.M., CARRERE M.O., FERVERS B., PHILIP T. (1999), « Analysis of the eligibility of published economic evaluations for transfer to a given health care system: Methodological approach and application to the French health care system », *Health Policy*, numéro 49, pp. 161-177.

STAYNER L., BENA J., SASCO A.J., SMITH R., STEENLAND K., KREUZER M., STRAIF K. (2007), « Lung cancer risk and workplace exposure to environmental tobacco smoke », *American Journal of Public Health*, volume 97, numéro 3, pp. 545-551.

STEENLAND K., BURNETT C., LALICH N., WARD E., HURRELL J. (2003) « Dying for work: The magnitude of US mortality from selected causes of death associated with occupation », *American Journal Of Industrial Medicine*, volume 43, numéro 5, pp. 461-482.

STEENLAND K., LOOMIS D., SHY C., SIMONSEN N. (1996), « Review of occupational lung cancer carcinogens », *American Journal of Industrial Medicine*, volume 29, numéro 5, pp. 474-490.

STEENLAND K., MANNETJE A., BOFFETTA P., STAYNER L., ATTFIELD M., CHEN J., DOSEMECI M., DEKLERK N., HNIZDO E., KOSKELA R., CHECKOWAY H. (2001), « Pooled exposure-response analyses and risk assessment for lung cancer in 10 cohorts of silica-exposed workers: an IARC multicentre study », *Cancer Causes and Control*, volume 12, numéro 9, pp. 773-784.

STEENLAND K., STAYNER L. (1997), « Silica asbestos man made mineral fibers and cancer », *Cancer Causes and Control*, numéro 8, pp. 491-503.

SU T.T., SANON M., FLESSA S. (2007), « Assessment of indirect cost-of-illness in a subsistence farming society by using different valuation methods », *Health Policy*, volume 83, numéro 2-3, pp. 353-362.

SULTAN TAÏEB H. (2011), « Analyses coût-avantage des interventions de prévention du stress au travail » In INSERM, *Stress au travail et santé, situation chez les indépendants*, Editions Inserm, Collection Expertise collective, pp. 321-345.

SULTAN TAÏEB H., TESSIER P., BÉJEAN S. (2009), « Quels critères de choix pour l'évaluation des pertes de production ? », *Revue Economique*, volume 60, numéro 2, pp. 293-306.

TARRICONE R. (2006), « Cost-of-illness analysis : what room in health economics? », *Health Policy*, numéro 77, pp. 51-63.

TAYLOR R., CUMMING R., WOODWARD A., BLACK M. (2001), « Passive smoking and lung cancer: a cumulative meta-analysis », *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, numéro 25, pp. 203-211.

THÉBAUD-MONY A. (2006), « Histoires professionnelles et cancer », *Actes de la recherche en sciences sociales*, numéro 163, pp. 18-31.

THÉBAUD-MONY A. (2007), *Travailler peut nuire gravement à votre santé : sous-traitance des risques, mise en danger d'autrui, atteintes à la dignité, violences physiques et morales, cancers professionnels*, Paris, La Découverte, 290 p.

TRONTIN C., BÉJEAN S. (2001), « La prévention des accidents du travail : risque moral et relations d'agence complexes », *Revue française des affaires sociales*, volume 55, numéro 4, pp. 157-176.

TURQUET P., DEL SOL M. (2007), « La branche "Accidents du travail et maladies professionnelles" ou les difficultés de socialisation du risque professionnel », *Economie Appliquée*, volume 60, numéro 1, pp.153-180.

VALLERON A.J. (2000), « Mise en évidence des faits et recherche des causes en épidémiologie environnementale : enjeux méthodologiques », *Comptes rendus de l'Académie des Sciences Paris, Sciences de la vie*, numéro 323, pp. 617-628.

VALLIER N., WEILL A., SALANAVE B., BOURREL R., CAYLA M., SUAREZ C., RICORDEAU PH., ALLEMAND H. (2006), « Coût des trente affections de longue durée pour les bénéficiaires du régime général de l'assurance maladie en 2004 », *Pratiques et Organisation des Soins*, volume 37, numéro 4, pp. 267-283.

VAN DEN BERG B., BROUWER W.B., KOOPMANSCHAP M.A. (2004), « Economic valuation of informal care. An overview of methods and applications », *European Journal of Health Economics*, volume 5, numéro 1, pp. 36-45.

VERGNENÈGRE A., MOLINIER L., COMBESCURE C., DAURÈS J.P., HOUSSET B., CHOUAID C. (2004), « Les composantes du coût des stratégies de prise en charge du cancer du poumon en France », *Revue des Maladies Respiratoires*, volume 21, numéro 3, pp. 501-510.

