

# Impacts économiques des pathologies liées à la pollution

Étude d'impact sur les coûts que représentent pour l'Assurance maladie certaines pathologies liées à la pollution

Illustration avec l'asthme et le cancer

● **Rapport d'analyse**



agence française de **sécurité sanitaire**  
de l'environnement et du travail



Octobre 2007

---

# Étude d'impact sur les coûts que représentent pour l'Assurance maladie certaines pathologies liées à la pollution :

Illustration avec l'asthme et le cancer

---

## RAPPORT

du groupe d'étude Afsset

Septembre 2007





**GROUPE D'ETUDE :****Membres :**

ayant assisté aux réunions du groupe d'étude du (présence indiquée par une croix, X)					
	03 août	10 août	28 août	17 sept.	28 sept.
Mme Jocelyne Boudot - DGS		X			
M. Alain Fontaine - DGS			X	X	X
Mme Catherine Mir - DGS	X				
Mme Laure Meyssonier - DSS	X	X		X	X
Mme Laure Prestat - DSS	X				
Mme Christelle Pavillon - DSS	X	X			
M. Laurent Caussat - DREES	X	X			
Mme Brigitte Haury - DREES	X				
M. Michel Duée - DREES			X		X
M. Denis Raynaud - DREES				X	
M. Philippe Ricordeau - CNAMTS	X				
M. Jean-Pierre Grillet - MSA	X				
M. Bruno Jamet - MSA	X				
M. Georges Salines - InVS		X			
Mme Yvette Bonvalot - InVS	X	X	X		
M. Daniel Eilstein - InVS	X				
Mme Mathilde Pascal - InVS					X
M. Tek-Ang Lim - InVS		X	X	X	
M. Gérard Lasfargues - AFSSET	X	X	X	X	X
Mme Elisabeth Robert-Gnansia - AFSSET	X				
M. Henri Bastos - AFSSET	X				
Mme Valérie Pernelet-Joly - AFSSET		X	X		
Mme Anne Thuret - AFSSET	X	X	X	X	X

**Coordination scientifique :**

Pr. Gérard Lasfargues – Responsable du département Expertises en Santé Environnement-Travail – AFSSET

Avec l'appui de :

Mme Anne Thuret – Épidémiologiste, chargée de projet au département Expertises en Santé Environnement-Travail – AFSSET

Mme Valérie Pernelet-Joly – Chef d'unité au département Expertises en Santé Environnement-Travail – AFSSET

**Secrétariat administratif :**

Mme Agnès Brion - AFSSET

**Rédaction du rapport :**

M. Alain Fontaine – DGS

Mme Yvette Bonvalot - InVS

M. Tek-Ang Lim - InVS

M. Michel Duée - DREES

Mme Valérie Pernelet-Joly - AFSSET

Mme Anne Thuret - AFSSET

**CONTRIBUTIONS INTERNES AU GROUPE EXPLOITEES POUR LE RAPPORT DEFINITIF :**

---

**AFSSET :**

« *L'impact de l'environnement sur la santé : FAE, EBD* » par Valérie Pernelet-Joly et Anne Thuret

**DREES :**

« *Estimation du coût du traitement de l'asthme* » par Denis Raynaud

**DSS :**

« *Estimation du coût de la prise en charge médicale des cancers* » par Christelle Pavillon

**InVS :**

« *Fiche synthétique sur la relation air (particules) et santé* » par Agnès Lefranc et Sylvia Medina

« *Fiche synthétique sur la relation environnement et cancer* » par Joëlle Le Moal

« *Fiche synthétique sur la relation entre l'amiante environnemental et les cancers respiratoires* » par Annabelle Gilg soit Ilg

« *Fiche synthétique sur l'Impact sanitaire de l'arsenic contenu dans l'eau de boisson* » par Jean François Jusot

« *Fiche synthétique sur les Pesticides* » par Florence Coignard

« *Fiche synthétique sur le tabagisme passif chez les enfants* » par Elena Boldo et Sylvia Medina

« *Fiche synthétique sur les sous-produits de chloration* » par Damien Mouly

« *Fiche synthétique sur le saturnisme infantile* » par Philippe Bretin et Anne Etchevers

« *Fiche synthétique sur le bruit* » par Philippe Germonneau

« *Fiche synthétique sur le climat* » par Karine Laaidi et Mathilde Pascal

**CONSULTATIONS EXTERIEURES AU GROUPE :**

---

Doris Nicklaus	D4E / MEDAD
Vincent Delporte	DPPR / MEDAD
Magali Villa	DGT / MTRSS
Monique Larche-Mochel	DGT / MTRSS
Thomas Coutrot	DARES / MTRSS

## Note de synthèse

---

L'Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset) a été saisie, en date du 17 Juillet, par le ministère de la santé, de la jeunesse et des sports pour assurer la coordination d'une « étude d'impact sur les coûts que représentent pour l'assurance maladie certaines pathologies liées à la pollution ». Le ministère de la santé, de la jeunesse et des sports a demandé à l'Afsset de mettre en place un groupe d'étude pour répondre à cette demande.

Dans un premier temps, le groupe d'étude, composé de représentants du ministère de la santé, de la jeunesse et des sports (DGS, DSS, DREES), d'organismes d'assurance-maladie (CNAMTS, MSA), et d'agences (Afsset, InVS), a défini la notion d'environnement qui devrait être couvert par la demande. Le groupe d'étude a décidé de restreindre le champ environnemental à investiguer à la pollution due à l'activité humaine, définition communément utilisée en France et correspondant au champ défini par la demande ministérielle. Le champ des risques professionnels n'a pas été développé, malgré son importance, compte tenu de l'existence de dispositifs spécifiques de financement des accidents du travail et des maladies professionnelles, financés par les entreprises. Un autre argument a été l'existence des travaux de la commission instituée par l'article L. 176-2 du code de la sécurité sociale qui fixe tous les 3 ans le montant qui doit être versé par la branche accidents du travail/maladies professionnelles à la branche maladie en raison de la sous-déclaration des accidents du travail et des maladies professionnelles.

### Matériels et méthodes

Le travail demandé s'est déroulé en deux étapes : l'évaluation des effets des modifications de l'environnement sur la santé et l'évaluation économique.

L'évaluation des effets des modifications de l'environnement sur la santé nécessite au préalable d'en identifier les effets, c'est-à-dire de déterminer les pathologies et les causes de mortalité anticipée dont la probabilité est augmentée par l'exposition à un facteur de risque environnemental. Puis, le risque attribuable de cette morbidité et de cette mortalité qui peut effectivement être attribuée à une modification de l'exposition de la population au(x) facteur(s) de risque considéré(s) est quantifiée en fonction d'une part, de la force de l'association entre facteur de risque et morbidité ou mortalité, et d'autre part, de la prévalence de l'exposition. Le risque attribuable correspond à la proportion de mortalité ou de morbidité qui pourrait être évitée en supprimant l'exposition au(x) facteur(s) de risque considéré(s). En l'absence des données épidémiologiques nécessaires, l'estimation de ce risque attribuable peut être basée sur des jugements d'experts.

L'évaluation économique repose sur un certain nombre de sources de données et de méthodes qui sont présentées. Le « coût de la maladie » (Cost of Illness) est la composante la plus facilement identifiable de la valeur économique de ces conséquences sur la santé. Les dépenses financées par l'Assurance maladie représentent une partie des « coûts directs » inclus dans ce « coût de la maladie ».

Pour les deux types d'évaluation, les principales étapes nécessaires à la quantification de l'impact sanitaire et de son impact économique ont été rappelées. Les sources de données valides et disponibles ont été recensées au sein des institutions françaises et internationales pour chacune des évaluations. Pour chaque type d'évaluation, les limites des estimations qui peuvent être produites ont été présentées. Une sélection justifiée des données utilisées pour les deux types d'évaluation a été faite sur la base des connaissances scientifiques et des données épidémiologiques rapidement disponibles.

Ne disposant pas des données sanitaires ou économiques à même degré de précision, **l'ensemble des pathologies ne pouvait être développé pour ce rapport dans les délais impartis.**



En raison de la difficulté d'une part d'établir une relation causale entre un facteur de risque et une pathologie, et d'autre part de connaître l'exposition dans la population générale, très peu de risques attribuables ont pu être déterminés sur la base de modèles mathématiques valides au niveau de la population générale française. Faute de pouvoir disposer de données sanitaires satisfaisantes, seules les risques attribuables à l'environnement élaborés par expertise ont donc pu être utilisés. Par ailleurs, en raison des incertitudes sur les données disponibles, il a été jugé préférable de ne pas utiliser les valeurs moyennes ou médianes mais de **privilégier l'utilisation des bornes des intervalles donnés afin d'obtenir un ordre de grandeur** et non une seule et unique valeur.

Pour l'aspect économique, des études françaises *ad hoc* ont été utilisées. Les estimations réalisées ont été comparées à d'autres études disponibles.

## Résultats

Au final, deux pathologies ont été retenues (l'asthme et le cancer) pour être développées. Nos analyses ont ainsi porté sur deux des 6 premiers groupes de pathologies induisant les plus fortes dépenses de santé : les maladies respiratoires (4<sup>ème</sup> position) dont l'asthme et les cancers (6<sup>ème</sup> position).

En extrapolant les dépenses estimées pour l'année 1999 à l'année 2006, en appliquant un taux de progression dans cette période estimé à +43%, et en estimant que 10 à 35% des cas d'asthme étaient attribuables à l'environnement, il a été estimé que **le coût de traitement de l'asthme imputable à la pollution atmosphérique extérieure non biologique était compris entre 0,2 et 0,8 milliard d'euros pour l'année 2006.**

Avec une fraction attribuable à l'environnement pour tous les cancers variant entre 1 et 5%, **le coût de la prise en charge des soins du cancer attribuable à l'environnement est de l'ordre de 0,1 à 0,5 milliard d'euros en 2004.** Avec cette même fraction attribuable de 1 à 5%, les pertes de production sont comprises entre  $5.10^{-3}$  à  $25.10^{-3}$  milliard d'euros en 2004 et entre 0,2 à 1,2 milliard d'euros selon que l'on se place du point de vue de l'employeur (approche à court terme avec le « coût de friction ») ou de l'individu (approche à long terme avec le « flux de revenus actualisés »), respectivement.

Dans notre estimation, l'incertitude attribuée à l'estimation du coût, pour les deux pathologies étudiées, est uniquement tributaire de l'incertitude relative à la valeur du risque attribuable. Au delà, il existe aussi des incertitudes relatives à la quantification du coût qui n'ont pu être estimées ; ces incertitudes seraient moindres que celles des risques attribuables utilisés. Pour ces deux illustrations, le coût attribuable à l'environnement a été sous-estimé. **En effet, les avis d'experts sont généralement le reflet de ce qui est publié dans la littérature scientifique. La littérature scientifique ne couvre qu'une fraction du champ des risques environnementaux avec des informations qui ne sont pas homogènes et qui peuvent être spécifiques à certaines régions ou incomplètes. Ainsi, les incertitudes associées à de telles estimations sont larges. Pour de nombreux facteurs environnementaux, les connaissances sont encore parcellaires voire inexistantes.**

## Discussions des résultats

Ainsi, les calculs réalisés sont à prendre avec précautions car il a été nécessaire de prendre en compte plusieurs types d'approximations :

- Des extrapolations ont été faites pour la population générale à partir de données d'échantillons sélectionnés ;
- Les risques relatifs utilisés pour déterminer les fractions attribuables peuvent évoluer dans le temps car ils reflètent une exposition passée ; ceci est d'autant plus vrai pour les pathologies ayant un long temps de latence comme le cancer ;

- Il a été supposé que l'offre de soins était homogène sur l'ensemble du territoire français et que, par conséquent, le coût pris en charge de la maladie était également identique ;
- Lorsque les données de coût n'étaient pas disponibles pour les mêmes années que les données sanitaires, un taux de progression a été choisi et appliqué.

### Connaissances à acquérir

Dans le but de développer cette approche des coûts de prise en charge des malades imputables à l'environnement, des connaissances restent à acquérir.

La quantification des impacts des nuisances environnementales sur la santé nécessite le développement des outils d'estimation de l'exposition en population générale et le développement des connaissances sur les conséquences sanitaires des expositions aux nuisances environnementales. Des recommandations générales sont présentées en conclusion du rapport et des recommandations spécifiques pour 9 thématiques spécifiquement développées pour ce travail sont présentées en annexe.

L'évaluation du coût de prise en charge nécessite au minimum l'identification et la valorisation financière de l'ensemble des éléments qui participent à la prise en charge des malades, tout au long de l'évolution de leur maladie. Par ailleurs, les dépenses financées par l'assurance maladie ne représentent qu'une fraction de la valeur économique de l'impact sanitaire des dégradations de l'environnement. Elles ne prennent notamment en compte ni les coûts de prise en charge de la maladie supportés par les patients et par leur entourage, ni le retentissement de la maladie sur la qualité de vie des personnes atteintes et sur leur participation à l'activité économique et sociale. Elles ne prennent pas en compte non plus les années de vie perdues du fait des décès survenus avant d'atteindre l'espérance de vie des personnes d'âge et de sexe comparable. Ainsi, l'évaluation économique des effets sur la santé est à développer de façon systématique en prenant en compte l'évolution de la maladie dans le temps et ses répercussions sur la qualité de vie et l'activité économique.

Enfin, à l'instar de certains travaux engagés au niveau européen ou international, des indicateurs synthétiques (de type DALY, QALY...) seraient à développer pour une meilleure évaluation et hiérarchisation des risques sanitaires environnementaux.

### Recommandations

L'objectif doit être de concevoir et de mettre en place de nouveaux outils et de méthodes pour éclairer la décision publique en matière de santé et d'environnement, en adaptant à la réalité française les outils et méthodes développés au niveau international.

Pour répondre à cet objectif, le groupe d'étude recommande :

- la mise en place d'un processus d'expertise collective utilisant les compétences spécifiques, afin de réaliser des évaluations économiques les plus complètes possibles permettant d'apprécier l'ensemble du retentissement de l'environnement sur la santé et notamment les dépenses de santé financées par l'Assurance Maladie attribuables à l'environnement ;
- la poursuite de ces travaux par le groupe de travail en se concentrant sur des pathologies ou des problèmes de santé environnementale considérés comme prioritaires par les pouvoirs publics ;
- la mise à jour régulière de ces travaux ment en fonction des connaissances acquises autant en évaluation sanitaire qu'en évaluation économique ; et,
- l'extension de ces travaux aux risques liés à l'environnement professionnel afin de développer des mesures de prévention efficaces.





## SOMMAIRE

<b>1</b>	<b>Préambule .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>Contexte et modalités de traitement de la demande ministérielle .....</b>	<b>17</b>
2.1	Contexte .....	17
2.2	Modalités de traitement de la demande ministérielle .....	17
<b>3</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>19</b>
3.1	Place des coûts de prise en charge financés par l'Assurance maladie dans l'évaluation économique des effets des dégradations de l'environnement sur la santé.....	19
3.2	Principales étapes de l'évaluation économique des effets des dégradations de l'environnement sur la santé .....	20
3.3	Principes et finalités des méthodes d'évaluation économique : présentation schématique .....	21
3.4	Présentation du rapport .....	23
<b>4</b>	<b>Matériels et méthodes .....</b>	<b>25</b>
4.1	Les facteurs influençant l'état de santé de la population .....	25
4.2	Sources d'informations pour l'évaluation de l'impact de l'environnement sur la santé : 2 méthodes possibles .....	27
4.2.1	Les études d'impact sanitaire : une méthode de quantification des effets sanitaires liés à l'exposition à des nuisances environnementales .....	27
4.2.1.1	La démarche d'évaluation quantitative des risques sanitaires.....	27
4.2.1.2	La démarche d'évaluation de l'impact sanitaire (EIS).....	27
4.2.1.3	Principes et étapes de la réalisation d'une EIS .....	28
4.2.1.4	Les différentes sources d'incertitude inhérentes à la méthode employée .....	29
4.2.2	Risque attribuable et Environmental Burden of Disease (EBD) .....	31
4.2.2.1	Sources, définition et élaboration .....	32
4.2.2.2	Définition et élaboration.....	33
4.2.2.2.1	Organisation Mondiale de la Santé (OMS).....	33
4.2.2.2.2	L'institut national de santé publique de l'environnement hollandais (RIVM).....	36
4.2.2.2.3	L'agence de protection de la santé au Royaume Uni (Health Protection Agency) .....	36
4.2.2.2.4	L'Organisation de coopération et de développements économiques (OCDE) .....	36
4.2.2.3	Limites et incertitudes liées à l'exercice .....	37
4.3	Sources d'informations pour l'évaluation des coûts de la prise en charge des maladies .....	37
<b>5</b>	<b>Résultats.....</b>	<b>39</b>
5.1	Approche via le facteur environnemental : Cas de la pollution atmosphérique urbaine . .....	39
5.1.1	Données pour la relation entre la pathologie et l'environnement (cf. Annexe n°12) .....	39
5.1.1.1	Cas de l'asthme.....	40
5.1.1.1.1	Données de prévalence de l'asthme .....	40
5.1.1.1.2	Détermination de la part attribuable à l'environnement pour l'asthme.....	41
5.1.2	Source de données pour l'analyse des coûts (cf. Annexe n°13).....	41
5.1.3	Résultats de l'évaluation des coûts de la part environnementale pour l'asthme.....	41
5.1.4	Limites d'interprétation des résultats .....	43
5.1.4.1	Limites concernant les données de santé .....	43

5.1.4.2	Limites concernant les données de coûts .....	43
<b>5.2</b>	<b>Approche via la pathologie : Cas du cancer.....</b>	<b>44</b>
5.2.1	Données pour la relation entre le cancer et l'environnement .....	44
5.2.2	Données pour la relation entre la pathologie et le coût pour l'Assurance maladie (cf. Annexe n°16) .....	46
5.2.3	Résultat de l'évaluation des coûts de la part environnementale pour les cancers.....	46
5.2.4	Limites de l'évaluation des coûts de la part environnementale pour les cancers.....	47
5.2.4.1	Limites concernant les données de santé .....	47
5.2.4.2	Limites concernant les données de coûts .....	47
<b>6</b>	<b>Synthèse des résultats.....</b>	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>Discussion et recommandations du groupe d'étude .....</b>	<b>51</b>
7.1	Connaissances à acquérir en épidémiologie .....	51
7.2	Connaissances à acquérir pour l'aspect valorisation .....	52
7.2.1	Problèmes de santé spécifiques.....	52
7.2.2	Indicateurs synthétiques de santé .....	53
7.3	Élargissement au domaine santé-travail.....	54
<b>8</b>	<b>Bibliographie.....</b>	<b>55</b>
8.1	Publications .....	55
8.2	Rapports, ouvrages, thèses.....	56
<b>Annexe.....</b>	<b>.....</b>	<b>559</b>
Annexe n°1	: Lettre de saisine .....	61
Annexe n°2	: Lettre adressée par l'AFSSET aux organismes pour constituer le groupe d'étude .....	63
Annexe n°3	: Le Grenelle de l'environnement et les groupes de travail 3 et 6.....	65
Annexe n°4	: Les 14 régions du monde définies par l'OMS.....	67
Annexe n°5	: Nombre de décès et de DALY attribuables pour 5 facteurs de risques environnementaux déterminés pour l'année 2000, par l'OMS .....	69
Annexe n°6	: Fractions attribuables à l'environnement (FAE) par pathologies définies par l'OMS ainsi que nombre de décès et de DALY déterminées pour la zone Europe en 2000. . .....	71
Annexe n°7	: Profil de la France défini par l'OMS.....	75
Annexe n°8	: Méthodologie développée par le RIVM et indicateurs obtenus .....	77
Annexe n°9	: Méthodologie développée par l'HPA et indicateurs obtenus .....	81
Annexe n°10	: Méthodologie développée par l'OCDE et indicateurs obtenus .....	83
Annexe n°11	: Bases de données pour l'évaluation des coûts (Paris V., 2003) .....	85
Annexe n°12	: Fiche synthétique sur la relation air (particules) et santé, réalisée par l'InVS .....	93
Annexe n°13	: Fiche sur le coût du traitement de l'asthme, réalisée par la DREES .....	97
Annexe n°14	: Fiche synthétique sur la relation environnement et cancer, réalisée par l'InVS .....	103
Annexe n°15	: Fiche synthétique sur la relation entre l'amiante environnementale et les cancers respiratoires, réalisée par l'InVS.....	107

Annexe n°16 : Fiche sur le coût de la prise en charge médicale du cancer, réalisée par la DSS .....	109
Annexe n°17 : Fiche synthétique sur l'Impact sanitaire de l'arsenic contenu dans l'eau de boisson, réalisée par l'InVS .....	113
Annexe n°18 : Fiche synthétique sur les Pesticides, réalisée par l'InVS .....	117
Annexe n°19 : Fiche synthétique sur le tabagisme passif chez les enfants, réalisée par l'InVS .....	119
Annexe n°20 : Fiche synthétique sur les sous-produits de chloration, réalisée par l'InVS.....	123
Annexe n°21 : Fiche synthétique sur le saturnisme infantile, réalisée par l'InVS.....	127
Annexe n°22 : Fiche synthétique sur le bruit, réalisée par l'InVS.....	131
Annexe n°23 : Fiche synthétique sur le climat, réalisée par l'InVS .....	135

## Liste des tableaux

N° de tableau	Titre du tableau	page
<u>Tableau I</u>	Exemple de force de l'association entre des facteurs de risques environnementaux et les principaux impacts sanitaires	27
<u>Tableau II</u>	Nombre de cas et de décès par cancer pour différents facteurs de risque depuis les travaux de Doll et Peto de 1981	33
<u>Tableau III</u>	Institutions consultées	34
<u>Tableau IV</u>	EIS réalisées pour neuf villes françaises dans le cadre du programme européen Apheis	41
<u>Tableau V</u>	Nombre annuel d'hospitalisation pour asthme, PMSI 1998-2002	41
<u>Tableau VI</u>	Estimation de la fraction attribuable par les différentes sources consultées pour pour différentes pathologies respiratoires	43
<u>Tableau VII</u>	Relations de causalité déterminées pour des facteurs de risques environnementaux par localisation de cancer en fonction du facteur de risques environnementaux – liste non exhaustive	45
<u>Tableau VIII</u>	Estimation de la fraction attribuable par les différentes sources consultées pour le cancer	46
<u>Tableau IX</u>	Univers de non-connaissance en santé environnement	53

## Liste des figures

N° de figure	Titre de la figure	page
<u>Figure n°1</u>	<b>Facteurs de risque de nature endogène ou exogène des cancers</b>	26
<u>Figure n°2</u>	Principe des évaluations d'impact sanitaire	30
<u>Figure n°3</u>	Principe de non-additivité des risques attribuables	32
<u>Figure n°4</u>	Approche basée sur l'exposition de l'OMS	35
<u>Figure n°5</u>	Estimation de la fraction de risque attribuable résultante, à partir des expertises individuelles de fractions de risque attribuable	36

## Abréviations

---

AFSSET : Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail

ALD : Affectation de longue durée

BPCO : broncho-pneumopathie chronique obstructive

CNAMTS : Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés

CSBM : Consommation de soins et de biens médicaux

CT : Court terme

D4E : Direction des études économiques et de l'évaluation environnementale

DALY : Disability adjusted life years

DARES : Direction de l'Animation de la recherche, des études et des statistiques

DGT : Direction générale du travail

DPPR : Direction de la prévention des pollutions et des risques

DREES : Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques

DSS : Direction de la sécurité sociale

DGS : Direction générale de la santé

EBD : Environmental burden disease

EIS : Étude d'impact sanitaire

E-R : Relations exposition-risque

ERI : Excès de risque individuel

ERU : Excès de risque unitaire

FAE : Fraction attribuable à l'environnement

FTE : fumée de tabac environnementale

GBD : Global burden disease

HPA : Health Protection Agency

INCa : Institut national du cancer

IRDES : Institut de recherche et documentation en économie de la santé

LT : Long terme

MEDAD : Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durable

MTRSS : Ministère du travail, des relations sociales et de la solidarité

OCDE : Organisation de coopération et de développement économiques

OMS : Organisation mondiale de la Santé

PA : Pollution atmosphérique

PMSI : Programme de médicalisation des systèmes d'information

QALY : Quality adjusted life years



QD : Quotient de danger

RIVM : Institut national de santé publique de l'environnement hollandais

RR : Risque relatif

SAE : Statistique annuelle des établissements de santé

VTR : Valeurs toxicologiques de référence

UV : Ultra-violet

## 1 Préambule

Ce document ne constitue pas un rapport d'expertise. Compte tenu des délais impartis, les travaux ont simplement visé à exploiter certaines sources d'information, nationales et internationales, disponibles immédiatement, sans qu'il n'ait pu être engagé de réelles analyses et évaluations des données collectées.



## 2 Contexte et modalités de traitement de la demande ministérielle

### 2.1 Contexte

L'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET) a été saisie, en date du 17 Juillet, par le ministère de la santé, de la jeunesse et des sports pour assurer la coordination d'une étude relative à la question de l'évaluation des impacts économiques liés à la pollution. Il a été demandé à l'AFSSET de mettre en place un groupe d'étude chargé d'initier une réflexion commune visant à mesurer l'impact sur la santé humaine de la dégradation de l'environnement, et d'évaluer les coûts que représentent pour l'Assurance maladie certaines pathologies liées à la pollution (cf. Annexes n°1 et 2).

Cette réflexion s'inscrit dans la perspective de la création de nouvelles taxes environnementales et de la discussion de l'affectation des taxes existantes au cours des séances de travail préparatoires à la réunion du « Grenelle de l'environnement » prévue pour la mi-octobre 2007 et plus particulièrement des groupes de travail 3 « Instaurer un environnement respectueux de la santé » et 6 « Promouvoir des modes de développement écologiques favorables à l'emploi et à la compétitivité » (cf. Annexe n°3).

### 2.2 Modalités de traitement de la demande ministérielle

Après avoir recensé les données scientifiques et économiques valides et disponibles pour le traitement de cette demande, il a donc été proposé de restreindre dans un premier temps le champ environnemental à investiguer à la pollution acquise d'origine humaine (pollution due à l'activité humaine). La part attribuable aux expositions professionnelles n'a pas été développée en raison de l'orientation de la demande avec la perspective de la création de nouvelles taxes environnementales et/ou de l'affectation des taxes existantes. En effet, il existe déjà un dispositif spécifique de financement des accidents du travail et des maladies professionnelles, financé par les entreprises. De plus, une commission instituée par l'article L. 176-2 du code de la sécurité sociale fixe tous les 3 ans le versement de la branche accidents du travail/maladies professionnelles à la branche maladie en raison de la sous-déclaration des accidents du travail et des maladies professionnelles (Diricq N., 2005). Le travail de cette commission ne pouvait être refait dans le cadre du présent rapport.

Une sélection raisonnée des données utilisées (relations facteur de risque environnemental-pathologies et coûts) a été faite sur la base des connaissances scientifiques et des données épidémiologiques et économiques, françaises et internationales, actuellement disponibles sur la part de l'environnement dans l'occurrence d'une pathologie et sur les coûts associés.

En raison du nombre limité de données sanitaires et économiques, les résultats de l'étude demandée ne pouvaient couvrir dans les délais impartis l'ensemble des milieux et des pathologies. Il a donc été choisi d'illustrer ce travail à l'aide de 2 exemples, cités d'ailleurs dans la demande ministérielle : les **pathologies en relation avec la pollution atmosphérique et les cancers**. Ces exemples représentent des problèmes majeurs en termes de coût pour l'Assurance maladie et pouvaient être traités sur la base de connaissances scientifiques robustes et de données françaises et internationales disponibles immédiatement.



### 3 Introduction

Il s'agit en préliminaire de situer les coûts supportés par l'Assurance maladie dans l'évaluation économique de l'impact des dégradations de l'environnement sur la santé, et de rappeler les principales étapes nécessaires à la réalisation de ce type d'évaluation.

Plusieurs documents de synthèse méthodologique consacrés à l'application de ces méthodes aux domaines de l'environnement et de la santé ont été publiés au cours de la décennie écoulée par les principales institutions internationales (OMS, OCDE, ...) ainsi que par les services ministériels ou les agences spécialisées de nombreux pays développés (Royaume Uni, États-Unis d'Amérique, Australie, ...), témoignant du développement de ces méthodes et de la reconnaissance de leur importance pour l'élaboration des politiques publiques.

#### 3.1 Place des coûts de prise en charge financés par l'Assurance maladie dans l'évaluation économique des effets des dégradations de l'environnement sur la santé

La réduction des risques liés à l'environnement peut affecter la santé en réduisant la mortalité prématurée<sup>1</sup>, et/ou l'incidence ou la sévérité des maladies causées par une dégradation de l'environnement. Le « coût de la maladie » (Cost of Illness) est la composante la plus facilement identifiable de la valeur économique de ces conséquences sur la santé : il s'agit d'estimer les dépenses associées à la survenue et à la prise en charge, par le système de santé, des maladies causées par une dégradation de l'environnement, ou qui pourraient être évitées par une amélioration de cet environnement.

Il est toutefois important de rappeler que les dépenses de santé (*a fortiori* la part de ces dépenses prise en charge par la Sécurité sociale) ne reflètent qu'une fraction de la valeur économique de la morbidité et de la mortalité prématurée. L'estimation de l'ensemble de cette valeur doit en effet prendre en compte, schématiquement (U.S. EPA, 2006) :

- d'une part les « coûts directs » liés à l'utilisation des services de santé pour le dépistage, le traitement et la prise en charge des suites des phénomènes morbides, que ces dépenses soient financées par les patients eux-mêmes ou par la solidarité collective : c'est cette composante, ou la part financée par les dispositifs de solidarité, qui est le plus souvent identifiée comme « coût de la maladie » ;
- d'autre part des « coûts indirects » représentant la valeur du temps perdu du fait de la maladie par le patient (temps consacré à la prise en charge de la maladie et années de vie perdues du fait d'un décès prématuré), mais aussi par son entourage quand celui-ci participe à sa prise en charge sans bénéficier d'une rémunération spécifique ; les pertes de production subies par la collectivité (« coûts de productivité ») représentent l'une des composantes les plus facilement quantifiables de la valeur de ce temps perdu ;
- enfin des « coûts intangibles » représentant la valeur accordée à la souffrance et à la dégradation de la qualité de vie associées à la maladie et à ses séquelles.

À titre d'exemple, dans une estimation du retentissement économique, en 2004, des troubles de la vision en Australie, les coûts directs ne représentaient que 18% (1 824 millions de dollars australiens) du total, alors que les coûts indirects et les coûts liés à l'altération de la qualité de vie étaient respectivement estimés à 33% (3 224 millions) et 49% (4 818 millions) du total (Taylor et al, 2006).

<sup>1</sup> Le terme de mortalité prématurée fait référence ici, dans sa définition large, aux décès qui surviennent prématurément par rapport à l'espérance de vie des personnes de même âge et sexe, plutôt que par rapport à une échéance arbitraire.



Il faut également rappeler que les coûts médicaux directs sont déterminés par les technologies diagnostiques et thérapeutiques disponibles ainsi que par l'organisation du système de santé et les pratiques de soins prévalentes à un moment donné, et peuvent donc varier notablement selon les lieux et dans le temps.

### **3.2 Principales étapes de l'évaluation économique des effets des dégradations de l'environnement sur la santé**

L'évaluation des effets sur la santé attribuables aux dégradations de l'environnement nécessite au préalable d'identifier ces effets, c'est-à-dire de déterminer les maladies et les causes de mortalité prématurée dont la probabilité est augmentée par l'exposition à un facteur de risque environnemental, puis de quantifier la fraction de cette morbidité et de cette mortalité qui peut effectivement être attribuée à une modification de l'exposition de la population au(x) facteur(s) de risque considéré(s). Les efforts de quantification peuvent porter en priorité sur les conséquences pour la santé dont la fréquence et/ou la sévérité semblent les plus importantes, et/ou sur celles qui sont les plus susceptibles d'être influencées par les interventions envisagées.

Il est également nécessaire de déterminer l'horizon temporel sur lequel étendre l'analyse : les conséquences pour la santé de l'exposition à un facteur de risque dans l'environnement peuvent être très différées dans le temps ; les manifestations morbides causées par un facteur de risque environnemental peuvent elles-mêmes être d'évolution rapide, ou, plus souvent, évoluer de façon chronique sur plusieurs années. Si l'analyse inclut la prise en compte d'événements survenant à des échéances plus ou moins éloignées, elle doit faire le choix d'un taux d'actualisation permettant de prendre en compte de façon adéquate les « préférences temporelles » : le principe qui postule que la valeur accordée aux événements décroît en fonction de l'éloignement de leur survenue dans le temps est désormais à peu près généralement accepté, mais la rapidité de cette décroissance, ou son caractère uniforme, peuvent encore faire l'objet de débats.

Une fois identifiées les ressources et les effets sur la santé que l'évaluation des effets sur la santé doit prendre en compte, l'évaluation économique (appelée aussi valorisation) requiert des efforts de complexité variable selon le type d'analyse retenu (évaluation coûts-efficacité ou coûts-bénéfices) et selon le type de ressources et de conséquences pour la santé pris en compte.

Le point de vue des politiques publiques doit être, en principe, celui de l'ensemble de la société : l'évaluation doit donc prendre en compte l'ensemble des coûts et des conséquences, quels que soient les acteurs individuels ou institutionnels concernés, et les transferts réalisés entre ces acteurs. Toutefois, il est également nécessaire, pour déterminer la faisabilité des interventions envisagées, de considérer leurs coûts et leurs conséquences du point de vue de chacun des principaux acteurs concernés (industriels, patients, financeurs, ...). Des coefficients de pondération peuvent par ailleurs être introduits pour refléter, de façon explicite, l'importance relative accordée aux coûts ou aux conséquences sur la santé affectant certains groupes de la population.

A chaque étape, les données qui peuvent être rassemblées seront souvent incomplètes, peu précises, et/ou possiblement biaisées. Dans une perspective d'aide à la décision, il s'agit alors de tirer le meilleur parti possible de ces données, en explicitant de façon transparente chacune des hypothèses intégrées dans l'analyse, et en explorant l'importance de leurs conséquences sur les conclusions de l'évaluation.

Deux situations doivent être distinguées selon que l'incertitude porte sur la plus ou moins grande précision de l'estimation d'un paramètre dont la distribution est (raisonnablement) connue ou selon qu'elle concerne un paramètre dont la distribution reste inconnue mais pour lequel des limites de variation vraisemblables peuvent être déterminées.

Dans le premier cas (estimation imprécise), le choix de la valeur à retenir peut dépendre de l'attitude du décideur auquel l'analyse est destinée : lorsque le décideur est indifférent vis-à-vis du risque associé à la dispersion de la distribution, il est légitime d'utiliser l'indicateur de tendance centrale (moyenne, médiane, ...) approprié en fonction du type de distribution. Le coût moyen de

la prise en charge thérapeutique d'une pathologie simple doit ainsi pouvoir être utilisée si sa distribution est à peu près symétrique, quelle que soit l'importance des variations individuelles autour de cette moyenne, dans la mesure où ces variations devraient s'équilibrer à l'échelle de la population. D'autres choix peuvent être faits si l'importance relative des risques associés à une sur- ou une sous-estimation n'est pas équivalente : par exemple celui d'utiliser une valeur maximale (borne supérieure d'un intervalle de confiance, quartile supérieur ...) ou au contraire une valeur minimale.

Dans le second cas (incertitude sur la distribution d'un paramètre), l'évaluation doit inclure une « analyse de sensibilité » utilisant différentes valeurs vraisemblables du ou des paramètres concernés afin d'apprécier la robustesse (la sensibilité) des résultats obtenus vis-à-vis de ces variations, et d'identifier le cas échéant les valeurs au-delà desquelles les résultats seraient modifiés de façon appréciable. Cette analyse de sensibilité permet ainsi également d'identifier les besoins prioritaires d'amélioration des connaissances disponibles afin de réduire les incertitudes concernant les paramètres particulièrement critiques pour la validité des conclusions de l'évaluation.

### 3.3 Principes et finalités des méthodes d'évaluation économique : présentation schématique<sup>2</sup>

L'estimation de la valeur économique des effets des dégradations de l'environnement sur la santé doit aussi être considérée en fonction des finalités de l'évaluation réalisée.

Les méthodes d'évaluation économique ont été développées et utilisées depuis les années 1960 dans une perspective d'aide à la décision des responsables de l'élaboration des politiques publiques (elles ont notamment été utilisées en France dans le cadre de la « Rationalisation des Choix Budgétaires » dans le courant des années 70). Elles visent à comparer différentes alternatives d'action en fonction de la valeur des ressources consommées et des effets produits dans chaque cas. Le « cas de référence » est celui de la situation où aucune action spécifique nouvelle n'est entreprise, par exemple pour modifier les risques liés à la dégradation de l'environnement. Typiquement, l'évaluation vise à apprécier l'intérêt de différentes modalités d'intervention par rapport à ce « cas de référence ».

L'évaluation des conséquences « secondaires » à une activité donnée qui ne seraient pas prises en compte, dans une économie de marché non régulée, dans les coûts de production associés à cette activité (externalités) a trouvé de plus une application exemplaire, dans le domaine de l'environnement dans la formulation du principe « pollueur-payeur ».

Les principes qui fondent les deux principales approches utilisées peuvent être résumés de façon très schématique.

Les méthodes d'évaluation **coûts-bénéfices** restent les méthodes de référence pour l'évaluation des politiques publiques, notamment dans le domaine de l'environnement, dans la mesure où elles permettent de comparer des interventions produisant différents types d'effets, et de produire une estimation de l'importance du résultat obtenu.

<sup>2</sup> Pour des informations complémentaires concernant les paramètres présentés dans ce chapitre, nous vous invitons à consulter les références citées ci-contre :

- Pearce D, G Atkinson et S Mourato: **Analyse coûts-bénéfices et environnement - Développements récents**. OCDE, 2006
- United States Environmental Protection Agency: **Guidelines for Preparing Economic Analyses**. US EPA, 2000
- Department of Health and Ageing and enHealth Council: **Guidelines for Economic Evaluation of Environmental Health Planning and Assessment**. Commonwealth of Australia, 2003. Disponible sur : <[http://enhealth.nhp.gov.au/council/pubs/pdf/eee\\_guides1.pdf](http://enhealth.nhp.gov.au/council/pubs/pdf/eee_guides1.pdf)>, consulté le 30 août 2007
- Hutton G: **Considerations in evaluating the cost-effectiveness of environmental health interventions**. OMS, Genève: 2000
- Tan-Torres Edejer T, Baltussen R, Adam T, Hutubessy R., Acharya A, Evans DB et Murray CJL **Making Choices In Health: WHO Guide To Cost-Effectiveness Analysis**. OMS éds, Genève: 2003
- HM Treasury : **The Green Book - Appraisal and Evaluation in Central Government**. 2003. Disponible sur : <http://greenbook.treasury.gov.uk/> consulté le 30 août 2007

Ces méthodes reposent sur l'estimation, en unités monétaires, de la valeur de l'ensemble des ressources consommées et des effets produits, pour l'ensemble de la société et pour les différents groupes qui la composent. L'estimation de la valeur des effets produits repose, en principe, sur le « consentement à payer » (Willingness to pay ou WTP), c'est-à-dire au montant que les personnes composant la population concernée seraient prêts à payer pour obtenir (ou pour éviter) cet effet. La différence entre la valeur des effets et celle des ressources supplémentaires consommées représente le « bénéfice » (ou la « perte ») net(te) associé(e) à l'alternative considérée.

Les méthodes d'évaluation **coûts-efficacité** permettent de comparer l'efficacité d'interventions visant un même type de résultat. Elles se traduisent par l'estimation d'un rapport entre la valeur des ressources consommées et une mesure d'un effet donné.

Dans le domaine de la santé, la méthode de référence appartient en fait à une famille proche, celle des évaluations « coûts-utilité ». Elle est utilisée pour comparer différents traitements ou interventions visant à l'amélioration de la santé, en évitant les difficultés liées à l'attribution d'une valeur monétaire à l'estimation de la valeur de la vie ou de sa qualité. Les effets d'amélioration de la santé associés à chaque alternative sont mesurés par l'estimation « d'années de vie ajustées sur la qualité » (QALY), permettant de ramener à une même unité les effets touchant à la durée de vie et ceux correspondant au retentissement des maladies et de leurs séquelles sur la qualité de vie.

Pour l'application de ce type d'approche à l'évaluation d'interventions visant à réduire les risques liés à l'environnement, les coûts directement liés à la prise en charge des malades seraient additionnés au coût des interventions sur l'environnement, la somme étant ensuite rapportée à l'estimation du nombre de « QALY » résultant de l'intervention considérée. Parmi les coûts indirects, ceux qui correspondent au « temps perdu » par le patient sont en principe intégrés dans l'estimation des QALY.

Une métrique analogue aux QALY a été développée pour la Banque Mondiale, puis utilisée par l'OMS pour estimer la « charge de morbidité » (global burden of disease ou GBD) attribuable à chaque maladie. Les « années de vie ajustées sur l'incapacité » (AVAI<sup>3</sup> ou DALY) représentent la somme des années de vie perdues en raison d'un décès prématuré (survenant à un âge inférieur à l'espérance de vie) et des années de vie vécues avec une qualité de vie altérée, pondérées par un coefficient reflétant l'importance de cette altération. Les DALY, mesure « négative » sont en principe complémentaires de la qualité de vie « positive » mesurée par les QALY<sup>4</sup>.

Les estimations de la « charge de morbidité » (ou GBD pour « global burden of disease ») produites par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) de la « zone Europe A, pays à haute espérance de vie et faible taux de mortalité infantile » à laquelle appartient la France ont été utilisées dans le cadre de la préparation de la loi de Santé Publique du 9 août 2004 afin d'évaluer le retentissement des problèmes de santé (OMS, 2002). Les DALY ont également été retenus comme un indicateur de l'importance des problèmes de santé au côté des données de mortalité et des données de morbidité.

Cette méthode a été reprise dans divers pays, soit en utilisant directement les données de l'OMS, soit en mutualisant des bases de données nationales. En réponse à un appel d'offre lancé par la DGS en juillet 2004 (appel d'offre n°485B : Élaboration d'indicateurs synthétiques de l'état de santé de la population), une étude a été réalisée conjointement par l'ORS Île-de-France et l'Inserm (Lapostolle A., 2007) afin de :

---

<sup>3</sup> Le terme d'AVAI, qui est la traduction littérale de Disability adjusted life years (DALY), a été préféré à la dénomination Années de vies corrigées de l'incapacité (AVCI) choisie par l'OMS. En effet le calcul de cet indicateur implique plus un ajustement à l'incapacité qu'une correction.

<sup>4</sup> Pour une comparaison des estimations produites par chaque méthode et une discussion des divergences observées, voir en particulier l'article de Sassi F (Sassi F., 2006). Et pour une discussion des possibilités d'attribuer une valeur monétaire (« valeur d'une vie statistique ») à des effets mesurés en QALY, voir notamment l'article Hirth RA et al (Hirth R.A. et al, 2000).

- décrire précisément la méthode d'estimation des DALY, ainsi que le mode de calcul mis en œuvre dans le cadre du GBD ;
- évaluer la pertinence, au regard de la situation épidémiologique française, de l'utilisation des données d'entrée fournies par l'OMS pour le calcul des DALY à l'échelle française ; et,
- explorer les possibilités éventuelles d'amélioration de la validité de cet indicateur en utilisant des données adaptées à la situation nationale française.

Pour ce faire, les DALY ont été estimés pour la France à partir des données d'incidence de l'OMS. Ces estimations ont été confrontées à l'estimation obtenue avec des données françaises d'incidence pour 10 pathologies. Enfin, une analyse de sensibilité a été menée pour chacune de ces pathologies. Les différences observées entre les estimations françaises calculées dans le cadre de cette étude et les estimations réalisées par l'OMS pointent les limites de l'utilisation des données fournies par celle-ci. En conclusion de cette étude, il est noté la nécessité de disposer de données fiables et précises pour l'ensemble des paramètres influençables par des actions de santé publique, notamment pour les données de mortalité et d'incidence mais également pour les autres paramètres utilisés pour le calcul des DALY (durée de la maladie, poids d'incapacité).

### 3.4 Présentation du rapport

Ce rapport comporte trois parties :

- la partie « matériel et méthodes », qui établit les différentes sources d'informations pour l'évaluation de la part de l'environnement sur la santé et pour l'évaluation économique de la prise en charge des maladies avec pour chaque partie les limites et les incertitudes de ces sources ;
- la partie « résultats », qui présente deux illustrations, indiquées en exemple, pour chacune des méthodes d'évaluation de la part environnementale sur la santé. Dans les conditions de production de ce rapport et en l'absence de données sanitaires ou économiques suffisamment précises, l'ensemble des pathologies ne pouvaient être couvertes ; et,
- enfin, la dernière partie rapport correspond à un ensemble de recommandations générales concernant la contribution des activités polluantes au financement de la Sécurité sociale, le développement de l'évaluation économique des pathologies induites par l'environnement et enfin les connaissances à acquérir autant en évaluation sanitaire qu'économique en l'élargissant au champ de la santé au travail.



## 4 Matériels et méthodes

Avant toute chose, il est nécessaire de préciser la définition utilisée de l'environnement. En effet, l'environnement compris au sens large prend en compte les facteurs exogènes (avec les agents physiques, chimiques ou biologiques) par opposition aux facteurs endogènes (génétiques héritables, état de santé, état hormonal, immunitaire etc.). Les facteurs de risque de l'environnement peuvent être naturels ou liés aux activités humaines ; ils peuvent être subis ou choisis (expositions liées aux comportements : alimentation, tabagisme actif, alcoolisme, consommations diverses). Cette acception large est plus volontiers utilisée dans les publications anglo-saxonnes. Pour d'autres, les risques liés à l'environnement se limitent à la pollution environnementale des milieux (air, eaux, sol), ce qui exclut les expositions « choisies » et les professionnelles : c'est souvent la définition utilisée en France en santé publique.

Une fois la relation causale établie entre un facteur de risque environnemental et une pathologie, l'impact épidémiologique de ce facteur de risque peut être quantifié en termes de cas incidents au niveau de la population générale. La connaissance de cet impact permet de justifier l'intérêt d'étudier la mise en place de mesures de prévention afin de réduire, voire d'éliminer, l'exposition à ce facteur de risque.

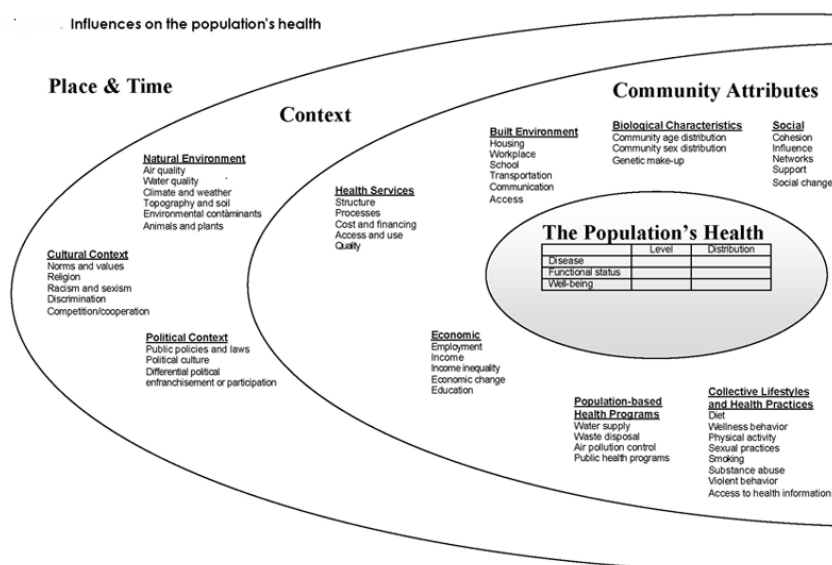
Pour cette quantification, deux approches peuvent être utilisées soit :

- l'étude d'impact sanitaire qui estime l'impact potentiel au niveau de la population et qui peut être différent de l'impact réel ; et,
- l'estimation du risque attribuable à un facteur de risque environnemental.

Ces deux approches sont présentées plus en détail par la suite après un bref rappel des facteurs influençant l'état de santé de la population.

### 4.1 Les facteurs influençant l'état de santé de la population

L'état de la santé est influencé par de nombreux déterminants interdépendants (cf. Figure n°1) : des facteurs individuels génétiques (hérédité) et biologiques (vieillesse), socio-économiques (activités professionnelles, revenus, logement, etc.) et culturels ; des facteurs environnementaux (chimiques, physiques, biologiques) ; des facteurs comportementaux (nutrition, activités physiques, tabagisme, etc.) ; l'accessibilité et la qualité des services de santé, etc.



Source : InVS

**Figure n°1 : Facteurs influençant l'état de santé de la population.**



La relation entre l'environnement et la santé a été établie depuis longtemps. Les impacts de l'exposition à des facteurs environnementaux sur la santé varient selon les maladies ; le Tableau I donne un aperçu général et non exhaustif des associations entre l'environnement et la santé selon plusieurs voies d'exposition, à des degrés variés d'état de connaissance scientifique.

**Tableau I : Exemple de force de l'association entre des facteurs de risques environnementaux et les principaux impacts sanitaires**

Impact sanitaire	Facteur de risque environnemental	Force de l'association	Descripteur qualitatif
maladies infectieuses	. eau, air et aliments contaminés		
cancer	. changement des cycles de vie des éléments pathogène en raison du changement climatique	très probable (90-99%)	Risque statistiquement significatif : au delà de tout doute raisonnable
	. radon		
	. champs électromagnétiques	probabilité faible (10-33%)	Suspicion scientifique du risque
	. radioactivité (à très faible dose)	très peu probable (1-10%)	Faible risque
	. pollution de l'air, principalement PM <sub>2,5</sub> ou moins		. tabagisme actif ou tabagisme passif
	. certains pesticides		. amiante
	. toxines naturelles (aflatoxine)		. radiation (dont rayons salaires)
	. certains métaux (e.g. arsenic, cadmium, chrome)		. dioxines
	. hydrocarbures aromatiques polycycliques (e.g. contenu dans les particules diesel)		
maladies cardiovasculaires	. pollution de l'air (monoxyde de carbone, ozone, PM)		. tabagisme actif ou tabagisme passif
	. monoxyde de carbone		. plomb
	. bruit		. particules inhalées
	. alimentation, e.g. cholestérol lourd		. stress
maladie respiratoires (dont asthme)	. tabagisme actif ou tabagisme passif		. dioxyde de soufre
	. oxydes d'azote		. particules inhalées (PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> )
	. ozone		. spores de champignons
	. acariens		. pollens
	. animaux domestiques (poils, peau, excréments)		. humidité
asthme	. Pollution de l'air	probabilité moyenne (33-66%)	
maladies de la peau	. rayonnement UV		
	. certains métaux e.g. nickel		
	. pentachlorophénol		
	. dioxines		
diabète, obésité	. alimentation, e.g. graisse en excès		
	. inactivité physique		
troubles de la reproduction	. polychlorobiphényles (PCB)		
	. dichlorodiphényltrichloroéthane (DDT)		
	. cadmium		
	. phtalates		
	. perturbateurs endocriniens		
	. médicaments		
troubles du développement (du fœtus et de l'enfant)	. plomb		
	. mercure		
	. cadmium		
	. tabagisme actif ou tabagisme passif		
	. certains pesticides		
	. perturbateurs endocriniens		
maladies du système nerveux	. plomb		
	. PCB		
	. méthylmercure		
	. manganèse		
	. certains solvants		
	. organophosphates		
système immunitaire	. rayonnement UV-B		
	. certains pesticides		
augmentation de la sensibilisation aux substances chimiques	. expositions multiples aux substances chimiques à faible dose		

PM, matière particulaire (pour particulate matter) UV, Ultra-violet

Source : AEE Environment and health 2005 [EEA, 2005]

La relation causale est une notion complexe à établir notamment en raison du caractère multifactoriel de l'occurrence d'une maladie. Cette causalité s'exprime par une estimation du risque qui correspond à la probabilité de survenue de la maladie. Les études épidémiologiques permettent d'établir une association entre un facteur de risque et l'occurrence d'une maladie mais cette association n'est pas la preuve absolue de la relation causale. Il est nécessaire d'étayer cette

observation avec d'autres éléments qui sont communément définis par les critères de Hill (1965). Ces critères ne permettent pas de quantifier le degré de plausibilité de la relation causale mais seulement de porter un jugement global sur la relation étudiée.

La relation causale établie par diverses études est communément soumise à des groupes d'experts sous l'égide d'organismes nationaux ou internationaux (exemple du CIRC pour les cancers) afin de juger de la plausibilité de la relation. Pour les nuisances cancérigènes, seul un très faible nombre de facteurs ont été clairement identifiés comme ayant une relation causale établie entre l'exposition au facteur étudié et la maladie. Le CIRC a ainsi identifié, jusqu'à ce jour, 102 nuisances ou expositions comme cancérigènes avérés, 68 comme probablement cancérigènes et 245 comme cancérigènes possibles. Il faut noter que lors de ses évaluations le CIRC détermine la classification sur la base de résultats épidémiologiques pour la classification 'cancérigène avéré' et sur la base de résultats d'études épidémiologiques et/ou expérimentales pour les autres classifications.

## 4.2 Sources d'informations pour l'évaluation de l'impact de l'environnement sur la santé : 2 méthodes possibles

### 4.2.1 Les études d'impact sanitaire : une méthode de quantification des effets sanitaires liés à l'exposition à des nuisances environnementales<sup>5</sup>

#### 4.2.1.1 La démarche d'évaluation quantitative des risques sanitaires

La démarche de l'Évaluation Quantitative des Risques Sanitaires (EQRS) développée par l'Académie des Sciences des États-Unis en 1983 a été adaptée en France et est notamment utilisée dans le volet sanitaire des études d'impact intervenant dans le cadre des demandes d'autorisation d'exploiter une installation classée pour la protection de l'environnement. Elle comporte quatre étapes : (i) l'identification des dangers, (ii) le choix des valeurs toxicologiques de référence (VTR), (iii) l'estimation des expositions et (iv) la caractérisation des risques.

Les VTR sont des indices caractérisant le lien entre l'exposition de l'Homme à une substance toxique et l'occurrence ou la sévérité d'un effet nocif observé. Elles sont spécifiques d'un effet, d'une voie et d'une durée d'exposition. Les VTR sont essentiellement issues des expérimentations animales ou d'études en milieu professionnel et résultent d'une extrapolation haute dose – basse dose. Elles correspondent soit, pour les effets à seuil, à la dose maximale pour laquelle on estime ne pas voir apparaître d'effet néfaste chez l'Homme, soit, pour les effets sans seuil, à la probabilité d'observer un effet néfaste associé à une exposition pendant la vie entière par unité de dose, appelée excès de risque unitaire (ERU).

Les résultats de la caractérisation des risques sont exprimés sous forme soit d'un quotient de danger (QD) pour les effets à seuil, soit d'un excès de risque individuel (ERI) pour les effets sans seuil. La quantification d'un impact sanitaire n'est réalisable que pour les polluants présentant une relation dose-réponse sans seuil (et donc un ERU) car il résulte du produit d'une probabilité (ERI) par la taille de la population concernée.

#### 4.2.1.2 La démarche d'évaluation de l'impact sanitaire (EIS)

Une évaluation d'impact sanitaire (EIS) vise à quantifier l'impact de l'exposition à des nuisances environnementales sur la santé (par exemple le nombre de cas « attribuables ») à court terme et à long terme à partir de relations exposition-risque (E-R) issues des études épidémiologiques dont les conditions d'exposition sont celles d'une population dite générale, lorsque la nature causale de la relation mise en évidence peut être raisonnablement acceptée. L'EIS ne peut être menée à des échelles spatiales fines pour des raisons de cohérence et de rigueur d'une part (en lien avec

---

<sup>5</sup> Adaptation du guide méthodologique du PSAS9 (InVS, 2007a)

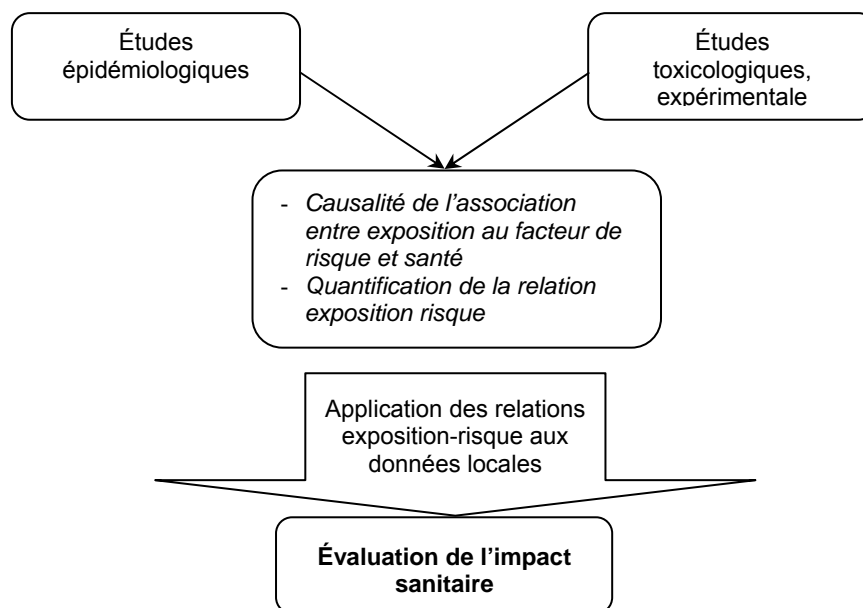
l'utilisation de relations E-R issues de la littérature), et pour des raisons de faisabilité d'autre part (en lien avec la disponibilité des indicateurs sanitaires). Une EIS ne vise donc pas à démontrer l'existence de l'effet d'un facteur de risque environnemental sur la santé : cette démonstration repose sur des études épidémiologiques, toxicologiques et expérimentales.

#### 4.2.1.3 Principes et étapes de la réalisation d'une EIS

La méthode est fondée sur le calcul du nombre de cas attribuables à partir de relations E-R (exprimée par un risque relatif, RR), de la proportion de personnes exposées (par exemple, dans le cas de la pollution atmosphérique urbaine toute la population est considéré comme exposée), des niveaux d'exposition et du nombre incident de cas sur la zone et la période d'étude. Ainsi, il faut disposer d'une relation E-R validée, d'estimations de l'exposition, ainsi que de données sanitaires pertinentes dans la population à laquelle on veut appliquer l'EIS.

En se fondant sur la démarche préconisée par le guide de l'OMS pour la réalisation des EIS (OMS, 2000, 2001), les différentes étapes de la démarche sont les suivantes :

- **estimation de l'exposition.** Si l'exposition concerne un mélange de substances, il faut discuter du choix des indicateurs les plus pertinents. Les caractéristiques temporelles de l'exposition prise en compte doivent être bien définies, notamment en termes de durée, fréquence et intensité. La distribution des niveaux d'exposition dans la population étudiée doit être comparable à celle de la population où a été élaborée la relation E-R. Si les expositions de la population étudiée sont très différentes de celles utilisées pour l'élaboration de la relation E-R, il faut se demander s'il est valide d'extrapoler cette relation à la population étudiée. L'importance de l'impact sanitaire dépend de l'étendue de l'exposition considérée pour l'EIS : cette étendue est définie par la différence entre les concentrations environnementales observés et le niveau de référence choisi. Le choix d'un niveau de référence peut se faire en fonction des connaissances épidémiologiques, toxicologiques ou de jugements experts, des seuils réglementaires ou du bruit de fond observé dans des zones non polluées ;
- **détermination des indicateurs sanitaires appropriés.** L'objectif de l'EIS, la définition de l'exposition et la disponibilité des données nécessaires guideront le choix des indicateurs. Dans certains cas, l'EIS pourra être réalisée indépendamment pour chaque indicateur sanitaire sur lequel l'effet de la nuisance environnementale est bien établi. Dans d'autres cas, en particulier lors de l'estimation des coûts monétaires, il faudra éviter d'étudier des indicateurs sanitaires qui se recoupent (introduisant un « double compte ») ;
- **sélection de la relation exposition-risque.** La relation E-R est la contribution majeure de l'épidémiologie à l'EIS. Cette relation peut être représentée comme la pente d'une droite de régression ou comme le risque relatif associé à une variation donnée de l'exposition. Les relations E-R peuvent être issues de l'analyse combinée de résultats locaux dans le cadre d'une étude multicentrique ou de méta-analyses publiées ;
- **recueil des données concernant la fréquence observée des indicateurs sanitaires.** Ceci permet de quantifier la prévalence ou l'incidence des indicateurs sélectionnés. Cette information devra, de préférence, être recueillie dans la population étudiée ;
- **calcul du nombre de cas attribuables.** Ce calcul fait l'hypothèse que la relation E-R est de nature causale. Il utilise la distribution de l'exposition observée dans la population étudiée, les relations E-R de l'épidémiologie et la fréquence observée de l'indicateur sanitaire dans la population.



**Figure n°2 : Principe des évaluations d'impact sanitaire**

En accord avec les recommandations du groupe de travail de l'OMS (OMS, 2000, 2001), le principe général à appliquer à chaque étape de la démarche est de conserver la plus grande adéquation possible entre les caractéristiques de l'EIS à réaliser – population concernée, définition de l'indicateur sanitaire utilisé, construction de l'indicateur d'exposition – et celles des études épidémiologiques ayant produit les relations E-R.

En effet, dans une EIS, la relation E-R, déterminée par une (ou des) étude(s) épidémiologique(s) menée(s) dans une situation (lieu, population...) donnée est appliquée à la situation dans laquelle on veut réaliser l'EIS. La réalisation de cette extrapolation dans des conditions de validité raisonnables suppose donc notamment :

- des caractéristiques d'exposition qualitativement et quantitativement similaires ;
- des populations de caractéristiques socio-démographiques et comportementales similaires (Catégorie socio-professionnelle, âge, sexe, habitude tabagiques, mode de vie...) ;
- des indicateurs sanitaires identiques ;
- des méthodes de mesure des niveaux de polluants identiques ; et,
- des méthodes de construction des indicateurs d'exposition identiques ou a minima comparables.

#### 4.2.1.4 Les différentes sources d'incertitude inhérentes à la méthode employée

De nombreuses incertitudes interviennent lors de la réalisation d'une EIS, aussi bien en amont de l'étude (choix des relations E-R utilisées) qu'au cours de sa réalisation (estimation de l'exposition et des indicateurs sanitaires, application des relations E-R, méthodes statistiques). Il est important de les garder à l'esprit pour l'interprétation des résultats.

- Incertitudes liées au choix des relations E-R

Une EIS repose sur l'application de relations E-R à des données locales. Or, lorsque la relation E-R utilisée est issue de la littérature, cette application entraîne nécessairement une extrapolation de la relation dans l'espace et le temps. Cette transposition peut entraîner un biais si les facteurs de risque environnementaux et/ou la population d'étude de l'agglomération dans laquelle est réalisée l'EIS présentent des caractéristiques différentes de celles des études dont sont issues les

relations E-R choisies. C'est pour cette raison que les relations E-R obtenues dans le même pays, ou sur le même continent, sont proposées dès lors qu'elles sont disponibles et fiables.

De plus, quelle que soit la population à laquelle elles sont appliquées, les relations E-R retenues pour mener les EIS sont elles-mêmes entourées d'une incertitude statistique, quantifiée par l'intervalle de confiance entourant l'estimation centrale du risque relatif. C'est cette seule incertitude statistique de la relation E-R qui est prise en compte par les intervalles de confiance à 95% entourant l'estimation centrale du nombre de cas attribuable fournis par la méthode d'EIS proposée.

- Incertitudes liées à l'estimation de l'exposition

La méthode d'évaluation de l'exposition à mettre en œuvre dans le cadre d'une EIS dépend de celle utilisée pour la mise en évidence des relations E-R employées. En effet, il est fondamental pour la validité des résultats obtenus que les méthodes d'évaluation de l'exposition employées pour l'EIS soient comparables, ou mieux identiques, à celles utilisées pour l'établissement des relations E-R ; qu'il s'agisse des méthodes de mesure des polluants, de la méthode de définition de la zone d'étude et de sélection des stations de mesure, ou de la construction des indicateurs d'exposition à partir des valeurs mesurées par les stations.

Lorsque les méthodes d'évaluation de l'exposition ne sont pas identiques entre les études ayant fourni les relations E-R et l'EIS, cela représente une source d'incertitude supplémentaire pour les estimations produites.

De plus, même lorsque les méthodes sont identiques, certains facteurs peuvent limiter la représentativité de l'indicateur d'exposition construit au regard des expositions individuelles. Ainsi, une partie de la population peut s'absenter de la zone d'étude au cours de la journée pour des raisons professionnelles ou individuelles. Selon la variabilité géographique des niveaux de pollution environnementale, cela conduit à sur- ou sous-estimer l'impact sanitaire.

- Incertitudes liées aux indicateurs sanitaires

À l'inverse des données de mortalité, les données de morbidité, dès lors qu'elles se fondent sur des données d'activité médicale (admissions à l'hôpital par exemple), sont très dépendantes, tant en ce qui concerne leur qualité (fiabilité, exhaustivité...) que leur signification, du système de soin et des modes de recueil existant localement. D'une part, cela peut ajouter une source d'incertitudes lors de la transposition d'une relation E-R entre deux zones possédant des systèmes de soins totalement différents. D'autre part, en France, les indicateurs d'admissions hospitalières sont construits à partir du Programme de médicalisation des systèmes d'information (PMSI) qui est avant tout un outil médico-économique dont l'utilisation à des fins épidémiologiques n'était initialement pas prévue. La qualité des données est donc en grande partie liée aux pratiques de codage qui peuvent différer d'un établissement à l'autre, notamment lors du choix du diagnostic principal lorsqu'un patient est atteint de plusieurs pathologies difficiles à dissocier ou ayant des implications différentes pour la valorisation du séjour hospitalier. Cependant, l'agrégation des données en grands types de pathologies (respiratoires, cardiovasculaires et cardiaques) permet de s'affranchir en partie de cette hétérogénéité liée aux pratiques de codage<sup>6</sup>. Dans le cadre de la réalisation d'EIS selon la méthode préconisée dans le présent document, les relations E-R concernent de grandes catégories de causes d'hospitalisation, ce qui limite sans doute très largement ce type de biais.

En revanche, d'autres éléments peuvent limiter la cohérence des indicateurs de morbidité et leur comparabilité avec ceux utilisés pour l'établissement des relations E-R. Il s'agit des paramètres liés par exemple au fonctionnement de l'hôpital (fermetures de lits à certaines périodes) ou aux informations disponibles via le PMSI (impossibilité au moyen des informations disponibles dans les

---

<sup>6</sup> Lombrail P et al. Programme de médicalisation des systèmes d'information et épidémiologie : une liaison qui ne va pas de soi. Revue d'épidémiologie et de santé publique 1994 ; 42 :334-344.

résumés de sortie anonymisés -RSA- de sélectionner les séjours selon des critères identiques à ceux mis en œuvre pour l'extraction des données à partir des résumés de sortie standardisés -RSS- dans le cadre des études épidémiologiques).

#### 4.2.2 Risque attribuable et Environmental Burden of Disease (EBD)

Le risque attribuable (RA) est utilisé afin de quantifier la part de la maladie explicable par un facteur de risque. Il correspond à la proportion des cas qui pourrait être évitée en supprimant l'exposition au facteur de risque. Plusieurs terminologies peuvent être employées comme fraction étiologique ou fraction attribuable. Le risque attribuable est mathématiquement défini comme la différence entre la probabilité globale de la maladie au sein de la population (incluant les exposés et les non-exposés) et la probabilité de la maladie au sein de la même population en supposant l'exposition totalement éliminée, différence rapportée à la probabilité globale de la maladie dans la population (incluant les exposés et les non-exposés)<sup>7</sup>. Cette définition peut être exprimée en fonction de la prévalence de l'exposition et du risque relatif sous la forme suivante :

$$RA = \frac{P_E(RR-1)}{P_E(RR-1)+1}$$

Où, PE est la proportion de sujets exposés dans la population  
RR, le risque relatif

La valeur numérique du RA pour un facteur de risque donné varie entre 0 et 1<sup>8</sup>, souvent sous la forme d'un pourcentage. Cette valeur varie en fonction de la force de l'association et de la prévalence de l'exposition au facteur de risque dans la population. Il peut donc prendre une valeur nulle s'il n'y a pas d'association entre le facteur de risque et la maladie ou en l'absence d'exposition dans la population.

Comme cela a été dit précédemment, le RA est utilisé pour évaluer l'impact d'une exposition sur le risque de survenue d'une maladie. Il permet ainsi en santé publique de développer ou de comparer des programmes de prévention avec l'objectif de diminuer voire éliminer l'exposition au sein de la population. Mais, pour ce faire, l'estimation du RA doit être non biaisée, la nature de la relation entre le facteur de risque et la maladie doit être causale et le facteur de risque étudié doit être indépendant des autres facteurs de risques de la maladie.

Une autre interprétation consiste à considérer le RA comme une estimation de la part étiologique de la maladie qui peut être considérée comme expliquée par ces facteurs de risque. Depuis les travaux réalisés par Doll et Peto en 1981 donnant des nombres de décès ou de cas incident par cancer par facteur de risques pour les États-Unis, d'autres auteurs ont réalisés cet exercice pour d'autres pays (cf. Tableau II), dont dernièrement le CIRC pour la France (CIRC, 2007). Or, ces travaux peuvent porter à confusion en attribuant les cancers à quelques facteurs de risque, faisant croire que seule une petite partie des cancers seraient dus à des facteurs de risques mineurs et que la majorité des cancers pourraient être prévenus.

Une des propriétés des RA est notamment, la non-additivité des contributions individuelles des RA de chacun des facteurs de risque. En effet la somme des RA de chacun des facteurs de risque n'est pas égale à celle du RA prenant en compte l'ensemble des facteurs de risque en raison du caractère plurifactoriel des maladies (cf. Figure n°3).

$$RA_{\text{environnement/cancer}} \neq RA_{\text{tabac/cancer}} + RA_{\text{alimentation/cancer}} + RA_{\text{expositions professionnelles/cancer}}$$

**Figure n°3 : Principe de non-additivité des risques attribuables**

<sup>7</sup> On peut aussi définir la fraction étiologique du risque pour estimer la part attribuable spécifiquement à l'exposition chez les personnes exposées en rapportant cette même différence au risque estimé chez les exposés.

<sup>8</sup> Lorsque le facteur de risque étudié est protecteur, le RA prend des valeurs négatives.



De plus, les estimations réalisées sont élaborées à partir des relations causales existantes au moment de l'estimation. Or, il existe à ce jour encore très peu de relations causales qui ont été prouvées par rapport aux nombreuses nuisances auxquelles la population est exposée. Enfin, le RA dépend de la définition du niveau de référence pour l'exposition (faible exposition ou non exposition).

**Tableau II : Nombre de cas et de décès par cancer pour différents facteurs de risque depuis les travaux de Doll et Peto de 1981\***

Facteur de risque	Doll et Peto, 1981 États-Unis		Olsen et al 1997 Pays nordiques		Doll et Peto, 2005 Royaume-Uni		Danaei et al, 2005	CIRC, 2007 France (z)		
	Décès global (%)	étendue de l'estimation	Cas hommes (%)	Cas femmes (%)	Décès global (%)	étendue de l'estimation		Décès global (%)	Décès hommes (%)	Décès femmes (%)
Tabac	30	25-40	19	9	30	27-33	29	33,4	9,6	23,9
Alcool	3	2-4	2	1	6	4-8	4	9,4	3	6,9
Agents infectieux	10 ?	1- ?	2 (g)	3 (g)	5	4-15	<1,5 (h)	3,3	4,4	3,7
Nutrition Obésité et surpoids Inactivité physique	35	10-70	? (d)	? (d)	25	15-35	3 (i)	NI	NI	NI
			<1	<1			3	1,2	2,3	1,6
Profession Pollution Pollution urbaine Produits industriels Additifs alimentaires	4	2-8	3	<1	2	1-5	NI	3,7	0,5	2,4
	2	<1-5	<1 (e) NI	<1 (e) NI	2	1-5	NI 1	0,04-1 NI	0,3 NI	0,1-1 NI
	<1 (b)	<1-5	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI	NI
Médicaments et procédures médicales Hormonothérapie substitutive et contraceptifs oraux Facteurs liés à la reproduction	1(a)	0,5-3	NI	NI	<1	0-1	NI	NI	NI	NI
			NI	NI			NI	NI	2,2	0,9
Rayonnements ionisants non médicaux Rayons ultraviolets Rayonnements ionisants d'origine humaine	3 (c)	2-4	<1 (f)	<1 (f)	4	3-5	NI	NI	NI	NI
			4	5	1	1	NI	0,6	0,6	0,6
	NI (r)	NI	2	3	<1	<1-1	NI	NI	NI	NI

\*. symbole (?) et étendue rapportés comme dans la publication d'origine  
 NI : facteur non considéré comme un facteur de risque pour l'étude  
 (a) inclut les irradiations médicales, les agents chimiothérapeutiques, les contraceptifs oraux, l'hormonothérapie de substitution  
 (b) inclut les agents chimiques et physiques introduits dans la vie quotidienne par l'industrie contemporaine  
 (c) appelés facteurs géophysiques par Doll et Peto 1981 et incluant les rayonnements non médicaux et les ultraviolets  
 (d) les auteurs ont considéré que les données sont insuffisantes pour calculer la fraction attribuable  
 (e) limité au tabagisme passif  
 (f) limité au radon  
 (g) limité aux infections par *Helicobacter pylori*  
 (h) limité aux relations sexuelles sans précaution (1%) et seringues contaminées dans le cadre de soins (<0,5%)  
 (i) peu de fruits et légumes  
 (r) inclut dans la catégorie « médicaments et procédures médicales »  
 (s) inclut les comportements sexuels tels que les agents infectieux impliqués dans le cancer du col utérin  
 (z) limité au cancérogènes avérés (classe I) et aux données d'exposition disponibles

Source : CIRC, 2007

#### 4.2.2.1 Sources, définition et élaboration

Dans le cadre de ce rapport, nous avons réalisé une revue de la littérature non exhaustive centrée sur les sites internationaux hors des sites de référence bibliographiques tels que les bases de données de référence médicales que sont la *National Library of Medicine* (Medline) et l'Institut de

l'Information Scientifique et Technique (INIST). Les sites internet consultés ont été les suivants, en lien avec la connaissance que nous avons que ces institutions s'étaient en particulier impliquées dans la quantification d'« *Environmental Burden of Disease* » :

*Note* : A partir des différents sites consultés, nous avons obtenu 7 sources d'information (OMS, RIVM, HPA, AIHW, CDC, Santé-Canada, OCDE) dont seulement 4 sont évoquées ici (OMS, RIVM, HPA et OCDE). Les documents de l'OCDE, l'AIHW et de l'EEA ont exploité les données de l'OMS. Les institutions américaines (CDC et Santé Canada) ne prennent en compte que les facteurs de risque individuel (alcool, tabac, ...).

**Tableau III : Institutions consultées**

Sigle	Institution	Site
OMS	Organisation mondiale de la santé	www.who.int
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu / Institut national de santé publique et de l'environnement	www.rivm.nl/
OCDE	Organisation de coopération et de développement économiques	www.oecd.org
HPA	Health Protection Agency / Agence de protection de la santé	www.hpa.org.uk/
US-EPA	US Environmental Protection Agency	www.epa.gov
CDC	Centers for Disease Control and Prevention	www.cdc.gov/
Santé Canada	Santé Canada	www.hc-sc.gc.ca/index_f.html
EEA	Agence Européenne pour l'Environnement	local.fr.eea.europa.eu/
AIHW	Australian Institute of Health and Welfare	www.aihw.gov.au/

#### 4.2.2.2 Définition et élaboration

L'*Environmental Burden of Disease* (EBD), soit « la charge de morbidité attribuable à l'environnement », correspond à une quantification des impacts sanitaires causés par des facteurs de risque environnementaux, à l'échelle d'une population. L'EBD est généralement exprimé en termes de mortalité et/ou de DALY, indicateurs présentés en introduction.

##### 4.2.2.2.1 Organisation Mondiale de la Santé (OMS)

L'OMS a par exemple développé 2 types d'approches : une « entrée » par facteur de risque (la première approche développée par l'OMS) et une « entrée » par pathologie ou groupe de pathologies, plus récente.

- Une « entrée » par facteur de risque

Cette approche développée par l'OMS (« *Exposure-based approach* ») est présentée sous forme schématique page suivante

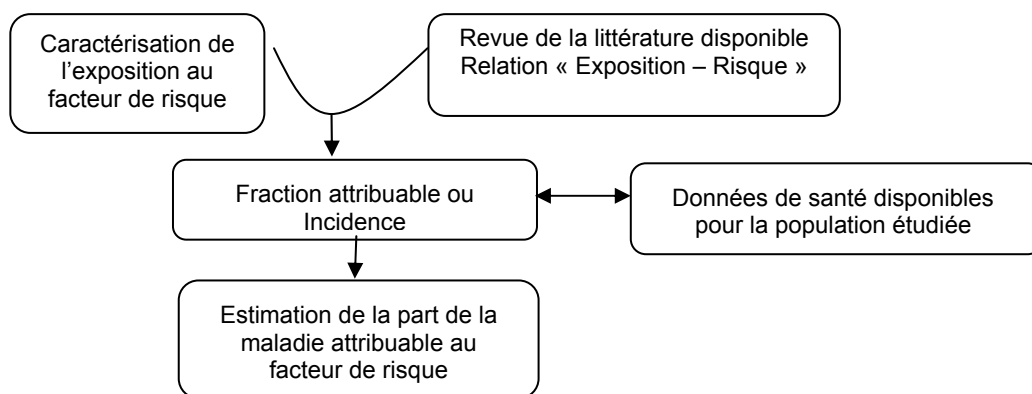
Au terme de ces premiers travaux (1999-2002), l'OMS a publié, en 2002, des premières estimations pour 14 régions du monde (cf. annexe n°4) et 26 facteurs de risque dont 5 sont des facteurs de risque environnementaux (OMS, 2002a). Il s'agit en particulier des facteurs de risque suivants :

- le plomb,
- la pollution atmosphérique urbaine,
- les fumées de combustion intérieures,
- l'hygiène et l'eau non potable, et
- le changement climatique.

Pour ces 5 facteurs, les EBD (décès, DALY) évalués par l'OMS pour la région *Europe A* (à laquelle appartient la France) sont présentés en annexe (cf. annexe n°5).



Cependant, aussi rigoureuse que puisse être cette approche, elle ne permet pas de déterminer le poids global de la maladie en lien avec un facteur de risque spécifique, tant les relations exposition-risque connues et les données épidémiologiques disponibles ne couvrent qu'une infime partie des pathologies pouvant être associées à un facteur environnemental donné, et ce même pour des facteurs de risques abondamment étudiés et documentés dans la littérature scientifique comme la pollution atmosphérique urbaine par exemple.



Source : OMS

**Figure n°4 : Approche basée sur l'exposition de l'OMS**

*Note* : Cette démarche est applicable au niveau national à condition que les données d'exposition et la relation exposition-risque soient disponibles pour la population étudiée (en ce sens, l'OMS a notamment publié des guides méthodologiques, par facteur de risque).

Ce type d'approche s'apparente en particulier l'Évaluation d'Impact Sanitaire (EIS) dont la méthodologie a été présentée plus haut.

- Une « entrée » par pathologie ou groupe de pathologies

La seconde approche développée par l'OMS de 2004 à 2006 a été de conduire une expertise collective internationale mobilisant plus de 100 experts reconnus dans leur domaine de compétence, qu'ils soient spécialistes de problèmes de santé donnés ou à l'inverse de facteurs de risque environnementaux.

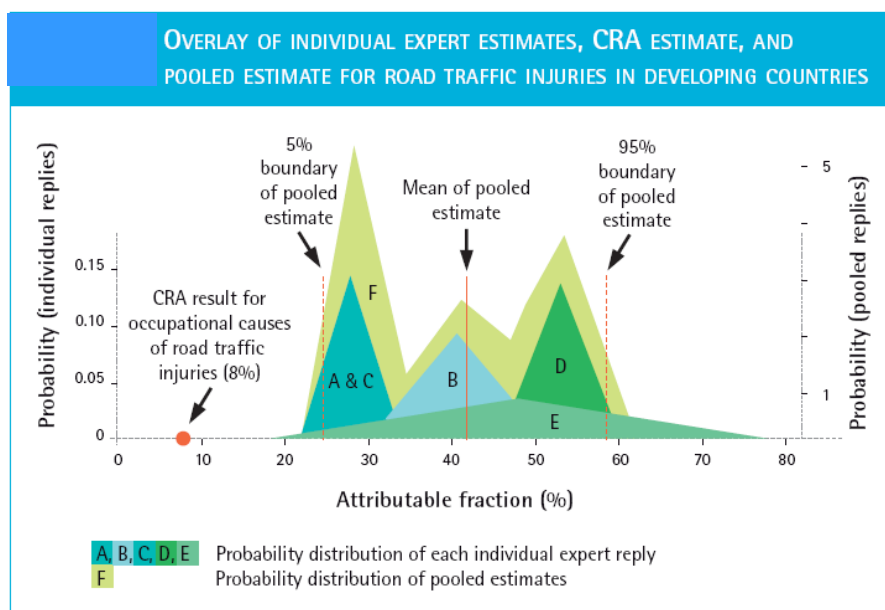
Dans ses travaux, l'OMS utilise une définition large de l'environnement. L'environnement y est défini comme regroupant tous les facteurs physiques, chimiques ou biologiques exogènes (par opposition aux facteurs endogènes tels l'état de santé, l'état hormonal, immunitaire, génétique...) ainsi que l'ensemble des comportements s'y rapportant, en excluant l'environnement social et culturel (le tabagisme actif et la consommation d'alcool ou de drogue sont exclus) et l'environnement naturel sur lequel on ne peut intervenir (les expositions au radon ou aux UV sont cependant incluses). Les facteurs inclus sont donc des facteurs évitables au moyen de politiques publiques, y compris les risques professionnels<sup>9</sup>.