- VINCENT R., KAUPPINEN T., TOIKKANEN J., PEDERSEN D., YOUNG R., KOGEVINAS M. (1999), « CAREX, Système international d'information sur l'exposition professionnelle aux agents cancérigènes en Europe : Résultats des estimations pour la France pendant les années 1990-1993 », *INRS Cahiers de notes documentaires : Hygiène et sécurité du travail*, numéro 176, pp. 49-58.
- VISCUSI W.K.(1993), « The Value of Risks to Life and Health », *Journal of Economic Literature*, volume 31, numéro 4, pp. 1912-1946.
- VISCUSI K.J. (2008), « How to value a life », *Journal of economics and finance*, numéro 32, pp. 311-323.
- VISCUSI, W.K., ALDY J.E. (2003), « The value of a statistical life: a critical review of market estimates throughout the world. Journal of Risk and Uncertainty », *Journal of Risk and Uncertainty*, volume 27, numéro 1, pp. 5-76.
- VITALE S., PRIEZ F., JEANRENAUD. C. (1998), *Le coût social de la consommation de tabac en Suisse*, Institut de recherches économiques et régionales, Université de Neuchâtel, 199 p.
- WANG S.Y., HU Y-L., WU Y-L., LI X., CHI G.B., CHEN Y., DAI W.S. (1996), « A comparative study of the risk factors for lung cancer in Guangdong, China », *Lung Cancer*, numéro 14, supplement 1, pp. 99-105.
- WEILL A., CHINAUD F., VALLIER N., BOURREL R., SUAREZ C., CAYLA M., ROUSSEL H., SALANAVE B., GIROT J.Y., RICORDEAU P., FENDER P., ALLEMAND A. (2005), « Fréquence et coûts des trente affections de longue durée de la région Midi-Pyrénées, année 2003 », *Revue médicale de l'Assurance Maladie*, volume 36, numéro 4, pp. 273-287.
- WEINSTEIN M.C., SIEGEL J.A., GARBER A.M., LIPSCOMB J., LUCE B.R., MANNING W.G. TORRANCE G.W. (1997), « Productivity costs, time costs and health related quality of life: a response to the Erasmus group », *Health economics*, volume 6, numéro 5, pp. 505-510.
- WEISSFLOG D., MATTHYS H., HASSE J., VIRCHOW JR J.C. (2001), « Epidemiology and costs of lung cancer in Germany », *Pneumologie*, volume 55, numéro 7, pp. 333-338.
- WELLS A.J. (1998), « Lung cancer from passive smoking at work », *American Journal Of Public Health*, volume 88, numéro 7, pp. 1025-1029.

WORONOFF-LEMSI M.C., DEMOLY P., LE PEN C. (2000), « Approche pharmaco-économique et illustrations en milieu hospitalier », *Journal de Pharmacie Clinique*, volume 19, numéro 1, pp. 53-58.

ZHAO Y., WANG S., AUNAN K., SEIP H., HAO J. (2006), « Air pollution and lung cancer risks in China: a meta-analysis », *Science of Total Environment*, numéro 366, pp. 500–513.

ZHONG L., GOLBERG M.S., PARENT M.E., HANLEY J.A. (2000), « Exposure to environmental tobacco smoke and the risk of lung cancer: a meta-analysis », *Lung cancer*, volume 27, numéro 1, pp. 3-18.

## Table des matières

<b>TABLE DES SIGLES ET DES ABRÉVIATIONS .....</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>12</b>
<b>PREMIÈRE PARTIE : COMPRENDRE LE CONTEXTE DES CANCERS D'ORIGINE PROFESSIONNELLE POUR MIEUX ÉVALUER LEUR IMPACT SANITAIRE.....</b>	<b>22</b>
<b>CHAPITRE 1 : IMPACT DU CADRE INSTITUTIONNEL SUR LA DÉLIMITATION DU CHAMP DE L'ÉTUDE .....</b>	<b>24</b>
<b>Section 1 : Le fonctionnement de la branche accidents du travail et maladies professionnelles .....</b>	<b>25</b>
1. Le point de vue du patient à travers les tableaux de maladies professionnelles.....	25
2. Le point de vue des entreprises par l'intermédiaire du système de cotisation .....	26
<b>Section 2 : Le problème de l'invisibilité des cancers d'origine professionnelle .....</b>	<b>27</b>
1. La sous-déclaration des patients.....	27
2. La sous-reconnaissance du système .....	28
3. L'impact de l'évolution du marché du travail sur l'invisibilité des cas	29
<b>Section 3 : La délimitation du champ de l'étude.....</b>	<b>31</b>
1. Quelle définition des cancers des voies respiratoires ?.....	31
2. La sélection des facteurs de risque.....	31
<b>Conclusion du chapitre 1.....</b>	<b>45</b>
<b>CHAPITRE 2 : ÉVALUER L'IMPACT SANITAIRE D'UN FACTEUR DE RISQUE... </b>	<b>46</b>
<b>Section 1 : La méthode des risques attribuables pour contourner l'invisibilité des cancers professionnels.....</b>	<b>47</b>