Au total, 85 pathologies ou groupe de pathologies et 2 facteurs de risque pouvant être liés à des causes environnementales (la malnutrition et l'inactivité physique) ont été couverts par l'expertise. Il a été demandé aux experts de fournir une estimation centrale ainsi qu'un intervalle de confiance à 95% pour la fraction attribuable à l'environnement au sens de l'OMS (FAE). Les experts étaient

<sup>9</sup> Compte tenu de l'orientation initiale de ce travail sur l'estimation de l'impact de l'environnement sur les dépenses d'assurance maladie, et dans la mesure où il existe déjà un dispositif de réversion entre la branche maladie et maladies professionnelles avec une réévaluation tous les 3 ans (Lévy-Rosenwald M., 2002 ; Diricq N., 2005), les risques professionnels ne sont pas développés dans le cadre de ce rapport.

libres d'estimer les FAE selon des critères qui leur semblaient pertinents (zone géographique, genre ...).

Pour chaque pathologie considérée, un minimum de 3 avis d'experts était requis. Il fut posé comme hypothèse de départ que les fractions attribuables rapportées par les experts suivaient une distribution triangulaire définie par une probabilité maximale pour l'estimation centrale, et par les limites de l'intervalle de confiance. Ces estimations individuelles ont été mises en commun en leur attribuant un poids égal, déterminant ainsi une FA correspondant à la moyenne arithmétique de la combinaison des distributions. La figure n°6 ci-dessous illustre la démarche pour un exemple (fraction du risque de traumatisme par accidents de la route attribuable à des facteurs d'environnement dans les pays en voie de développement).



A composite graphic portraying (1) the CRA estimate for the fraction of road traffic injuries attributable to occupational factors; (2) individual expert estimates for attributable environmental fraction; (3) the resulting pooled estimate; (4) and the resulting mean estimate for road traffic injuries attributable to environmental factors in developing countries.

Source : OMS

**Figure n°5 : Estimation agrégée du risque attribuable à partir des expertises individuelles.**

*N.B. : Cette figure indique également par un point rouge la valeur de la fraction attribuable estimée à partir de l'approche par déterminant (Comparative Risk Assessment) qui avait été limitée aux seuls facteurs de risques liés à l'activité professionnelle)*

In fine, pour estimer la part de l'environnement en termes de décès ou de DALY, les risques attribuables à l'environnement (RA), estimés pour les pathologies ou groupes de pathologies considérés, sont multipliés par les nombres totaux de décès et de DALY déterminés pour ces mêmes pathologies ou groupes de pathologies dans le cadre du Global Burden of Disease (GBD) qui quantifie le poids global de la maladie.

Toutes les FAE issues de l'expertise pour l'OMS sont récapitulées en annexe n°6 ainsi que les indicateurs de mortalité et de « charge de morbidité » (DALY) en résultant pour la zone Europe.

Enfin, l'OMS propose également depuis cette année sur son site internet, une quantification de la part de l'environnement dans la « charge de morbidité » pour la France (country profile OMS, 2006-2007). La détermination des EBD (Environmental burden of disease estimé en décès, DALY) suit la méthodologie décrite ci-dessus. La fiche OMS relative à la France est présentée en annexe n°7.

Au-delà de l'OMS, d'autres institutions se sont également intéressées à l'exercice à des niveaux nationaux et internationaux.

#### 4.2.2.2 L'institut national de santé publique de l'environnement hollandais (RIVM)

Knol et Staatsen (Knol AB, 2005) ont évalué les DALY pour 6 problématiques incluant une à plusieurs nuisances (pollution de l'air -PM<sub>10</sub> et ozone-, bruit, radon, rayonnement UV et accidents de transports) et une à plusieurs pathologies sur une période de 40 années en 3 points (1980, 2000 et projection pour 2020). Le choix des nuisances a été réalisé en raison des connaissances scientifiques de l'association nuisances-pathologies, de leur importance aux Pays-Bas et des données disponibles.

L'exercice mené suit le type « *Exposure-based approach* » et s'est basé sur :

- des données d'exposition de la population ;
- des risques relatifs (relations exposition-risque) basés sur des (méta-) analyses de données épidémiologiques et toxicologiques de relations établies à partir de données hollandaises ou internationales adaptées à la situation hollandaise ; et,
- des données de prévalence extraites du registre national de morbidité et de mortalité et des données démographiques issues des statistiques nationales. En l'absence de données de prévalence, les données étaient estimées ou modélisées.

Les résultats obtenus et le détail de la méthode sont présentés en annexe n°8.

#### 4.2.2.3 L'agence de protection de la santé au Royaume Uni (Health Protection Agency)

Mathews et Parry (Mathews I et Parry P, 2005) ont répertorié pour l'agence anglaise de protection de la santé (Health Protection Agency, HPA) les fractions de la mortalité ou de la morbidité attribuables aux facteurs de risques environnementaux publiées dans la littérature scientifique, avant de quantifier le possible poids de la pollution écologique sur la santé.

Les polluants de l'environnement ont été définis comme les substances chimiques d'origine humaine dans l'air, l'eau, le sol, la nourriture ou l'habitat. Les fractions attribuables ont été extraites des travaux de Landrigan et al (Landrigan PJ et al, 2002) qui avaient constitué un groupe d'expert pour chaque pathologie (asthme, cancer et difficulté de développement chez les enfants). Les experts devaient trouver par consensus (méthode Delphi<sup>10</sup>) la fraction attribuable à l'environnement pour la pathologie étudiée dans le groupe d'experts. Les experts ont exclu le tabac et l'alcool « qui sont la conséquence, au moins en partie, d'un choix personnel ou familial ». Les fractions attribuables à l'environnement déterminées par l'HPA sont récapitulées dans l'annexe n°9.

#### 4.2.2.4 L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE)

Melse et Hollander (Melse et Hollander, 2001) ont évalué pour l'OCDE en 2001 les fractions attribuables de la part environnementale pour différentes pathologies (les grandes catégories définies par l'OMS) à partir d'une revue de la littérature scientifique. Dans ce travail, l'OCDE a pris le parti d'exclure la part attribuable aux risques professionnels et aux comportements individuels (tabac, alimentation ...) et de prendre en compte les effets de santé ayant des conséquences significatives sur la morbidité, la mortalité et les aspects sanitaires de la qualité de vie.

Les FAE déterminées pour les pathologies considérées sont présentées en annexe n°10.

---

<sup>10</sup> La méthode Delphi vise à organiser la **consultation d'experts** sur un sujet précis, souvent avec un **caractère prospectif** important. Par "expert", on entend toute personne ayant une bonne connaissance scientifique pratique, politique, légale ou administrative du sujet et ayant une légitimité suffisante pour exprimer un avis représentatif du groupe d'acteurs dont elle est issue. Le principe de base de la méthode Delphi est de recueillir les avis de ces experts interrogés individuellement, de mettre en évidence les convergences, les divergences et les consensus sur les réponses données aux questions posées (par exemple sur les orientations à donner à un projet) et de **soumettre les experts à des vagues successives de questionnements** pour obtenir une convergence satisfaisante et/ou identifier les divergences irréductibles.

#### 4.2.2.3 Limites et incertitudes liées à l'exercice

Les approches par « entrée » *facteur de risque* sous-estiment selon toute vraisemblance le poids global de la maladie en lien avec un facteur de risque, tant les relations exposition-risque et les données épidémiologiques disponibles ne couvrent qu'une infime partie des pathologies pouvant être associées à un facteur environnemental donné. Il existe en effet nombre de pathologies identifiées comme étant influencées par un facteur de risque mais pour lesquelles la relation exposition-risque n'est pas connue.

Les approches par « entrée » *pathologie* notamment les travaux récents de l'OMS sont basés sur des avis d'experts. Les avis d'experts sont généralement le reflet de ce qui est publié dans la littérature scientifique qui ne couvre qu'une fraction du champ des risques environnementaux avec des **informations qui ne sont pas homogènes, qui peuvent être spécifiques à certaines régions ou incomplètes**. Ainsi, les incertitudes associées à de telles estimations sont **importantes. Pour de nombreux facteurs environnementaux, les connaissances sont encore parcellaires voir inexistantes**. Certains risques ne sont pas inclus dans le champ comme les risques émergents, les nouvelles technologies, les effets à long terme de diverses substances chimiques cancérigènes, les perturbateurs endocriniens ou les champs électromagnétiques. Aussi, les fractions attribuables à l'environnement estimées ici sont accompagnées d'un intervalle de confiance à 95% censé refléter les incertitudes associées à la valeur estimée.

### 4.3 Sources d'informations pour l'évaluation des coûts de la prise en charge des maladies

On peut distinguer trois grands types d'analyse des coûts de traitement d'une maladie.

La première réside dans les dépenses de soins par pathologie, tel que cela a été réalisé par la DREES et l'IRDES (Fenina A. et al, 2006). Dans ce type d'étude, seules les dépenses relatives à la « consommation de soins et biens médicaux » (CSBM), c'est-à-dire les coûts relatifs aux soins, médicaments et autres biens médicaux, font l'objet d'une ventilation entre pathologies ; sont notamment exclus les coûts indirects liés aux maladies (indemnités journalières, incapacité ou mobilité réduite ...), les coûts de gestion des organismes de Sécurité sociale ainsi que les coûts de recherche et d'enseignement.

La méthodologie retenue pour la répartition par pathologie de la CSBM est une approche descendante : partant des dépenses recensées dans les comptes (150,6 milliards en 2005), elle recherche des clefs de répartition pour ventiler ces dépenses par catégorie diagnostique. Ces clefs de répartition sont issues des sources différentes selon les types de dépenses : le PMSI-MCO pour l'hôpital, enquête permanente sur les prescriptions médicales (EPPM) d'IMS-Health pour les soins de médecins libéraux et les médicaments qu'ils prescrivent, etc.

La méthode d'affectation d'une consommation à une pathologie diffère selon les cas. Si une consommation de soins est associée à un seul diagnostic, on associe l'ensemble de la dépense à ce diagnostic ; c'est le cas, par exemple, des soins des dentistes qui sont entièrement affectés au chapitre « Maladies de la bouche et des dents ». Il arrive toutefois fréquemment que plusieurs diagnostics soient associés à une même consommation. Dans ce cas, s'il existe un diagnostic principal dont on peut considérer qu'il génère la majeure partie des coûts de prise en charge, toute la dépense est rattachée à ce diagnostic. Sinon, la dépense est répartie à parts égales entre tous les diagnostics.

Il convient de préciser que les coûts des complications ne sont pas rattachés ici à la maladie qui les génère. En effet, dans la plupart des sources mobilisées, seul le motif ou le diagnostic relatif à la consommation de soins observée est indiqué, sans référence à l'affection qui peut éventuellement en être à l'origine. C'est donc une approche par appareil qui est privilégiée aux dépens d'une approche étiologique (par cause). Par conséquent, une maladie et ses complications peuvent être, a priori, classées dans des chapitres différents.

Une deuxième approche consiste à suivre les dépenses remboursées par la Sécurité sociale pour les personnes en affection de longue durée (ALD) (Vallier N. et al, 2006). Cette méthode simple est cependant biaisée par certaines limites. Tout d'abord, certaines personnes souffrant d'une maladie exonérante n'ont pas demandé la prise en charge à 100% de leurs dépenses de soins, et ne sont donc pas recensées. On estime ainsi qu'un quart des personnes souffrant de diabète ne sont pas recensés comme « patients ALD » (Weill A et al, 2006 ; Allonier C. et al, 2007). D'une manière générale, le besoin de reconnaissance en ALD peut ne pas sembler prioritaire lorsque les assurés disposent d'une bonne assurance complémentaire, ou que les soins se limitent à des hospitalisations remboursées à 100 % du fait de la lourdeur des actes, ou encore s'il y a déjà une prise en charge à 100 % pour invalidité ou pour une autre ALD.

Par ailleurs, certains patients peuvent souffrir de plusieurs pathologies ALD, et n'être déclarés que pour une seule ALD ; dans ce cas, l'ensemble des dépenses d'une personne sera affecté à l'affection déclarée. Enfin, si théoriquement un patient en ALD ne peut bénéficier de la prise en charge à 100% que pour les dépenses liées à son affection, il arrive que des dépenses sans rapport avec l'ALD soient également prises en charge à 100%, ce qui contribue également à biaiser l'analyse.

Une troisième approche consiste à se focaliser sur une pathologie. Les méthodologies et les sources d'informations retenues peuvent varier d'une étude à l'autre. Cependant, ce type d'étude s'attache souvent à rattacher à la maladie étudiée les complications qu'elle peut générer, ce qui explique que les résultats de ces études peuvent s'écarter de ceux obtenus par une approche « dépenses de soins par pathologie ». La première étape de ce type d'étude consiste généralement à sélectionner un échantillon de patients, par exemple sur la base de la consommation d'un médicament traceur de la maladie (asthme, diabète...) dans les fichiers de l'assurance maladie. Un questionnaire médical est rempli par les personnes de l'échantillon ; sur cette base, des médecins écartent les personnes interrogées qui, selon leur diagnostic basé sur des recommandations internationales, ne souffrent pas de la maladie étudiée. Enfin, pour les personnes restantes, cibles de l'étude, les questionnaires sont appariés aux données de consommation de soins disponibles dans les fichiers de l'assurance maladie. Pour évaluer le coût des soins imputable à la maladie, il faut enfin construire des hypothèses sur le poids des dépenses liées à la maladie étudiée dans l'ensemble des prestations sanitaires des patients sélectionnés. En effet, les données de l'assurance maladie ne contiennent pas d'information médicale, mais des montants de dépenses ventilés par type de soins (médecins, médicaments, hospitalisation...). Ces hypothèses se basent par exemple sur la spécialité du médecin vu par l'assuré ou sur la spécialité du médecin prescripteur du médicament consommé, ainsi que sur toute information utile disponible (par exemple la proportion de personnes hospitalisés pour asthme dans l'année).

Ces différentes méthodes s'appuient notamment sur des bases de données indiquées en annexe 11 qui ont été recensées pour l'enquête des coûts par pathologies (Paris V. et al, 2003).

Depuis la réalisation de l'étude de la Drees et de l'Irdes, des sources d'information complémentaires sont apparues, suite à des évolutions dans le mode de tarification des professionnels de santé comme dans le système d'informations de la Cnamts, avec par exemple la mise en place de la classification commune des actes médicaux (CCAM) ; ces sources devraient permettre d'affiner les clefs de répartition permettant de ventiler les dépenses par pathologie

## 5 Résultats

Deux illustrations ont été développées. En effet, ne disposant pas des données sanitaires ou économiques à même degré de précision, cet exercice s'avérait impossible pour l'ensemble des pathologies. De plus, en raison du peu de données disponibles sur les facteurs de risque pour une seule maladie, il pourrait être interprété que la maladie pourrait être prévenue par le seul facteur de risque étudié alors qu'il faut l'entendre comme étant le seul facteur de risque pour lequel nous disposons de données suffisantes pour mener l'exercice à son terme.

Enfin, en raison des incertitudes des données disponibles, il a été jugé préférable de ne pas utiliser les valeurs moyennes ou médianes mais de privilégier l'utilisation des bornes des intervalles donnés afin d'obtenir un ordre de grandeur et non une seule et unique valeur.

### 5.1 Approche via le facteur environnemental : Cas de la pollution atmosphérique urbaine

Les effets sanitaires de la pollution atmosphérique urbaine (PA) sont aujourd'hui relativement bien documentés. Ainsi, on distingue des effets à court terme (CT), faisant immédiatement suite à l'exposition à la PA, et des effets à long terme (LT) faisant suite à une exposition chronique à la PA. Les effets à CT concernent principalement les affections des appareils respiratoire et circulatoire. Ils s'expriment notamment par des augmentations du risque de décès ou d'hospitalisation pour ces causes à la suite d'une augmentation des niveaux journaliers de PA. Les effets à LT concernent le même type d'affections, et s'expriment notamment par des augmentations du risque de décès pour causes cardio-respiratoires et par cancer du poumon. Les mécanismes d'action de la PA sur la santé font intervenir notamment des processus d'inflammation et de stress oxydatif. Les expositions chroniques interviendraient dans l'apparition de pathologies asthmatiques chez les enfants ou de broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) chez l'adulte, dans l'apparition de cancers du poumon ou encore dans le développement de l'athérosclérose. Outre ces effets bien documentés, des travaux récents mettent également en évidence des liens entre exposition à la PA pendant la grossesse et retards de croissance intra-utérine, risque de naissance prématurée, ou même risque de malformation.

#### 5.1.1 Données pour la relation entre la pathologie et l'environnement (cf. Annexe n°12)

Des EIS ont été réalisées pour neuf villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg, Toulouse) dans le cadre du programme européen Apheis. Ont été calculés :

- le nombre de cas potentiellement évitables si les niveaux journaliers de PM<sub>10</sub> étaient systématiquement diminués de 5 µg/m<sup>3</sup> ; et,
- le nombre de cas ainsi que le nombre d'années de vie perdues potentiellement évitables si les niveaux moyens annuels de PM<sub>2,5</sub> étaient diminués de 3.5 µg/m<sup>3</sup>.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.



**Tableau IV : EIS réalisées pour neuf villes françaises dans le cadre du programme européen Apheis**

Indicateur sanitaire	Court- terme - $PM_{10}$ - Scénario : réduction de $5\mu\text{g}/\text{m}^3$			Long-terme - $PM_{2,5}$ - Scénario : réduction de $3,5\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	Décès toutes causes non accidentelles	Hospitalisations pour causes respiratoires	Hospitalisations pour causes cardiaques	Décès toutes causes	Décès pour causes cardio-pulmonaires	Décès par cancer du poumon	Années de vie perdues*
Bordeaux	14	33	18	103	53	11	49
Le Havre	6	16	7	47	23	5	22
Lille	25	66	32	187	98	22	87
Lyon	17	30	16	126	68	15	60
Marseille	23	50	36	177	96	19	84
Paris	123	368	166	922	439	103	431
Rouen	10	26	15	75	38	9	36
Strasbourg	10	18	10	68	34	16	32
Toulouse	13	32	19	95	48	10	45

Source : APHEIS 3

### 5.1.1.1 Cas de l'asthme

L'asthme est une maladie inflammatoire chronique des voies aériennes qui se manifeste par des épisodes récurrents de toux, de sifflements et de dyspnée traduisant un trouble ventilatoire obstructif, variable dans le temps et réversible (tout au moins partiellement) soit spontanément, soit sous traitement bronchodilatateur. Les crises d'asthme peuvent être déclenchées par différents facteurs : les allergènes (acariens, moisissures, phanères l'animaux, pollens...), les infections respiratoires et les irritants respiratoires (tabac, pollution de l'air...). L'asthme est classé en quatre stades de sévérité (asthme intermittent, persistant léger, persistant modéré, persistant sévère) qui sont basés sur la fréquence des signes cliniques, la mesure de la fonction respiratoire, ainsi que sur le traitement médicamenteux nécessaire pour maîtriser la maladie.

L'asthme est une maladie fréquente qui touche en France environ 10% des enfants et plus de 5% des adultes (Burney P. et al, 1996 ; ISAAC, 1998 ; Raherison C. et al, 1997 ; Com-Ruelle L. et al, 2000a). La prévalence de l'asthme a augmenté au cours des 20-30 dernières années, en France comme dans d'autres pays, mais l'évolution semble se stabiliser depuis la fin des années 90. En 2002, sont survenus en France près de 1 500 décès attribuables à l'asthme (CépiDc, 2007).

**Tableau V : Nombre annuel d'hospitalisation pour asthme, PMSI 1998-2002**

Année	1998	1999	2000	2001	2002	1998-2002
Nombre de séjours	62 618	58 392	58 151	54 456	51 256	284 873

Source : Rapport InVS, Janvier 2007

Entre 1998 et 2002, les enfants de moins de 10 ans représentaient 40% des hospitalisations pour asthme (InVS, 2007).

#### 5.1.1.1.1 Données de prévalence de l'asthme

La prévalence de l'asthme est issue d'une étude de l'IRDES à partir de l'enquête santé et protection sociale 1998 (Com Ruelle L., 2000a, 2000b). Cette enquête en population générale comportait un questionnaire spécifique sur l'asthme et a ainsi permis d'évaluer la prévalence totale de l'asthme en France métropolitaine (5,8 %) <sup>11</sup>, mais aussi la distribution des malades selon le

<sup>11</sup> En 2000, la Cnamts estimait à 10,8 % la proportion d'assurés qui consommaient au moins une fois dans l'année des médicaments antiasthmatiques. Cette proportion est supérieure à la prévalence de l'asthme dans la mesure où ces médicaments sont aussi indiqués pour d'autres maladies, principalement les broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO).

degré de sévérité de la maladie. Ce dernier point sera utile pour évaluer les dépenses de santé liées à l'asthme, dans la mesure où ces dernières augmentent avec la sévérité de l'asthme.

#### 5.1.1.1.2 Détermination de la part attribuable à l'environnement pour l'asthme

Parmi les différentes sources d'information à notre disposition, toutes ont estimé une fraction des décès ou des DALY attribuables à l'environnement pour l'asthme ou d'autres maladies respiratoires. Dans l'étude OCDE, il n'a pas été estimé une fraction attribuable à l'environnement pour l'asthme.

Toutes les données recensées dans les sources consultées sont indiquées dans le Tableau VI (cf. page suivante).

### 5.1.2 Source de données pour l'analyse des coûts (cf. Annexe n°13)

Une évaluation des coûts de l'asthme a été réalisée en France à partir de l'extrapolation des résultats d'une étude de l'IRDES (Com Ruelle L., 2002) publiée en 2002 sur le coût de l'asthme en Ile de France. Cette étude se basait sur une enquête de l'URCAM-IdF réalisée en 1999 auprès d'une population âgée de 10 à 44 ans et dont les premiers résultats ont été publiés en 2001 (URCAM Île-de-France, 2001).

Pour exploiter cette étude, les coûts moyens par degré de sévérité estimés sur l'Île de France ont été extrapolés à la France entière. Ces coûts moyens par degré de sévérité estimés pour les personnes asthmatiques âgées de 10 à 44 ans ont été extrapolés à l'ensemble des asthmatiques. Ainsi, si à sévérité donnée, le coût de traitement de l'asthme augmentait avec l'âge, il y avait un risque de sous-estimation des dépenses liées à l'asthme.

L'étude de l'IRDES fournissait une estimation du coût moyen de traitement de l'asthme selon le degré de sévérité. Le coût total du traitement de l'asthme était calculé en pondérant ces coûts moyens par la répartition de la population souffrant d'asthme selon le degré de sévérité de l'enquête SPS 1998 de l'IRDES. Selon cette enquête, la prévalence de l'asthme était de 5,8 % en France, et parmi les asthmatiques (tous âges), 50 % souffraient d'asthme intermittent, 29 % d'asthme persistant léger, 11 % d'asthme persistant modéré et 10 % d'asthme persistant sévère. Ainsi, cette pondération permettrait de corriger la mauvaise représentativité de l'échantillon URCAM-IdF.

### 5.1.3 Résultats de l'évaluation des coûts de la part environnementale pour l'asthme

Les dépenses, estimées pour l'année 1999, ont été extrapolées à l'année 2006 en appliquant le taux de progression de la consommation de soins et de biens médicaux (CSBM) dans cet intervalle, estimé à +43 %, issu des comptes de la santé de la DREES. Ce choix est en cohérence avec l'évolution des remboursements des médicaments antiasthmatiques (classe ATC R03) par la Cnamts entre 1999 et 2006 : + 50 % en montants remboursés et + 40 % en nombre de boîtes.

La part attribuable à l'environnement pour l'asthme est estimée entre 10 et 35 % par l'agence anglaise HPA, à partir d'une étude américaine expertisée (Landrigan P.J., 2002). Pour l'asthme le facteur de risque environnemental considéré regroupe les polluants de l'air extérieur non biologiques. Les travaux de l'OMS attribuaient entre 26 et 53% des cas d'asthme à l'environnement, mais en prenant une définition légèrement plus large de l'environnement puisque l'OMS inclut les expositions professionnelles et les fumées de combustion en environnement intérieur dans leur définition de l'environnement.

---

Source : « La population traitée par médicaments de la classe des antiasthmatiques en France métropolitaine : données du régime général de l'assurance maladie, 2000 » Deprez et al, Cnamts, Revue médicale de l'assurance maladie, volume 35, n°1, janvier-mars 2004



**Tableau VI : Estimation de la fraction attribuable par les différentes sources consultées pour différentes pathologies respiratoires**

Source	Pathologie CIM-9	Facteur de risque pris en compte	Fraction attribuable à l'environnement	Autres indicateurs
HPA (Mathews I. et Parry P., 2005)	Asthme	polluants de l'air extérieur non biologiques	entre 10 et 35%	
	Rhinites allergiques chez les adultes	polluants de l'air extérieur non biologiques	10% des 30% de l'asthme	
OMS (OMS, 2006a ; OMS, 2006b)	Asthme 493	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pollution atmosphérique (hors exposition aux pollens)</li> <li>• expositions professionnelles</li> <li>• pollution de l'air intérieur (humidité, allergènes fongiques, acariens)</li> <li>• tabagisme passif</li> <li>• fumée de combustion domestique</li> </ul>	entre 26 et 53%, Global	Décès ( $\times 10^3$ ) : 5 en zone Europe A  DALY ( $\times 10^3$ ) 308 en zone Europe A
	Broncho-pneumopathies chroniques obstructives 490-492, 495-496	<ul style="list-style-type: none"> <li>• risques professionnels</li> <li>• pollution atmosphérique</li> <li>• tabagisme passif</li> <li>• fumée de combustion domestique</li> </ul>	entre 15 et 29%, chez les hommes, zone Europe A entre 4 et 7%, chez les femmes, zone Europe A	Décès ( $\times 10^3$ ) : 22 en zone Europe A  DALY ( $\times 10^3$ ) 242 en zone Europe A
OCDE (Melse J.M. et Hollander A.E.M., 2001)	Affections respiratoires chroniques		entre 5 et 15%, pays à haut revenu, membre de l'OCDE	
	Infections respiratoires aiguës		entre 5 et 15%, pays à haut revenu, membre de l'OCDE	
RIVM (Knol A.B., 2005)	Quelles qu'elles soient, Effet à court terme	pollution de l'air (exposition aux PM <sub>10</sub> ), Pas de seuil		DALY par année (par 10 <sup>6</sup> personnes) : 1980 : [24 ; 71] 2000 : [18 ; 51] 2020 : [15 ; 44]
	Quelles qu'elles soient Effet à court terme	pollution de l'air (exposition aux PM <sub>10</sub> ), Seuil de 10 µg/m <sup>3</sup>		DALY par année (par 10 <sup>6</sup> personnes) : 1980 : [19 - 59] 2000 : [13 ; 36] 2020 : [9 ; 29]
	Quelles qu'elles soient Effet à court terme	pollution de l'air (exposition aux PM <sub>10</sub> ), Seuil de 20 µg/m <sup>3</sup>		DALY par année (par 10 <sup>6</sup> personnes) : 1980 : [14 ; 43] 2000 : [7 ; 23] 2020 : [4 ; 15]
	Quelles qu'elles soient Effet à long terme	pollution de l'air (exposition aux PM <sub>10</sub> ), Pas de seuil		DALY par année (par 10 <sup>6</sup> personnes) : 1980 : [10 075 ; 19 934] 2000 : [7 437 ; 15 133] 2020 : [6 501 ; 13 270]
	Quelles qu'elles soient Effet à long terme	pollution de l'air (exposition aux PM <sub>10</sub> ), Seuil de 10 µg/m <sup>3</sup>		DALY par année (par 10 <sup>6</sup> personnes) : 1980 : [8 077 ; 16 721] 2000 : [5 267 ; 11 493] 2020 : [4 332 ; 9 421]
	Quelles qu'elles soient Effet à long terme	pollution de l'air (exposition aux PM <sub>10</sub> ), Seuil de 20 µg/m <sup>3</sup>		DALY par année (par 10 <sup>6</sup> personnes) : 1980 : [5 914 ; 13 183] 2000 : [2 862 ; 7 539] 2020 : [1 781 ; 5 351]
	Mortalité totale			entre 13 et 44 DALY par million de personnes
	Mortalité par maladies cardiovasculaires			entre 2 et 12 DALY par million de personnes
	Mortalité par maladies respiratoires			entre 4 et 15 DALY par million de personnes
	Mortalité par BPCO			entre 2 et 6 DALY par million de personnes
Hospitalisation pour maladies cardiovasculaires			entre 1 et 10 ou entre 5 et 42 DALY par million de personnes selon la source	
Hospitalisation pour maladies respiratoires			entre 0 et 2 ou 3 et 22 DALY par million de personnes selon la source	
Hospitalisation pour BPCO			entre 0 et 1 DALY par million de personnes	
Hospitalisation pour asthme			NS	
Crise d'asthme chez l'adulte			entre 91 et 249 DALY par million de personnes	
Crise d'asthme chez l'enfant			entre 56 et 130 DALY par million de personnes	

Les coûts de traitement de l'asthme étaient estimés en 2006 à 2,4 milliards d'euros (en tarifs de convention, hors dépassements éventuels), dont 1,9 milliard pour le traitement des asthmes persistants, qui concernent la moitié des 3,5 millions de personnes souffrant d'asthme, et 500 millions pour les asthmes intermittents, qui concernent l'autre moitié des malades. Ces 2,4 milliards se répartissent en près de 1,1 milliard de dépenses de médicaments, 450 millions d'autres soins ambulatoires, et 900 millions de dépenses hospitalières.

Avec une part attribuable à l'environnement entre 10 et 35% des cas d'asthme, **le coût de traitement de l'asthme imputable à l'environnement serait entre 0,2 et 0,8 milliards d'euros pour l'année 2006.**

#### **5.1.4 Limites d'interprétation des résultats**

L'incertitude attribuée à l'estimation du coût de traitement de l'asthme imputable à l'environnement provient uniquement de la valeur du risque attribuable mais il existe aussi des incertitudes quant à la quantification du coût de l'asthme.

##### 5.1.4.1 Limites concernant les données de santé

Le risque attribuable défini par l'agence anglo-saxonne a été déterminée à partir d'une étude américaine pour la population américaine. Or, un RA n'est pas transposable d'une population à l'autre étant donné qu'il prend en compte la prévalence d'exposition qui est spécifique de la population étudiée contrairement au risque relatif qui lui est transposable d'une population à l'autre sous certaines conditions. En effet, la prévalence dépend de la structure de la population, de la nature des polluants et de leur concentration, des habitudes de vie et du comportement des individus ainsi que des habitudes quant aux recours aux soins.

Ce risque attribuable a été utilisé à défaut de données de prévalence dans la population générale. Une estimation a été entreprise à partir d'une source de données constituées dans un objectif médico-économique qu'est le PMSI. Cette base de données est peu adaptée pour des études épidémiologiques ou pour une étude de surveillance. En effet, elle a été constituée dans un tout autre objectif qui ne satisfait pas aux exigences de telles études (identification des patients, codage de pathologies, durée de conservation).

##### 5.1.4.2 Limites concernant les données de coûts

Rappelons que ces estimations sont fragiles car elles reposent sur l'extrapolation de données de coûts de 1999. De plus, les données de coûts concernaient seulement le traitement (soins ambulatoires, hospitaliers et médicamenteux). Les coûts indirects ou intangibles n'ont été pris en compte. Les données disponibles ont été appliquées à l'ensemble de la population générale alors qu'elles ne concernaient que les personnes âgées de 10 à 44 ans souffrant d'asthme dans la région Ile de France. Il convient donc de les considérer avec précaution, et d'en retenir plutôt les ordres de grandeur.

## 5.2 Approche via la pathologie : Cas du cancer

Des relations de causalité ont pu être déterminées pour un certain nombre de facteurs de risque environnementaux et de localisations de cancer. Ces facteurs de risque environnementaux peuvent être aussi bien des agents physiques, chimiques ou biologiques (cf. Tableau VII).

Malheureusement, il n'existe pas à ce jour de fraction attribuable à un facteur de risque environnemental, pour une localisation précise de cancer ou tous cancers en population générale en France. Pourtant, la proportion des cancers liés à l'environnement est depuis des années un sujet de controverses et de difficultés scientifiques compte tenu notamment de la diversité des agents cancérigènes, des voies d'exposition, du temps de latence entre l'exposition et le développement de la maladie et de l'interaction entre plusieurs facteurs (cf. Annexe n°14).

**Tableau VII : Relations de causalité déterminées par localisation de cancer en fonction du facteur de risque environnemental – liste non exhaustive**

Localisation de cancer	Facteurs de risques environnementaux
Oesophage	<i>Helicobacter pylori</i>
Nasopharynx	virus d'Epstein-Barr
Sinus	Nickel
Sinus	Poussières de bois
Poumon	Fumée de tabac
Poumon	Radon
Poumon	Pollution atmosphérique (PM <sub>2,5</sub> )
Plèvre	Amiante
Foie	virus de l'hépatite B
Foie	Arsenic
Vessie	Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)
Col de l'utérus	<i>Papillomavirus</i>
Peau	Rayonnement UV
Peau	Arsenic
Sang	Benzène
...	

agents biologiques
  agents chimiques
  agents physiques

### 5.2.1 Données pour la relation entre le cancer et l'environnement

À ce jour, seules deux études françaises correspondant à une étude d'impact sanitaire ont été retrouvées. Il s'agit, d'une part, de l'étude APHEIS3 qui a étudié notamment le nombre de cancers du poumon dus à la pollution particulaire de l'air extérieur en zone urbaine (cf. Annexe n°12) et d'autre part, d'une étude sur la survenue de mésothéliome en Nouvelle-Calédonie (cf. Annexe n°15).

Parmi les différentes sources d'information à notre disposition (cf. **Tableau VIII**), toutes ont estimé une fraction attribuable à l'environnement pour le cancer, à l'exception du RIVM qui indique des DALY. Mais les définitions de l'environnement ou de la population ne sont pas les mêmes pour toutes. Seule l'OMS a estimé une fraction attribuable à l'environnement pour une localisation de cancer précise, le poumon.

**Tableau VIII : Estimation de la fraction attribuable par les différentes sources consultées pour le cancer**

Sources	Localisation (CIM-9)	Facteur de risque pris en compte	Fraction attribuable à l'environnement	Autres indicateurs
<i>Études françaises</i>				
APHEIS3 (cf. annexe 12)	Cancer du poumon	PM <sub>2,5</sub> (scénario : réduction de 3,5 µg/m <sup>3</sup> )		Nombre de décès, dans 9 villes françaises
Luce D, (cf. annexe 15)	Mésothéliome	Amiante (trémolite)	100%, chez les mélanésiens	
<i>Expertises internationales</i>				
HPA (Mathews I. et Parry P, 2005)	Cancers (cancer du rein, cerveau et système nerveux central, Lymphome non-Hodgkinien, leucémie, tous cancers)	non précisé	entre 5 et 90%, chez l'enfant	
OMS (OMS, 2006a ; OMS, 2006b)	Tous cancers 140-208	<ul style="list-style-type: none"> <li>• infection à <i>Helicobacter pylori</i>,</li> <li>• substances chimiques, (benzène, oxyde d'éthylène),</li> <li>• rayonnements UV</li> <li>• aflatoxine,</li> <li>• <i>Papillomavirus</i>,</li> <li>• tabagisme passif,</li> <li>• pollution de l'air extérieur,</li> <li>• radon,</li> <li>• exposition professionnelle (radiation ionisante, amiante, substances chimiques telles que le chrome, le nickel, le cadmium),</li> </ul>	entre 12 et 29%, Global	Décès (×10 <sup>3</sup> ) : 194 en zone Europe A  DALY (×10 <sup>3</sup> ) 1 600 en zone Europe A
	Cancer du poumon 162	<ul style="list-style-type: none"> <li>• tabagisme passif,</li> <li>• pollution de l'air extérieur,</li> <li>• radon</li> <li>• exposition professionnelle (radiation ionisante, amiante, substances chimiques telles que le chrome, le nickel, le cadmium)</li> </ul>	entre 6 et 55% chez les hommes et les femmes en pays développés	Décès (×10 <sup>3</sup> ) : 60 en zone Europe A  DALY (×10 <sup>3</sup> ) 485 en zone Europe A
	Autres cancers 140-208 (162 exclu)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• infection à <i>Helicobacter pylori</i>,</li> <li>• substances chimiques, (benzène, oxyde d'éthylène),</li> <li>• rayonnements UV,</li> <li>• aflatoxine,</li> <li>• <i>Papillomavirus</i></li> </ul>	entre 10 et 34%, chez les hommes, en Pays développés entre 10 et 23% chez les femmes, en Pays développés	Décès (×10 <sup>3</sup> ) : 134 en zone Europe A  DALY (×10 <sup>3</sup> ) 1 115 en zone Europe A
OCDE (Melse J.M. et Hollander A.E.M. 2001)	Tous cancers 140-208	« facteurs de risques ayant des conséquences significatives sur la morbidité, la mortalité et les aspects sanitaires de la qualité de vie en excluant les risques professionnels et les comportements individuels »	entre 1 à 5%, pour les pays à haut revenu, membres de l'OCDE	
RIVM (Knol A.B., 2005)	Cancer de la peau (prévalence)	• rayonnements UV		DALY par année (par 10 <sup>5</sup> personnes) : 1980 : [557 ; 1 492] 2000 : [757 ; 1882] 2020 : [1 054 ; 2 550]
	Cancer de la peau (incidence)	• rayonnements UV		DALY par année (par 10 <sup>6</sup> personnes) : 1980 : [980 ; 1 841] 2000 : [1 255 ; 2 248] 2020 : [1 686 ; 2 951]

### 5.2.2 Données pour la relation entre la pathologie et le coût pour l'Assurance maladie (cf. Annexe n°16)

La DSS a exploité les principaux résultats issus de l'analyse économique des coûts du cancer en France publiés par l'INCa en 2007 (Amalric F., 2007). Cette étude présentait l'avantage d'avoir étudié les coûts hospitaliers de manière fine et précise en actualisant une étude publiée en 1999 à partir des données du PMSI et de la Statistique annuelle des établissements de santé (Borella et al, 2002). L'étude INCa faisait le bilan de l'ensemble des coûts directs et indirects du cancer. En effet, cette étude incluait à la fois des coûts liés aux soins thérapeutiques prodigués par la médecine conventionnelle à la charge de l'Assurance maladie, des coûts afférents aux pertes de production pour l'économie induits par les arrêts de travail, ainsi que de l'ensemble des financements liés à la prévention, au dépistage et à la recherche. Pour les soins de ville et leur ventilation, cette étude combinait les résultats de deux études, celle concernant les comptes nationaux de la santé (Fenina A. et al, 2006) et l'étude CNAMTS de la région Midi-Pyrénées (Weill A.F., 2005), notamment en raison d'écart importants sur le poids du médicament entre ces deux analyses. Des hypothèses de redressement avaient donc été réalisées pour tenir compte des biais présents dans chacune des études.

Dans le cadre de ce travail, seuls les coûts liés aux soins curatifs (y compris les diagnostics) délivrés par les établissements de santé et les professionnels libéraux exerçant en ville ont été utilisés. En revanche les soins de support et les soins palliatifs n'ont pas été comptabilisés, tout comme les soins de suite et le coût des hospitalisations à domicile. Enfin, les interventions de professionnels comme les assistantes sociales, les associations de patients et médecins non conventionnels ne faisaient pas partie de ce travail.

A partir de l'étude INCa, le coût des soins du cancer représentait au total 10,9 milliards d'euros (cf. Annexe n°16).

Dans le cadre de l'étude INCa, les coûts indirects que sont les pertes de production induites par l'impact du cancer ont été évalués selon deux approches : la première du point de vue de l'individu (approche « flux de revenus actualisés »), la seconde du point de vue de l'employeur (approche « coût de friction »). Ainsi, les pertes de production sur le court terme ont été estimées à 0,5 milliards d'euros en 2004 selon l'approche « coût de friction » et de 16,9 à 24,5 milliards d'euros selon l'approche « flux de revenus actualisés », avec un taux d'actualisation variant de 5% à 1%, respectivement (Amalric F., 2007).

### 5.2.3 Résultat de l'évaluation des coûts de la part environnementale pour les cancers

Les EIS françaises retrouvées à ce jour sont spécifiques de population et ne sont donc pas extrapolables à la population générale. De plus, elles étudient des localisations de cancer à un niveau de précision dont nous ne disposons pas pour les coûts financés par l'Assurance maladie.

Seules les fractions attribuables à l'environnement estimées par expertise peuvent donc être utilisées. Mais là encore, toutes ne peuvent être exploitées en raison de la définition des populations étudiées dans chaque cas : l'expertise anglaise concerne uniquement la population des enfants et l'OMS inclut les expositions professionnelles qui, nous le rappelons, sont en dehors du champ couvert dans le cadre de ce travail. Ainsi, seule l'expertise de l'OCDE peut être conservée.

Ainsi, avec une fraction attribuable à l'environnement pour tous les cancers variant entre 1% et 5% et un coût total de la prise en charge des soins du cancer de 10,9 milliards d'euros, **le coût de la prise en charge des soins du cancer attribuable à l'environnement est de l'ordre de 0,1 à 0,5 milliards d'euros en 2004.**

Avec cette même fraction attribuable de 1% à 5%, les pertes de production sont de l'ordre de 0,005 à 0,025 milliards d'euros en 2004 selon l'approche « coût de friction » et 0,2 à 1,2 milliards d'euros selon l'approche « flux de revenus actualisés ».