1. Le concept de risque attribuable.....	47
2. Etude du lien entre le facteur de risque et la pathologie .....	51
2.1. Définition de la notion de risque relatif.....	51
2.2. Facteur de confusion et paradoxe de SIMPSON .....	53
2.3. Méthodologie de la revue de la littérature des risques relatifs.....	56
2.3.1. Définition générale des méta-analyses .....	57
2.3.2. La recherche Medline .....	58
2.3.3. Résultats de la revue de la littérature.....	60
3. Les expositions des travailleurs aux facteurs de risque .....	94
3.1. La prévalence d'exposition.....	94
3.2. Les estimations de prévalence d'exposition « vie entière » .....	98
4. Les données de morbidité et de mortalité des cancers .....	99
4.1. Méthode d'estimation des données d'incidence, de prévalence et de mortalité .....	99
4.2. Résultats de l'estimation des données d'incidence, de prévalence et de mortalité pour l'année 2010 .....	102
<b>Section 2 : Résultats de l'évaluation du risque attribuable à chaque facteur de risque.....</b>	<b>110</b>
1. En termes de proportion de cas de cancer .....	110
2. En termes de nombre de cas incidents, prévalents et de décès .....	111
<b>Conclusion du chapitre 2.....</b>	<b>112</b>
<b>DEUXIÈME PARTIE : MÉTHODE D'ÉVALUATION DU COÛT SOCIAL DE CANCERS IMPUTABLES À DES FACTEURS DE RISQUE PROFESSIONNELS .....</b>	<b>113</b>
<b>CHAPITRE 3 : ÉVALUER LE COÛT SOCIAL D'UNE MALADIE .....</b>	<b>115</b>
<b>Section 1 : L'analyse « cost of illness »: fondements et méthode.....</b>	<b>116</b>
1. Quelle place pour les études COI dans le processus de prise de décision ?.....	116
1.1. COI et analyse coût-bénéfice.....	116

1.2. COI, un outil d'aide à la décision.....	119
2. Description de la méthode COI.....	120
2.1. Une méthodologie spécifique à l'objet d'étude ?.....	120
2.2. Les principales caractéristiques méthodologiques des études COI.....	121
3. Les coûts à prendre en compte .....	122
3.1. La notion de coût .....	122
3.2. Typologie des coûts .....	123
3.2.1. Influence de la perspective adoptée sur les coûts retenus .....	123
3.2.2. Les coûts directs .....	124
3.2.3. Les coûts indirects .....	125
A. <i>Typologie des coûts indirects</i> .....	125
B. <i>Les coûts indirects liés à l'absentéisme au travail</i> .....	128
a) La théorie du capital humain.....	128
b) L'approche des coûts de friction.....	129
c) Capital humain ou coût de friction ?.....	130
C. <i>Les coûts indirects liés au présentéisme</i> .....	132
D. <i>Les coûts indirects dans la sphère non marchande</i> .....	133
E. <i>Les coûts indirects pour l'entourage</i> .....	134
3.2.4. Les coûts intangibles .....	135
<b>Section 2 : Les enjeux de la transférabilité pour notre évaluation....</b>	<b>137</b>
1. Définition et distinction généralisabilité/transférabilité.....	138
2. Les freins à la transférabilité .....	138
3. Les préconisations pour l'amélioration de la transférabilité.....	139
<b>Conclusion du chapitre 3.....</b>	<b>140</b>
 <b>CHAPITRE 4 : MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DU COÛT SOCIAL DES CANCERS DU POUMON, DES CANCERS NASO-SINUSIENS ET DES MÉSOTHÉLIOMES DE LA PLÈVRE IMPUTABLES AUX FACTEURS DE RISQUE PROFESSIONNELS ÉTUDIÉS .....</b>	 <b>142</b>