#### **5.2.4 Limites de l'évaluation des coûts de la part environnementale pour les cancers**

Faute de pouvoir disposer de données pour le coût du cancer lié à l'environnement au niveau national ou international, ces estimations sont à interpréter avec beaucoup de précaution. Elles donnent néanmoins un ordre de grandeur.

##### 5.2.4.1 Limites concernant les données de santé

L'estimation indiquée par l'OCDE pour les pays à haut revenu membres de l'OCDE n'est peut-être pas représentative de la France et ne rend pas compte des disparités observées au sein même de la population française. Une étude européenne menée sur des données de mortalité de 1999 a ainsi montré que la France présentait de fortes disparités face aux cancers, en termes de mortalité globale par cancer et de mortalité selon la localisation (Jougla E et al, 2003).

Selon cette étude, le taux de mortalité par cancer, toutes localisations confondues et celui survenant avant l'âge de 65 ans était le plus élevé chez les hommes en France. Le taux de décès était supérieur de 50% par rapport à la Suède et de 20% par rapport au Royaume-Uni. La plus grande part des décès chez les hommes était attribuée aux cancers des voies aérodigestives supérieures, du foie et du poumon. La France occupait la première place pour le cancer des voies aérodigestives supérieures ainsi que pour le cancer du foie, à égalité avec l'Italie et la Grèce.

Selon cette même étude, les femmes françaises étaient dans une situation plus favorable que les hommes français au sein de l'Union européenne. Néanmoins, il avait été observé chez les femmes françaises une forte augmentation pour le cancer du poumon (mortalité d'autant plus forte en mortalité avant l'âge de 65 ans), ainsi qu'une stagnation de la mortalité par cancer du sein alors que la mortalité pour ce cancer était en baisse dans le reste de l'Europe.

Au sein même de la population française, il existe des inégalités sociales de santé face au cancer. La France présente ainsi les plus fortes inégalités sociales face aux cancers, notamment des voies aérodigestives supérieures. Sa situation est en revanche proche de celle de ses voisins pour les cancers du poumon. Les inégalités en France sont anciennes et (au mieux) constantes, touchant électivement les hommes en âge d'activité. On ne dispose malheureusement pas d'indicateurs comparables pour les enfants et les personnes de plus de 65 ans de même origine sociale. Les données sont moins nombreuses pour la population féminine, mais l'étude comparative européenne montre que les inégalités sociales de mortalité en fonction du niveau d'études sont plus fortes en France que dans les pays d'Europe du Nord et en Italie, pour les hommes comme pour les femmes (Kunst A.E. et al, 2000).

##### 5.2.4.2 Limites concernant les données de coûts

L'estimation des coûts pour l'assurance maladie est aussi sujette à caution. Selon les données de remboursement de la CNAMTS de 2004, le coût tous régimes des dépenses était de 13,9 milliards, mais il englobait les dépenses en rapport et sans rapport avec les affectations de longue durée (ALD). En excluant, les dépenses sans rapport avec l'ALD, le montant ne serait plus que de 9,3 milliards<sup>12</sup>. Les données de remboursements étaient donc inférieures à celles présentées dans l'étude de l'INCa. La différence pourrait provenir de l'estimation des coûts d'hospitalisation. En l'occurrence, l'assurance maladie ne tient pas compte des frais généraux liés à l'hospitalisation alors que les données de l'étude INCa, plus proches du champ de dépenses comprises dans la « consommation de soins et biens médicaux » (CSBM) les incluaient. Par ailleurs, il était probable

<sup>12</sup> L'estimation est faite à partir des données issues de l'article « Coût des trente affections de longue durée pour les bénéficiaires du régime général de l'assurance maladie en 2004 ». Revue Pratiques et Organisation des Soins volume 37 n°4 / octobre-décembre 2006. (effectifs x coût moyen en rapport x coefficient de passage tous régimes.)

qu'exclure le « sans rapport » conduisait à sous estimer les coûts : tous les soins inclus dans l'ALD ne lui sont pas systématiquement affectés.

Selon les comptes de la santé, la part des tumeurs malignes dans la CSBM représente 7,5%. Appliqué aux comptes de la santé 2002 après déduction des dépenses de prévention, ce montant s'élève à 9,3 milliards d'euros. Si l'on applique les taux d'évolution de la CSBM entre 2002 et 2004, ce montant serait alors de 10,8 milliards d'euros en 2004, soit un montant proche de celui estimé par l'INCa.

Enfin, si on estime le coût total à l'échelle individuelle à partir des coûts totaux de la prise en charge primaire rapportées aux données d'incidence correspondantes, ces chiffres sont cohérents avec des études réalisées à l'échelle individuelle (étude « micro ») à partir du suivi des coûts du parcours de soin de cohortes de patients<sup>13</sup>.

Pour le cancer, le coût de prise en charge pour la partie des coûts directs et celui de la perte de production pour la partie des coûts indirects ont donc pu être estimés. Par contre, les coûts directs, le coût du dépistage et de la prévention, ainsi que le coût des actes non-médicaux (transport, frais de garde des enfants, frais de transformation du domicile ...) par exemple, n'ont pu être estimés. Pour les coûts indirects, le coût des ressources non rémunérées au titre de la prise en charge mais qui sont pourtant rendues indisponibles pour d'autres activités (temps du patient ou de la famille, bénévolat ...) n'a pas été estimé.

---

<sup>13</sup> Borella et Paraponaris 2002 : Prise en charge primaire du cancer du sein hors récurrence en 1999 : 14 399€

Com-Ruelle, Lucas-Gabrielli et al. 2005 : coût moyen de la prise en charge hospitalière, en Ile-de-France, d'un patient atteint d'un cancer du côlon à 24 000 euros en 2002



## 6 Synthèse des résultats

Les analyses réalisées dans le cadre de ce rapport ont porté sur deux des 6 premiers groupes de pathologies ayant les plus fortes dépenses de santé : les maladies respiratoires, dont l'asthme (4<sup>ème</sup> position) et les cancers (6<sup>ème</sup> position).

Les données qui ont pu être exploitées dans les délais impartis ont permis d'identifier des conséquences des dégradations de l'environnement pour la santé de la population, et d'estimer les coûts supportés par l'Assurance Maladie pour leur prise en charge. Cependant, nous attirons l'attention du lecteur sur le fait que les calculs réalisés sont à prendre avec beaucoup de précaution car il a été nécessaire de prendre en compte plusieurs types d'approximations :

- des extrapolations spatiales : à la population générale à partir de données en population sélectionnée (population en zone urbaine à la population générale pour l'asthme, population des pays étrangers à la population française), en supposant que l'offre de soins était homogène sur l'ensemble du territoire français et que, par conséquent, le coût de maladie était identique également ; et,
- des extrapolations temporelles : choix et application d'un taux de progression pertinent quand les données de coût ne correspondaient pas aux années disponibles pour les données sanitaires. De plus, les risques relatifs utilisés pour déterminer les fractions attribuables peuvent évoluer dans le temps alors que la fraction attribuable reflète une exposition passée, en particulier pour les pathologies ayant un long temps de latence comme le cas du cancer.

En extrapolant les dépenses estimées pour l'année 1999 à l'année 2006, en appliquant le taux de progression de la CSBM estimé à +43% dans cet intervalle, et en utilisant une estimation de 10% à 35% pour la part de l'asthme attribuable à l'environnement, il a été estimé que le coût de traitement de l'asthme imputable à la pollution extérieure non biologique était compris entre 0,2 et 0,8 milliards d'euros pour l'année 2006.

Pour le cancer, avec une fraction attribuable à l'environnement estimée entre 1% et 5%, le coût attribuable à l'environnement a été estimé entre 0,1 et 0,5 milliards d'euros pour la prise en charge des soins, entre 0,005 et 1,2 milliards d'euros pour la perte de production, selon que l'on se place, respectivement, du point de vue de l'entreprise ou du patient.





## 7 Discussion et recommandations du groupe d'étude

En application du principe « pollueur payeur », il semble légitime de chercher à réintégrer ces coûts en appliquant une taxe spécifique aux activités responsables de l'exposition de la population aux facteurs de risque en cause. Le transfert de tout ou partie du produit de cette taxe au financement des soins permettrait de plus d'alléger la part de ce financement supportée par l'ensemble de la collectivité.

Les dépenses financées par l'assurance maladie ne représentent toutefois qu'une fraction de la valeur économique de l'impact sanitaire des dégradations de l'environnement. Elles ne prennent notamment en compte ni les coûts de prise en charge de la maladie supportés par les patients et par leur entourage, ni le retentissement de la maladie sur la qualité de vie des personnes atteintes, ni les années de vie perdues du fait de la mortalité prématurée.

Selon les préconisations des principales institutions internationales, et comme dans d'autres pays comparables à la France, le développement d'une politique de gestion des risques nécessite de réaliser une évaluation économique la plus complète possible. En effet, seul ce type d'évaluation peut permettre d'apprécier l'intérêt du développement de mesures de prévention efficaces dont le coût peut être supérieur aux seules dépenses de santé financées par l'Assurance Maladie.

Mais il sera nécessaire de mettre en place un processus d'expertise socio-économique structuré, indépendant et transparent, afin de contribuer à la définition et à l'objectivation de priorités en santé environnement. L'objectif doit être de concevoir et de mettre en place de nouveaux outils et des méthodes pour éclairer la décision publique en matière de santé environnement en adaptant à la réalité française les outils et méthodes existants tout en conservant une cohérence avec notamment les travaux de l'OMS et de l'OCDE.

La mise en œuvre de ces évaluations nécessite toutefois de développer des efforts de recherche appliquée pour améliorer les connaissances nécessaires en toxicologie (identification des dangers, estimation des expositions), en épidémiologie (détermination des populations exposées, niveaux d'exposition et estimation des risques attribuables aux déterminants environnementaux), et en économie de la santé (valorisation des ressources consommées et des conséquences pour la santé).

### 7.1 Connaissances à acquérir en épidémiologie

Le tableau IX présente les différentes connaissances à acquérir afin de mieux appréhender les impacts des nuisances environnementales sur la santé.

Ces connaissances nécessaires sont de plusieurs ordres :

- Développer les outils d'estimation de l'exposition en population générale : nécessité de déterminer les différents contaminants dans les milieux biologiques (pollution atmosphérique hors pollution particulaire, pesticides -cf. Annexe n°18-, sous produits de la chloration dans l'eau -cf. Annexe n°20-, etc.) ou dans les milieux aériens (saturnisme infantile -cf. Annexe n°21-) et promouvoir une mesure standardisée pour mesurer l'exposition (ex : le tabagisme passif chez les enfants -cf. Annexe n°19-), et de définir les valeurs de référence. En outre, il faudrait identifier et suivre les disparités aussi bien au niveau du temps que de la distribution géographique.
- Développer les connaissances sur les conséquences sanitaires des expositions aux nuisances environnementales : nécessité de mener des études épidémiologiques pour mieux identifier les liens entre exposition à une nuisance environnementale et les effets sanitaires (ex. : bruit -cf. Annexe n°22-, pesticides -cf. Annexe n°18-, etc.).
  - Améliorer les systèmes d'information en santé environnement : développement d'enquêtes transversales en population générale, adaptation du PMSI dans un but

épidémiologique, travailler l'interopérabilité des bases de données santé environnement mais également avec les bases de données populationnelles, socio-économiques.

- Accroître les connaissances en épidémiologie : nécessité de d'établir des fonctions d'exposition-risque à long terme en France pour la pollution atmosphérique, établir les liens de causalités entre nuisances sonores et impacts auditifs (cf. Annexe n°21), entre arsenic dans l'eau de boisson et cancer (cf. Annexe n°17) ou entre pollution et cancer (cf. Annexe n°14), obtenir des relations dose-réponse pour quantifier l'impact du climat sur la santé (cf. Annexe n°23)
- Poursuivre les études en toxicologie pour mieux comprendre les liens de causalité (pesticides -cf. Annexe n°18-) et ou pour identifier d'autres nuisances environnementales (e.g. les sous-produits de chloration en Annexe n°20).

**Tableau IX : Univers de non-connaissance en santé environnement**

		Thèmes étudiés									
		Air	Arsenic	Amiante	Cancers	Pesticides	Fumée tabagique environnementale	Sous-produits de chloration	Bruit	Climat	
Démonstration	Épidémiologique		X		X	X	X			X	
	Toxicologique				X	X		X			
Données d'exposition	Directes				X	X		X	X		
	Indirectes					X					
Données sanitaires	Base de données	Développement			X	X	X				
		Exploitation		X		X					
	Longitudinales			X							
Données populationnelles	Caractérisation				X	X		X	X	X	
	Comportements				X	X					
	Indicateurs	X									
Méthodologies quantitatives	Sur données humaines	Populationnelle					X				
		Individuelle			X		X				
	Sur données animales										
	Raffinement	X									
	Développement					X	X				

Source : InVS

Des recommandations particulières sont notamment mentionnées dans les annexes de chacune des 9 thématiques développées pour ce travail.

## 7.2 Connaissances à acquérir pour l'aspect valorisation

Des efforts particuliers devront également être consacrés à des travaux permettant de déterminer de façon valide et efficace la « valeur » économique des effets sur la santé, pour des problèmes de santé spécifiques mais aussi de façon synthétique.

### 7.2.1 Problèmes de santé spécifiques

Il semble très souhaitable que des travaux comparables avec ceux conduits dans d'autres pays de l'OCDE soient menés en France, en particulier sur les thèmes suivants :

- Pour les approches d'estimation du « coût de la maladie » (U.S. EPA, 2006) :
  - identification et valorisation de l'ensemble des coûts de prise en charge des malades, tout au long de l'évolution de leur maladie.

- estimation de la part des coûts de prise en charge médicale associée à la variabilité des structures et des pratiques, ou utilisation de protocoles standardisés.
- identification et estimation des coûts supportés par les patients et par leurs familles.
- Pour la réalisation d'analyses de type « coûts-bénéfices » (Pearce et al, 2006) :
  - valorisation des « effets intangibles » : souffrance et retentissement sur la qualité de vie
  - valorisation du retentissement de la maladie sur l'activité économique
  - valorisation des années de vie perdues (« valeur de la vie statistique »)
  - prise en compte de la distribution des coûts et des effets entre différents groupes d'une population

### **7.2.2 Indicateurs synthétiques de santé**

Nous rappelons la nécessité de « développements méthodologiques accrus pour une meilleure évaluation et hiérarchisation des risques sanitaires environnementaux » à l'instar de certains travaux développés au niveau européen ou international. « Il peut s'agir du développement d'indicateurs synthétiques de santé cumulant morbidité et mortalité destinés à disposer d'une vision globale des enjeux sanitaires (e.g. approche GBD promue par l'OMS) et dont les développements peuvent permettre d'établir des comparaisons entre les impacts sanitaires des principaux facteurs de risques environnementaux (comme cela est pratiqué aux Pays-Bas, par exemple) » (PNSE, 2007).

Ces indicateurs, de par leur caractère synthétique, peuvent contribuer à l'appréciation de l'importance relative des problèmes de santé mais aussi à l'évaluation de l'efficacité des politiques de santé publique au côté des données de mortalité ou de morbidité.

Pour reprendre les conclusions du rapport Lapostolle et al, la méthodologie DALY peut être reprise mais en approfondissant certains points méthodologiques afin de pouvoir calculer notamment des DALY de manière fiable en France (Lapostolle A., 2007). Des efforts particuliers doivent notamment porter sur l'estimation des coefficients d'incapacité, des données de prévalence ou d'incidence utilisés dans le calcul pour la France et sur la réattribution des classes d'incapacité associées à chaque pathologie. Il est également important de pouvoir estimer les DALY par facteur de risque afin de mesurer les stratégies de prévention autant pour les comportements individuels que non individuels.

L'estimation de la « charge de morbidité » attribuable à chaque facteur de risque, notamment dans le domaine de l'environnement, repose sur les méthodes d'estimation des « fractions attribuables » présentées précédemment dans ce rapport.

Dans la perspective de la réalisation d'analyses coûts-bénéfices, d'autres travaux peuvent également porter sur la valorisation économique des « DALY » (Hirth A.B. et al, 2000).

Un nouveau projet de révision du GBD est actuellement en cours<sup>14</sup>. Ce projet d'une durée de 3 ans sera mené par l'Institute for Health Metrics and Evaluation de l'Université de Washington, en association avec OMS et les universités du Queensland, Johns Hopkins et Harvard. Le principal objectif du Global Burden of Disease 2005 est de produire de nouvelles estimations de la charge de morbidité en recensant systématiquement l'ensemble des sources de données disponibles en matière de mortalité, d'incidence, de prévalence, de durée et d'incapacité ce qui n'avait pas été fait depuis le projet original. Il est également prévu dans le cadre de ce projet de déterminer de nouveaux poids d'incapacité pour chacune des maladies (Murray C.J. et al, 2007).

---

<sup>14</sup> <http://www.globalburden.org/>

### 7.3 Élargissement au domaine santé-travail

Cette même problématique se pose également dans le domaine santé-travail, ce travail doit être étendu à ce domaine. Un travail similaire de détermination du nombre de cas attribuable aux risques professionnels a déjà été entrepris par le département Santé-Travail de l'InVS dans le cadre d'une expertise destinée à la commission Lévy-Rosenwald (Lévy-Rosenwald M., 2002) pour certains cancers reconnus comme maladie professionnelle (Imbernon E, 2003). Des risques attribuables ont été estimés pour la population française : pour le cancer bronchopulmonaire et le mésothéliome pleural avec comme facteur de risque l'amiante ainsi que pour le cancer de l'ethmoïde et du sinus de la face en lien avec le bois. Un travail similaire a été aussi réalisé pour les troubles musculo-squelettiques (Roquelaure Y et al, 2005).

## 8 Bibliographie

### 8.1 Publications

Borella L, Finkel S et al.. **Volume et coût de la prise en charge hospitalière du cancer en France en 1999.** *Bulletin du cancer* 2002 89 (9) : 809-821.

Burney P., Chinn S., Jarvis D., Luczynska C., Lai E. on behalf of the European Community Respiratory Health Survey. **Variations in the prevalence of respiratory symptoms, self-reported asthma attacks and use of asthma medication in the European Community Respiratory Health Survey (ECRHS).** *Eur Respir J* 1996;9:687-95.

Com-Ruelle L, Crestin B, Dumesnil S. **L'asthme en France selon les stades de sévérité.** No: 1290. Paris: CreDES; 2000.

Guilbert J.J. **The world health report 2002 - reducing risks, promoting healthy life.** *Educ Health (Abingdon)* 2003; 16 : 230.

Hill A.B. **The environment and disease: association or causation?** *Proc R Soc Med.* 1965 ; 58 : 295-300.

Hirth R.A., Chernew M.E., Miller E., Fendrick M. et Weissert W.G. **Willingness to Pay for a Quality-adjusted Life Year : in Search of a Standard.** *Med Decis Making* 2000; **20**: 332-342.

Jougla E., Salem G., Rican S., Pavillon G., Lefevre H. **Disparités de mortalité par cancer dans l'Union européenne.** *BEH* 2003, 41-42 : 198-201

Landrigan P.J., Schechter C.B., Lipton J.M., Fahs M.C., Schwartz J. **Environmental Pollutants and Disease in American Children: Estimates of Morbidity, Mortality, and Costs for Lead Poisoning, Asthma, Cancer, and Developmental Disabilities.** *Environ Hlth Persp* 2002 ; 110 (7) : 721-728.

Murray CJ, Lopez AD, Black R, Mathers CD, Shibuya K, Ezzati M *et al.* **Global burden of disease 2005: call for collaborators.** *Lancet* 2007 ; 370 : 109-110.

Raherison C, Tunon de Lara JM, Taytard A, Kopferschmitt C, Quoix E, Pauli G. **Prévalence de l'asthme chez l'enfant.** *Rev Mal Respir* 1997;14:4S33-39.

Sassi F. **Calculating QALY, comparing QALY and DALY calculations.** *Health Policy Plan.* 2006. 21: 403-408.

Taylor HR, ML Pezzullo et JE Keefe: **The economic impact and cost of visual impairment in Australia.** *Br J Ophthalmol.* 2006; 90 : 272-275.

The ISAAC Steering Committee. **Worldwide variations in the prevalence of asthma symptoms: the International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC).** *Eur Respir J* 1998;12:315-335.

## 8.2 Rapports, ouvrages, thèses

Agence européenne de l'environnement. Environment and health. AEE (2005). 35 p. Disponible sur : <[http://reports.eea.europa.eu/eea\\_report\\_2005\\_10/en/EEA\\_report\\_10\\_2005.pdf](http://reports.eea.europa.eu/eea_report_2005_10/en/EEA_report_10_2005.pdf)>, consulté le 13/08/2007.

Allonier C., Guillaume S., Sermet C. **De quoi souffre-t-on ? Etat des lieux des maladies déclarées en France.** *Question d'économie de la santé* IRDES 2007n° 123.

Amalric F. **Analyse économique des coûts du cancer en France.** Boulogne-Billancourt : Institut National du Cancer ; 2007. (Etudes et expertises). 71 p. Disponible sur : <[http://www.e-cancer.fr/v1/fichiers/public/etude\\_economieducancer.pdf](http://www.e-cancer.fr/v1/fichiers/public/etude_economieducancer.pdf)>, consulté le 30 août 2007.

Centre d'épidémiologie sur les causes de décès (CépiDc). Inserm. Disponible sur : <[www.cepidc.vesinet.inserm.fr](http://www.cepidc.vesinet.inserm.fr)>, consulté le 30 août 2007

Centre international de recherche sur le cancer. **Attributable Causes of Cancer in France in the year 2000.** CIRC, Lyon, 2007, 177 pages. Disponible sur : <<http://www.iarc.fr/IARCPress/pdfs/francecancer2000/CausesofCancerFrance2000.pdf>>, consulté le 13 septembre 2007.

Com Ruelle L., Crestin B., Dumesnil S. **L'asthme en France selon les stades de sévérité.** IRDES, rapport n°1290, février 2000a.

Com Ruelle L., Crestin B., Dumesnil S. **L'asthme en France selon les stades de sévérité.** IRDES, QES n°25, février 2000b.

Com Ruelle L., Grandfils N., Midy F., Sitta R. **Les déterminants du coût médical de l'asthme en Ile de France.** IRDES, 2002 rapport n° 1397.

Diricq N. **Rapport de la commission instituée par l'article L. 176-2 du code de la sécurité sociale. 2005,** 77p. Disponible sur : <<http://www.securite-sociale.fr/communications/rapports/2006/diricq/diricq.pdf>>, consulté le 01 octobre 2007.

Fenina A., Geffroy Y., Minc C., Renaud T., Sarlon E., Sermet C. **Les dépenses de prévention et les dépenses de soins par pathologies en France.** *Études et résultats* 2006 n°504.

Imbernon E. **Estimation du nombre de cas de certains cancers attribuables à des facteurs professionnels en France.** InVS, 2003. 28p.

INSERM. **Cancer : approche méthodologique du lien avec l'environnement (Expertise collective).** Paris : INSERM ; 2005. 92 p.

Institut de veille sanitaire. **Hospitalisations pour asthme en France métropolitaine, 1998-2002, Evaluation à partir des données du PMSI 2007.** Disponible sur : <[http://www.invs.sante.fr/publications/2007/asthme\\_1998\\_2002/asthme.pdf](http://www.invs.sante.fr/publications/2007/asthme_1998_2002/asthme.pdf)>, consulté le 30 août 2007.

Institut de veille sanitaire. **Guide méthodologique PSAS9.** InVS 2007 (*Version de travail*).

Knol AB et Staatsen BAM. **Trends in the environmental burden of disease in the Netherlands: 1980-2020.** RIVM. Report 500029001. 2005 97 p. Disponible sur : <<http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/500029001.pdf>>, consulté le 10 août 2007

Kunst A. E., Groenhof F., Mackenbach J. P. **Inégalités sociales de mortalité prématurée : la France comparée aux autres pays européens.** In : Leclerc A., Fassin,



Grandjean D.H., Kaminski M., Lang T. (eds), *Les inégalités sociales de santé*, Paris : Inserm-La Découverte, 2000, 53-68.

Lapostolle A., Lefranc A., Gremy I., Spira A. **Peut-on utiliser les AVAI pour décrire la santé en France ?** ORS Ile de France Inserm. 2007. 139p.

Levy-Rosenwald M. **Rapport de la commission instituée par l'article L. 176-2 du code de la sécurité sociale. 2002** 70p., 19 ann.

Mathews I. et Parry S. **The burden of disease attributable to environmental pollution.** Juillet 2005. Disponible sur : <[http://www.hpa.org.uk/publications/2005/burden\\_disease/6\\_supporting\\_doc.pdf](http://www.hpa.org.uk/publications/2005/burden_disease/6_supporting_doc.pdf)>. Consulté le 10/08/2007.

Melse J.M. et Hollander A.E.M. **Environment and health within the OECD region : lost health, lost money. Background document to the OECD Environmental Outlook.** OCDE 2001. rapport RIVM 402101 001.59 pages.

Momas I., Caillard J.F. **Evaluation à mi-parcours du Plan national santé environnement - Rapport du Comité d'évaluation** - Juillet 2007. Maisons-Alfort : Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail; 2007. 319 p.

Organisation mondiale de la Santé. **Evaluation and Use of Epidemiological Evidence for Environmental Health Risk Assessment** OMS 2000.

Organisation mondiale de la Santé. **Evaluation and Use of Epidemiological Evidence for Environmental Health Risk Assessment** OMS 2001.

Organisation mondiale de la Santé. **The world health report - Reducing risks, promoting healthy life.** OMS. 2002. Disponible sur : <[http://www.who.int/whr/2002/en/whr02\\_en.pdf](http://www.who.int/whr/2002/en/whr02_en.pdf)>. Consulté le 09/08/2007

Organisation mondiale de la Santé. **Preventing disease through Healthy environments - Towards an estimate of the Environmental burden of disease.** OMS. 2006a. Disponible sur : [http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/preventingdisease.pdf](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventingdisease.pdf). Consulté le 09/08/2007

Organisation mondiale de la Santé. **Global Burden of Disease (GBD) Study 2000-2002: definitions of cause categories in terms of International Classification of Disease (ICD) codes.** OMS. 2006b. Disponible sur : <http://www.who.int/healthinfo/statistics/gbdestimatescauselist.pdf>. Consulté le 14/08/2007

Paris V., Renaud T., Sermet C. **Des comptes de la santé par pathologie : un prototype pour l'année 1998** *Dossiers solidarité et santé* CREDES 2003 n° 2

Roquelaure Y., Ha C., Sauteron M. **Réseau expérimental de surveillance épidémiologique des troubles musculo-squelettiques dans les Pays de la Loire.** InVS, 2005. 98p

URCAM Ile de France. **La prise en charge de l'asthme chez les 10-44 ans en Ile de France.** juin 2001

U.S. EPA. **Cost of Illness Handbook.** 2006 Disponible sur : <<http://www.epa.gov/oppt/coi/index.html>> consulté le 31 mars 2007.

Vallier N., Weill A., Salanave B., Bourrel R., Cayla M., Suarez C., Ricordeau Ph., Allemand H. **Coût des trente affections de longue durée pour les bénéficiaires du régime**



**général de l'assurance maladie en 2004.** *Pratiques et Organisation des Soins* CNAMTS 2006 n°40.

Weill A. F., Chinaud, et al.. **Fréquence et coûts des trente affections de longue durée de la région Midi-Pyrénées, année 2003.** *Revue Médicale de l'Assurance Maladie* 2005 ; 36 (4) : 273-287.

Weill A., Vallier N., Salanave B., Bourrel R., Cayla M., Suarez C., Ricordeau P., Allemand H. **Fréquence des trente affections de longue durée pour les bénéficiaires du Régime général** *Pratiques et Organisation des Soins* CNAMTS 2006 n°3.

---

## ANNEXES

---



## Annexe n°1 : Lettre de saisine



Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports

COURRIER REÇU LE

16 JUIL. 2007

2478

CAB/JN/PS/Mer-D-07-6674

Paris, le 10 JUIL. 2007

Le Directeur de cabinet de la Ministre de la santé, de la jeunesse et des sports

à

La Directrice générale de l'agence française de sécurité sanitaire, de l'environnement et du travail

**Objet :** étude d'impact sur les coûts que représentent pour l'Assurance maladie certaines pathologies liées à la pollution.

Les impacts de l'environnement sur notre santé sont manifestes. La dégradation de notre milieu de vie serait, selon des études, probablement à l'origine de nombreux décès anticipés par an, de l'augmentation des cancers et de la croissance des maladies allergiques respiratoires depuis 20 ans. Pourtant, la recherche, l'expertise et l'information sur l'impact de la dégradation de l'environnement sur la santé sont très insuffisamment développés.

Votre agence et les services du ministère de la santé m'ont alerté en particulier sur la nécessité d'établir une étude scientifique sérieuse établissant des liens si possible robustes entre la dégradation de l'environnement et le développement de certaines pathologies chez l'homme.

Face à ce constat, la ministre de la santé, de la jeunesse et des sports souhaite que soit initiée sans tarder une réflexion commune visant à mesurer l'impact sur la santé humaine de la dégradation de l'environnement. Cette réflexion devra également avoir pour objet d'évaluer les coûts que représentent pour l'Assurance maladie certaines pathologies liées à la pollution (cancers, asthme par exemple).

Dans cette perspective, je vous demande de mettre en place un groupe de travail composé de représentants de la DREES, de la DGS et de la DSS et d'en coordonner les travaux afin de nous fournir une première estimation pour la fin du mois d'août puis, dans un second temps, de réaliser une étude plus approfondie attendue pour la fin du mois de septembre prochain.

14, avenue Duquesne 75350 Paris 07 SP - Téléphone : 01 40 36 60 00

(Annexe n°1 suite)

J'attire votre attention sur le fait que la création de nouvelles taxes environnementales et l'affectation du produit des taxes existantes seront débattues au cours des séances de travail préparatoires à la tenue de la réunion du « Grenelle de l'environnement » prévue pour la mi-octobre 2007.



Georges-François LECLERC

copie : Monsieur Dominique LIBAULT  
directeur de la sécurité sociale  
Monsieur Didier HOUSSIN  
directeur général de la santé  
Madame Anne-Marie BROCCAS  
directrice de la DREES

*14, avenue Duquesne 75350 Paris 07 SP - Téléphone : 01 40 36 60 00*

## Annexe n°2 : Lettre adressée par l'AFSSET aux organismes pour constituer le groupe d'étude



La Directrice Générale

MFV / GL / VQ 2007 – N° 1 3 0 8

Tél. : 01.56.29.19.30

Affaire suivie par : Gérard LASFARGUES  
gerard.lasfargues@afsset.fr  
Téléphone : 01 56 29 18 90

G:\AFSSET\Docs\_VQ\Commer\Prévisualiser économique.MIS

Maisons-Alfort, le 30 JUL. 2007

**Objet :** étude d'impact sur les coûts que représentent pour l'Assurance maladie certaines pathologies liées à la pollution

Monsieur le Directeur,

L'Afsset a été saisie, en date du 17 Juillet, par le ministère de la santé, de la jeunesse et des sports pour assurer la coordination de l'expertise sur la question de l'évaluation des impacts économiques liés à la pollution.

En effet, les impacts de l'environnement sur notre santé sont manifestes. La dégradation de notre milieu de vie serait, selon des études, probablement à l'origine de nombreux décès anticipés par an, de l'augmentation des cancers et de la croissance des maladies allergiques respiratoires depuis 20 ans. Pourtant, la recherche, l'expertise et l'information sur l'impact de la dégradation de l'environnement sur la santé sont très insuffisamment développés.

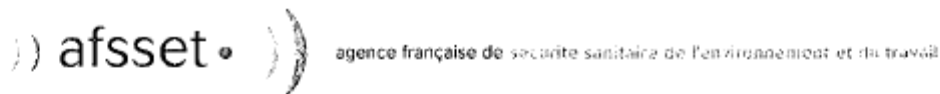
Pour ces raisons, il est demandé à l'Afsset de mettre en place et de coordonner un groupe de travail notamment composé des représentants de la DREES, de la DGS et de la DSS, afin de fournir une première estimation pour la fin du mois d'août et de réaliser une étude plus approfondie pour la fin du mois de septembre.

Compte tenu des délais impartis, l'Afsset se propose, dans un premier temps, de réunir rapidement les acteurs concernés pour dresser un état des lieux des connaissances existantes en matière d'impacts économiques et d'initier, dans un second temps les investigations et études nécessaires à l'approfondissement de ces connaissances. Trois axes de réflexion seront proposés au groupe de travail :

- la sélection des pathologies, pouvant être liées à la pollution, qu'il est pertinent d'intégrer au traitement de la saisine en distinguant les pathologies aiguës et chroniques. Il sera nécessaire à cette occasion de distinguer les pollutions acquises et les maladies liées à l'environnement naturel ;
- l'évaluation des données et outils d'analyse relatifs aux pathologies qui peuvent être associées à des nuisances ou familles de nuisances particulières, et pour lesquelles les connaissances existantes sont relativement importantes (notamment dans le domaine des pathologies professionnelles) ;
- l'évaluation des données et outils d'analyse relatifs aux pathologies à caractère non-spécifique, pour lesquelles de nombreux facteurs confondants sont attendus, et pour lesquelles les connaissances existantes en matière d'impact économique sont sensiblement plus faibles.

afsset • 253, avenue du général Leclerc – 94701 Maisons-Alfort Cedex  
Tél. : 01 56 29 19 30 – Fax : 01 43 96 37 67 - mel : [afsset@afsset.fr](mailto:afsset@afsset.fr) – [www.afsset.fr](http://www.afsset.fr)

(Annexe n°2 : suite)



Dans l'optique de ces travaux, et compte tenu de votre expérience dans ce domaine, nous nous permettons de solliciter votre concours. Nous vous saurions gré, de bien vouloir désigner un représentant qualifié sur ces questions, à même de participer au groupe de travail en août, à un rythme soutenu. Le professeur Gérard Lasfargues, chef du département Expertises en Santé Environnement-Travail (DESET) sera le pilote du projet à l'Afsset.

Compte tenu de l'extrême urgence à fournir une première estimation pour la fin du mois d'août 2007, je vous propose de nous réunir vendredi prochain, le 3 août, à 9H00 dans nos locaux à l'Afsset. Merci de bien vouloir vous munir des documents en votre possession en relation avec cette thématique.

Dans l'attente de nouvelles de votre part, Veuillez agréer, Monsieur le Directeur, à l'assurance de ma considération distinguée.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "M. Froment-Védrine".

Dr. Michèle Froment-Védrine

Dr Michèle FROMENT-VEDRINE

Autres destinataires : DREES, DGS, CNAMTS, InVs, MSA

Copie : le Directeur de cabinet de la Ministre de la santé, de la jeunesse et des sports

P.J : Courrier du Ministère de la Santé, de la Jeunesse et des Sports

) afsset • ) 253, avenue du général Leclerc – 94701 Maisons-Alfort Cedex  
Tél. : 01 56 29 19 30 – Fax : 01 43 96 37 67 - mel : [afsset@afsset.fr](mailto:afsset@afsset.fr) – [www.afsset.fr](http://www.afsset.fr)



## Annexe n°3 : Le Grenelle de l'environnement et les groupes de travail 3 et 6

La première phase est consacrée au dialogue et à l'élaboration des propositions au sein de groupes de travail.

Six groupes de travail ont été constitués pour préparer cette échéance :



- un groupe de travail n°1 [« lutter contre les changements climatiques et maîtriser la demande d'énergie »](#)
- un groupe de travail n°2 [« préserver la biodiversité et les ressources naturelles »](#)
- un groupe de travail n°3 [« instaurer un environnement respectueux de la santé »](#)
- un groupe de travail n°4 [« adopter des modes de production et de consommation durables »](#)
- un groupe de travail n°5 [« construire une démocratie écologique »](#)
- un groupe de travail n°6 [« promouvoir des modes de développement écologiques favorables à l'emploi et à la compétitivité »](#)

Les groupes de travail sont composés de 40 membres répartis en 5 collèges. Ces collèges ont pour vocation de représenter les acteurs du développement durable : l'État, les collectivités locales, les ONG, les employeurs et les salariés.

Les groupes de travail sont présidés par des personnalités indépendantes qualifiées, à la compétence reconnue de tous. Ils ont pour mission de proposer des mesures et de déterminer les éventuels points de blocage.

Leur objectif est de faire émerger le plan qu'examineront les parties prenantes au mois d'octobre. Pour chaque proposition d'action, il conviendra de préciser les obstacles de toute nature (juridiques, sociaux, budgétaires, techniques) à leur exécution ainsi que les moyens de les lever. La réflexion des groupes intégrera bien entendu les questions spécifiques liées à l'Outre-mer et la dimension internationale des sujets abordés.

### Instaurer un environnement respectueux de la santé

Thèmes abordés :

- Réduction des substances toxiques (Substances chimiques cancérigènes, pesticides...), Reach,
- Air intérieur, qualité de l'air, déchets
- Réduire les pollutions industrielles, agricoles, et urbaines
- Qualité de l'alimentation
- OGM

### Promouvoir des modes de développement écologiques favorables à la compétitivité et à l'emploi

Thèmes abordés :

- Recherche, innovation
- Fiscalité écologique, modification des comportements
- Emploi et compétitivité
- Flux de matières, déchets, économie de fonctionnalité
- Nouveaux indicateurs
- Publicité responsable



## Annexe n°4 : Les 14 régions du monde définies par l'OMS

Subregion and mortality stratum	Description	Broad grouping	Member States
<b>Africa</b>			
AFR-D	Africa with high child and high adult mortality	High-mortality developing	Algeria, Angola, Benin, Burkina Faso, Cameroon, Cape Verde, Chad, Comoros, Equatorial Guinea, Gabon, Gambia, Ghana, Guinea, Guinea-Bissau, Liberia, Madagascar, Mali, Mauritania, Mauritius, Niger, Nigeria, Sao Tome and Principe, Senegal, Seychelles, Sierra Leone, Togo.
AFR-E	Africa with high child and very high adult mortality	High-mortality developing	Botswana, Burundi, Central African Republic, Congo, Côte d'Ivoire, Democratic Republic of the Congo, Eritrea, Ethiopia, Kenya, Lesotho, Malawi, Mozambique, Namibia, Rwanda, South Africa, Swaziland, Uganda, United Republic of Tanzania, Zambia, Zimbabwe.
<b>Americas</b>			
AMR-A	Americas with very low child and very low adult mortality	Developed	Canada, Cuba, United States of America.
AMR-B	Americas with low child and low adult mortality	Low-mortality developing	Antigua and Barbuda, Argentina, Bahamas, Barbados, Belize, Brazil, Chile, Colombia, Costa Rica, Dominica, Dominican Republic, El Salvador, Grenada, Guyana, Honduras, Jamaica, Mexico, Panama, Paraguay, Saint Kitts and Nevis, Saint Lucia, Saint Vincent and the Grenadines, Suriname, Trinidad and Tobago, Uruguay, Venezuela.
AMR-D	Americas with high child and high adult mortality	High-mortality developing	Bolivia, Ecuador, Guatemala, Haiti, Nicaragua, Peru.
<b>South-East Asia</b>			
SEAR-B	South-East Asia with low child and low adult mortality	Low-mortality developing	Indonesia, Sri Lanka, Thailand.
SEAR-D	South-East Asia with high child and high adult mortality	High-mortality developing	Bangladesh, Bhutan, Democratic People's Republic of Korea, India, Maldives, Myanmar, Nepal, Timor-Leste.
<b>Europe</b>			
EUR-A	Europe with very low child and very low adult mortality	Developed	Andorra, Austria, Belgium, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Israel, Italy, Luxembourg, Malta, Monaco, Netherlands, Norway, Portugal, San Marino, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, United Kingdom.
EUR-B	Europe with low child and low adult mortality	Developed	Albania, Armenia, Azerbaijan, Bosnia and Herzegovina, Bulgaria, Georgia, Kyrgyzstan, Poland, Romania, Serbia and Montenegro, Slovakia, Tajikistan, The Former Yugoslav Republic of Macedonia, Turkey, Turkmenistan, Uzbekistan.
EUR-C	Europe with low child and high adult mortality	Developed	Belarus, Estonia, Hungary, Kazakhstan, Latvia, Lithuania, Republic of Moldova, Russian Federation, Ukraine.
<b>Eastern Mediterranean</b>			
EMR-B	Eastern Mediterranean with low child and low adult mortality	Low-mortality developing	Bahrain, Iran (Islamic Republic of), Jordan, Kuwait, Lebanon, Libyan Arab Jamahiriya, Oman, Qatar, Saudi Arabia, Syrian Arab Republic, Tunisia, United Arab Emirates.
EMR-D	Eastern Mediterranean with high child and high adult mortality	High-mortality developing	Afghanistan, Djibouti, Egypt, Iraq, Morocco, Pakistan, Somalia, Sudan, Yemen.
<b>Western Pacific</b>			
WPR-A	Western Pacific with very low child and very low adult mortality	Developed	Australia, Brunei Darussalam, Japan, New Zealand, Singapore.
WPR-B	Western Pacific with low child and low adult mortality	Low-mortality developing	Cambodia, China, Cook Islands, Fiji, Kiribati, Lao People's Democratic Republic, Malaysia, Marshall Islands, Micronesia (Federated States of), Mongolia, Nauru, Niue, Palau, Papua New Guinea, Philippines, Republic of Korea, Samoa, Solomon Islands, Tonga, Tuvalu, Vanuatu, Viet Nam

<sup>a</sup> Source: WHO (2004a).



## Annexe n°5 : Nombre de décès et de DALY attribuables pour 5 facteurs de risques environnementaux déterminés pour l'année 2000, par l'OMS

Facteur de risque	Groupe de pathologie ou Pathologie	Décès attribuables Zone Europe (x1 000)	DALY attribuables Zone Europe (x1 000)
Eau non-potable et hygiène	Diarrhées	0 ♂	33 ♂
		1 ♀	33 ♀
Pollution de l'air urbain	Maladies cardiovasculaires et pulmonaires, infections respiratoires des voies supérieures et inférieures, cancer des poumons	12 ♂	91 ♂
		11 ♀	60 ♀
Fumée de combustion	Broncho-pneumopathies chroniques obstructives, infections respiratoires des voies inférieures et cancer des poumons	0 ♂	<1 ♂
		0 ♀	<1 ♀
Exposition au plomb	Maladies cérébrovasculaires, Maladies hypertensives, Cardiopathies ischémiques, autres cardiopathies	4 ♂	75 ♂
		2 ♀	43 ♀
Changement climatique	Diarrhées, paludisme, autres accidents non-intentionnel, malnutrition	0 ♂	1 ♂
		0 ♀	2 ♀

♂, chez les hommes

♀, chez les femmes

Source : OMS (OMS, 2002)



## Annexe n°6 : Fractions attribuables à l'environnement (FAE) par pathologies définies par l'OMS ainsi que nombre de décès et de DALY déterminées pour la zone Europe en 2000.

Groupe de pathologie ou Pathologie CIM9 / CIM10 (OMS, 2006b)	Facteur de risque	FAE [IC95], en % (genre, zone géographique) (OMS, 2006a)	Décès attribuables Zone Europe (×1 000)	DALY attribuables Zone Europe (×1 000)
<b>Infections respiratoires des voies inférieures</b> 466, 480-487 / J10-J18, J20-J22	• pollution de l'air extérieur et intérieur (dont le tabagisme passif)	20 [15 ; 25], <i>Pays développés</i>	34	125
<b>Infections respiratoires des voies supérieures et otites</b> 460-465, 381-382 / J00-J06, H65-H66	• pollution de l'air extérieur et intérieur (dont le tabagisme passif)	12 [5 ; 18], <i>Pays développés</i>	<1	7
<b>Diarrhée</b> 001, 002, 004, 006-009 / A00, A01, A03, A04, A06-A09	• qualité de l'eau de boisson, agents non-infectieux (principalement) et agents infectieux	90 [75 ; 98], <i>Pays développés</i>	2	97
<b>Paludisme</b> ☐ 084 / B50-B54	☐	50 [38 ; 63], <i>Europe</i>	<1	1
<b>Infections intestinales à Nématodes</b> 126-129 / B76-B81	☐	100 [- ; -]	<1†	<1†
<b>Trachome</b> 076 / A71	☐	100 [- ; -]	0	0
<b>Schistosomiase (bilharziose)</b> 120 / B65	☐	100 [- ; -]	<1	<1
<b>Maladie de Chagas</b> 086.0, 086.1, 086.2, 086.9 / B57	☐	56 [31 ; 80]	0	0
<b>Filariose</b> 125.0, 125.1 / B74.0-B74.2	☐	66 [35 ; 86]	0	0
<b>Onchocercose</b> 125.3 / B73	☐	10 [7 ; 13]	0	0
<b>Leishmaniose</b> 085 / B55	☐	26 [12 ; 40]	<1	<1
<b>Dengue</b> 061 / A90-A91	☐	95 [90 ; 99]	<1	<1
<b>Encéphalite virale japonaise</b> 062.0 / A83.0	☐	95 [90 ; 99]	0	0
<b>HIV/Sida*</b> 279.5 (=042-044) / B20-B24	• exposition professionnelle (personnels de santé, professionnels du sexe, personnels amenés à vivre loin de leur famille – militaire, policier, mineurs, routiers)	7 [2 ; 13], <i>Régions industrialisées de l'Europe*</i>	<1	15
<b>Maladies sexuellement transmissibles à l'exclusion du HIV*</b> 090-099, 614-616 / A50-A64, N70-N73	• exposition professionnelle (professionnels du sexe, personnels amenés à vivre loin de leur famille – militaire, policier, marins, mineurs, routiers, travailleurs de la construction)	8 [4 ; 12], <i>Pays à l'est de la méditerranée, Régions industrialisées de l'Europe, Pacifiques ouest, Amérique latine et caraïbes</i>	<1‡	6‡
		9 [4 ; 12], <i>Régions industrialisées de l'Europe, Asie du Sud-est</i>	<1	6
<b>Hépatite B, hépatite C *</b> 070.2-070.9, - / B16-B19, B17.1, B18.2	• exposition professionnelle (personnels de santé, professionnels du sexe, personnels amenés à vivre loin de leur famille – militaire, policier, mineurs, routiers)	1 [1 ; 3], <i>Global</i>	<1	<1
Hépatite B, régions à prévalence VHB faible à intermédiaire*	• exposition professionnelle (personnels de santé, professionnels du sexe, personnels amenés à vivre loin de leur famille – militaire, policier, mineurs, routiers)	2 [1 ; 4]	<1	<1



## Annexe 4 (suite)

Groupe de pathologie ou Pathologie CIM9 / CIM10 (OMS, 2006b)	Facteur de risque	FAE [IC95], en % (genre, zone géographique) (OMS, 2006a)	Décès attribuables Zone Europe (×1 000)	DALY attribuables Zone Europe (×1 000)
<b>Tuberculose</b> , hors pays d'Afrique fortement affecté par la HIV/SIDA 010-018, 137 / A15-A19, B90	• condition de logement, • malnutrition, • tabagisme passif	19 [6 ; 41]	1	9
<b>Grossesse, accouchement et puerpéralité</b> 630-676 / O00-O99	• pollution de l'air, • tabagisme passif, • substances chimiques	6 [2 ; 10], <i>Pays développés</i>	1	30
<b>Anomalies congénitales</b> 740-759 / Q00-Q99	• expositions environnementales ou professionnelles à des substances chimiques ou à la radioactivité, • pollution de l'air ambiant	5 [2 ; 10]	1	30
<b>Malnutrition</b> 243, 260-269, 280-282, 285.9 / E00-E02, E40-E46, E50, D50-D53, D64.9, E51-E64	• qualité de l'eau de boisson, • sur- ou sous-consommation de denrées alimentaires et régime alimentaire, • changement climatique	50 [39 ; 61]	<1††	8††
<b>Maladies rares de l'enfant</b> <sup>§</sup> 032, 033, 037, 045, 055, 138, 771.3 / A33-37, A80, B05, B91	¤	24 [17 ; 31]	<1	0
<b>Méningites</b> <sup>§</sup> 036, 320-322 / A39, G00, G03		11 [8 ; 14]	<1	0
<b>Cancers</b> 140-208 / C00-C97	• exposition professionnelle ou non	19 [12 ; 29], <i>Global</i>	194	1600
Cancer du poumon 162 / C33-C34	• tabagisme passif, • exposition professionnelle (radiation ionisante, amiante, substances chimiques telles que le chrome, le nickel, le cadmium), • pollution de l'air extérieur, • radon	30 [6 ; 55] ♂, <i>Pays développés</i> 30 [6 ; 55] ♀, <i>Pays développés</i>	60	485
Autres cancers 140-208 (162 exclu) / C00-C97 (C33-C34 exclus)	• infection à <i>Helicobacter pylori</i> , • substances chimiques, (benzène, oxyde d'éthylène) • rayonnements UV • aflatoxine, • Papilloma virus	16 [10 ; 34], ♂, <i>Pays développés</i> 13 [10 ; 23] ♀, <i>Pays développés</i>	134	1115
<b>Maladies neuro-psychiatriques</b> 290-319, 324-359 / F01-F99, G06-G99	• plomb, • traumatisme crânien, • environnement professionnel, • substances chimiques • inondation, • tremblement de terre, • feux, • bruit	13 [10 ; 16], <i>global</i>	11	1074
Dépression 296.1, 311 / F32-F33	• stress au travail	8 [3 ; 17]	<1	327
Trouble affectif bipolaire 296 (296.1 exclu) / F30-F31		4 [0 ; 8]	<1	22
Schizophrénie 295 / F20-F29		4 [1 ; 10]	<1	23
Épilepsie 345 / G40-G41	• traumatisme crânien	8 [2 ; 14], <i>Pays développés</i>	<1	20
Troubles mentaux et du comportement liés à la consommation d'alcool 291, 303, 305.0 / F10	• environnement professionnel	10 [2 ; 20]	1	218
Maladie d'Alzheimer et autres démences 290, 330, 331 / F01, F03, G30-G31		4 [1 ; 9]	4	80
Maladie de Parkinson 332 / G20-G21	• substances chimiques, • traumatisme crânien	5 [1 ; 9]	1	14
Sclérose en plaques 340 / G35		3 [0 ; 9]	<1	5

## Annexe 4 (suite)

Groupe de pathologie ou Pathologie CIM9 / CIM10 (OMS, 2006b)	Facteur de risque	FAE [IC95], en % (genre, zone géographique) (OMS, 2006a)	Décès attribuables Zone Europe (×1 000)	DALY attribuables Zone Europe (×1 000)
Troubles liés à la consommation de substances psycho-actives, à l'exclusion du tabac 304, 305.2-305.9 / F11-F16, F18-F19	• environnement professionnel	3 [0 ; 9]	<1	22
Stress post-traumatique 308-309 / F43.1	• inondation, • tremblement de terre, • feux	19 [4 ; 40]	<1	40
Trouble obsessionnel compulsif 300.3 / F42		3 [0 ; 8]	0	8
Troubles anxieux phobiques 300.2 / F40.0, F41.0		6 [0 ; 17]	0	18
Insomnie/troubles du sommeil 307.4 / F51	• bruit, • environnement professionnel ou non	20 [6 ; 40]	0	71
Migraine 346 / G43		10 [1 ; 27]	0	76
Autres troubles neuropsychiatriques 292-294, 297-300.1, 300.4-302, 305.1, 306-308 (307.4 exclu), 310, 312-316, 324-326, 333-337, 341-344, 347-349, 350-359 / F04-F09, F17, F34-F39, F401-F409, F411-F419, F43 (F43.1 exclu) F44-F50, F52-F69, F80-F99, G06-G12, G23-G25, G36, G37, G44-G98		9 [3 ; 17]	3	71
<b>Asthme Global</b> 493/ J45-J46	• pollution atmosphérique (hors exposition aux pollens) • expositions professionnelles • pollution de l'air intérieur (humidité, allergènes fongiques, acariens) • tabagisme passif • fumée de combustion domestique	44 [26 ; 53]	5	308
<b>Cataracte</b> 366 / H25-H26	• rayonnement UV • tabagisme passif • fumée de combustion domestique • déshydratation (en lien avec diarrhée largement attribuable à des causes environnementales)	7 [5 ; 10], <i>Global</i>	0	8
<b>Surdité (perte auditive)</b> 389 / H90-H91	• conditions de travail avec fort niveau de bruit	13 [9 ; 17], ♂, <i>Europe A</i> 5 [4 ; 7], ♀, <i>Europe A</i>	0	164
<b>Maladies cardiovasculaires</b> 390-459 / I00-I99	• pollution atmosphérique • exposition au plomb • tabagisme passif • risques professionnels	16 [7 ; 23] <i>Global</i>	249	1447
<b>Broncho-pneumopathies chroniques obstructives</b> (bronchites, emphysèmes) <i>Europe A</i> 490-492, 495-496 / J40-J44	• risques professionnels • pollution atmosphérique • tabagisme passif • fumée de combustion domestique	22 [15 ; 29], ♂, <i>Europe A</i> 5 [4 ; 7], ♀, <i>Europe A</i>	22	242
<b>Troubles musculo-squelettiques</b> 710-739, 274 / M00-M99	• risques professionnels (facteurs ergonomiques)	17 [13 ; 22] <i>Global</i>	2	370
Lombalgies 720-724 (721.1, 722.0, 722.4 exclus) / M45-M48, M54 (M54.2 exclu)	• risques professionnels (facteurs ergonomiques)	34 [24 ; 44], ♂, <i>Europe A</i> 22 [15 ; 29], ♀, <i>Europe A</i>	<1	32
Arthroses 715 / M15-M19	• risques professionnels (exposition à des vibrations, port de lourdes charges, trauma répétitif...)	20 [13 ; 26] <i>Global</i>	<1	229
Polyarthrites rhumatoïdes 714 / M05-M06	• risques professionnels (exposition à des vibrations, port de lourdes charges, trauma répétitif...)	17 [7 ; 29] <i>Global</i>	<1	69

Annexe 4 (suite et fin)

Groupe de pathologie ou Pathologie CIM9 / CIM10 (OMS, 2006b)	Facteur de risque	FAE [IC95], en % (genre, zone géographique) (OMS, 2006a)	Décès attribuables Zone Europe (×1 000)	DALY attribuables Zone Europe (×1 000)
Autres arthropathies 710-713, 716-719, 721.1, 722.0, 722.4, 723, 725-739 / M00-M02, M08, M11-M13, M20-M43, M50-M53, M54.2, M55-M99	• risques professionnels	15 [7 ; 23] <i>Global</i>	1	39
<b>Accidents de la route</b> E800-848 / V01-V99	• structure et densité urbaine • réseau routier inapproprié • défauts d'éclairage et/ou de signalisation • maintenance insuffisante du réseau routier • risques professionnels	25 [12 ; 59] <i>Europe de l'ouest</i>	11	305
<b>Empoisonnement involontaire</b> E850-E869/X40-X49	• contact avec produits chimiques, substances nocives • inhalation de gaz ou vapeurs toxiques	71 [52 ; 85] <i>Global</i>	4	86
<b>Chutes accidentelles</b> E880-888 / W00-W19	• environnement domestique • conditions de travail	26 [16 ; 47], <i>Pays développés</i>	15	195
<b>Blessures liées au feu (exposition au feu/fumée)</b> E890-899 / X00-X09	• risques professionnels • feux domestiques	7 [3 ; 11], <i>Global</i>	<1	4
<b>Noyade / submersion</b> E910 / W65-W74	• eaux domestiques (piscine, baignoire) • eaux naturelles (mer, plan d'eau, rivière...)	54 [30 ; 76], <i>Pays développés</i>	2	40
<b>Autres accidents</b> E870-E807, E820-E848, E870-E879, E900-E909, E911-E949 / <i>Rest of V, W20-W64, W75-W99, X10-X39, X50-X59, Y40-Y86, Y88, Y89</i>	• exposition à des équipements mécaniques • morsures animales et contact avec plante vénéneuses • exposition aux rayonnements ionisants ou courants électriques • manque d'oxygène • catastrophes naturelles (tremblement de terre, événement climatiques, ouragans, inondations) • complications médicales et chirurgicales	30 [20 ; 40], <i>Pays développés</i>	10	281
<b>Suicide</b> E950-E959	• stress au travail • environnement de vie dégradé • accès aux pesticides • accès aux armes à feu	22 [7 ; 43], <i>Europe</i>	11	195
<b>Comportement violent entre personnes</b>	• accès aux armes • structure urbaine • exposition à certaines substances chimiques (pouvant affecter le développement neuropsychologique ou les fonctions cognitives des personnes)	16 [3 ; 28], <i>Pays développés</i>	1	21
<b>Inactivité physique</b> (facteur de risque des cardiopathies, des accidents cardiovasculaires, du diabète, des cancers –sein, côlon, rectum)		19 [13 ; 27], <i>Global</i> 27 [12 ; 58], <i>Europe</i>	nd	nd

HIV/Sida, Virus de l'immunodéficience / Syndrome de l'immunodéficience acquise

nd, non disponible

♂, chez les hommes

\*, données issues de la population adulte seulement

\$, fraction de la pathologie induite par la malnutrition relative à l'environnement

▣, pouvant être prévenu par la prévention

† pour les calculs seules certaines infections (Ascariadiase, infection à Trichuris et Ankylostomiase) ont été prises en compte

‡ pour les calculs seules certaines infections (Chlamydia, syphilis et gonorrhée) ont été prises en compte


†† nombre de décès attribuable à la malnutrition protéinique et non les conséquences de la malnutrition

np, non précisé

♀, chez les femmes

Année 2000  
(OMS, 2002)

## Annexe n°7 : Profil de la France défini par l'OMS

<b>France</b>				
Population			60.5 mio	
GNI/capita			30 540 US\$	
% urbanization			77%	
% people living in cities greater than 100 000 inhabitants			42%	
Population below the poverty line (national)			NA	
Population below the poverty line (international, <\$1/day)			NA	
Under age 5 mortality rate			5/1000 live births	
Life expectancy			80 years	
<b>Environmental burden of disease for selected risk factors, per year</b>				
Risk factor	Exposure		Deaths /year	DALYs/ 1000 cap /year
Water, sanitation and hygiene (diarrhoea only)	Improved water:	100%	-	-
	Improved sanitation:	NA	-	-
Indoor air	SFU% households:	<5%	-	-
Outdoor air	Mean urban PM10:	25 ug/m <sup>3</sup>	<b>4 800</b>	<b>0.4</b>
Main malaria vectors	No transmission			
Main other vectors	None			
<b>Environmental burden of disease (preliminary), per year</b>				
Estimate based on regional exposure and national health statistics 2004				
DALYs/1000 cap	(World - lowest: 14, highest: 316)			<b>17</b>
Deaths				<b>80 000</b>
% of total burden				<b>14%</b>
<b>Environmental burden by disease category [DALYs/1000 capita], per year</b>				
Disease group	World's lowest country rate	Country rate	World's highest country rate	
Diarrhoea	0.2	<b>0.3</b>	114	
Respiratory infections	0.1	<b>0.2</b>	56	
Malaria	0.0	<b>0.0</b>	32	
Other vector-borne diseases	0.0	<b>0.0</b>	4.2	
Lung cancer	0.0	<b>1.2</b>	2.5	
Other cancers	0.5	<b>2.7</b>	4.1	
Neuropsychiatric disorders	1.4	<b>2.6</b>	4.4	
Cardiovascular disease	1.3	<b>2.3</b>	13	
COPD	0.0	<b>0.5</b>	4.7	
Asthma	0.3	<b>0.8</b>	2.4	
Musculoskeletal diseases	0.5	<b>0.9</b>	1.5	
Road traffic injuries	0.3	<b>1.0</b>	10	
Other unintentional injuries	0.9	<b>2.1</b>	19	
Intentional injuries	0.1	<b>0.7</b>	7	
<b>Other indicators</b>				
Use of leaded gasoline (2004)			No	
Overcrowding			NA	
Malnutrition (% stunting)			NA	
 <span style="float: right;">Public Health and the Environment Geneva 2007</span>				

## Country profiles -- reading guide

Population	188.4 mio
GNI/capita	8 230 US\$
% urbanization	84%
% people living in cities greater than 100 000 inhabitants	45%
Population below the poverty line (national)	22% (1998)
Population below the poverty line (international, <\$1/day)	8% (2003)

Under age 5 mortality rate	34/1000 live bi
Life expectancy	70 years

Yearly burden attributable to three risk factors

### Environmental burden of disease for selected risk factors, per year

Risk factor	Exposure	Deaths /year	DALYs/ 1000 cap /year
Water, sanitation and hygiene (diarrhoea only)	Improved water: 90%	<b>15 000</b>	<b>3.6</b>
	Improved sanitation: 75%		
Indoor air	SFU% households: 13%	<b>4 100</b>	<b>0.6</b>
Outdoor air	Mean urban PM10: 35 ug/m3	<b>12 900</b>	<b>0.6</b>
Main malaria vectors	<i>A. darlingi, A. nuneztovari, A. triannulatus</i>		
Main other vectors	<i>Lutzomyia intermedia, L. wellcomei, L. pessoai, Culex quinquefasciatus</i>		

Indicates the DALYs/1000 capita preventable through healthier environments (could be used for inter-country comparison)

### Environmental burden of disease (preliminary), per year

Estimate based on regional exposure and national health statistics 2004

DALYs/1000 cap	<b>37</b>
Deaths	<b>233 000</b>
% of total burden	<b>18%</b>

Deaths preventable through the environment each year

Indicates how much of a country's burden is preventable through healthier environments (i.e. for intra-country comparison)

### Environmental burden by disease category [DALYs/1000 capita], per year

Disease group	World's lowest country rate	Country rate	World's highest country
Diarrhoea	0.2	<b>3.9</b>	114
Respiratory infections	0.1	<b>2.1</b>	58
Malaria	0.0	<b>0.2</b>	32
Other vector-borne diseases	0.0	<b>0.9</b>	4.2
Lung cancer	0.0	<b>0.4</b>	2.5
Other cancers	0.5	<b>1.8</b>	4
Neuropsychiatric disorders	1.4	<b>3.3</b>	4.4
Cardiovascular disease	1.3	<b>3.6</b>	13
COPD	0.0	<b>1.2</b>	4.7
Asthma	0.3	<b>1.8</b>	2.4
Musculoskeletal diseases	0.5	<b>0.8</b>	1.5
Road traffic injuries	0	<b>2.7</b>	10
Other unintentional injuries	0	<b>4.4</b>	19
Intentional injuries	0	<b>3.0</b>	7

Indicates how the preventable environmental burden of disease compares with other countries (i.e. for inter-country comparison)

Indicates how the preventable environmental burden of disease is spread across disease groups in the country (i.e. for intra-country comparison)

### Other indicators

Use of leaded gasoline	No
Overcrowding	NA
Malnutrition (% stunted)	14% (1998)



Public Health and the Environment  
Geneva 2007

## Annexe n°8 : Méthodologie développée par le RIVM et indicateurs obtenus

Knol et Staatsen (Knol AB, 2005) ont évalué les DALY pour 6 problématiques incluant une à plusieurs nuisances (pollution de l'air -PM<sub>10</sub> et ozone-, bruit, radon, rayonnement UV et accidents de transports) et une à plusieurs pathologies sur une période de 40 années en 3 points (1980, 2000 et projection pour 2020). Le choix des nuisances a été réalisé en raison des connaissances scientifiques de l'association nuisances-pathologies, de leur importance aux Pays-Bas et des données disponibles.

### Méthodologie

Quatre étapes ont été définies :

1. **Consultation des experts** néerlandais sur la procédure générale, l'estimation du niveau de preuve (cf. méthode de calcul), l'estimation des données manquantes et les marges d'incertitude, la mise à jour des informations utilisées pour le calcul et l'analyse et la vérification des résultats ;
2. **Méthode de calcul**

Les DALY tiennent compte de la perte d'années de vie en bonne santé attribuable à la mortalité et à la morbidité et s'expriment par l'équation suivante :

$$DALY = PA \times D \times S$$

où :  $PA = RA \times B \times F$

$$RA = (RR' - 1) / RR'$$

$$RR' = ((RR - 1) \times C) + 1$$

avec : PA, poids attribuable (nombre de personne dans un état de santé étudié en raison de l'exposition à un facteur de risque donné, non corrigé de la comorbidité ;

D, durée de l'état de santé :

pour la morbidité, une année ou la durée moyenne d'hospitalisation le cas échéant

pour la mortalité, la durée de vie perdue due à la mortalité prématurée, calculée à partir du nombre estimé d'année perdue obtenu à partir de tables.

S, sévérité : réduction de la capacité en raison de la morbidité, mesurée à l'aide d'une pondération déterminée par les experts variant entre 0 et 1.

RA, risque attribuable, risque pour une pathologie étudié et un facteur de risque donné

B, risque basal :

pour la morbidité, la prévalence annuelle

pour la mortalité, le nombre de décès.

F, durée de l'état de santé :

RR, risque relatif

RR', risque relatif ajusté

C, concentration du facteur de risque

Il n'a pas été pris en compte l'âge (donner un poids plus important pour une classe d'âge) ou la période (donner un poids plus important pour une période par rapport à une autre).

- 3. Sélection des données** pour les différents paramètres utilisés pour calculer les DALY sur une échelle nationale pour 3 années (1980, 2000 et 2020). Si les données n'étaient pas disponibles pour les 3 années, elles étaient remplacées par les années les plus proches (i.e. 1990 et 2010).

- la pathologie utilisée comme point critique,

Pour chaque facteur de risque, il a été déterminé la pathologie de point critique à partir d'une revue de la littérature ou à défaut d'une consultation des experts. En raison, de l'indisponibilité de certaines données, certains effets sanitaires n'ont pas été inclus (ou partiellement) dans les calculs.

- l'évaluation de la population exposée,

L'exposition de population a été évaluée utilisant une combinaison de mesures issues de métrologies et de modélisation. Si certaines données d'exposition n'étaient pas disponibles pour toutes les années, elles ont été estimées par jugement d'experts), ou, en dernier recours, omises. Généralement, les données sur l'exposition et les données sur les effets de santé de la même année ont été utilisées sans tenir compte de la latence.

- la relation dose-réponse,

Les risques relatifs sont basés sur des (méta-) analyses de données épidémiologiques et toxicologiques de relations établies à partir de données hollandaises ou internationale adaptée à la situation hollandaise.

- l'estimation du nombre de cas,

Les données de prévalence étaient extraites du registre national de morbidité et de mortalité et les données démographiques des statistiques nationales. En l'absence de données de prévalence, les données étaient estimées ou modélisées.

- la pondération pour la sévérité et la durée de l'état de santé.

La pondération pour la sévérité était établie à partir de données hollandaises (RIVM, 2004) ou internationale (de Hollander, 1999). La durée de l'effet sanitaire était de 1 an pour la morbidité (en faisant l'hypothèse que la prévalence correspond approximativement à l'incidence multipliée par la durée de l'effet de santé). Pour la mortalité, le nombre d'années de vies perdues a été estimé pour les facteurs de risque environnementaux totalement responsables de l'effet de santé par l'espérance de vie moyenne moins la moyenne d'âge au décès. Pour les facteurs de risque environnementaux partiellement responsables de l'effet de santé, le nombre d'années de vies perdues a été estimé par le nombre attribuable d'années de vie perdues.

En additionnant tous les DALY, il a pu être estimé le poids total de tous les facteurs sur la santé.

- 4. Analyses Monte-Carlo<sup>15</sup>** pour prendre en compte les incertitudes de chacun des paramètres à l'aide du logiciel @Risk version 4.5 en faisant l'hypothèse que tous les facteurs sont indépendants.

## Résultats

Les paramètres utilisés sont explicités et documentés dans le rapport (Knol AB, 2005) pour chacune des problématiques.

Le nombre global de DALY est de 77 000 (IC90% de 45 000-130 000) par million de personnes lors de la prise en compte des PM<sub>10</sub> à court terme, de l'ozone à court terme, du bruit, du radon, des rayonnements UV et de l'humidité intérieure. Il augmente à 250 000 (IC90% de 160 000 -

---

<sup>15</sup> La méthode Monte Carlo est une méthode visant à obtenir une valeur numérique en combinant des valeurs obtenues aléatoirement parmi les distributions des paramètres constituant une équation.



370 000) si les PM<sub>10</sub> à long terme sont pris en compte en plus des autres facteurs environnementaux. Le détail par problématique décliné par pathologie est indiqué dans le tableau ci-dessous.

**DALY attribuables et leurs intervalles de confiance à 90% (IC90%) pour les nuisances sélectionnées par en 2002 par le RIVM**

Problématique	Pathologies (CIM)	DALY par million de personnes [IC90%] <sup>§</sup>
Pollution de l'air (exposition aux PM <sub>10</sub> )	Quelles qu'elles soient	Année 1980 : 46 [24 ; 71]
	Effet à court terme	Année 2000 : 33 [18 ; 51]
	Pas de seuil	Année 2020 : 28 [15 ; 44]
	Quelles qu'elles soient	Année 1980 : 36 [19 - 59]
	Effet à court terme	Année 2000 : 23 [13 ; 36]
	Seuil de 10 µg/m <sup>3</sup>	Année 2020 : 19 [9 ; 29]
	Quelles qu'elles soient	Année 1980 : 27 [14 ; 43]
	Effet à court terme	Année 2000 : 14 [7 ; 23]
	Seuil de 20 µg/m <sup>3</sup>	Année 2020 : 9 [4 ; 15]
	Quelles qu'elles soient	Année 1980 : 14 863 [10 075 ; 19 934]
	Effet à long terme	Année 2000 : 11 163 [7 437 ; 15 133]
	Pas de seuil	Année 2020 : 9 759 [6 501 ; 13 270]
	Quelles qu'elles soient	Année 1980 : 12 225 [8 077 ; 16 721]
	Effet à long terme	Année 2000 : 8 233 [5 267 ; 11 493]
	Seuil de 10 µg/m <sup>3</sup>	Année 2020 : 6 712 [4 332 ; 9 421]
	Quelles qu'elles soient	Année 1980 : 9 379 [5 914 ; 13 183]
	Effet à long terme	Année 2000 : 5 057 [2 862 ; 7 539]
	Seuil de 20 µg/m <sup>3</sup>	Année 2020 : 3 406 [1 781 ; 5 351]
	Mortalité totale	a) 27 [13 ; 44]
	Mortalité par maladies cardiovasculaires	a) 7 [2 ; 12]
Mortalité par maladies respiratoires	a) 9 [4 ; 15]	
Mortalité par BPCO	a) 4 [2 ; 6]	
Hospitalisation pour maladies cardiovasculaires	a) 5 [1 ; 10] b) 18 [5 ; 42]	
Hospitalisation pour maladies respiratoires	a) 1 [0 ; 2] b) 10 [3 ; 22]	
Hospitalisation pour BPCO	a) 1 [0 ; 1]	
Hospitalisation pour asthme	a) NS	
Crise d'asthme chez l'adulte	b) 166 [91 ; 249]	
Crise d'asthme chez l'enfant	b) 90 [56 ; 130]	
Bruit	Gêne sévère et trafic routier	c) 1 122 [441 ; 2 753] d) 7 604 [3 119 ; 18 387]
	Gêne sévère et trafic aérien	c) 16 [6 ; 38] d) 314 [129 ; 761]
	Gêne sévère et trafic ferroviaire	c) 65 [24 ; 158] d) 524 [215 ; 1 268]
	Trouble du sommeil et trafic routier	c) 526 [189 ; 1 291] d) 3 045 [1 298 ; 7 029]
	Trouble du sommeil et trafic aérien	c) - d) 761 [324 ; 1 757]
	Trouble du sommeil et trafic ferroviaire	c) 32 [10 ; 80] d) 253 [108 ; 586]
	Radon	Mortalité par cancer du poumon
UV	Cancer de la peau (prévalence)	Année 1980 : 998 [557 ; 1 492] Année 2000 : 289 [757 ; 1882] Année 2020 : 1 762 [1 054 ; 2 550]
	Cancer de la peau (incidence)	Année 1980 : 1 385 [980 ; 1 841] Année 2000 : 11 728 [1 255 ; 2 248] Année 2020 : 2 267 [1 686 ; 2 951]
Humidité intérieure	Asthme, chez l'enfant	110 [49 ; 180]
	Asthme, chez l'adulte	27 [16 ; 40]
	total	140 [75 ; 220]
Accidents de transport	Mortalité	110 [49 ; 180]
	Accidents (>1 an)	27 [16 ; 40]
	total	140 [75 ; 220]

§, les IC90% établis par effet sanitaire spécifique ont été établis par une analyse Monte-Carlo. La somme de ces IC90% par effets spécifiques n'est pas nécessairement égale aux bornes de l'IC90% pour le nombre total de DALY pour une problématique.

\*, sévérité établie initialement par de Hollander et al 1999

a, relation dose-réponse extraite de l'étude de Vonk *et al*, 2002

b, relation dose-réponse extraite de l'étude de Künzli *et al*, 2000

c, relation dose-réponse extraite de l'étude de Miedema 2001 appliquée à l'année 2000

d, relation dose-réponse extraite de l'étude de Franssen, 2004 appliquée à l'année 2003



## Annexe n°9 : Méthodologie développée par l'HPA et indicateurs obtenus

Fractions attribuables à l'environnement (FAE) et leurs intervalles de confiance à 95% (IC95%) pour les pathologies sélectionnées par Mathews et Parry (Mathews I. et Parry P., 2005)

Pathologie	Nuisance	FAE	Source des données	des
Asthme	polluants extérieurs non biologiques	30% [10-35%]	États-Unis	
Rhinites allergiques chez les adultes		10% des 30% de l'asthme		
Cancer chez l'enfant (cancer du rein, cerveau et SNC, LNH (C82-C85, C96*), leucémie, tous cancers)		5%	États-Unis (entre 5 et 90%)	
Syndrome d'hyperactivité et trouble de l'attention chez l'enfant		10% [5-20%]	États-Unis	
Autisme		10%		
Trouble de l'apprentissage		10%		
Perte de QI et retard mental chez les enfants de 0-1 an	plomb	- (utilisation des DALY déterminées par l'OMS)		
Maladies cardiovasculaires	plomb	- (utilisation des DALY déterminées par l'OMS)		
Malformations congénitales	(proximité décharge publique)	20%	Royaume-Uni et Communauté européenne	
Fonction respiratoire chez les enfants (long terme)	PM <sub>10</sub> +PM <sub>2,5</sub> zone urbaine	6,3%	États-Unis	
Maladie cardio-vasculaire	PM <sub>10</sub>	0,8% [0,6%-0,9%]	méta-analyse COMEAP 2001	



## Annexe n°10 : Méthodologie développée par l'OCDE et indicateurs obtenus

Fractions attribuables à l'environnement (FAE) pour les pathologies sélectionnées déterminées par expertise pour les pays à haut revenu membres de l'OCDE par Melse et Hollander (Melse et Hollander, 2001)

Pathologie	FAE, en %
Cancer	1-5
Cardiopathies Ischémiques	5-15
Dépression	1-5
Maladies cérébro-vasculaires	1-5
Accidents de la route	5-10
Affections respiratoires chroniques	5-15
Affections périnatales	1-5
Anomalies congénitales	0-1
Infections respiratoires aiguës	5-15
Malnutrition	1-5
MST/SIDA	0-1
Maladies infectieuses de l'enfant	1-5
Maladies prénatales et maternelles	1-5
Diarrhée	80-90
Tuberculose	5-10
Paludisme	-



## Annexe n°11 : Bases de données pour l'évaluation des coûts (Paris V., 2003)

Ces fiches, numérotées de 1 à 13, ont été élaborées dans le cadre d'un recensement des sources associant des consommations de soins ou de biens médicaux à des diagnostics ou des motifs de recours.

### Fiche 1

#### PMSI - Médecine chirurgie obstétrique

- Organisme producteur : DHOS - Mission PMSI
- Correspondants : Marie-Claude Mouquet, Marc Joubert (DREES)
- Périodicité : Annuelle, 1998 est disponible

#### • Méthode et champ couvert

Depuis la loi de 1991, les établissements de santé publics et privés doivent procéder à l'évaluation et l'analyse de leur activité. Pour les séjours en Médecine, Chirurgie et Obstétrique (MCO), cette analyse est fondée sur la production de Résumés de Sortie Standardisés (RSS), pour chaque séjour hospitalier. Ce résumé comprend des informations sur la nature des interventions et examens effectués au cours du séjour du patient, sur le diagnostic ayant motivé le séjour et sur les diagnostics associés ou les complications éventuelles.

Les R.S.S sont intégrés dans l'un des 512 Groupes Homogènes de Malades (GHM.) de la classification des séjours hospitaliers, adaptée de la classification américaine des Diagnostic Related Groups.

Une base nationale de coûts par séjour est construite à partir d'un échantillon d'établissements publics ou PSPH produisant une évaluation du coût complet de chaque séjour. Pour chaque GHM, la médiane de coût de l'ensemble des séjours de l'échantillon est prise comme référence. Puis, une échelle nationale de coûts relatifs est construite, en positionnement chaque GHM relativement au GHM 540 (accouchement par voie basse sans complication), qui est affecté, par convention, du poids de 1000 points ISA (Indice statistique d'activité).

Le PMSI couvre toute France, y compris les Dom.

#### Lien entre consommation et pathologie

Chaque séjour hospitalier est classé dans un GHM pour lequel existe un coût relatif -calculé pour les établissements du secteur public-, exprimé en points ISA. Par ailleurs, il existe un diagnostic principal par séjour. Il est donc possible, pour chaque séjour, d'affecter le coût du GHM au chapitre de la CIM auquel appartient le diagnostic principal.

#### Représentativité

Les données du PMSI sont redressées par la DREES pour tenir compte des non réponses des établissements. Les données redressées sont représentatives de l'activité de l'ensemble services de MCO (médecine, chirurgie, obstétrique) des établissements de santé :

- hors hôpitaux locaux ;
- hors hôpitaux à tarifs d'autorité ;
- hors CHS en psychiatrie et autres établissements dont l'activité en MCO est marginale par rapport à l'activité de réadaptation ou de prise en charge de longue durée ;
- hors dialyses, radiothérapie et chimiothérapie.

Pour ces trois derniers postes, les données brutes du PMSI seront utilisées.



## Fiche 2

### PMSI - Soins de suite et réadaptation

- Organisme producteur : DHOS - Mission PMSI
- Correspondant : Pierre Metral (DHOS)
- Périodicité : Annuelle, 1998 disponible en partie, 1999 complet

#### • Méthode et champ couvert

Le PMSI-SSR recueille l'activité des services de soins de suite et de réadaptation. Les informations sont relevées sur les résumés hebdomadaires standardisés (RHS) et concernent : les caractéristiques démographiques du patient (âge et sexe), sa morbidité, les actes classants effectués au cours du séjour (qui sont différents des actes classants du PMSI-MCO), la présence ou non d'un fauteuil roulant, la dépendance, ainsi que les activités de rééducation et réadaptation suivies par le patient.

Les groupes homogènes de journées (GHJ) sont construits à partir de ces informations sur le modèle du PMSI de court séjour et répartis dans des catégories majeures cliniques (CMC). La construction d'une échelle de coûts par GHJ est en cours d'achèvement ; celle-ci n'est donc théoriquement pas encore opérationnelle.

#### Lien entre consommation et pathologie

Chaque séjour est caractérisé par trois caractéristiques de morbidité : la finalité principale de séjour (par exemple, rééducation de la hanche), la manifestation principale de morbidité (par exemple, patient porteur de prothèse de hanche), et enfin l'affection étiologique (qui peut être dans ce cas : traumatisme ou arthrose). Dans la logique des comptes par pathologie, le choix du diagnostic à retenir a été fait, selon les cas, entre la manifestation principale et l'affection étiologique.

#### Représentativité

Pour avoir une meilleure couverture du champ, les données de 1999 sont utilisées. Elles ne concernent pour le moment que les établissements publics et PSPH, pour lesquels le recueil est obligatoire depuis le second semestre 1998. Beaucoup d'hôpitaux locaux ne participent pas au PMSI-SSR. Actuellement, 85 % des journées de soins de suite et de réadaptation réalisées par les établissements financés par dotation globale sont couvertes par le PMSI, soit environ 2,5 milliards de francs par an.

Les établissements privés offrant des services de SSR ne font pas partie du champ couvert et l'extrapolation des données publiques au secteur privé n'est pas envisageable du fait des différences d'activité.

## Fiche 3

### Enquête nationale sur les hospitalisés de 1991-1992

Organisme producteur : CREDES

Correspondant : Laure Corn-Ruelle (CREDES)

Périodicité : Enquête ponctuelle 1991-1992

#### Méthode et champ couvert

L'enquête nationale sur les hospitalisés conduite par le CREDES en 1991-1992 est représentative de l'activité en hospitalisation complète des hôpitaux en jour donné, tous services confondus. Elle peut donc nous donner des informations sur deux des champs pour lesquels nous ne disposons pas d'information plus récente comme les services de long séjour.

On peut trouver le nombre de patients présents un jour moyen selon le chapitre CIM9 correspondant à leur maladie principale.

L'information est calculable sur 216 observations brutes en hospitalisation de long séjour (Corn-Ruelle et al., 1995).

#### Lien entre consommation et pathologie

La valorisation d'une journée à l'hôpital avait été effectuée par le CREDES en affectant aux consommations hospitalières les tarifs appliqués en ville pour ces consommations. Bien que cette évaluation ne corresponde pas à la réalité des coûts des séjours hospitaliers, elle permet éventuellement d'établir des coûts relatifs des pathologies prises en charge.

Une alternative à cette solution consiste à considérer la journée d'hospitalisation comme la clef de répartition des dépenses, en faisant l'hypothèse implicite que les journées en service de long séjour ont le même coût, quel que soit la maladie principale ayant motivé le séjour.

#### Représentativité

Lits d'hospitalisation complète en France métropolitaine.

## (Annexe n°11 : suite)

### Fiche 4

#### Enquête sur l'hospitalisation à domicile (HAD)

Organisme producteur : CREDES

Correspondant : Laure Con-Ruelle (CREDES)

Périodicité : Enquête ponctuelle de septembre 1999 à janvier 2000

##### Méthode et champ couvert

Structures d'hospitalisation à domicile volontaires (28).