<b>Section 1 : Définition générale du cadre de l'évaluation .....</b>	<b>143</b>
1. Les coûts pris en compte dans l'analyse .....	143
2. Approches par l'incidence et par la prévalence .....	143
<b>Section 2 : Méthode d'évaluation des coûts directs.....</b>	<b>147</b>
1. Le PMSI comme base de l'évaluation des coûts directs hospitaliers .	147
2. Méthode d'estimation du coût direct annuel moyen des cancers.....	151
2.1. Le coût des séjours PMSI et de la radiothérapie privée .....	151
2.2. Le coût des molécules onéreuses et de l'enveloppe MIGAC .....	153
2.3. Le coût des soins de ville.....	154
3. Du coût direct annuel moyen des cancers au coût imputable aux facteurs de risque .....	155
<b>Section 3 : Méthode d'évaluation des coûts indirects .....</b>	<b>156</b>
1. Les coûts indirects de morbidité.....	157
1.1. Les coûts indirects liés à l'absentéisme dans la sphère marchande .....	157
1.1.1. Les absences de courte durée.....	157
A. <i>Estimation de la valeur annuelle des pertes de production</i>	157
B. <i>Les modèles d'évaluation des coûts</i> .....	158
1.1.2. Les absences de longue durée.....	162
A. <i>Estimation de la valeur annuelle des pertes de production</i>	162
B. <i>Les modèles d'évaluation des coûts</i> .....	162
1.2. Les coûts indirects liés à l'absentéisme dans la sphère non marchande .....	163
1.2.1. Estimation de la valeur annuelle des pertes de production non marchandes liées à l'absentéisme .....	163
1.2.2. Les modèles d'évaluation des coûts .....	166
1.3. Les coûts indirects liés au présentéisme dans la sphère marchande .....	167

1.3.1.Estimation de la valeur annuelle des pertes de production marchandes liées au présentéisme .....	167
1.3.2.Les modèles d'évaluation des coûts .....	167
2. Les coûts indirects de mortalité.....	170
2.1.Les coûts indirects de mortalité dans la sphère marchande .....	170
2.1.1.Estimation du nombre d'années de vie perdues .....	170
2.1.2.Les modèles d'évaluation des coûts .....	174
2.2.Les coûts indirects de mortalité dans la sphère non marchande ..	175
2.2.1.Estimation du nombre d'années de vie perdues .....	175
2.2.2.Les modèles d'évaluation des coûts .....	176
<b>Conclusion du chapitre 4.....</b>	<b>179</b>
<b>TROISIÈME PARTIE : ÉVALUATION DU COÛT SOCIAL DES CANCERS DU POU MON, DES CANCERS NASO-SINUSIENS ET DES MÉSO THÉLIOMES DE LA PLÈVRE IMPUTABLES AUX FACTEURS DE RISQUE PROFESSIONNELS ÉTUDIÉS EN FRANCE .....</b>	<b>181</b>
<b>CHAPITRE 5 : RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION DU COÛT SOCIAL DES CANCERS DU POU MON, DES CANCERS NASO-SINUSIENS ET DES MÉSO THÉLIOMES DE LA PLÈVRE IMPUTABLES AUX FACTEURS DE RISQUE PROFESSIONNELS ÉTUDIÉS EN FRANCE .....</b>	<b>183</b>
<b>Section 1 : Résultats de l'évaluation des coûts directs .....</b>	<b>184</b>
1. Le coût des séjours hospitaliers et de la radiothérapie.....	184
2. Le coût des molécules onéreuses et de l'enveloppe MIGAC pour l'année 2010.....	187
3. Le coût direct moyen par localisation .....	189
4. Le coût direct des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque professionnels étudiés .....	189
<b>Section 2 : Résultats de l'évaluation des coûts indirects.....</b>	<b>193</b>

1. Les coûts indirects de morbidité.....	193
1.1. Approche par la prévalence .....	193
1.2. Approche par l'incidence .....	198
2. Les coûts indirects de mortalité.....	203
2.1. Approche par la prévalence .....	203
2.2. Approche par l'incidence .....	205
3. Les coûts indirects des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque professionnels étudiés .....	206
3.1. Approche par la prévalence .....	206
3.2. Approche par l'incidence .....	213
<b>Section 3 : Résultats de l'évaluation du coût social.....</b>	<b>220</b>
1. Selon l'approche par la prévalence .....	220
1.1. En unités monétaires.....	220
1.2. En unités physiques .....	223
2. Selon l'approche par l'incidence.....	225
2.1. En unités monétaires.....	225
2.2. En unités physiques .....	228
<b>Conclusion du chapitre 5.....</b>	<b>230</b>
<b>CHAPITRE 6 : ANALYSE DES RÉSULTATS DE L'ÉVALUATION DU COÛT SOCIAL DES CANCERS DU POUMON, DES CANCERS NASO-SINUSIENS ET DES MÉSOTHÉLIOMES DE LA PLÈVRE IMPUTABLES AUX FACTEURS DE RISQUE PROFESSIONNELS ÉTUDIÉS .....</b>	<b>232</b>
<b>Section 1 : Analyse de sensibilité.....</b>	<b>233</b>
1. La méthode d'estimation de la prévalence d'exposition « vie entière » .....	233
2. Le taux d'actualisation .....	237
3. Le taux de croissance.....	239
4. La période de friction .....	241