- Observation pendant une semaine, du lundi 6 septembre au dimanche 12 septembre 1999 inclus, d'un échantillon de patients hospitalisés à domicile, présents depuis plus de trois mois.
- Observation d'un échantillon de patients admis entre le lundi 20 septembre et le mardi 19 octobre 1999, pendant tout leur séjour (l'observation étant toutefois limitée à trois mois).

L'objectif de la méthode permet de recueillir toutes les données nécessaires à reconstituer un coût médical direct « tout compris » pour la prise en charge d'un patient en HAD. Les types de prestations médicales et les coûts de fonctionnement des structures d'HAD sont relevés à partir :

- d'un questionnaire permettant de relever le statut juridique, l'implantation géographique, la composition du prix de journée, les coûts salariaux...
- d'un questionnaire permettant de relever l'ensemble des soins reçus inclus dans le prix de journée : caractères socio-économiques et morbidité, type de soins, temps passé par le personnel, déplacements sanitaires, médicaments, matériel utilisé...
- des remboursements de l'Assurance maladie (CNAMTS, CANAM, MSA) pour l'ensemble des prestations médicales (récupérées auprès des caisses locales), en particulier celles exclues du prix de journée HAD, sur une période couvrant le séjour en HAD.

##### Lien entre consommation et pathologie

Le lien entre consommation et diagnostic principal est direct.

##### Représentativité

L'échantillon enquêté n'est pas exhaustif et les établissements sont volontaires. Cependant, on dispose d'informations sur 1 450 séjours, pour un parc total de places d'HAD d'environ 4 000 places. La représentativité de cet échantillon en termes de dépenses n'est pas encore évaluée précisément.

### Fiche 5

#### Enquête handicap et dépendance (HID)

Organisme producteur : INSEE

Correspondant : Catherine Sernet (CREDES)

Périodicité : Enquêtes ponctuelles en établissements (1998, 2000) et en population générale (1999, 2001).

##### Méthode et champ couvert

L'enquête HID est une enquête par interview dont les objectifs sont d'estimer le nombre de personnes handicapées en France, sur l'ensemble de la population, et d'évaluer leur niveau d'incapacité et les besoins d'aide.

##### Lien entre consommation et pathologie

Le lien avec la pathologie n'est pas direct. On peut cependant estimer les fréquences de certaines déficiences spécifiques (auditives, visuelles, cardiovasculaires, etc.) et estimer des coûts de prise en charge de ces personnes à partir des prix de journée.

##### Représentativité

L'enquête HID est représentative des personnes résidant en institution ou en ménage ordinaire en France. 15 000 personnes ont été enquêtées en institution.

## Fiche 6

### Enquête santé et protection sociale (ESPS)

Organisme producteur : CREDES

Correspondant : Sylvie Dumesnil (CREDES)

Périodicité : Bi-annuelle depuis 1998

#### Méthode et champ couvert

L'Enquête Santé et Protection Sociale est réalisée par le CREDES sur un panel tournant construit à partir d'un rééchantillonnage de l'Echantillon Permanent des Assurés Sociaux (EPAS). Un quart des personnes présentes ans l'EPAS est enquêtré chaque année, de sorte qu'au bout de quatre ans toutes les personnes issues de l'EPAS ont été contactées une fois.

#### 1 - Les personnes enquêtées

L'entité de base de l'ESPS est, non plus la grappe assurée, mais le ménage. L'ESPS permet de recueillir des renseignements sur l'assuré tiré au sort dans l'EPAS (appelé par la suite assuré principal) et sur tous les membres du foyer de cet assuré principal, qu'il s'agisse ou non de ses ayants-droit (ils sont dits alors ayants-droit cohabitant). Les membres du ménage qui ne sont pas ayants-droit de l'assuré principal se répartissent en deux catégories : des personnes assurées par ailleurs (alors appelées assurés non principaux) et des ayants-droit de premières (ces individus sont alors ayants-droit d'un assuré non principal). Le nombre de personnes enquêtées dans l'ESPS est donc plus important que dans l'EPAS, puisque tout le foyer de l'assuré principal est enquêté.

En pratique la grappe assurée est quasiment toujours incluse dans le ménage : bien que l'existence d'ayants-droit non cohabitants soit théoriquement possible, à peu près tous les ayants-droit d'un assuré principal vivent sous le même toit que lui.

#### 2 - Les données recueillies

Les informations de consommations de soins sont relevées de façon prospective sur un mois. Ce recueil antogéré - via un carnet de soins - comprend le détail des consommations de soins ambulatoires (séances de médecins, de dentistes, d'analyses médicales, d'analyses de laboratoire, d'imagerie médicale et acquisitions pharmaceutiques) et hospitaliers. Par ailleurs l'ESPS relève trois autres types de données caractérisant les individus d'un ménage :

- des données sociales, économiques et professionnelles ;
- des données de morbidité (morbidité prévalente, exposition au risque, degré d'invalidité, etc.) ;
- des informations sur le niveau de couverture sociale (régime de sécurité sociale, couverture complémentaire, etc.).

#### Les limites de l'enquête ESPS

Les informations de l'ESPS sont entachées d'aléa, à l'instar de toute donnée d'enquête.

L'aléa lié à l'échantillon ESPS provient en partie de l'aléa observable dans l'EPAS, puisque le premier découpe du second. D'autre part, un certain nombre de biais viennent s'ajouter à cet aléa. En particulier, les refus de participer à l'enquête concernent environ 20 % des personnes contactées et, parmi celles-ci, un pourcentage non négligeable invoque des raisons de santé d'une des personnes du ménage. Enfin, chez les personnes participant à l'enquête, il peut exister des oublis involontaires (déformations liées à la mémoire) ou volontaires (biais de déclaration). Ce phénomène d'omission, qu'elle soit ou non volontaire, produit une sous-estimation des volumes de soins et de la consommation moyenne par personne. À titre d'exemple, on estime environ à 20 % le taux de séances oubliées chez les répondants ESPS.

#### Lien entre consommation et pathologie

Le lien entre consommation et pathologie est direct, puisqu'en face de chaque consommation est indiqué un motif de recours. Ce motif est déclaré par le patient.

#### Représentativité

Le champ théoriquement couvert par l'ESPS a été estimé en plusieurs étapes :

1 - Les dépenses reconnues des personnes enquêtées et faisant partie de l'Echantillon Permanent des assurés sociaux des trois grands régimes (personnes apparées) ont été comparées aux dépenses des personnes protégées par ces trois régimes. En supposant que l'EPAS soit représentatif des trois grands régimes, on estime ainsi la part des dépenses relevées par l'enquête.

2 - La part des dépenses des trois grands régimes dans l'ensemble des dépenses a ensuite été évaluée par poste (données transmises par Christian Pommier, DSS).

3 - Enfin, on dispose des structures de personnes protégées par les différents régimes dans l'ESPS et en données nationales. Dans l'ESPS, la population des trois grands régimes est surreprésentée (97,2 % contre 95,7 %).

4 - On calcule donc un taux de recouvrement théorique des dépenses reconnues par l'enquête ESPS par poste de soins.

La représentativité des volumes de soins déclarés dans l'ESPS n'est pas quantifiée, mais on sait qu'il existe une sous-déclaration des volumes réellement consommés.

taux de recouvrement théorique des postes de soins par ESPS  
(Calculs effectués pour 1997)

Postes des comptes	Dépense par personne enquêtée et membre de l'EPAS « trois régimes » (1)	Dépense par personne protégée par les trois régimes (2)	Biais d'enquête ESPS pour les bénéficiaires des trois régimes (1), (2)	Dépense reconnue des trois régimes / ensemble dépenses (3)	Taux de recouvrement théorique d'ESPS
médecins	1 198	1 845	65 %	96 %	61,4 %
infirmiers	163	255	64 %	94 %	59,2 %
masseurs	181	212	85 %	96 %	80,7 %
analyses	244	279	87 %	96 %	82,7 %
médicament	1 665	1 959	85 %	95 %	79,5 %

(1) Evaluation à partir de l'appariement 97, CREDES.

(2), (3) données fournies par C.Pommier, DSS.

(Annexe n°11 : suite)

### Fiche 7

#### Système national inter-régimes (SNIR)

Organisme producteur : CHAMTS

Correspondant : Veronique Bories-Maskulova (CNAMTS - DEPAS)

Périodicité : Annuelle

**Méthode et champ couvert**

Le Système national inter-régimes est le système d'information qui permet, depuis 1977, de recueillir et agréger au plan national l'activité libérale des professions de santé ayant donné lieu à remboursement par les caisses gérant l'assurance maladie. Les trois grands régimes sont présents dans le SNIR, et donc seuls les régimes très minoritaires (comme les militaires, la Caisse des Français à l'étranger, le Port autonome de Bordeaux, ...) n'y sont pas inclus.

**Lien entre consommation et pathologie**

Il n'y a aucun lien entre pathologie et consommation.

**Représentativité**

Le SNIR présente des données représentatives de la consommation de plus de 98% de la population couverte par l'assurance maladie.

### Fiche 8

#### Traitement et analyse des dépenses mensuelles (TANDEM)

Organisme producteur : CHAMTS

Correspondant : Helene Cadot (CNAMTS-DEPAS)

Périodicité : Permanente

**Méthode et champ couvert**

La chaîne statistique TANDEM fournit un suivi mensuel des prestations allouées aux bénéficiaires du régime général. Les données sont agrégées par nature d'actes et par catégories de professionnels de santé ou d'établissements.

Nous disposons d'une synthèse annuelle de ces données pour l'année 1998, qui couvre les honoraires et actes de médecins, les acquisitions de médicaments en officine, les analyses de biologie.

**Lien entre consommation et pathologie**

Les données de TANDEM sont issues des liquidations par les caisses d'assurance maladie; elles ne contiennent donc aucun lien entre pathologie et consommation.

**Représentativité**

La chaîne TANDEM produit des données sur les assurés du RG, soit environ 84 % de l'ensemble des assurés sociaux en 1998. TANDEM est donc représentatif des consommations de 84 % de la population couverte par l'assurance maladie. En termes d'activité, ce chiffre peut varier sensiblement selon les postes de consommation.

### Fiche 9

#### Codage de la biologie et de la pharmacie

Organisme producteur : CNAMTS

Correspondant : Alain Weil (CHAMTS - ENSM)

Périodicité : Permanente

**Méthode et champ couvert**

Les médicaments et analyses biologiques prescrits, acquis et présentés au remboursement par les personnes protégées par le Régime général (hors sections locales mutualistes).

**Lien entre consommation et pathologie**

Le lien entre consommation et pathologie n'est pas direct. Pour les spécialités ne faisant pas partie du champ de l'enquête EPRM d'IMS-Health, les prescriptions par classe thérapeutique peuvent être utilisées pour répartir les dépenses de médicaments.

**Représentativité**

Environ 70% de l'ensemble des acquisitions des personnes protégées par l'Assurance Maladie.

## Fiche 10

## Étude permanente de la prescription médicale (EPPM)

Organisme producteur : IMS-Health

Correspondant : Laurent Thill (IMS-Health)

Périodicité : Permanente

## Méthode et champ couvert

La société IMS-Health réalise depuis de nombreuses années une enquête permanente sur la prescription médicale (EPPM). La base de sondage de cette enquête est constituée par un fichier de médecins régulièrement mis à jour par IMS. Le sondage est réalisé par tirage aléatoire stratifié selon la région, la zone d'habitation, l'âge et le sexe du médecin.

La durée d'observation de chaque médecin est de 7 jours consécutifs, y compris le (ou les) jour(s) de repos hebdomadaire. Ces observations se déroulent tout au long de l'année. Pendant cette période de 7 jours, le praticien relève une série d'informations sur l'ensemble de ses patients vus en consultation ou en visite, et ce, quel que soit le motif de la séance, qu'il s'agisse d'une maladie ou d'un examen administratif et que l'acte donne lieu ou non à prescription.

Chaque médecin participant à l'enquête reçoit un carnet comportant des « fiches séances ». Chaque fiche contient deux parties :

- une partie questionnaire proprement dite, sur laquelle le médecin relève les informations suivantes : date et lieu de la séance, sexe, âge et profession du patient, diagnostics ou motifs de la séance, effet attendu de la prescription ;

- une partie vierge, réalisée en papier auto-dupliquant, qui permet de reproduire automatiquement les prescriptions du médecin.

Il est demandé au médecin de fournir une copie de l'ensemble de ses prescriptions : pharmacie, examens complémentaires (radiographies, analyses de laboratoire, électrocardiogrammes, hospitalisation...), traitements divers (kinésithérapie, soins infirmiers...).

Soulignons que les résultats présentés en termes de nombre de lignes et de coût de la prescription sont calculés en prenant en compte la durée totale de la prescription, c'est-à-dire le renouvellement s'il y a lieu.

Sont inclus dans le champ : les médecins installés, de moins de 66 ans, exerçant en France métropolitaine (hors Corse), ayant une activité libérale (exclusive ou mixte), au cabinet ou au sein d'un établissement.

Les spécialités prises en compte sont :

- les médecins généralistes y compris les MEP (à condition que l'exercice particulier représente moins de 25 % de leur activité), les médecins du sport, les allergologues, les angiologues ;

- les cardiologues, dermatologues, endocrinologues, gastro-entérologues, gynécologues, neurologues, psychiatres et neuropsychiatres, ophtalmologues, oto-rhino-laryngologistes (ORL), pédiatres, pneumologues, rhumatologues.

Les séances prises en compte peuvent avoir lieu au cabinet ou au domicile du patient, et être ou non suivie d'une prescription.

## Sont exclus du champ de l'étude

Les remplaçants, les médecins exerçant dans les Dom-Tom et en Corse, les médecins dont l'activité extra-libérale représente plus de 75 % de l'activité, les spécialités non couvertes (urologues, stomatologues, chirurgiens, radiologues, rééducation et réadaptation fonctionnelle...), les dentistes, les médecins exerçant en médecine d'urgence (SOS médecins...), l'activité médicale non libérale des centres sanitaires (hôpitaux, cliniques), des centres de médecine sociale (centres de PMI, centres de planning familial, dispensaires, médecine scolaire...) et des centres de soins (thermalisme, centres de cure et de réadaptation).

## Lien entre consommation et pathologie

Chaque consultation et chaque prescription est associé à un motif. Le lien est donc direct. Lorsque plusieurs motifs sont indiqués (en moyenne 1,8 motifs par séance), il n'y a pas possibilité de dégager un motif principal.

## Représentativité

Les résultats sont exprimés en valeurs extrapolées, ce qui permet de redresser l'échantillon observé à l'ensemble des médecins français. Sur la période de septembre 1997 à août 1998, l'observation des médecins et de leur clientèle est réalisée à partir d'un échantillon de 3 340 médecins, 1 600 généralistes et 1 740 spécialistes. Cela représente 240 160 séances, soit 353 189 millions de séances en données extrapolées, c'est-à-dire quelque 92 % de l'activité observée par le SNIR pour les consultations et visites ou encore 73 % du total des actes observés.

Les données seront supposées représentatives pour les spécialités enquêtées, qui effectuent essentiellement des consultations et visites, et qui sont à l'origine d'environ 80 % des actes effectués par l'ensemble des médecins.

En termes de dépenses et avec les hypothèses de valorisation des séances observées explicitées plus haut, l'enquête EPPM couvre environ 70 % des dépenses de soins médecins ambulatoires.



## (Annexe n°11 : suite)

## Fiche 11

## Observatoire épidémiologique permanent BKL-Thalès

Organisme producteur : BKL-Thalès

Correspondant : Philippe Le Jeune (BKL-Thalès)

Périodicité : Permanente

## Méthode et champ couvert

L'observatoire épidémiologique permanent Thalès est fondé sur l'activité régulière d'un échantillon national de médecins libéraux (généralistes, cardiologues, neurologues) équipés du logiciel Doc'Ware. Chaque médecin adhérent à l'Observatoire transmet volontairement de manière anonyme et codée l'ensemble des dossiers médicaux de ses patients. La procédure d'anonymisation du patient est effectuée sans retour arrière possible sur son identité, mais un patient donné revenant voir le même médecin garde le même numéro, ce qui permet de recueillir et d'analyser longitudinalement les dossiers-patients.

En 1999, le panel est constitué de 623 médecins généralistes (MG); les médecins à mode d'exercice particulier ne sont pas inclus.

Les données recueillies sont de plusieurs ordres :

- les caractéristiques des patients : année de naissance, sexe, catégorie socioprofessionnelle, département de résidence, facteurs de risque (tabac, alcool...), taille, poids, antécédents médicaux, événements de la vie génitale (contraception, grossesse, ménopause);
- les caractéristiques de la consultation du jour : motif, symptômes, diagnostics, prescriptions pharmaceutiques, prescriptions d'examen complémentaires, d'actes paramédicaux, d'arrêts de travail etc.
- avec, sur les prescriptions pharmaceutiques, des précisions sur : la posologie, la durée de traitement, le renouvellement, l'indication médicale, l'initiation du traitement, la prise en charge éventuelle à 100 %, les co-prescriptions.

Par ailleurs, sont disponibles les caractéristiques suivantes des médecins : âge, sexe, région d'exercice, secteur conventionnel, mode d'exercice et mode d'activité.

## Lien entre consommation et pathologie

Pour chaque séance est indiqué le motif principal de recours. Chaque prescription est également associée à un motif.

## Représentativité

La représentativité des panels est assurée sur les trois critères que sont la région d'exercice, l'âge et le sexe des praticiens. Cette garantie de représentativité sur les critères usuels considérés comme ayant un impact sur les pratiques de prescription, permet de procéder à des extrapolations nationales sur les paramètres mesurés (France métropolitaine). Un contrôle est effectué sur trois autres critères : le mode d'exercice (seul ou groupe), le secteur de convention et le potentiel de prescription. Le mode de recrutement des médecins est opéré en fonction de ces critères.

## Fiche 12

## Enquête sur la fréquence des actes techniques

Organisme producteur : CNAMTS

Correspondant : Franck de Rabault (CNAMTS - ENSM)

Périodicité : Enquête ponctuelle 2000

## Méthode et champ couvert

Spécialités enquêtées : chirurgie, chirurgie orthopédique et traumatologique, chirurgie urologique, dermato-vénérologie, gastro-entérologie et hépatologie, gynécologie et/ou obstétrique, médecine générale, médecine interne, neurologie et psychiatrie, ophtalmologie, ORL, pathologie cardiovasculaire, pédiatrie, pneumologie, radiodiagnostic et imagerie médicale, rééducation et réadaptation fonctionnelle, rhumatologie, stomatologie et/ou chirurgie maxillo-faciale.

Déroulement de l'enquête : un échantillon de dossiers, stratifiés par spécialité et correspondant à une semaine de novembre 1999, ont été tirés au sort dans les bases de données de liquidation du Régime général stricto sensu (hors sections mutualistes) (Ricoireau P., Weil A., et al. 2000 6/14). Les médecins ayant réalisé ces séances ont été contactés par les médecins conseils pour donner la nature exacte de l'acte ou des actes effectués, qui ont pu ainsi être cotés en CCAM.

Les données exploitables correspondent à 33 891 séances au cours desquelles 45 317 actes ont été effectués. L'extrapolation à l'année et à l'ensemble des régimes conduit à 54 098 158 séances d'actes.

## Lien entre consommation et pathologie

Le lien entre pathologie et consommation n'est pas direct.

## Représentativité

Cette enquête est représentative des actes techniques réalisés par les spécialités enquêtées, en libéral et hors hospitalisation, en 1999, en France (y compris Dom).

(Annexe n°11 : suite)

### Fiche 13 Enquête sur l'activité des masseurs-kinésithérapeutes

Organisme producteur : CNAMTS - MSA - CANAM

Correspondant : Catherine Chatellier (CNAMTS)

Périodicité : Enquête ponctuelle 2001

**Méthode et champ couvert**

Cette enquête évalue l'impact de la réforme créant la lettre-clé AMS le 5 octobre 2000 réservée à la rééducation des affections orthopédiques et rhumatologiques. Description : enquête inter-régimes, à partir d'un échantillon représentatif au plan national de 18 870 ententes préalables recueillies pendant une semaine du mois de mars 2001. Le recueil des informations a été réalisé auprès du patient exclusivement, au cours d'un entretien avec 1 761 5 patients. Données recueillies : spécialité du prescripteur, nombre de séance, lettre-clé, coefficient, supplément tarifaire, nature des actes réalisés (premier et second acte), pathologie traitée codée en CIM10 (premier et second acte).

Valeurs des lettres-clé des MK	Tarifs 1997	Tarifs 1998	Tarifs 1999	Tarifs 2000
AMC-AMK	13,00	13,30	13,40	13,00
... valeur depuis le :	01/05	01/12	24/11	30/08
AMS (au delà de 10 séances)				13,00
... valeur depuis le :				06/11

Source : Eco-Santé France

**Lien entre consommation et pathologie**

Pour chaque acte est indiqué le code CIM10 (normalement le code de niveau 4).

**Représentativité**

Portant sur environ 17 000 actes, l'étude représente donc un peu plus de 12 % de l'activité des MK qui était créditée de 140 000 actes en 1998 (CNAMTS, 2000).

## Annexe n°12 : Fiche synthétique sur la relation air (particules) et santé, réalisée par l'InVS

### Introduction

Les effets sanitaires de la pollution atmosphérique (PA) sont aujourd'hui relativement bien documentés. Ainsi, on distingue des effets à court terme (CT), faisant immédiatement suite à l'exposition à la PA, et des effets à long terme (LT) faisant suite à une exposition chronique à la PA. Les effets à CT concernent principalement les affections des appareils respiratoire et circulatoire. Ils s'expriment notamment par des augmentations du risque de décès ou d'hospitalisation pour ces causes à la suite d'une augmentation des niveaux journaliers de PA. Les effets à LT concernent le même type d'affections, et s'expriment notamment par des augmentations du risque de décès pour causes cardio-respiratoires et par cancer du poumon. Les mécanismes d'action de la PA sur la santé font intervenir notamment des processus d'inflammation et de stress oxydatif. Les expositions chroniques interviendraient dans l'apparition de pathologies asthmatiques chez les enfants ou de BPCO chez l'adulte, dans l'apparition de cancers du poumon ou encore dans le développement de l'athérosclérose. Outre ces effets bien documentés, des travaux récents mettent également en évidence des liens entre exposition à la PA pendant la grossesse et retards de croissance intra-utérine, risque de naissance prématurée, ou même risque de malformation.

L'OMS propose une quantification de la part de l'environnement dans « le poids global de la maladie » pour la France (country profile OMS, 2006-2007). La PA ambiante est identifiée parmi d'autres facteurs environnementaux comme un facteur de risque pour les infections respiratoires (nombre annuel potentiel d'années perdues de vie en bonne santé du fait des facteurs environnementaux = 0,2 pour 1000), les pathologies de la grossesse, accouchement et puerpéralité, les malformations congénitales, les broncho-pneumopathies chroniques obstructives (0,5 pour 1000), l'asthme (0,8 pour 1000), le cancer du poumon (1,2 pour 1000) et les maladies cardiovasculaires (2,3 pour 1000). Le nombre annuel potentiel d'années perdues de vie en bonne santé du fait de l'exposition aux particules (PM<sub>10</sub>) en milieu urbain est estimé à 0,4 pour 1000.

**Priorisation DSE** : PA « long terme » : 1<sup>er</sup> rang ; PA « court terme » : 3<sup>ème</sup> rang

### Éléments nécessaires à l'évaluation d'impact sanitaire

#### a. Fonctions exposition-risque (RRs, ORs, ...) disponibles ?

Fonctions E-R françaises (produites dans le cadre du Psas notamment) ou européennes disponibles pour le court terme. FER disponibles pour le long terme, issue d'études nord-américaines.

#### b. Zone et période d'étude

A définir en accord avec les critères utilisés pour l'établissement des FER (en règle générale, zones urbaines où les niveaux de fond de PA peuvent être considérés comme homogènes). EIS réalisées pour dernières données disponibles de santé (1999) et de pollution (2000 à 2002).

#### c. Données environnementales

A recueillir en accord avec les méthodes (méthodes de mesure/modélisation) mises en œuvre dans les études épidémiologiques fournissant les FER. Disponibles dans les agglomérations françaises sélectionnées pour le CT et le LT.

#### d. Données de population

A recueillir pour chaque zone d'étude. Disponibles dans les agglomérations françaises sélectionnées.



**e. Données sanitaires**

A recueillir en accord avec les méthodes (critères d'inclusion, diagnostics retenus...) mises en œuvre dans les études épidémiologiques fournissant les FER. Données de mortalité disponibles (à la commune), données concernant les hospitalisations (au code postal) disponibles sous réserve, autres données de morbidité disponibles de façon beaucoup plus sporadique.

**f. Choix de scénarios** (réduction de x% des niveaux d'exposition, ou une valeur objectif : ex on ramène l'expo à X ...)

**g. Calcul du nombre de cas attribuables** dans la population d'étude, présentation également en taux pour 1000, 100 000 etc.)

**Résultats**

Des EIS ont été réalisées pour neuf villes françaises (Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg, Toulouse) dans le cadre du programme européen Apehis. Ont été calculés :

- Le nombre de cas potentiellement évitables si les niveaux journaliers de PM10 étaient systématiquement diminués de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .
- Le nombre de cas ainsi que le nombre d'années de vie perdues potentiellement évitables si les niveaux moyens annuels de PM2.5 étaient diminués de  $3.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Indicateur sanitaire	Court-terme - PM10 - Scénario : réduction de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$			Long-terme - PM2,5 - Scénario : réduction de $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$			
	Décès toutes causes non accidentelles	Hospitalisations pour causes respiratoires	Hospitalisations pour causes cardiaques	Décès toutes causes	Décès pour causes cardio-pulmonaires	Décès par cancer du poumon	Années de vie perdues *
Bordeaux	14	33	18	103	53	11	49
Le Havre	6	16	7	47	23	5	22
Lille	25	66	32	187	98	22	87
Lyon	17	30	16	126	68	15	60
Marseille	23	50	36	177	96	19	84
Paris	123	368	166	922	439	103	431
Rouen	10	26	15	75	38	9	36
Strasbourg	10	18	10	68	34	16	32
Toulouse	13	32	19	95	48	10	45

**Interprétation, limites et intérêts des résultats**

Les résultats obtenus dans le cadre de ces EIS sont entourés d'incertitudes liées d'une part à l'extrapolation spatiale et temporelle des FER, et d'autre part aux incertitudes qui entourent les estimations des FER, les mesures de l'exposition et de l'état de santé de la population. Cependant, les impacts sanitaires calculés ici ne concernent qu'une partie de l'impact sanitaire de la PA particulière : d'autres effets en termes de morbidité ne sont pas pris en compte dans cette évaluation. Il s'agit donc d'estimations *a minima*.

Pour information, l'US EPA a estimé qu'une réduction des niveaux de PM2.5 à 15 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle (norme en vigueur aux États-Unis) va produire des bénéfices allant de 20 milliards à 160 milliards de dollars américains par an. En Europe, l'analyse coût-bénéfice de CAFÉ a également montré que si tous les États Membres de l'UE appliquaient les politiques de réduction des émissions de gaz à effets de serre du protocole de Kyoto de 2000 à 2020, au cours de cette période, la réduction des niveaux de pollution conduirait à une réduction des coûts de 89 milliards à 183 milliards d'euros par an vers 2020.

### Recommandations

- Afin de réduire les incertitudes liées à l'extrapolation spatio-temporelle des FER, nécessité d'établir des FER à LT françaises, ou a minima européennes.  
→ investissement humain et financier important (a minima avec l'utilisation de cohortes pré-existantes, ou l'intégration dans des cohortes pluri-disciplinaires, en cours dans le cadre du Psas).
- Nécessité de développer des méthodes permettant la propagation des différentes sources d'incertitudes tout au long du processus d'EIS afin d'être en mesure de mieux quantifier l'incertitude résultante pour l'estimation fournie.  
→ investissement humain important (à voir dans le cadre de projets européens ?).
- Nécessité d'améliorer et développer le recueil de données de morbidité (adaptation du PMSI dans un but épidémiologique, développement d'enquêtes transversales en population générale) afin d'être en mesure de mieux évaluer les impacts sanitaires de la PA en ces termes.  
→ a minima, intégration des préoccupations épidémiologiques au recueil de données pré-existant à but médico-administratif.

### Glossaire minimal

EIS : Évaluation d'impact sanitaire

FER : relations exposition-risque (le plus souvent, il s'agit en fait de relations concentration-risque)

PA : Pollution atmosphérique

### Un ou deux liens importants pour en savoir plus

Air pollution and health: a European information system (APHEIS) [www.apheis.net](http://www.apheis.net)

U.S. EPA. PM Standards Revision 2006. <http://epa.gov/pm/naaqsrev2006.html>; [accessed 08/10/2006].

CAFE Cost-Benefit Analysis: Baseline Analysis 2000 to 2020. AEAT/ED51014/ Baseline Issue 5. Didcot, Oxon: AEA Technology, 2005



## Annexe n°13 : Fiche sur le coût du traitement de l'asthme, réalisée par la DREES

---

### Contexte :

Grenelle de l'environnement. Évaluer les coûts pour l'assurance maladie de la dégradation de l'environnement provoqués par les activités humaines. Les couples nuisances/pathologies ont été recensés. Parmi ces associations, deux pathologies ont été privilégiées l'asthme et les cancers.

**Problématique :** Mesurer les coûts de traitement de l'asthme imputables à l'environnement.

### Source de données :

- Coût de l'asthme

Cette fiche présente une évaluation des coûts de l'asthme en France à partir de l'extrapolation des résultats d'une étude de l'IRDES<sup>16</sup> publiée en 2002 sur le coût de l'asthme en Ile de France. Cette étude se base sur une enquête de l'URCAM-IdF réalisée en 1999 auprès d'une population âgée de 10 à 44 ans et dont les premiers résultats ont été publiés en 2001<sup>17</sup>.

- Prévalence de l'asthme

La prévalence de l'asthme est issue d'une étude de l'IRDES à partir de l'enquête santé et protection sociale 1998<sup>18</sup> <sup>19</sup>. Cette enquête en population générale comportait un questionnaire spécifique sur l'asthme et a ainsi permis d'évaluer la prévalence totale de l'asthme en France métropolitaine (5,8 %) <sup>20</sup>, mais aussi la distribution des malades selon le degré de sévérité de la maladie. Ce dernier point sera utile pour évaluer les dépenses de santé liées à l'asthme, dans la mesure où ces dernières augmentent avec la sévérité de l'asthme

- Prévalence attribuable à l'environnement

L'hypothèse retenue (30 %) est issue d'une revue de la littérature réalisée par l'AFSSET.

---

<sup>16</sup> « Les déterminants du coût médical de l'asthme en Ile de France » Laure Com Ruelle, Nathalie Grandfils, Fabienne Midy, Rémi Sitta, Irdes, rapport n° 1397, novembre 2002

<sup>17</sup> « La prise en charge de l'asthme chez les 10-44 ans en Ile de France » , URCAM Ile de France, juin 2001

<sup>18</sup> « L'asthme en France selon les stades de sévérité » Laure Com Ruelle, Barbara Crestin, Sylvie Dumesnil, Irdes, rapport n°1290, février 2000.

<sup>19</sup> « L'asthme en France selon les stades de sévérité » Laure Com Ruelle, Barbara Crestin, Sylvie Dumesnil, Irdes, QES n°25, février 2000.

<sup>20</sup> En 2000, la Cnamts estimait à 10,8 % la proportion d'assurés qui consommaient au moins une fois dans l'année des médicaments antiasthmatiques. Cette proportion est supérieure à la prévalence de l'asthme dans la mesure où ces médicaments sont aussi indiqués pour d'autres maladies, principalement les broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO).

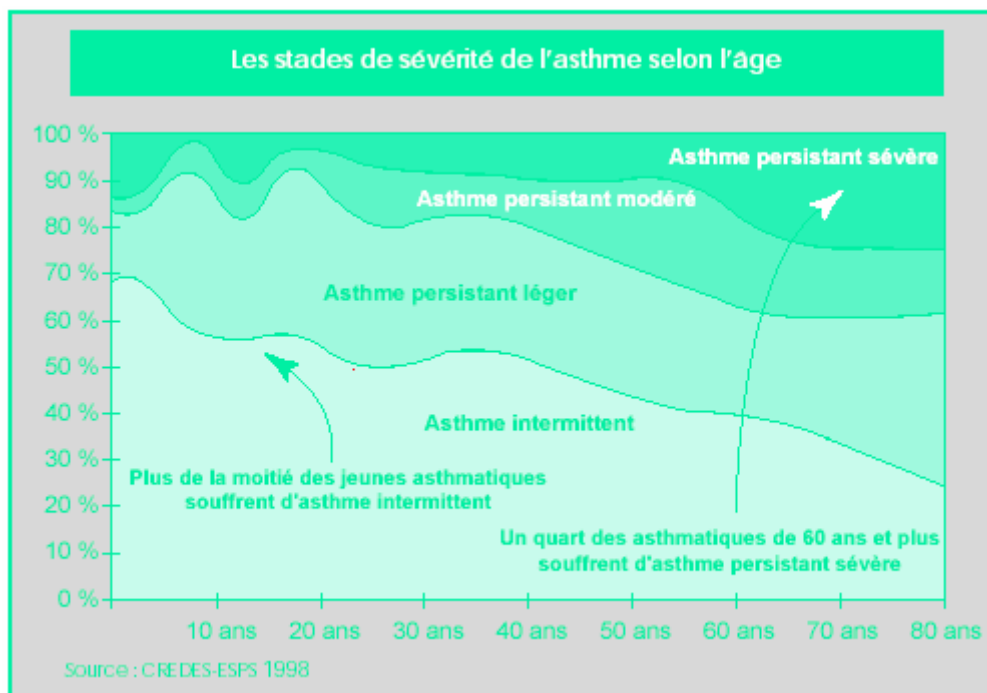
Source : « La population traitée par médicaments de la classe des antiasthmatiques en France métropolitaine : données du régime général de l'assurance maladie, 2000 » Deprez et al, Cnamts, Revue médicale de l'assurance maladie, volume 35, n°1, janvier-mars 2004

## Limites :

L'enquête de l'URCAM-IdF a été menée par les médecins conseils de la région auprès des bénéficiaires des trois grands régimes d'assurance, repérés par le remboursement d'un médicament antiasthmatique au cours de cinq jours tirés au sort. Ensuite, au cours d'un entretien, les médecins sélectionnaient parmi l'échantillon de départ les personnes souffrant réellement d'asthme. En conséquence, les asthmes sévères sont sur-représentés dans l'échantillon final, dans la mesure où les personnes souffrant d'asthme intermittent ont une plus faible probabilité de consommer un médicament anti-asthmatique un jour donné et donc d'être retenus dans l'échantillon de départ. Ainsi, dans l'échantillon final URCAM-Ile de France, la proportion des asthmes intermittents se limite à un tiers alors qu'elle est supérieure à la moitié pour les classes d'âge comparables dans l'enquête Santé et Protection Sociale 1998 de l'IRDES (voir graphique 1).

- Une autre conséquence de ce mode de tirage de l'échantillon est une possible sur-estimation du coût moyen de traitement des asthmes intermittents
- En outre l'enquête ne concerne que les personnes âgées de 10 à 44 ans, car il est trop délicat d'isoler les soins liés à l'asthme chez les jeunes enfants et chez les personnes les plus âgées qui peuvent cumuler plusieurs pathologies respiratoires chroniques.
- Enfin, l'enquête ne concerne que l'Ile de France.

Graphique 1 : les stades de sévérité de l'asthme selon l'âge



## Hypothèses

- Les coûts moyens par degré de sévérité estimés sur l'Île de France sont extrapolés à la France entière
- Ces coûts moyens par degré de sévérité estimés pour les personnes asthmatiques âgées de 10 à 44 ans sont extrapolés à l'ensemble des asthmatiques. Ainsi, si à sévérité donnée, le coût de traitement de l'asthme augmente avec l'âge, il y a un risque de sous-estimation des dépenses liées à l'asthme.
- L'étude de l'IRDES fournit une estimation du coût moyen de traitement de l'asthme selon le degré de sévérité. Le coût total du traitement de l'asthme est calculé en pondérant ces coûts moyens par la répartition de la population souffrant d'asthme selon le degré de sévérité de l'enquête SPS 1998 de l'IRDES. Selon cette enquête, la prévalence de l'asthme est de **5,8 %** en France, et parmi les asthmatiques (tous âges), 50 % souffrent d'asthme intermittent, 29 % d'asthme persistant léger, 11 % d'asthme persistant modéré et 10 % d'asthme persistant sévère. Ainsi, cette pondération permet de corriger la mauvaise représentativité de l'échantillon URCAM-IdF.
- Les dépenses, estimées pour l'année 1999, sont extrapolées à l'année 2006 en appliquant le taux de progression de la consommation de soins et de biens médicaux (CSBM) dans cet intervalle, estimé à **+ 43 %**, issu des comptes de la santé de la DREES. Ce choix est en cohérence avec l'évolution des remboursements des médicaments antiasmiques (classe ATC R03) par la Cnamts entre 1999 et 2006 : + 50 % en montants remboursés et + 40 % en nombre de boîtes.
- La part des malades asthmatiques dont la maladie est attribuable à l'environnement parmi l'ensemble des asthmatiques est estimée à **30 %** à partir d'une étude américaine<sup>21</sup>. Les polluants de l'environnement ont été définis dans cette étude comme les substances chimiques d'origine humaine dans l'air, l'eau, le sol, la nourriture ou l'habitat à l'exclusion du tabac et de l'alcool « qui sont la conséquence, au moins en partie, de choix personnel ou familial ». D'autres travaux de l'OMS<sup>22</sup> attribuent 44 % des cas d'asthme à l'environnement, mais en prenant une définition légèrement plus large de l'environnement. L'hypothèse la plus basse a été retenue par prudence dans cette fiche.

## Résultats

- Les coûts de traitement de l'asthme sont estimés en 2006 à 2,4 milliards d'euros (en tarifs de convention, hors dépassements éventuels), dont 1,9 milliard pour le traitement des asthmes persistants, qui concernent la moitié des 3,5 millions de personnes souffrant d'asthme, et 500 millions pour les asthmes intermittents, qui concernent l'autre moitié des malades.
- Ces 2,4 milliards se répartissent en près de 1,1 milliard de dépenses de médicaments, 450 millions d'autres soins ambulatoires, et 900 millions de dépenses hospitalières.
- Si on suppose que 30 % des cas d'asthmes sont imputables à l'environnement (pollution atmosphérique, pollution de l'air intérieur, expositions professionnelles...) cette proportion étant une hypothèse prudente compte tenu de la littérature épidémiologique, alors le coût

<sup>21</sup> Landrigan PJ, Schechter CB, Lipton JM, Fahs MC, Schwartz J. Environmental Pollutants and Disease in American Children: Estimates of Morbidity, Mortality, and Costs for Lead Poisoning, Asthma, Cancer, and Developmental Disabilities. Environ Hlth Persp 2002 ; 110 (7) : 721-728.

<sup>22</sup> Organisation mondiale de la Santé. Preventing disease through Healthy environments - Towards an estimate of the Environmental burden of disease. OMS. 2006a. Disponible sur : [http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/preventingdisease.pdf](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventingdisease.pdf). Consulté le 10/08/2007

de traitement de l'asthme imputable à l'environnement serait d'environ 700 millions d'euros par an.

Rappelons que ces estimations sont fragiles et reposent sur l'extrapolation de données de 1999 concernant seulement la région Ile de France et les personnes souffrant d'asthme âgées de 10 à 44 ans. Il convient donc de les considérer avec précaution, et d'en retenir plutôt les ordres de grandeur.

## Détails du calcul du coût de l'asthme

Les tableaux 1 et 2 ci-après détaillent les coûts de l'asthme par degré de sévérité. Ils sont extrapolés à partir de l'étude de l'IRDES « Les déterminants du coût médical de l'asthme en Ile de France » Laure Com Ruelle, Nathalie Grandfils, Fabienne Midy, Rémi Sitta, rapport n° 1397, novembre 2002. Le tableau 1 présente les coûts moyens de traitement par personne selon le degré de sévérité de l'asthme. Le tableau 2 présente les coûts globaux de traitement par degré de sévérité, en multipliant les résultats du tableau 1 par le produit de la population française en 2006 (63 millions) et le taux de prévalence de l'asthme dans la population (5,8%).