5. Le nombre moyen de jours d'arrêt de travail par an .....	242
6. Le périmètre des tâches domestiques .....	242
7. Synthèse des résultats de l'analyse de sensibilité .....	245
<b>Section 2 : Discussion .....</b>	<b>246</b>
1. Les apports de notre travail .....	246
1.1. Les apports concernant l'estimation des risques attribuables .....	246
1.2. Les apports concernant l'estimation des coûts .....	248
2. Les limites de notre travail .....	250
2.1. Les limites concernant l'estimation des risques attribuables .....	250
2.2. Les limites concernant l'estimation des coûts .....	252
3. Comparaison avec la littérature .....	254
3.1. Les résultats de l'estimation des risques attribuables .....	254
3.1.1. Selon le facteur de risque .....	254
3.1.2. Selon le cancer .....	256
3.2. Les résultats de l'estimation des coûts .....	257
4. Evolution du coût social de 2010 à 2030 .....	258
5. Le degré de transférabilité de l'évaluation .....	261
<b>Conclusion du chapitre 6 .....</b>	<b>263</b>
<b>CONCLUSION GÉNÉRALE .....</b>	<b>265</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>271</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES .....</b>	<b>292</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>299</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>304</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>305</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1 : 1 <sup>ère</sup> liste de facteurs de risque.....	34
Tableau 2 : Détails de la recherche Medline.....	61
Tableau 3: Données de risque relatif issues des méta-analyses retenues.....	65
Tableau 4 : Données de prévalence d'exposition disponibles pour chaque facteur de risque. 97	
Tableau 5 : Estimation des prévalences d'exposition « vie entière ».....	98
Tableau 6 : Estimation du nombre de cas prévalents de cancer du poumon et de mésothéliome de la plèvre entre 2002 et 2012. ....	103
Tableau 7 : Evolution du nombre de décès entre 2000 et 2008 par pathologie selon le genre.....	105
Tableau 8 : Estimation des paramètres a et b par la méthode des moindres carrés par pathologie et par sexe.....	108
Tableau 9 : Estimation de ratios incidence/mortalité pour l'année 2005 par pathologie et par sexe.....	108
Tableau 10 : Estimation des données d'incidence, de prévalence et de mortalité par type de cancer et par sexe pour l'année 2010. ....	109
Tableau 11 : Estimation des risques attribuables .....	110
Tableau 12 : Estimation des nombres de cas prévalents, incidents et de décès attribuables à chaque facteur de risque pour l'année 2010.....	111
Tableau 13 : Coûts inclus dans les études COI en fonction de la perspective choisie.....	124
Tableau 14 : Typologie des coûts.....	127
Tableau 15 : Taux de survie du cancer selon la localisation et l'année .....	144
Tableau 16 : Taux de décès du cancer selon la localisation et l'année .....	144
Tableau 17 : Principaux résultats de l'évaluation des coûts du cancer pour l'année 2004 en milliers d'euros.....	150
Tableau 18 : Tableau de correspondance entre les versions 9 et 11 des GHM.....	153
Tableau 19 : Part du coût des soins de ville dans les coûts directs totaux selon la localisation. ....	154
Tableau 20 : Synthèse des équations d'évaluation des coûts directs .....	156

Tableau 21 : Définition des travaux domestiques réalisés pour son propre foyer selon le périmètre retenu .....	165
Tableau 22 : Synthèse des équations d'évaluation des coûts indirects de morbidité.....	169
Tableau 23 : Estimation des clés de répartitions des décès par pathologie, par tranche d'âge et par sexe.....	171
Tableau 24 : Répartition du nombre de décès estimé pour l'année 2010 par tranche d'âge.	172
Tableau 25 : Estimation et répartition du nombre de décès parmi les nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 par tranche d'âge .....	173
Tableau 26 : Estimation des années de vie perdues dans la sphère marchande par décès et par tranche d'âge .....	174
Tableau 27 : Estimation des années de vie perdues dans la sphère non marchande par décès et par tranche d'âge .....	176
Tableau 28 : Synthèse des équations d'évaluation des coûts indirects de mortalité.....	178
Tableau 29 : Estimation du nombre de cas incidents de cancers de l'appareil respiratoire et des VADS pour l'année 2004.....	184
Tableau 30 : Estimation du coût moyen de la prise en charge en établissement de santé des cancers selon la localisation pour l'année 2004.....	185
Tableau 31 : Actualisation du coût moyen des séjours PMSI et de la radiothérapie privée pour l'année 2010 .....	185
Tableau 32 : Estimation du coût moyen global par GHM pour l'année 2004 .....	186
Tableau 33 : Estimation du coût moyen global par GHM pour l'année 2009 .....	186
Tableau 34 : Estimation du nombre de cas incidents de cancers de l'appareil respiratoire et des VADS pour l'année 2010.....	187
Tableau 35 : Estimation de la part du coût des molécules onéreuses et du MIGAC imputable à chaque localisation .....	188
Tableau 36 : Estimation du coût moyen des molécules onéreuses et des MIGAC par localisation pour l'année 2010 en euros.....	188
Tableau 37 : Estimation du coût médical direct annuel moyen par localisation pour l'année 2010.....	189
Tableau 38 : Estimation du coût direct des cancers professionnels par localisation et par facteur de risque pour l'année 2010 en milliers d'euros .....	190
Tableau 39 : Estimation du coût direct par facteur de risque des nouveaux cas de cancer du poumon diagnostiqués en 2010 en milliers d'euros .....	192

Tableau 40 : Pertes de production marchandes liées à une absence de courte durée en milliers d'euros pour l'année 2010.....	194
Tableau 41 : Pertes de production marchandes liées à une absence de longue durée en milliers d'euros pour l'année 2010.....	195
Tableau 42 : Pertes de production marchandes liées au présentéisme en milliers d'euros pour l'année 2010 .....	196
Tableau 43 : Pertes de production non marchandes liées à la morbidité en milliers d'euros pour l'année 2010.....	197
Tableau 44 : Pertes de production marchandes liées à une absence de courte durée en milliers d'euros pour les nouveaux cas diagnostiqués en 2010.....	199
Tableau 45 : Pertes de production marchandes liées à une absence de longue durée en milliers d'euros pour les nouveaux cas diagnostiqués en 2010.....	200
Tableau 46 : Pertes de production marchandes liées au présentéisme en milliers d'euros pour les nouveaux cas diagnostiqués en 2010 .....	201
Tableau 47 : Pertes de production non marchandes liées à la morbidité en milliers d'euros pour les nouveaux cas diagnostiqués en 2010.....	202
Tableau 48 : Pertes de production liées aux décès en milliers d'euros pour l'année 2010....	204
Tableau 49 : Pertes de production liées aux décès des nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 en milliers d'euros. ....	205
Tableau 50 : Coûts indirects de morbidité pour l'année 2010 en milliers d'euros .....	207
Tableau 51 : Coûts indirects de mortalité pour l'année 2010 en milliers d'euros .....	209
Tableau 52 : Coût indirect total pour l'année 2010 en milliers d'euros.....	211
Tableau 53 : Coûts indirects de morbidité imputables aux nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 en milliers d'euros .....	214
Tableau 54 : Coûts indirects de mortalité imputables aux nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 en milliers d'euros .....	216
Tableau 55 : Coût indirect total imputables aux nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 en milliers d'euros .....	218
Tableau 56 : Coût social des cancers du poumon, des cancers naso-sinusiens et des mésothéliomes de la plèvre imputables aux facteurs de risque étudiés pour l'année 2010 en milliers d'euros .....	221
Tableau 57 : Coût en unités physiques des cancers imputables à des facteurs de risque professionnels pour l'année 2010.....	224