**Tableau 1 : Montants moyens annuels en 2006 des soins dédiés à l'asthme selon le stade de sévérité (en euros)**

	asthme intermittent	asthme persistant léger	asthme persistant modéré	asthme persistant sévère
proportion des asthmatiques (sps 1998)	50%	29%	11%	10%
montants de pharmacie	116	316	508	895
montants des autres soins ambulatoires	104	124	159	183
pourcentage de patients hospitalisés	1,9%	4%	9%	15%
montants hospitaliers par patient hospitalisé	3319	4808	4776	7422
coût global de l'asthme par patient	283	633	1093	2195

les montants ambulatoires sont calculés à partir des tarifs de convention

il faut être prudent quant à l'interprétation du chiffre ambulatoire car il ne comprend pas les consultations externes à l'hôpital, qui n'apparaissent pas dans le système d'information de l'assurance maladie

Ce total ne comprend pas les cures thermales ni les examens complémentaires

Source : Drees, à partir d'une étude de l'irdes

**Tableau 2 : Montants annuels en 2006 des soins dédiés à l'asthme selon le stade de sévérité (en millions d'euros)**

	asthme intermittent	asthme persistant léger	asthme persistant modéré	asthme persistant sévère	Asthme Ensemble
nombre d'asthmatiques (milliers)	1 833	1 063	403	367	3 665
montants de pharmacie	212	336	205	328	1 081
montants des autres soins ambulatoires	191	132	64	67	455
montants hospitaliers	116	204	173	408	901
coût global de l'asthme	519	673	442	803	<b>2 437</b>

les montants ambulatoires sont calculés à partir des tarifs de convention

il faut être prudent quant à l'interprétation du chiffre ambulatoire car il ne comprend pas les consultations externes à l'hôpital, qui n'apparaissent pas dans le système d'information de l'assurance maladie

Ce total ne comprend pas les cures thermales ni les examens complémentaires

Source : Drees, à partir d'une étude de l'irdes





## Annexe n°14 : Fiche synthétique sur la relation environnement et cancer, réalisée par l'InVS

---

### Introduction

La proportion des cancers liés à l'environnement est depuis des années un sujet de controverse et de difficulté scientifique, pour plusieurs raisons.

#### ***Sens attribué au mot environnement***

Pour certains, l'environnement est compris au sens large : facteurs exogènes physiques, chimiques ou biologiques par opposition aux facteurs endogènes (génétiques héritables, état de santé, état hormonal, immunitaire etc.). Cet environnement peut être naturel (UV, radon) ou anthropique, il peut être subi (tabagisme passif, expositions professionnelles) ou choisi (expositions liées aux comportements : alimentation, tabagisme actif, alcoolisme, consommations diverses). Cette acception large est plus volontiers utilisée dans les publications anglosaxonnes. Pour d'autres, l'environnement se restreint à la pollution environnementale des milieux (air, eaux, sol), ce qui exclut les expositions « choisies » ou professionnelles : c'est souvent la définition utilisée en France en santé publique. Dans son travail sur les EBD (1), l'OMS utilise la définition large, en la restreignant aux facteurs évitables au moyen des politiques publiques, en excluant l'environnement social et culturel (le tabagisme actif et l'alcoolisme sont exclus) et l'environnement naturel sur lequel on ne peut intervenir (les expositions au radon ou aux UV sont incluses).

#### ***Caractère plurifactoriel des cancers***

Les déterminants peuvent être aussi bien physiques (rayonnements ionisants), chimiques (tabac) ou biologiques (virus). Un déterminant prépondérant ne peut être retenu que dans certains cas, notamment lorsque des expositions importantes peuvent être documentées : mésothéliome (amiante), cancer du poumon (tabac), mélanome (UV), cancer du col de l'utérus (*Papillomavirus*). L'interaction entre plusieurs facteurs est beaucoup plus fréquente aux faibles doses à long terme (tabac alcool, tabac radon, surpoids hormones..). Par ailleurs des expositions environnementales peuvent influencer sur les fonctions immunitaires, hormonales, de détoxification ou de réparation de l'ADN. De cette façon elles peuvent favoriser la survenue de cancers, en particulier par des mécanismes épigénétiques (modulation de l'expression des gènes sans altérer leur structure), chez des personnes susceptibles (ex : polymorphismes génétiques des enzymes de détoxification ou de réparation), et à des moments critiques du développement (fœtus, enfant, adolescent). En outre il est possible que certaines expositions des cellules germinales des parents favorisent la survenue de cancers d'enfants, comme le suggèrent les expérimentations animales (2;3) et quelques études sur les expositions professionnelles ou sur le tabagisme préconceptionnel du père (4).

#### ***Latence des pathologies cancéreuses chez l'adulte***

Certains cancers ne se développent que plusieurs dizaines d'années après le début de l'exposition. Ceci accentue l'extrême difficulté de la mesure rétrospective des expositions lorsque l'on cherche à établir épidémiologiquement un lien causal. En effet les données expérimentales animales ne sont que partiellement superposables à l'homme, les différences inter espèce étant importantes. De plus on dispose surtout de données toxicologiques à hautes doses et de peu de données transgénérationnelles.

#### ***Multiplicité des expositions aux faibles doses au long de la vie***

Les vecteurs et situations d'exposition sont très divers : alimentation, produits d'entretien, de bricolage, de jardinage, cosmétiques, substances relarguées dans l'air intérieur par les revêtements ou le mobilier, pesticides y compris domestiques, loisirs, transports, enceintes

ferroviaires, voisinage d'installations polluantes, milieux naturels pollués par des résidus persistants etc. Les agents chimiques potentiellement cancérigènes à faibles doses sont très variés : métaux lourds et métalloïdes, hydrocarbures aromatiques polycycliques, dioxines, polychlorobiphényles, effluents diesels, perturbateurs endocriniens susceptibles de favoriser des cancers hormonodépendants (sein, prostate). Les expositions physiques à faibles doses sont très répandues : rayonnements ionisants médicaux, radon, UV (y compris artificiels), champs électromagnétiques (téléphones portables, portiques etc.). Quant aux virus et bactéries potentiellement cancérigènes, ils sont également très répandus dans notre environnement et leurs formes de transmission pas toujours élucidées (ex : *Helicobacter pylori*).

L'ensemble de ces caractéristiques met en lumière l'intérêt de développer des biomarqueurs d'exposition intégrée, de susceptibilité et d'effets précoces pour : progresser sur la causalité ; mesurer les prévalences d'exposition de la population et en suivre les tendances spatio-temporelles ; détecter et prévenir les risques.

## Éléments nécessaires à l'évaluation d'impact sanitaire

### **Causalité**

Pour pouvoir calculer des fractions attribuables, le lien causal entre le cancer et l'exposition doit être avéré. On se réfère aux classifications des agents ou expositions en carcinogènes certains, probables et possibles. La classification du CIRC est la plus complète (900 agents évalués depuis 1972). Mais son utilisation peut être soit restrictive (en ne retenant que les agents classés cancérigènes certains), soit plus souple (en retenant également des agents classés cancérigènes probables, voire des agents non encore classés, en argumentant au cas par cas, sachant que les évaluations du CIRC sont longues). Par exemple, la pollution atmosphérique n'est pas encore classée cancérigène certain, mais une évaluation du CIRC est en cours et de nombreuses publications convergentes argumentent en faveur de son rôle dans la survenue du cancer du poumon.

### **Fonctions expositions risques**

On dispose de peu de fonctions expositions-risques pour le cancer, en particulier à faibles doses chez l'homme, sauf pour quelques déterminants (tabac, UV, radon, pollution atmosphérique...), voir fiches concernées.

### **Prévalences d'exposition**

Pour calculer des fractions attribuables, il est capital de disposer de prévalences d'exposition précises dans la population étudiée : ces données, peu accessibles individuellement pour des expositions environnementales multiples et anciennes, sont d'autant plus inexistantes au niveau de la population française et doivent donc être modélisées, au prix de nombreuses incertitudes et hypothèses non vérifiables.

Pour ces différentes raisons, dans un rapport à paraître (Expertise collective de l'Inserm « cancer et environnement ») les scientifiques français n'ont pas opté pour un calcul des fractions attribuables à l'environnement pour les cancers étudiés (sauf pour le mésothéliome en milieu professionnel), estimant que cet exercice ne pouvait pas aboutir à des résultats interprétables.

## Résultats : types de données disponibles

### **Approches globales tous cancers**

- **Acception large du mot environnement.** Selon un document d'information grand public commun à trois agences américaines d'État, au moins 2/3 des cancers seraient liés à l'environnement (5) : une autre façon d'estimer que moins d'un tiers des cancers peuvent être déterminés par des facteurs endogènes.
- **Acception restreinte.** En 1981 Doll et Peto avaient réalisé la première évaluation (6) et concluaient que 2% des décès par cancer aux États-Unis étaient attribuables à la pollution, 35 % à l'alimentation, 4% aux expositions professionnelles, 3 % aux facteurs géophysiques, moins de 1% aux produits industriels. Dans son rapport final, la commission d'orientation du Plan National Cancer et Environnement avait repris la fourchette de 7 à 20% des décès par cancers imputables à des facteurs environnementaux (y compris activités professionnelles) non liés à des comportements individuels (7). Dans un document à paraître (sous réserve) à l'initiative de l'académie de médecine et de l'académie des sciences, la proportion de cas de cancers attribués à l'environnement en France est évaluée à 0,1% (seules sont prises en compte les expositions au tabagisme passif et résidentielles au radon et à l'amiante).

### **Approche selon les localisations**

Dans le travail de l'OMS sur les EBD, les cancers du poumon ont été individualisés, tous les autres étant associés sous la rubrique « autres cancers ». Des fractions attribuables ont été calculées globalement pour les pays développés(8), et il est ainsi estimé que 30%[6, 55] des décès par cancer du poumon sont attribuables à l'environnement (entre autres facteurs : tabagisme passif, expositions professionnelles, pollution atmosphérique, radon) dans les deux sexes. Pour les décès par « autres cancers », la fraction attribuable à l'environnement (entre autres facteurs : benzène, oxyde d'éthylène, UV, aflatoxine, papillomavirus, *Helicobacter pylori*) est de 16% [10,34] chez l'homme et de 13% [10,23] chez la femme.

Le profil établi spécifiquement pour la France attribue aux cancers du poumon un poids environnemental en DALY de 1,2/1000 et aux autres cancers de 2,7/1000.

### **Approche par populations**

Les cancers de l'enfant, qui font partie des maladies rares, constituent un ensemble particulier. Du fait de leur faible latence, des expositions spécifiques en bas âge et de la susceptibilité liée à la phase de développement, les agents environnementaux non liés aux comportements sont suspectés de représenter un poids important. Les seuls facteurs classés par le CIRC sont les radiations ionisantes à fortes doses (cancérogènes certains) et les champs électromagnétiques d'extrêmement basse fréquence comme ceux générés par les lignes à haute tension (cancérogènes possibles). Mais bien d'autres agents ont été étudiés et des liens exposition/risque aux faibles doses ont été mis en évidence (leucémies et/ou tumeurs cérébrales) pour l'exposition aux pesticides (insecticides), aux hydrocarbures, au radon(9). Les essais de calcul de fraction attribuable aboutissent à une fourchette trop large pour être interprétable : 5 à 90% (10).

### **Interprétation, limites et intérêt**

Dans le domaine du cancer, le calcul de fractions attribuables à l'environnement est extrêmement difficile et les tentatives de quantification sont sujettes à d'innombrables limites. C'est pourquoi, à l'exception de quelques situations où il existe un déterminant prédominant bien identifié (amiante et mésothéliome, *Papillomavirus* et cancer du col de l'utérus, *Helicobacter pylori* et cancer gastrique) ou quand les relations exposition/risques à faibles doses ont fait l'objet d'études chez l'homme (ex : pollution atmosphérique et cancer du poumon), leurs résultats ne sont pas vraiment interprétables. Concernant les « autres cancers », soit on suit la logique des agences spécialisées américaines, qui attribue au moins 2/3 des cancers à l'environnement au sens large, soit on suit la logique de l'OMS, en ne retenant que certains facteurs. La commission d'orientation du Plan

national santé et environnement aboutissait à des résultats proches de ceux de l'OMS. L'approche américaine s'appuie sur des arguments théoriques ce qui est contestable, l'approche OMS sur un important travail d'évaluation et d'expertise, malheureusement soumis à de nombreuses limites donc peu interprétable.

### Recommandations

- développer les biomarqueurs et la biosurveillance environnementale
- renforcer la surveillance des cancers en s'aidant de la priorisation des localisations à surveiller en lien avec l'environnement (11)
- renforcer la recherche épidémiologique sur les causalités

### Glossaire

CIRC : Centre International de recherche sur le Cancer

DALY : Disability Adjusted Life Years

EBD : Environmental Burden of Diseases

### Références bibliographiques

1. WHO. Environmental burden of diseases profiles. WHO. 2006. 21-8-0007. Ref Type: Report ([http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/countryprofiles/en/index.html](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/countryprofiles/en/index.html))
2. Anderson, L. M. Environmental genotoxicants/carcinogens and childhood cancer: bridgeable gaps in scientific knowledge. *Mutat. Res*, 2006, 608: 136-156.
3. Anderson, L. M., Riffle, L., Wilson, R. *et al.* Preconceptional fasting of fathers alters serum glucose in offspring of mice. *Nutrition*, 2006, 22: 327-331.
4. Huncharek, M., Kupelnick, B., and Klassen, H. Paternal smoking during pregnancy and the risk of childhood brain tumors: results of a meta-analysis. *In Vivo*, 2001, 15: 535-541.
5. U.S. Department of Health and Human Services, NIH NCI NIEHS. Cancer and the environment. NIH publications. 2003.
6. Doll, R. and Peto, R. The causes of cancer: quantitative estimates of avoidable risks of cancer in the United States today. *J Natl. Cancer Inst.*, 1981, 66: 1191-1308.
7. Momas I, Caillard JF Lesaffre B. Plan sante et environnement : rapport final de la commission d'orientation. French Government. 2004.
8. WHO. Preventing disease through healthy environments: Towards an estimate of the environmental burden of disease. 2007.
9. Clavel J. Epidémiologie des cancers d'enfant. *Revue du Praticien*, 2007, 57: 1-9.
10. Landrigan, P. J., Schechter, C. B., Lipton, J. M., Fahs, M. C., and Schwartz, J. Environmental pollutants and disease in American children: estimates of morbidity, mortality, and costs for lead poisoning, asthma, cancer, and developmental disabilities. *Environ Health Perspect.*, 2002, 110: 721-728.
11. Le Moal J, Eilstein D and Ledrans M. Cancers prioritaires à surveiller en lien avec l'environnement. 2006. InVS.

## **Annexe n°15 : Fiche synthétique sur la relation entre l'amiante environnementale et les cancers respiratoires, réalisée par l'InVS**

---

### **Amiante environnementale et cancers respiratoires**

#### **Introduction**

Le mésothéliome est une tumeur maligne le plus souvent localisée à la plèvre et dont l'amiante est la principale étiologie établie à ce jour. Survenant après un délai de 30 à 40 ans après le début de l'exposition, il est considéré comme un indicateur de l'exposition passée à l'amiante. Du fait de l'intensification de l'emploi de l'amiante depuis 1950-1960 dans divers secteurs industriels, l'incidence de cette pathologie jusqu'alors rare est en augmentation depuis plusieurs années dans les pays industrialisés. La surveillance épidémiologique du mésothéliome à l'échelle nationale s'avère un outil indispensable pour fournir aux autorités sanitaires des informations scientifiques fiables à l'heure où les conséquences des expositions à l'amiante des périodes passées posent un réel problème de santé publique.

Les principaux objectifs du Programme national de surveillance du mésothéliome (PNSM) sont d'estimer l'évolution de l'incidence du mésothéliome et la part attribuable aux expositions à l'amiante, d'évaluer la prise en charge du mésothéliome pleural comme maladie professionnelle et de contribuer à la recherche.

A noter qu'à la demande de la DGS et pour évaluer l'impact des expositions environnementales à l'amiante (affleurements géologiques) les deux départements de Haute-Corse et Corse-du-Sud ont été intégrés au PNSM en janvier 2007.

#### **Éléments nécessaires à l'évaluation d'impact sanitaire**

Dans 22 départements, une procédure standardisée d'enregistrement et de confirmation anatomopathologique et clinique des tumeurs primitives de la plèvre est mise en œuvre. Les expositions vie entière à l'amiante et aux autres facteurs étudiés (rayonnements ionisants, FCR, ...) sont recueillies ; une étude cas-témoins a également été menée. Une étude des modalités de déclaration et de reconnaissance au titre des maladies professionnelles des mésothéliomes enregistrés permet d'évaluer la proportion de cas déclarés et indemnisés.

#### **Résultats**

Sur l'ensemble de la période 1998-2003, le nombre moyen annuel de cas incidents de mésothéliome peut-être estimé entre 500 et 611 chez les hommes et 148 à 188 chez les femmes. Les taux bruts pour 100 000 sont respectivement compris entre 1,75 et 2,14 pour 100 000 chez les hommes et 0,48 à 0,61 pour 100 000 chez les femmes.

Les secteurs d'activité et les professions à risques de mésothéliome les plus élevés ont été identifiés. La part attribuable à une exposition professionnelle à l'amiante chez les hommes a été estimée à 83,2 %. Sur la période 2002-2004, une demande de reconnaissance en maladie professionnelle a été effectuée par 67 % des sujets, dont 92 % a bénéficié d'une indemnisation.

La fraction de risque attribuable à une exposition professionnelle à l'amiante est estimée à 83,2 % (IC 95 % : 76,8-89,6) chez les hommes et 38,3 % (IC à 95% : 26,6- 50,0) chez les femmes.

#### **Interprétation, limites et intérêts des résultats**

Les estimations du nombre de cas incidents présentées ici peuvent être rapprochées de celles réalisées dans le cadre de l'Expertise collective de l'Inserm menée en 1997 qui avait estimé, pour l'année 1996 et pour la France, à 750 le nombre de mésothéliomes pleuraux.

Elles peuvent également être comparées à celles réalisées par le réseau Francim pour l'année 2000 qui a analysé les données de 9 registres disposant de données d'incidence depuis la fin des années 70 jusqu'en 1997 par une modélisation de la tendance et une projection à l'année 2000. Les estimations ainsi obtenues sont : 671 (IC [535-807]) nouveaux cas chez les hommes et 200 (IC [123-277]) nouveaux cas chez les femmes. Si l'on considère que le réseau Francim enregistrait entre 1978 et 1997 un certain nombre de cas de cancers de la plèvre qui n'étaient pas des mésothéliomes confirmés (le PNSM exclut environ 11 % des cas signalés par les registres, après expertise), il faut souligner la concordance de ces estimations.

### Recommandations

Couvrant aujourd'hui environ 18 millions d'habitants, soit le tiers de la population française, le PNSM est un système de surveillance épidémiologique destiné à documenter de façon permanente les évolutions de l'épidémie de mésothéliome, qui devrait continuer de se développer pendant au moins deux ou trois décennies dans notre pays. Il apporte des informations importantes pour la connaissance du mésothéliome et permet de suivre l'évolution de nombreux aspects de cette maladie à l'échelle de la France.

Du fait de l'important décalage temporel entre l'occurrence des cas de mésothéliome et le moment où toutes les données sont collectées et validées par le PNSM, l'exploitation des données réunies jusqu'ici n'est qu'à peine amorcée. Néanmoins, le programme apporte déjà des informations précieuses sur l'épidémie de mésothéliome dans notre pays. Il paraît donc nécessaire de poursuivre le Programme national du mésothéliome

### Pour en savoir plus

Exposition environnementale à l'amiante (trémolite) et les cancers respiratoires en Nouvelle Calédonie :

Les objectifs étaient les suivants :

- d'estimer les risques relatifs associés à l'exposition à la trémolite pour les différentes localisations de cancer (principalement plèvre, poumon et larynx), en distinguant les différentes formes d'exposition ;
- d'estimer la part des cancers respiratoires attribuables à l'exposition environnementale à la trémolite.

D'après les données de l'étude, la **totalité des cas de mésothéliomes** survenus chez des mélanésiens seraient attribuables à cette exposition environnementale à l'amiante.

Dans l'ensemble de la population, la proportion de cas attribuable au pö est de 91 %.



## **Annexe n°16 : Fiche sur le coût de la prise en charge médicale du cancer, réalisée par la DSS**

---

### **Contexte :**

Grenelle de l'environnement. Évaluer les coûts pour l'assurance maladie de la dégradation de l'environnement provoqués par les activités humaines. Les couples nuisances/pathologies ont été recensés. Parmi ces associations, deux pathologies ont été privilégiées : l'asthme et les cancers (cancer respiratoire, cancer du sein, etc....).

### **Remarque liminaire :**

Cette fiche présente les principaux résultats issus de l'analyse économique des coûts du cancer en France publiée par l'INCA en 2007. Cette étude fait le bilan de l'ensemble des coûts directs et indirects du cancer. Cela comprend à la fois les coûts liés aux soins thérapeutiques prodigués par la médecine conventionnelle à la charge de l'assurance maladie, les coûts afférents aux pertes de production pour l'économie induits par les arrêts de travail, ainsi que l'ensemble des financements liés à la prévention, le dépistage et la recherche.

### **Périmètre :**

Ici, nous nous limiterons à la présentation des coûts liés aux soins curatifs (y compris les diagnostics) délivrés par les établissements de santé et les professionnels libéraux exerçant en ville. En revanche les soins de support et les soins palliatifs ne sont pas comptabilisés, les soins de suite et le coût des hospitalisations à domicile ne sont pas non plus pris en compte. Enfin, les interventions de professionnels comme les assistantes sociales, les associations de patients et médecins non conventionnels ne font pas partie de l'analyse.

### **Source de données :**

Cette étude présente l'avantage d'avoir étudié les coûts hospitaliers de manière fine et précise en actualisant une étude publiée en 1999 à partir des données du PMSI et de SAE (Borella, Finkel et al. 2002). Pour les soins de ville et leur ventilation, elle combine les résultats de deux études, celle concernant les comptes nationaux de la santé (Fenina A. et al. 2006) et l'étude CNAMTS de la région Midi-Pyrénées (Weill, Chinaud et al. 2005), notamment en raison d'écarts importants sur le poids du médicament entre ces deux analyses. Des hypothèses de redressement ont donc été réalisées pour tenir compte des biais présent dans chacune des analyses. Il s'agit donc d'ordre de grandeur qu'il convient de considérer comme tels.

### **Résultats :**

**Le coût des soins du cancer en établissements de santé représente 7,2 milliards et celui des soins en ville représente 3,7 milliards en 2004 soit au total 10,9 milliards.**



## Remarques :

- Selon les données de remboursement de la CNAMTS de 2004, le coût tous régimes des dépenses est 13,9 milliards, mais il englobe les dépenses en rapport et sans rapport avec l'ALD. En excluant, les dépenses sans rapport avec l'ALD, le montant ne serait plus que de 9,3 milliards<sup>23</sup>. Les données de remboursements sont donc inférieures à celles présentées dans l'étude de l'INCA. La différence pourrait provenir de l'estimation des coûts d'hospitalisation. En l'occurrence, l'assurance maladie ne tient pas compte des frais généraux liés à l'hospitalisation alors que les données de l'INCA plus proches du champ de dépenses comprises dans la CSBM les incluent. Par ailleurs, il est probable qu'exclure le "sans rapport" conduit à sous estimer les coûts. Contrairement à l'opinion répandue tous les soins "réellement en rapport avec la maladie" ne sont pas toujours affectés à l'ALD (c'est vrai notamment de certains séjours hospitaliers un peu longs qui sont de toutes façons remboursés intégralement pour les malades pris en charge à 100%; autre exemple, les médicaments antinéoplasiques qui sont à 95% - et non à 100% - déclarés "en rapport avec l'ALD").
- Selon les comptes de la santé, la part des pathologies des tumeurs dans la CSBM représente 7,5%. Appliqué aux comptes de la santé 2002 après déduction des dépenses de prévention, ce montant s'élève à 9,3 milliards. Si l'on applique les taux d'évolution de la CSBM entre 2002 et 2004, ce montant serait alors de 10,8 milliards en 2004, soit un montant proche de celui estimé par l'INCA.

## Ces coûts sont ensuite ventilés par localisation tumorale :

en millions d'€	Coût total	dont soins en établissements	Dont soins de ville
Appareil digestif	2 110	1 552	558
Hématologie	1 386	976	409
Sein	1 456	797	659
Appareil respiratoire	1 008	714	294
Organes génitaux masculins	965	512	453
VADS	615	421	194
Voies urinaires	589	399	189
Organes génitaux féminins	443	296	148
Peau	226	146	80
Système nerveux central	188	143	45
Thyroïde et autres g.e.	97	59	38
Tissus mous	70	45	24
Os	69	45	24
Œil	11	7	4
Méta, SMD et autres localisations	1 624	1 072	552
Total	10 858	7 185	3 673

Source : analyse économique des coûts du cancer en France -INCA

<sup>23</sup> L'estimation est faite à partir des données issues de l'article « Coût des trente affections de longue durée pour les bénéficiaires du régime général de l'assurance maladie en 2004 ». Revue Pratiques et Organisation des Soins volume 37 n°4 / octobre-décembre 2006. (effectifs x coût moyen en rapport x coefficient de passage tous régimes.)

Les coûts individuels sont estimés à partir des coûts totaux de la prise en charge primaire rapportée au niveau d'incidence correspondant. Il s'agit d'ordre de grandeurs.

En €	Coûts moyens
Appareil digestif	29 000
Hématologie	46 000
Sein	19 000
Appareil respiratoire	26 000
Organes génitaux masculins	13 000

Source : analyse économique des coûts du cancer en France -INCA

Ces chiffres sont cohérents avec des études « micro » réalisées à partir du suivi des coûts du parcours de soin de cohortes de patients :

- *Borella et Paraponaris 2002* : prise en charge primaire du cancer du sein hors récurrence en 1999 : 14 399€
- *Com-Ruelle, Lucas-Gabrielli et al. 2005* : coût moyen de la prise en charge hospitalière, en Ile-de-France, d'un patient atteint d'un cancer du côlon à 24 000 euros en 2002



## **Annexe n°17 : Fiche synthétique sur l'Impact sanitaire de l'arsenic contenu dans l'eau de boisson, réalisée par l'InVS**

---

### **Impact sanitaire de l'arsenic contenu dans l'eau de boisson**

#### **Introduction**

A la fin de l'année 2003, la limite de qualité applicable en France concernant l'arsenic dans l'eau de distribution a été abaissée à 10 µg/l (article R 1321-3 et annexe 13-1-I du code de la santé publique) suite aux résultats d'ERS concernant les cancers cutanés, cette nouvelle norme est pleinement justifiée en termes de santé publique.

Une revue de la littérature montre que l'arsenic est un facteur de risque connu de cancer du poumon, des voies urinaires (vessie et rein) et de la peau. Pour autant, les données épidémiologiques sur les dangers de l'arsenic restent parcellaires en ce qui concerne des expositions à faibles doses (1).

L'arsenic se situe en neuvième position dans l'échelle des priorités du DSE.

#### **Éléments nécessaires à l'évaluation quantitative des risques sanitaires**

L'exemple de l'EQRS pour les cancers cutanés réalisés pour l'Auvergne est repris de Ravault et al. (1)

##### 1. Identification des VTR pour chaque danger

Pour les hyperpigmentations et kératoses, la DJT est de 0,3 µg/Kg/j

Pour les cancers cutanés (basocellulaires, malpighiens et maladie de Bowen), l'ERU est de  $1,75 \cdot 10^{-3}$  µg/Kg/j

##### 2. Zone et période d'étude

Les départements de l'Allier et du Puy-de-Dôme sont retenus pour la période 1990 – 2000.

##### 3. Données environnementales

Les Udi avec au moins une concentration supérieure ou égale à 10 µg/l sont retenues. Sont recueillies : le nom du réseau gestionnaire de l'Udi considérée, le nom des communes desservies par l'Udi, l'effectif de la population desservie par l'Udi, date et lieu des prélèvements réalisés avec leurs résultats.

##### 4. Données de population

La population exposée est définie comme étant la population vivant actuellement dans la zone d'étude et desservie par une unité de distribution qui a présenté au moins une concentration en arsenic hydrique supérieure ou égale à 10 µg/l lors d'un contrôle sanitaire entre 1990 et 2000.

##### 5. Choix des scénarios

Deux scénarios sont considérés : absence de mesure versus suppression de l'arsenic dans les Udi dépassant la norme. L'impact de ces scénarios est calculé pour une consommation d'eau moyenne (1,9 l/j) durant la vie entière d'un individu (70 années)

## 6. Calcul de l'impact collectif

Il prend en compte la dose journalière d'exposition à l'arsenic par voie hydrique pondérée par le poids corporel, l'ERU, la durée d'exposition (vie entière = 70 années) et la taille de la population desservie par l'Udi.

### Résultats

Environ 120000 personnes sont exposées à une eau arséniée dépassant les 10 µg/l en Auvergne. Quatre-vingts pour cent de la population exposée à l'arsenic l'est à des concentrations comprises entre 10 et 20 µg/l. Une centaine de cancer cutané excédentaire en 70 années est attendue du fait de l'exposition à l'arsenic hydrique dans l'Allier et le Puy-de-Dôme, soit plus d'un cas par an (8,4 pour 10000 exposés). La réduction des concentrations en arsenic en-dessous de 10 µg/l dans les Udi considérées permettrait d'éviter la moitié de ces cas (4,1 pour 10000 exposés).

### Interprétation, limites et intérêts des résultats

- La VTR tient compte d'une exposition de la population à l'arsenic inorganique contenu dans l'eau du robinet (utilisée pour la boisson et la préparation des aliments) et les aliments. L'extrapolation des fortes vers les faibles concentrations se fait à partir d'une relation exposition-risque établie dans des populations dont les caractéristiques socio-démographiques et le comportement vis-à-vis de la consommation en eau peuvent différer des populations des pays industrialisés.

- L'exposition concerne essentiellement des faibles concentrations en arsenic. A ces concentrations, l'impact pourrait être beaucoup plus faible qu'attendu sous l'hypothèse d'une extrapolation des fortes vers les faibles concentrations. Cela provoque un débat qui provient d'une controverse sur la façon d'extrapoler les courbes dose-réponse des pays présentant des fortes concentrations en arsenic à ceux présentant des faibles concentrations (en raison notamment de grandes disparités au niveau socio-économique et culturel). L'extrapolation de la VTR se fait pour le moment de façon linéaire établie par une étude de Tseng (hypothèse d'une relation linéaire entre dose d'arsenic hydrique ingérée et risque de cancer cutané) (2,3). C'est la linéarité de cette relation qui fait l'objet de débat pour l'arsenic inorganique. Celui-ci ne représenterait qu'un cocarcinogène intervenant dans la phase tardive de l'oncogenèse ce qui est plutôt en faveur d'une relation non linéaire, avec seuil (4). Toutefois, les lésions de l'ADN provoquées par l'arsenic surviendraient de façon linéaire et liée à la dose pour différents types de cultures cellulaires, y compris les cellules humaines (5).

Malgré tout, l'intérêt d'une ERS n'est pas à négliger. La réglementation sur l'arsenic a tardé en raison de l'attente de preuves scientifiques alors que la limite des 10 µg/l avait été identifiée dès 1962 par l'USPHS (6). Il existe bien des études animales, mais pas de modèle reproductible et validé et les études épidémiologiques comportent encore de nombreuses incertitudes (prise en compte du tabagisme, habitudes nutritionnelles, méthylation, seuil de carcinogenèse).

Le NRC a revu les effets sanitaires de l'arsenic et a conclu que les études sur le cancer de la vessie réalisées à Taïwan fournissaient les meilleures données pour la réalisation d'une évaluation de risque (7,8). Une ERS effectuée par Smith montre que la mortalité par cancer du foie, du poumon et des voies urinaires dépasse 1% pour une exposition à des concentrations de 50 µg/l (9). Ces risques de décès, calculés à des concentrations de 170 µg/l et plus à partir des études menées à Taïwan, sont extrapolés de façon linéaire à une

concentration de 50 µg/l (10,11). En regard de l'évaluation des risques réalisée par Smith, l'exposition à l'arsenic pour une concentration de 50 µg/l présente un niveau de risque similaire à celui du tabagisme passif et de l'exposition au radon. Ces risques pour une vie entière ont été estimés respectivement entre 1 et 21‰, 4 et 10‰ et 3 et 20‰ selon le niveau faible ou élevé de l'exposition (12).

### Recommandations

Une ERS est envisageable pour les cancers du poumon et de la vessie avec une courbe exposition-risque validée pour les faibles concentrations.

Une étude épidémiologique visant à estimer le risque de survenue d'un cancer du poumon, des voies urinaires et cutané lors d'exposition à l'arsenic à de faibles concentrations est en cours.

### Glossaire minimal

DJT : Dose Journalière Tolérable

ERS : Évaluation de Risque Sanitaire

ERU : Excès de Risque Unitaire

Udi : Unité de distribution

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

### Références

1. Ravault C, Fabres B, Ledrans M. Exposition chronique à l'arsenic hydrique et risques pour la santé. Bilan des données épidémiologiques. Évaluation quantitative des risques sanitaires en Auvergne. Saint-Maurice:2002.
2. Tseng WP et al. Effects and dose-response relationships of skin cancer and blackfoot disease with arsenic. Environ Health Perspect 1977; 19: 109-19.
3. United States Environmental Protection Agency. Special report on ingested inorganic arsenic. Skin cancer; nutritional essentiality. US EPA: Washington DC, 1988: 1-124.
4. USPHS. Federal Regist., 1962. 2152.
5. Jacobson-Kram D, Montalbano D. The reproductive effects assessment group's report on the mutagenicity of inorganic arsenic. Environ Mutagen 7:787-804 (1985).
6. USPHS. Federal Regist., 1962. 2152.
7. National Research Council. Arsenic in drinking water. National Academy Press: 310 pp, National Academy Press, Washington, D.C., 1999.
8. National Research Council. Arsenic in drinking water: 2001 update. National Academy Press, Washington D.C., 2001.
9. Smith AH, Hopenhayn-Rich C, Bates MN, Goeden HM, Hertz-Picciotto I, Duggan HM, and et al. Cancer risks from arsenic in drinking water. Environ Health Perspect 1992; 97, 259-267.
10. Chen CJ, Kuo TL, and Wu MM. Arsenic and cancers. Lancet 1, 414-415. 1988.
11. Wu MM, Kuo TK, Hwang YH, and Chen CJ. Dose-response relation between arsenic concentration in well water and mortality from cancers and vascular diseases. Am J Epidemiol 130, 1123-1132. 1989.
12. National Research Council. Arsenic in drinking water: 2001 update. National Academy Press, Washington D.C., 2001.



## Annexe n°18 : Fiche synthétique sur les Pesticides, réalisée par l'InVS

### Pesticides

#### 1. Introduction

Les pesticides, vaste ensemble de substances utilisées dans la lutte contre les nuisibles, qu'il s'agisse d'insectes, de maladies des cultures ou d'herbes indésirables, suscitent des interrogations dans le champ de la santé environnementale. Leur large utilisation conduit en effet à leur diffusion dans l'environnement dans tous les milieux, l'eau, l'air, le sol et la chaîne alimentaire, alors que leur danger intrinsèque est démontré chez l'animal. Chez l'homme, certains travaux épidémiologiques ont déjà fait état d'association de diverses pathologies avec l'exposition aux pesticides, plus particulièrement chez les professionnels amenés à manipuler ces produits [1;2].

#### 2. Éléments nécessaires à l'évaluation d'impact sanitaire

Des fonctions dose-réponse seraient éventuellement disponibles pour les professionnels mais celles-ci ne sont pas extrapolables à la population générale.

Des données environnementales sont disponibles pour deux milieux d'exposition : l'alimentation et l'eau. Cependant il n'existe pas de pathologie spécifiquement liée à l'exposition aux pesticides qui permettrait de choisir un scénario pour une évaluation d'impact sanitaire.

Un calcul du nombre de cas attribuables dans la population d'étude est tout à fait prématuré.

#### 3. Résultats

Sans objet

#### 4. Interprétation, limites et intérêts des résultats

Sans objet

#### 5. Recommandations

##### ▪ Développer les outils d'estimation de l'exposition en population générale

- 1) Décrire l'imprégnation de la population aux pesticides
  - Déterminer quels contaminants sont susceptibles d'être retrouvés dans les milieux biologiques et définir des valeurs de référence ; (travaux en cours au DSE, ENNS)
  - Identifier et suivre des variations temporelles et géographiques.
- 2) Comprendre les mécanismes aboutissant à cette exposition et ses conséquences
  - Décrire l'ensemble des déterminants de l'exposition, environnementaux, professionnels, démographiques et comportementaux (type de population, usages, habitudes alimentaires, loisirs, budget espace-temps) par l'étude des relations entre les niveaux de contamination environnementale et les concentrations dans les milieux biologiques afin de définir les sources d'exposition prépondérantes;
  - Identifier des populations fortement imprégnées, sensibles (enfant), à risque (femmes en âge de procréer ou individus potentiellement vulnérables) ;
  - Améliorer la qualité des études épidémiologiques qui visent à identifier des liens entre exposition et effets sanitaires. (revue en cours au DSE)
- 3) Agir sur les facteurs pertinents influençant l'exposition, à plus long terme
  - Cibler des programmes de réduction des expositions sur des populations particulières ;
  - Mettre en place et évaluer ces actions de prévention.

##### ▪ Soutenir la recherche dans ce domaine notamment sur :

- 1) les effets liés à une exposition environnementale, caractérisée par un niveau d'exposition moindre que lors d'une application professionnelle, en tenant compte des interactions gènes-environnement
- 2) les effets liés à certaines expositions domestiques chez les populations vulnérables, enfants et femmes enceintes, notamment sur les leucémies et le développement neurologique des enfants

#### 6. Glossaire minimal



Les **produits phytopharmaceutiques** sont les pesticides à usage agricole, selon les termes de la loi d'orientation agricole n°2006-11 du 5 janvier 2006 [3] reprenant de la directive CE 91/414 du 15 juillet 1991, définis par :

« Les préparations contenant une ou plusieurs substances actives et les produits composés en tout ou partie d'organismes génétiquement modifiés présentés sous la forme dans laquelle ils sont livrés à l'utilisateur final, destinés à : a) Protéger les végétaux ou produits végétaux contre tous les organismes nuisibles ou à prévenir leur action, pour autant que des substances ou préparation ne sont pas autrement définies ci-après ; b) Exercer une action sur les processus vitaux des végétaux, dans la mesure où il ne s'agit pas de substances nutritives (régulateurs de croissance) ; c) Assurer la conservation des produits végétaux à l'exception des substances et produits faisant l'objet d'une réglementation communautaire particulière relative aux agents conservateurs ; d) Détruire les végétaux indésirables ; e) Détruire des parties de végétaux, freiner ou prévenir une croissance indésirable des végétaux ».

Les **biocides** sont, selon la directive CE 98/8 du 16 février 1998, transposée par le décret n°2004-187 du 26 février 2004, les substances actives à usage des particuliers définies par :

« Les substances actives et les préparations contenant une ou plusieurs substances actives qui sont présentées sous la forme dans laquelle elles sont livrées à l'utilisateur, qui sont destinées à détruire, repousser ou rendre inoffensifs les organismes nuisibles, à en prévenir l'action ou à les combattre de toute autre manière, par une action chimique ou biologique ».

Vingt-trois types de produits biocides sont classés en quatre groupes (annexe V [4]) :

- désinfectants et produits biocides généraux (hygiène humaine et vétérinaire...)
- produits de protection (bois, textiles, maçonneries...)
- produits antiparasitaires (insecticides, acaricides, rodenticides...)
- autres produits biocides (taxidermie, etc.)

## 7. Un ou deux liens importants pour en savoir plus

J.O n° 5 du 6 janvier 2006. Loi d'orientation agricole. J O 2006;page 229.

<http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=AGR0500091L>

Les perceptions des situations à risque par les français. Résultats d'ensemble. El Jammal M.H., Sugier A. Baromètre IRSN 2006. IRSN and DSDRE; 2006 Apr.

[http://www.irsn.org/document/files/File/dossiers/perception/barometre\\_2006.pdf](http://www.irsn.org/document/files/File/dossiers/perception/barometre_2006.pdf)

Plan interministériel de réduction des risques liés aux pesticides

<http://www.ecologie.gouv.fr/Plan-interministeriel-de-reduction.html>

Union des Industries de la Protection des Plantes

<http://www.uipp.org/repere/chiffre.php>

Observatoire de Résidus de pesticides

<http://www.observatoire-pesticides.gouv.fr/>

## Références

- [1] Baldi I, Mohammed-Brahim B, Brochard P, Dartigues JF, Salamon R. [Delayed health effects of pesticides: review of current epidemiological knowledge]. Rev Epidemiol Sante Publique 1998 Mar;46(2):134-42.
- [2] Multigner L. [Effets retardés des pesticides sur la santé humaine]. Environnement, Risques & Santé 2005 Jun;4(Numéro 3):187-94.
- [3] J.O n° 5 du 6 janvier 2006. Loi d'orientation agricole. J O 2006;page 229. <http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/UnTexteDeJorf?numjo=AGR0500091L>
- [4] Biocides : produits de l'annexe V de la Directive 98/8/CE. [http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/073247943643718970040617315963/02\\_types\\_produits\\_biocides.pdf](http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/073247943643718970040617315963/02_types_produits_biocides.pdf)

## Annexe n°19 : Fiche synthétique sur le tabagisme passif chez les enfants, réalisée par l'InVS

### Tabagisme passif chez les enfants

#### 1. Introduction

L'interdiction de fumer dans les lieux publics a récemment fait l'objet d'une réglementation plus stricte en France. Cependant, peu, sinon aucune initiative n'a été prise pour limiter l'exposition des enfants à domicile même si :

- le tabagisme passif constitue une des sources les plus importantes de pollution intérieure,
- la littérature épidémiologique a mis en évidence une relation causale sans seuil de protection entre l'exposition des enfants à la fumée de tabac environnementale (FTE) et un risque pour leur santé.