Tableau 58 : Coût social par facteur de risque et par pathologie imputable aux nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 en milliers d'euros.....	226
Tableau 59 : Coûts en unités physiques des nouveaux cas de cancer diagnostiqués en 2010 et imputables à des facteurs de risque professionnels.....	229
Tableau 60 : Estimation des nombres de cas prévalents, incidents et de décès attribuables selon l'hypothèse du facteur multiplicatif des prévalences d'exposition « instantanée ».....	234
Tableau 61 : Evolution des estimations de coûts en fonction de l'hypothèse d'évaluation des prévalences d'exposition « vie entière » selon l'approche par l'incidence.....	236
Tableau 62 : Evolution des estimations de coûts en fonction de l'hypothèse d'évaluation des prévalences d'exposition « vie entière » selon l'approche par la prévalence .....	236
Tableau 63 : Evolution des estimations des coûts des cancers du poumon imputables à l'amiante en fonction de la valeur du taux d'actualisation et selon l'approche retenue	238
Tableau 64 : Evolution des estimations des coûts des cancers du poumon imputables à l'amiante en fonction de la valeur du taux de croissance annuel moyen du PIB et selon l'approche retenue .....	240
Tableau 65 : Evolution des estimations des coûts des cancers du poumon imputables à l'amiante selon la durée de la période de friction et selon l'approche retenue .....	241
Tableau 66 : Evolution des estimations des coûts des cancers du poumon imputables à l'amiante selon le nombre moyen de jours d'arrêt de travail par an.....	242
Tableau 67 : Evolution des estimations des coûts des cancers du poumon imputables à l'amiante en fonction du périmètre des tâches domestiques et selon l'approche retenue .....	244
Tableau 68 : Estimation du nombre de cas incidents de cancer du poumon attribuable à chaque facteur de risque de 2015 à 2030 .....	259
Tableau 69 : Evolution du coût social des cancers du poumon attribuables à des facteurs de risque professionnels de 2015 à 2030 en milliers d'euros. ....	260
Tableau 70 : Données récentes du nombre de cas prévalents du cancer du poumon et du mésothéliome de la plèvre.....	306
Tableau 71 : Données récentes du nombre de cas incidents du cancer du poumon et du mésothéliome de la plèvre.....	307
Tableau 72 : Données récentes du nombre de décès par cancers du poumon, cancer des cancers naso-sinusiens et mésothéliome de la plèvre. ....	308
Tableau 73 : Estimation du revenu annuel marchand .....	309

Tableau 74 : Evolution du nombre de cas incidents de cancer du poumon en France entre 2015 et 2030.....	310
Tableau 75 : Evolution des estimations des prévalences d'exposition « vie entière » selon l'hypothèse du facteur multiplicatif des prévalences d'exposition « instantanée » .....	311
Tableau 76 : Evolution des estimations des risques attribuables selon l'hypothèse du facteur multiplicatif des prévalences d'exposition « instantanée ».....	311

## Liste des figures

Figure 1 : Méthode de sélection des facteurs de risque.....	43
Figure 2 : Algorithme de sélection des études .....	59
Figure 3 : Estimations de risque relatif pour les fumées d'échappement des moteurs diesel et le cancer du poumon .....	87
Figure 4 : Estimations de risque relatif pour les peintres et le cancer du poumon .....	88
Figure 5 : Estimations de risque relatif pour la silice cristalline et le cancer du poumon .....	89
Figure 6 : Estimations de risque relatif pour le tabagisme passif et le cancer du poumon .....	90
Figure 7 : Estimations de risque relatif pour les poussières de bois et de cuir en lien avec le cancer naso-sinusien.....	91
Figure 8 : Estimations de risque relatif retenues pour chaque facteur de risque selon le type de cancer. ....	93
Figure 9 : Evolution du nombre de décès par mésothéliome de la plèvre entre 2000 et 2008 chez les hommes. ....	106
Figure 10 : Evolution du nombre de décès par mésothéliome de la plèvre entre 2000 et 2008 chez les femmes. ....	106
Figure 11 : Evolution du nombre de décès par cancer naso-sinusien entre 2000 et 2008 chez les hommes.....	107
Figure 12 : Evolution du nombre de décès par cancer naso-sinusien entre 2000 et 2008 chez les femmes.....	107
Figure 13 : Evolution des dépenses des molécules anticancéreuses .....	154
Figure 14 : Arbre de décision permettant d'estimer les probabilités d'être concerné par chaque évènement .....	160

## Annexes

Annexe 1 : Données de prévalence, d'incidence et de mortalité disponibles par type de cancer .....	306
Annexe 2 : Méthode d'estimation du revenu annuel marchand.....	309
Annexe 3 : Données issues de la base Globocan .....	310
Annexe 4 : Les risques attribuables selon la méthode d'évaluation des prévalences d'exposition « vie entière » .....	311

## Annexe 1 : Données de prévalence, d'incidence et de mortalité disponibles par type de cancer

Tableau 70 : Données récentes du nombre de cas prévalents du cancer du poumon et du mésothéliome de la plèvre.

Pathologie	Genre	COLONNA <i>et alii</i> 2008	
		2002	2012
Cancer du poumon	Homme	31 830	37 030
	Femme	8 100	9 040
	<b>Ensemble</b>	<b>39 930</b>	<b>46 070</b>
Mésothéliome de la plèvre	Homme	580	670
	Femme	220	250
	<b>Ensemble</b>	<b>800</b>	<b>920</b>

Tableau 71 : Données récentes du nombre de cas incidents du cancer du poumon et du mésothéliome de la plèvre.

Pathologie	Genre	GOLBERG <i>et alii</i> 2006	BELOT <i>et alii</i> 2008 a et b	GILG SOIT ILG <i>et alii</i> 2009	FERLAY <i>et alii</i> 2010	BOSSARD <i>et alii</i> 2010	Globocan
		2001	2005	1998-2006	2008	2010	2010
Poumon	Homme	-	23 937	-	24 236	26 863	27 067
	Femme	-	6 714	-	8 194	10 016	8 419
	Ensemble	-	<b>30 651</b>	-	<b>32 430</b>	<b>36 879</b>	<b>35 486</b>
Plèvre	Homme	452	642	535-645	-	-	-
	Femme	162	264	152-210	-	-	-
	Ensemble	<b>614</b>	<b>906</b>	<b>687-855</b>	-	-	-

Tableau 72 : Données récentes du nombre de décès par cancers du poumon, cancer des cancers naso-sinusiens et mésothéliome de la plèvre.

Pathologie	Genre	GOLBERG <i>et alii</i> 2006	BELOT <i>et alii</i> 2008 a et b	Base de données de mortalité du CIRC	CepiDC	FERLAY <i>et alii</i> 2010	MARANINCHI <i>et alii</i> 2010	BOSSARD <i>et alii</i> 2010	Globocan
		2001	2005	2007	2008	2008	2010	2010	2 010
Poumon	Homme	-	20 950	22 144	22 067	20 908	21 000	21 146	21 684
	Femme	-	5 674	6 497	6 805	6 885	7 700	7 724	7 089
	Ensemble	-	<b>26 624</b>	<b>28 641</b>	<b>28 872</b>	<b>27 793</b>	<b>28 700</b>	<b>28 870</b>	<b>28 773</b>
Plèvre	Homme	567	-	-	574	-	-	-	-
	Femme	159	-	-	250	-	-	-	-
	Ensemble	<b>726</b>	-	-	<b>824</b>	-	-	-	-
Naso-sinusien	Homme	-	-	-	128	-	-	-	-
	Femme	-	-	-	51	-	-	-	-
	Ensemble	-	-	-	<b>179</b>	-	-	-	-

## Annexe 2 : Méthode d'estimation du revenu annuel marchand

Tableau 73 : Estimation du revenu annuel marchand

<b>Part du PIB 2010 liée à la rémunération des salariés*</b>	1 030 000 000 000
<b>Population active salariée total 2009*</b>	23 616 300
<b>Revenu annuel marchand</b>	43 614

*\*Source INSEE*

### **Annexe 3 : Données issues de la base Globocan**

Tableau 74 : Evolution du nombre de cas incidents de cancer du poumon en France entre 2015 et 2030

<b>Genre</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
<b>Homme</b>	27 324	29 524	31 348	32 832
<b>Femme</b>	8 964	9 451	9 810	10 092

*Source : Globocan*

## Annexe 4 : Les risques attribuables selon la méthode d'évaluation des prévalences d'exposition « vie entière »

Tableau 75 : Evolution des estimations des prévalences d'exposition « vie entière » selon l'hypothèse du facteur multiplicatif des prévalences d'exposition « instantanée »

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Prévalence d'exposition "vie entière" selon la valeur du facteur multiplicatif	
			Facteur 3	Facteur 4
Cancer du poumon	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	1,20%	1,60%
		Homme	21,00%	28%
	Peintres	Femme	0,06%	0,08%
		Homme	1,32%	1,76%
Cancer naso-sinusien	Poussières de bois	Femme	0,90%	1,20%
		Homme	10,80%	14,40%

Tableau 76 : Evolution des estimations des risques attribuables selon l'hypothèse du facteur multiplicatif des prévalences d'exposition « instantanée »

Pathologie	Facteur de risque	Sexe	Risque attribuable selon la valeur du facteur multiplicatif			
			Facteur 3		Facteur 4	
			Valeur basse	Valeur haute	Valeur basse	Valeur haute
Cancer du poumon	Fumées d'échappement des moteurs diesel	Femme	0,39%	0,56%	0,53%	0,75%
		Homme	6,48%	8,98%	8,46%	11,63%
	Peintres	Femme	0,01%	0,06%	0,02%	0,08%
		Homme	0,29%	0,75%	0,39%	0,99%
Cancer naso-sinusien	Poussières de bois	Femme	0,15%	0,54%	0,20%	0,71%
		Homme	9,75%	23,85%	12,59%	29,46%