Positionnement dans l'échelle de priorités du DSE de 2000 : 4<sup>ème</sup> position.

L'OMS propose une quantification de la part de l'environnement dans « le poids global de la maladie » pour la France (country profile OMS, 2006-2007). La FTE est identifiée parmi d'autres facteurs environnementaux comme un facteur de risque pour les infections respiratoires (J10-J18, J20-J22, J00-J06, H65-H66), les broncho-pneumopathies chroniques obstructives (C33-C34), l'asthme (J45-J46), la grossesse, accouchement et puerpéralité (O00-O99), les maladies cardiovasculaires (I00-I99) et le cancer du poumon (C33-C34). Le nombre annuel potentiel d'années perdues de vie en bonne santé du fait des facteurs environnementaux est de 0,2 pour 1000 en relation avec les infections respiratoires, 0,5 pour 1000 pour les broncho-pneumopathies chroniques obstructives, de 0,8 pour 1000 pour l'asthme, de 2,3 pour 1000 pour les maladies cardiovasculaires et de 1,2 pour 1000 pour le cancer du poumon, soit au total 5 pour 1000.

#### 2. Éléments nécessaires à l'évaluation d'impact sanitaire

##### a. Fonctions exposition-risque (RRs, ORs, ...) disponibles ?

La littérature fournit des fonctions exposition-risque solides pour la relation entre :

- Exposition à la FTE et **Mort subite du nourrisson (MSN) : OR = 1.94 [1.55-2.43]** <sup>24</sup>
- Exposition à la FTE et **Crises d'asthme : OR = 1.23 [1.14-1.33]** <sup>1</sup>

##### b. Zone et période d'étude

Dans le cadre du programme ENHIS ([www.enhis.org](http://www.enhis.org)), l'EIS est réalisée à partir des données de bases de données internationales pour l'année 2003, pour un certain nombre de pays européens dont la France.

##### c. Données environnementales

L'indicateur d'exposition retenu est la prévalence de tabagisme actif déclinée en trois volets (OMS <http://data.euro.who.int/tobacco>) :

- Prévalence chez la femme (prévalence d'exposition la plus faible)
- Prévalence chez l'homme (consensus d'experts internationaux comme étant la meilleure approximation à l'exposition chez l'enfant)

<sup>24</sup> Öberg M et al. Second Hand Smoke. Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. Draft report, 2007.

- Prévalence chez l'adulte en général (sous l'hypothèse que la prévalence chez l'adulte en général est similaire à celle de l'adulte parent).

**d. Données de population**

Elles proviennent de la base de données européenne Eurostat

**e. Données sanitaires**

Elles proviennent de la base de données européenne Eurostat pour la MSN (2003)

Pas de données représentatives au niveau national pour les crises d'asthme donc les calculs se limitent à la fraction attribuable et pas au nombre de cas attribuables.

**f. Choix de scénarios**

Bénéfices d'une réduction de l'exposition des enfants à la FTE si la prévalence du tabagisme diminuait de la même façon qu'entre 1995 et 2004.

**g. Calcul du nombre de cas attribuables dans la population d'étude,**

- Fraction de risque attribuable pour l'asthme =  $Pe(OR - 1) / (1 + (Pe(OR - 1)))$

Pe = prevalence tabagique; OR = Odds Ratio

- Nombre de cas attribuables pour la MSN =  $N * Ip * PAF$

N= nombre d'enfants de moins de un an ; Ip= taux de la maladie dans la population d'enfants

**3. Résultats**

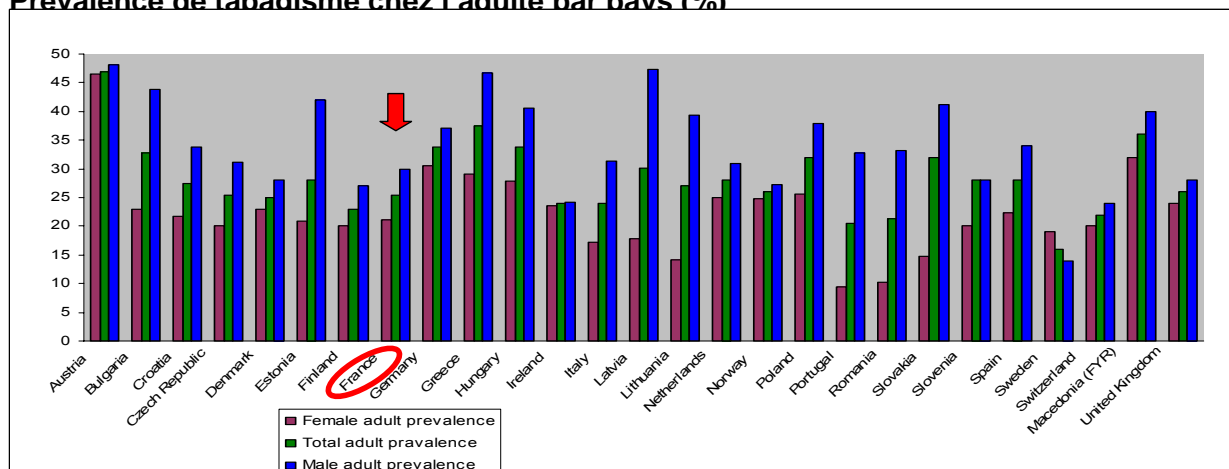
**Nombre de cas attribuables (NCA) à une exposition à la FTE et MSN en France (2003)**

Nombre d'enfants < 1 an	Nombre de MSN	Prévalence tabagique moyenne (%)					
		Femmes = 21%		Total adultes = 25%		Hommes = 30%	
		NCA de MSN	NCA de MSN pour 100 000 enfants	NCA de MSN	NCA de MSN pour 100 000 enfants	NCA de MSN	NCA de MSN pour 100 000 enfants
789486	259	17 (10-23)	6 (4-8)	19 (12-27)	6 (4-9)	22 (14-30)	7 (5-10)

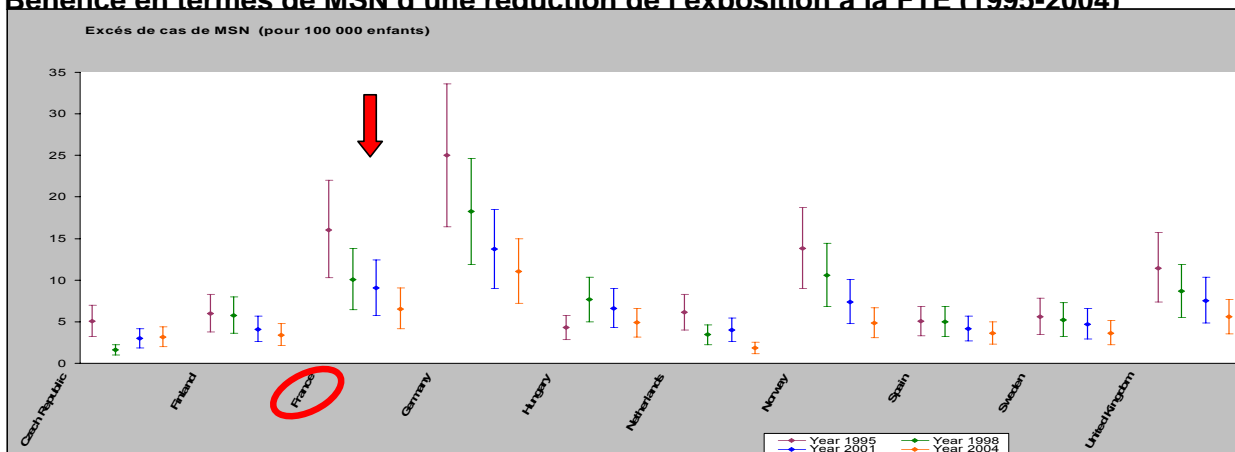
**Pourcentage de crises d'asthme attribuable à une exposition à la FTE chez les enfants < 14 ans en France (2003)**

Asthme et prevalence du tabagisme chez les femmes	Asthme et prevalence du tabagisme chez l'adulte	Asthme et prevalence du tabagisme chez l'homme
Fraction de risque attribuable (%) IC 95%	Fraction de risque attribuable (%) IC 95%	Fraction de risque attribuable (%) IC 95%
4,6 (2,9-6,5)	5,5 (3,4-7,7)	6,5 (4,0-9,0)

**Prévalence de tabacisme chez l'adulte par pays (%)**



### Bénéfice en termes de MSN d'une réduction de l'exposition à la FTE (1995-2004)



#### 4. Interprétation, limites et intérêts des résultats

La réduction de l'exposition à la FTE se traduit par un bénéfice considérable pour la santé des enfants.

Très peu de données en routine sont pertinentes pour l'EIS dans les bases de données internationales disponibles.

Pas d'information sur la consommation parentale de cigarettes, donc hypothèse que la prévalence chez l'adulte en général est similaire à celle de l'adulte parent.

#### 5. Recommandations

Besoin de :

- Établir une mesure standardisée pour mesurer l'exposition à la FTE
- Réaliser des enquêtes à domicile pour déterminer l'exposition des enfants à la FTE
- Promouvoir la disponibilité en routine de données de santé comparables

#### 6. Un ou deux liens importants pour en savoir plus

Fact sheet indicator: Exposure of children to Environmental Tobacco Smoke  
[http://www.enhis.org/object\\_document/o4744n27382.html](http://www.enhis.org/object_document/o4744n27382.html)

U.S. Department of Health and Human Services. "The Health Consequences of Involuntary Exposure to Tobacco Smoke: A Report of the Surgeon General", 2006.  
<http://www.surgeongeneral.gov/library/secondhandsmoke/>



## Annexe n°20 : Fiche synthétique sur les sous-produits de chloration, réalisée par l'InVS

### Sous-produits de chloration

#### 1. Introduction

La chloration de l'eau potable, mise en oeuvre pour prévenir le risque infectieux, peut dans certaines conditions (eaux riches en matière organique), conduire à la formation de sous-produits de chloration potentiellement toxiques pour l'homme. Plusieurs centaines de sous-produits de chloration sont identifiés à l'heure actuelle, parmi lesquels les trihalométhanes sont les composés majoritaires. En France, le Code de la santé publique prévoit une limite de qualité sur les THM totaux (100µg/L) et un programme de surveillance dans l'eau destinée à la consommation humaine pour les trihalométhanes. Une évaluation des risques sanitaires des sous-produits de chloration a été menée à l'InVS pour faire un état des lieux sur les connaissances disponibles, estimer l'exposition de la population et juger de la faisabilité d'un système de surveillance épidémiologique des maladies liées aux sous-produits de chloration. Les conclusions de cette étude n'encouragent pas la mise en place d'une surveillance épidémiologique mais donnent des recommandations en terme de gestion afin de limiter l'exposition de la population aux sous-produits de chloration tout en garantissant l'absence d'agents pathogènes dans l'eau.

Vandentorren S, Dor F, Bonvallot N. Evaluation des risques sanitaires des sous-produits de chloration de l'eau potable: partie 1. Caractérisation des dangers: effets sanitaires et valeurs toxicologiques de référence. Institut de Veille Sanitaire 2004

Mouly D., Gayon V, Kairo C., Beaudou P. Evaluation des risques sanitaires des sous-produits de la chloration de l'eau potable. Partie 2 - Estimation de l'exposition, caractérisation du risque et faisabilité d'une surveillance épidémiologique des pathologies liées à la surchloration dans la population générale. Institut de veille sanitaire 2007

#### 2. Eléments nécessaires à l'évaluation d'impact sanitaire

##### a. Fonctions exposition-risque disponibles ?

Les nombreuses études épidémiologiques sur le lien entre les sous-produits de chloration et certaines maladies (principalement cancer de la vessie) font apparaître plusieurs relations exposition-risque (tableau 1). Les différences observées dans les résultats peuvent notamment s'expliquer par des méthodes de mesure de l'exposition différentes ce qui rend difficile la comparaison entre les études. Il est à noter toutefois que seuls les hommes semblent développer des cancers de la vessie en lien avec les THM (manque de puissance chez les femmes ?) et que les indicateurs de risque peuvent varier d'un facteur proche de 2 pour une même classe d'exposition. Ces divergences pourraient s'expliquer par le fait que les produits mesurés pour estimer l'exposition ne sont pas les seuls toxiques responsables mais des indicateurs de présence d'autres SPD à l'origine des effets et des risques constatés. Dans ces conditions, les résultats ne sont pas exploitables pour estimer un risque attribuable ou un impact sanitaire dans la population.

##### b. Données environnementales

Les THM sont mesurés en routine en sortie d'usine de traitement au titre du contrôle réglementaire de l'eau potable. Les obstacles pour estimer les expositions au robinet ou à la douche de l'utilisateur sur la base de ces mesures sont :

- L'absence de mesures d'autres SPC en dehors des THM ;
- La faiblesse de la fréquence d'analyse en ce qui concerne les petites UD (la fréquence d'analyse étant fonction de la taille des UD) ;
- L'évolution des THM dans les réseaux d'eau d'un facteur 2 à 6 suivant la longueur du réseau, la qualité de l'eau distribuée et la saison.

Tableau 1 : Effets cancérigènes des SPC chez l'Homme

1er Auteur	Année	Localisation cancéreuse	OR [95% IC]					Concentration en THM mesurée dans les réseaux d'eau (µg/L)
			Hommes		Femmes	Tous		
Villanueva	2007	vessie	2,34	[1,36 - 4,03]	ns	2,00	[1,21 - 3,24]	>26 - 49
			<b>2,53</b>	<b>[1,23 - 5,20]</b>	ns	2,10	[1,09 - 4,02]	<b>&gt;49</b>
Villanueva (pooled analysis, n=6)	2004	vessie	1,26	[1,05 - 1,51]	ns	ns	ns	>5 - 25
			1,25	[1,04 - 1,50]	ns	1,20	[1,04 - 1,42]	>25 - 50
			<b>1,44</b>	<b>[1,20 - 1,73]</b>	ns	1,30	[1,12 - 1,54]	<b>&gt;50</b>
King	1996	vessie	1,62	[1,17 - 2,24]	ns	1,45	[1,09 - 1,93]	>50
Cantor	1998	vessie	1,70	[1,10 - 2,60]	ns	1,30	[0,90 - 1,80]	33 - 46
			1,50	[1,00 - 2,4]	ns	1,20	[0,80 - 1,80]	>46

L'absorption des THM (produits volatils) pouvant se faire par les voies orales, respiratoires et cutanées, les événements tels que la prise de douche, de bain, la fréquentation des piscines ; ainsi que les caractéristiques des logements (tailles des salles de bains, systèmes d'aération etc...) représentent une part importante de l'exposition mais restent méconnue : absence de mesures dans l'air et de modélisation crédible de l'exposition aérienne.

#### c. Données de population

La population potentiellement exposée par l'eau d'adduction peut être estimée à partir des données de la base SISE-eaux (source : ministère chargé de la santé). En revanche, la population exposée par les bains en piscine n'est pas connue.

L'exposition individuelle dépend complètement du comportement de la population vis-à-vis des situations d'exposition possibles :

- ingestion : connu (enquête Inca)
- inhalation, voie transcutané : très mal connu : temps de douche, de bain, fréquentation des piscines.

#### d. Données sanitaires

Types de cancers : cancer de la vessie, cancer colorectal

Sources de données	Couverture géographique	Exploitation des données en épidémiologie
Registres des cancers	15% en 2000	+++
PMSI	National	-
Assurance Maladie (affection longue durée)	National	+
Laboratoires d'anatomopathologie	?	++

e. Calcul du nombre de cas attribuables dans la population d'étude, présentation également en taux pour 1000, 100 000 etc.)

Non estimable

### 3. Résultats

Bien qu'il ne soit pas possible de calculer un impact sanitaire lié aux sous-produits de chloration, les résultats des études épidémiologiques récentes (OR>1 pour une concentration en THM supérieur à 50 µg/L) peuvent être considérés comme fiables sans qu'il soit possible d'en déduire une relation exposition-risque..

L'exposition par l'eau distribuée est en partie connue :

D'après les données de la base SISE-eaux, 45% de la population française (27 millions de personnes) est potentiellement exposée aux THM.

En France, les concentrations en THM observées dans les réseaux d'eau se situent actuellement entre 0 et 150 µg/L et sont distribuées selon le tableau 2.

Tableau 2 : Répartition des concentrations en THM pour un échantillon d'environ 4 millions de personnes (source : ministère chargé de la santé – Ddass – SISE-Eaux)

Concentrations en THM (µg/L)	Pourcentage de la population
<8	14 %
8-26	42 %
26-49	24 %
>49	20 %

Incidence et mortalité en France en 2000 (source : Remontet *et al.*, 2003)

Localisation cancéreuse	Sexe	Nombre de cas incidents	Nombre de cas de décès
Vessie	Homme	8986	3451
	Femme	1785	1107
Colorectal	Homme	19431	8505
	Femme	16826	7468

### 4. Interprétation, limites et intérêts des résultats

Les données sur l'association entre l'exposition à l'eau de surface chlorée et le cancer sont plus probantes dans le cas du cancer de la vessie que dans le cas des autres types de cancer. Toutefois, la reconstitution de l'exposition à partir des données actuelles de THM et la coexistence de nombreux SPC à toxicité variable dans l'eau potable rendent difficile la compréhension de l'association THM/effets sanitaires. Il n'est pas possible à ce jour d'établir une courbe dose-effets entre la concentration en THM et un indicateur de risque associé. Cette constatation laisse penser que les THM pourraient être des marqueurs indirects plutôt qu'une cause, hypothèse renforcée par l'incohérence des effets entre les études épidémiologiques et animales qui n'ont jamais montrées l'apparition de cancers de la vessie. Il apparaît donc difficile de mettre en regard les résultats des évaluations des risques sanitaires qui fixent les paramètres pour modéliser l'impact sanitaire attendu d'une (ou plusieurs) molécule(s) donnée(s) à partir de données toxicologiques animales, et ceux des études épidémiologiques dans lesquelles la maîtrise de l'exposition est bien plus floue mais dont les effets sont mesurés chez l'homme.

### 5. Recommandations

- Multiplier les études épidémiologiques avec des scénarios d'exposition comparables pour conforter les relations exposition-risque (niveau national et international)
- Améliorer la connaissance de l'exposition aux SPC :



- modèle d'évolution de concentration en SPC entre l'usine et le robinet
  - mesure dans l'air intérieur et modélisation de l'exposition aérienne
  - acquisition de données sur les facteurs humains d'exposition en France
  - exposition en piscine (mesures des concentrations)
- Poursuivre les travaux de recherche en toxicologie pour acquérir des données sur d'autres SPC

## 6. Glossaire minimal

THM : trihalométhanes

SPC : sous-produits de chloration

UD : unité de distribution

## 7. Un ou deux liens

### Recommandations sur la qualité de l'eau potable au Canada : les trihalométhanes

## 8. Références bibliographiques

- Morris RD, Audet AM, Angelillo IF, Chalmers TC, Mosteller F. Chlorination, chlorination by-products, and cancer: a meta-analysis. *Am J Public Health* 1992 ; 82 : 955-963.
- King, W. and Marrett L. Case control study of bladder cancer and chlorination by products in treated water (Ontario, Canada). *Cancer Causes & Control* 7, 596-604. 1996.
- Cantor K.P., Lynch C.F., Hildesheim M.E. *et al.* Drinking water source and chlorination by products. I. Risk of bladder cancer. *Epidemiology* 9(1), 21-28. 1998.
- Villanueva CM, Cantor KP, Cordier S *et al.* Disinfection byproducts and bladder cancer: a pooled analysis. *Epidemiology* 2004 ; 15 : 357-367.
- Villanueva CM, Cantor KP, Grimalt JO *et al.* Bladder Cancer and Exposure to Water Disinfection By-Products through Ingestion, Bathing, Showering, and Swimming in Pools. *Am J Epidemiol* 2007
- Jabbour V, Mouly D, Beaudou P, Dor F. Estimation de l'exposition de la population française au chloroforme présent dans les réseaux d'eau potable. *Environnement, Risques et Santé* 2007 ; 6 : 289-300.
- Remontet L., Buemi A., Velten M., Jouglu E., Estève J. Evolution de l'incidence et de la mortalité par cancer en France de 1978 à 2000. Institut de veille sanitaire 2003
- Beaudou P., Zeghnoun A., Ledrans M., Volatier J.-L. Consommation d'eau du robinet pour la boisson en France métropolitaine: résultats tirés de l'enquête alimentaire INCA1. *Environnement, Risques et Santé* 2003 ; 2 : 147-158.

## Annexe n°21 : Fiche synthétique sur le saturnisme infantile, réalisée par l'InVS

### Saturnisme infantile

#### 2. Introduction

La toxicité du plomb est reconnue depuis des décennies et ses effets sur les systèmes nerveux, hématopoïétique et rénal sont démontrés. Des effets sur la santé sont même décrits chez l'enfant pour des plombémies inférieures au seuil de définition d'un cas de saturnisme (100 µg/L). Il s'agit surtout d'effets sur les capacités psychomotrices. Ces effets semblent être sans seuil. Les enfants en bas âge sont les plus sensibles à l'exposition au plomb parce qu'ils ingèrent plus souvent du plomb du fait de leur activité main-bouche, que leur coefficient d'absorption digestive est élevé et que leur système nerveux est en développement.

Les sources d'exposition au plomb sont multiples (peintures anciennes, sols pollués, eau de distribution, aliments, loisirs à risque, remèdes traditionnels...) mais la principale source d'intoxication est la peinture des habitations anciennes. La voie d'absorption est principalement digestive (ingestion de poussières ou écailles de peinture).

Les connaissances sur l'imprégnation par le plomb de la population française sont principalement issues d'une enquête nationale menée en 1995-1996. Concernant les enfants, l'enquête avait été menée sur la tranche d'âge 1 à 6 ans inclus, auprès de 3445 enfants. La **prévalence avait été estimée à 2,1 %**, ce qui correspondait à 84 000 enfants sur l'ensemble du territoire [3;4]. La moyenne arithmétique des plombémies était de 42 µg/L. La moyenne géométrique était de 37 µg/L.

Ces données étant anciennes, une nouvelle enquête sur l'imprégnation des enfants par le plomb est organisée par l'InVS en 2008, pour évaluer l'impact des actions de prévention qui ont été mises en œuvre depuis 1996 et pour aider à définir, dimensionner et évaluer les actions à mettre en œuvre dans le futur.

Dans l'attente de ces résultats, des estimations de la prévalence du saturnisme en 2007 chez les enfants de 1 à 6 ans peuvent être faites sous différentes hypothèses.

Il est aussi possible de modéliser la perte de quotient intellectuel chez les enfants, à partir des résultats d'études récentes qui permettent de disposer de fonctions exposition/risque.

A noter qu'en 2005, les Directions départementales des affaires sanitaires et sociales (Ddass) avaient reçu 534 déclarations de saturnisme infantile. Cette incidence apparente est directement liée à l'activité de dépistage, qui ne touche qu'une toute petite partie des enfants : entre 1995 et 2002, les enfants français avaient en moyenne 0,6% de chances de bénéficier d'une plombémie avant l'âge de 7 ans.

Le risque lié au plomb est en 5<sup>ème</sup> position des priorités du Département santé environnement de l'InVS définies en 2000.

#### 3. Méthodes pour l'évaluation de l'impact sanitaire du plomb chez l'enfant

##### a. Estimation de la prévalence du saturnisme en 2007 chez les enfants de 1 à 6 ans

Plusieurs études montrent une baisse de l'imprégnation de la population générale suite à la diminution puis l'arrêt de l'utilisation de l'essence au plomb. En France, l'utilisation de l'essence au plomb a été arrêtée réglementairement au 1<sup>er</sup> janvier 2000. On peut faire l'hypothèse que la moyenne géométrique des plombémies en France aurait en conséquence baissé selon la pente proposée par le document de l'OMS (Environmental burden of disease series n°2 : Lead Genève 2003) de 39% en 5 ans. La moyenne géométrique chez les enfants de 1 à 6 ans serait ainsi passée de 37 µg/L à 22 µg/L. Une diminution complémentaire a pu intervenir du fait des actions de

prévention concernant l'eau (suppression de canalisations en plomb et traitement des eaux ayant un fort potentiel de dissolution du plomb), l'alimentation et l'habitat (suppression ou réhabilitation de logements anciens et information des occupants).

Par ailleurs Philippe Glorennec a estimé la plombémie des enfants de la population générale française par modélisation (IEUBK) à partir d'une évaluation des expositions basée sur les mesures dans les différents médias [2]. La moyenne géométrique était estimée à 20 µg/L pour les enfants de 6 mois à 6 ans.

Les résultats d'études récentes réalisées en 2004 à l'Hôpital d'Argenteuil (enfants de 6 mois à 6 ans) et en 2005 à Lille autour d'un site faiblement pollué (enfants de 2 à 6 ans) montraient une moyenne géométrique de la plombémie autour de 24 µg/L.

On peut donc considérer comme hypothèse solide que la moyenne géométrique des enfants de 1 à 6 ans soit en 2007 de l'ordre de 22 µg/L en France.

L'écart-type géométrique mesuré en 1995 était de 1,6. On fera l'hypothèse qu'il est actuellement plus élevé qu'en 1995. Il est possible en effet que la diminution des plombémies pour la plupart des enfants n'ait pas touché les enfants dont l'exposition est liée à des sources particulières, ce qui aurait pour conséquence d'étaler la distribution. Dans un document de 1997 [1], le CDC considère comme crédible un écart-type géométrique de 1,9 pour la distribution de plombémies chez les enfants de la plupart des communautés aux Etats-Unis.

**La modélisation des niveaux de plombémie selon une distribution log-normale utilisera une moyenne géométrique de 22 µg/L et un écart-type géométrique de 1,9.**

Les calculs du nombre d'enfants correspondants ont été faits à partir des estimations de population données par l'Insee pour l'année 2007. Une valeur moyenne de 765900 enfants par classe d'âge a été retenue.

**b. Estimation de la perte de QI chez les enfants de 5 à 7 ans**

En dessous du seuil d'intervention de 100 µg/L, des effets du plomb sur le développement psychomoteur et les apprentissages ont été démontrés. Plusieurs auteurs ont mis en évidence des relations inverses entre la concentration sanguine en plomb et la mesure du QI et ont essayé de quantifier ce lien. En 2005, Lanphear a ré-analysé les résultats de 7 cohortes et a conclu à l'existence d'un retentissement intellectuel avec baisse du QI chez les enfants dont la plombémie ne dépassait pas 75 µg/L [5]. Un résultat important était que la perte de QI par µg/L d'augmentation de la plombémie était plus importante aux niveaux faibles (entre 0 et 100 µg/L) qu'à des niveaux élevés (au dessus de 100 µg/L). La perte de QI associée aux classes de plombémie 24 à 100 µg/L, 100 à 200 µg/L, et 200 à 300 µg/L était respectivement de 3,9 (IC de 2,4-5,3), 1,9 (IC de 1,2-2,6) et de 1,1 (IC de 0,7-1,5), la référence étant la classe 0 à 23 µg/L.

Cette fonction exposition/risque permet de réaliser une évaluation de l'impact sanitaire en prenant en compte la perte de QI. La fonction exposition/réponse estimée par Lanphear concernait des enfants de 5 à 7 ans. Elle ne peut être utilisée pour d'autres tranches d'âge. Son utilisation nécessite de modéliser la distribution des plombémies pour cette tranche d'âge en France. Les valeurs qui ont été retenues pour cette modélisation sont **une moyenne géométrique de 20 µg/L** (valeur plus basse sur cette classe d'âge) **et un écart-type géométrique de 1,9.**

#### 4. Résultats

**a. Estimation de la prévalence du saturnisme en 2007 chez les enfants de 1 à 6 ans**

En utilisant une moyenne de 22 µg/L et un écart-type géométrique de 1,9, on obtient les chiffres suivants :

seuil de plombémie (µg/L)	% d'enfants ayant une plombémie plus élevée que le seuil
24	44,80%
100	1,07%
200	0,034%
300	0,002%

Selon cette simulation, 1,07% des enfants de 1 à 6 ans auraient une plombémie > 100 µg/L soit environ 57000 enfants. 1800 enfants auraient une plombémie supérieure à 200 µg/L et 100 une plombémie supérieure à 300 µg/L.

**b. Estimation de la perte de QI chez les enfants de 5 à 7 ans**

En utilisant une moyenne de 20 µg/L et un écart-type géométrique de 1,9, on obtient les chiffres suivants :

seuil de plombémie (µg/L)	% d'enfants ayant une plombémie plus élevée que le seuil
24	38,90%
100	0,60%
200	0,016%
300	0,001%

En utilisant la fonction exposition/ réponse proposée par Lanphear, les estimations de perte de QI sont les suivantes :

Niveau de plombémie en µg/L	Perte de QI	Nombre d'enfants	Nombre de points de QI perdus
24 - 100	3,9	893825	3485918
100 - 200	3,9+1,9	13787	79962
200 - 300	3,9+1,9+1,1	460	3171
<b>Total</b>			<b>3569051</b>

Selon ces calculs, l'exposition au plomb serait responsable d'une perte de QI chez environ 900 000 enfants de 5 à 7 ans en France. Parmi ces enfants, 894 000 auraient perdu 3,9 points, 14 000 auraient perdu 5,1 points et 500 enfants 6,2 points de QI.

## 5. Interprétation, limites et intérêts des résultats

Ces résultats sont des estimations et présentent des incertitudes et limites. La modélisation par une loi log-normale paraît crédible pour l'estimation de la prévalence de plombémies supérieures à 100 µg/L, même si l'enquête prévue par l'InVS est indispensable pour connaître la situation réelle. Par contre la modélisation n'est pas bien adaptée pour la prédiction des queues de distribution, qui sont certainement sous-estimées. Pour les enfants de 1 à 6 ans, la modélisation estime par exemple le nombre d'enfants ayant une plombémie supérieure à 300 µg/L à 15 enfants (0.002%). Or le nombre d'enfants de 1 à 6 ans qui avaient une plombémie supérieure à 300 µg/L lors des actions de dépistage était pour l'année 2004 de 109 (somme des enfants testés pour la première fois et des enfants ayant bénéficié d'une plombémie de suivi). Sachant que le dépistage ne concerne qu'une part modeste des enfants, le nombre d'enfants ayant réellement une plombémie supérieure à 300 µg/L est certainement très supérieur à 109, et donc a fortiori à 15.

Le calcul des pertes de QI est donc sous-estimé par sous-estimation des queues de distribution. Toutefois, on constate que les pertes de QI liées aux plombémies modérées (24 à 100 µg/L) représentent plus de 97% du total. L'estimation des pertes de QI est donc, à l'échelle de la population, peu influencée par la sous-estimation du nombre d'enfants ayant de fortes plombémies.

Par ailleurs, l'estimation de la perte de QI a été faite sur les seuls enfants de la classe d'âge 5 à 7 ans, pour lesquels on disposait d'une relation exposition-réponse. Les effets du plomb touchent toutes les classes d'âge, avant 5 ans et après 7 ans. La perte de capacités cognitives a des effets à long terme.

## 6. Recommandations

Les coûts liés au saturnisme regroupent les coûts directement liés au dépistage et à la prise en charge de la maladie, mais aussi les coûts indirects pour la société liés à la perte de capacités intellectuelles de la population. On peut citer les coûts liés à la prise en charge des enfants ayant un QI faible et que l'exposition au plomb fait tomber dans une catégorie de retard mental léger (QI<70), mais aussi la perte de créativité d'individus ayant des QI élevés. Les calculs de ces coûts n'ont pas été réalisés en France alors qu'ils le sont dans d'autres pays, notamment aux Etats-Unis où les auteurs insistent sur l'effet qu'ils ont eu pour la mise en place des actions d'amélioration de l'habitat ancien, elles mêmes très coûteuses.

Les calculs d'impact sanitaire permettent aussi de constater que la cible de la prévention doit être élargie à la part de la population modérément exposée : la plus grande partie des gains à attendre pour la société concerne cette fraction, importante, de la population.

## 7. Références

1. CDC. Screening Young Children for Lead Poisoning : Guidance for State and Local Public Health Officials. 1997.
2. Glorennec P, Bemrah N, Tard A, Robin A, Le Bot B, Bard D. Modélisation probabiliste de l'exposition globale au plomb des jeunes enfants en France : approche intégrée des différents milieux d'exposition. Article soumis à publication 2006;
3. Inserm. Plomb dans l'environnement. Quels risques pour la santé ? 1-461. 1999. Paris.
4. Inserm, RNSP, DGS. Surveillance de la population française vis-à-vis du risque saturnin. Saint-Maurice: RNSP, 1997.
5. Lanphear BP, Hornung R, Khoury J, Yolton K, Baghurst P, Bellinger DC et al. Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. Environ Health Perspect 2005; 113(7):894-899

## Annexe n°22 : Fiche synthétique sur le bruit, réalisée par l'InVS

### BRUIT & SANTE

#### 1. Introduction

Les effets sur la santé des expositions aux nuisances sonores rassemblent en grande catégories : les effets auditifs, les effets non auditifs (sommeil, sphère végétative, système endocrinien, système immunitaire) ainsi que le phénomène de gêne, difficile à appréhender du fait de son caractère subjectif mais participant de l'état de santé des populations. L'état des connaissances a fait l'objet d'un rapport d'expert coordonné par l'AFSET<sup>25</sup>. L'évaluation de l'impact sanitaire et social a été réalisée dans le cadre d'un groupe d'experts animé par l'OMS Europe<sup>26</sup>.

La problématique « Bruit et santé » recensée comme une des 10 priorités en santé environnementale par l'InVS a engendré l'engagement d'un programme de surveillance. Ce programme s'est engagé prioritairement sur la connaissance de l'état sanitaire des français vis-à-vis des atteintes auditives dans l'objectif d'appréhender l'importance et l'évolution de ce problème de santé publique et d'orienter et d'évaluer les actions de prévention, notamment chez les jeunes soumis à de nouveaux risques. Ce travail constitue une réponse aux objectifs de la Loi de Santé Publique, et en particulier l'indicateur 68 : connaissance de la prévalence des troubles sensoriels.

#### 2. Eléments nécessaires à l'évaluation d'impact sanitaire

##### 1) Impact auditif :

En milieu professionnel, l'impact auditif peut être estimé sur la base de la Norme ISO S31-013 et sur la base de la déclaration de maladie professionnelle liée au tableau 42<sup>27</sup>.

En population générale, les valeurs de risques relatifs ne sont pas connues dans la littérature.

Les données d'exposition sont partielles (quelques références par profession ou population spécifique, par usage pour les loisirs) et les données sanitaires françaises sont limitées :

En France, les estimations (Journées nationales de l'audition 2007) font état de plus de cinq millions de personnes concernées par des problèmes auditifs, et parmi elles deux millions ont moins de 55 ans donc difficilement attribuable à la sénescence uniquement. Une évaluation des coûts économiques et sociaux des déficits auditifs dans la population européenne a été réalisée selon Shield B<sup>28</sup>. Sur la base de l'estimation à 44 000€ de la valeur d'une année de « pleine qualité de vie » (European commission Environnement DG, 2003), les coûts liés aux déficits auditifs s'élèveraient, hors coûts de prothèses auditives, à 7 milliard d'euros en France (224 milliards en Europe).

Les données épidémiologiques françaises sont résumées ci-dessous :

##### a) les traumatismes sonores

<sup>25</sup> [http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/731096103331826363717461694944/impacts\\_sanitaires\\_bruit.pdf](http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/731096103331826363717461694944/impacts_sanitaires_bruit.pdf)

<sup>26</sup> [http://www.euro.who.int/Document/NOH/Noise\\_EDB\\_2nd\\_mtq.pdf](http://www.euro.who.int/Document/NOH/Noise_EDB_2nd_mtq.pdf)

<sup>27</sup> [http://www.ucanss.fr/services/textes\\_documents/bareme\\_invalidite/Tableaux\\_mp/tab\\_pdf/tableau42.pdf](http://www.ucanss.fr/services/textes_documents/bareme_invalidite/Tableaux_mp/tab_pdf/tableau42.pdf)

<sup>28</sup> [http://french.hear-it.org/multimedia/Hear\\_It\\_Report\\_October\\_2006.pdf](http://french.hear-it.org/multimedia/Hear_It_Report_October_2006.pdf)

Auteur	Année	Effet	Population	Indicateurs
Fombeur	2003	TSA	générale	Nb de cas = 1400/an
Labarère	2000	TSA	Militaires < 30 ans	Tx d'Inc = 156/100 000/an
Job	2000	TS	Hommes < 25 ans	P = 6%

b) les déficits auditifs

Auteur	Année	Effet	Population	Indicateurs
Job	2000	D.A.	Hommes 18-24 ans	D.A. 0.5-2 kHz >= 15db = 9% D.A. 4-8 kHz >= 15db = 15%
I.U.M.T. Lyon	1999	D.A.	Lycéens 16-18 ans	D.A. moy = 4 db D.A. 6kHz >= 20db = 25%
Thierry	1979	D.A.	Salariés EDF 18-60ans	D.A. moy > 25 db 2% pour 18-30 ans 3% pour 31-41 ans 7% pour 41-50 ans 11% pour 51-69 ans

c) les acouphènes

Auteur	Année	Effet	Population	Indicateurs
Job	2000	Ac.	hommes 18-24 ans	P = 8%
Données générales	-	Ac.	générale	P = 7 % à 8 %
France-Acouphènes	-	Ac.	générale	P = 10% à 17%
France-Audition	-	Ac.	générale	P = 10% à 20%

2) Impact extra-auditif : (absence de donnée française)

i) effet cardio-vasculaire :

Au niveau international, plusieurs études ont rapporté une variété d'effets cardio-vasculaires liés aux expositions sonores, sans que l'on puisse distinguer la part propre du bruit de ses corollaires comme le stress ou les effets psychologiques. La revue de plusieurs méta-analyses combinant principalement des expositions professionnelles a conduit certaines équipes<sup>29</sup> à proposer en 2005 des relations exposition-risques entre nuisances sonores du trafic et mortalité liée à l'hypertension :

$$RR_i = e^{((L_i - L_{cut-off})/5) \times \beta}$$

RR<sub>i</sub> = risque relatif dans la classe d'exposition i,

L<sub>i</sub> = niveaux d'exposition dans la classe i, exprimés en dB(A),

L<sub>cut-off</sub> = seuil ou niveau de référence,

<sup>29</sup> <http://rivm.openrepository.com/rivm/bitstream/10029/7412/1/630400001.pdf>



$\beta$  = estimation de la fonction de risque (par 5 dB(A)).

D'où fut extraite la part attribuable de la mortalité hypertensive à l'exposition sonore du trafic urbain : PAR = 0,0043

## ii ) Troubles neurologiques

Evaluant la part environnementale des maladies en 2006, l'OMS évaluait à moins de 5% la part des troubles neuropsychiatriques attribuables aux nuisances sonores<sup>30</sup>.

### 3. Résultats

Dans la population générale française, il n'existe pas de dispositif épidémiologique permettant d'avancer des résultats. Les estimations font état :

Pour les impacts auditifs :

- d'environ 1400 TSA par an
- de 7 à 20 % d'acouphéniques

Pour les effets extra-auditifs :

- Le groupe d'expert de l'OMS évaluait à 3% la part des maladies ischémiques attribuables aux nuisances sonores du trafic routier et à 800 000 DALYs pour l'Europe.

### 4. Intérêt et limites des résultats

Uniquement estimations

### 5. Glossaire minimal

Hearing loss : déficit auditif, généralement mesuré par audiométrie tonale (audiogramme)

Tinnitus : acouphène (bourdonnements, sifflements, tintements de l'oreille)

Acute acoustic trauma : traumatisme sonore aigu

### 6. Pour en savoir plus

[http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/731096103331826363717461694944/impacts\\_sanitaires\\_bruit.pdf](http://www.afsset.fr/upload/bibliotheque/731096103331826363717461694944/impacts_sanitaires_bruit.pdf)

[http://www.euro.who.int/Document/NOH/Noise\\_EDB\\_2nd\\_mtg.pdf](http://www.euro.who.int/Document/NOH/Noise_EDB_2nd_mtg.pdf)

[http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/preventingdisease/en/index.html](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventingdisease/en/index.html)

---

<sup>30</sup> [http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/preventingdisease/en/index.html](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventingdisease/en/index.html)





## Annexe n°23 : Fiche synthétique sur le climat, réalisée par l'InVS

---

### Changement climatique

#### 1. Introduction

Le climat exerce divers effets sur la santé. Quelques chiffres peuvent être donnés à partir de l'exemple des vagues de chaleur et de froid en France.

Ainsi en 2003, la France a subi une vague de chaleur d'une ampleur exceptionnelle, dont l'impact sanitaire a été estimé à 14 802 décès. Sur la période 1971-2003, les excès de décès les plus importants au cours de vagues de chaleur ont été observés pour les maladies cardio-vasculaires, les maladies respiratoires, les cancers, les "causes liées à la chaleur", les morts violentes et les états morbides mal définis (données Inserm).

En janvier 1985, la France a connu une vague de froid ayant entraîné une surmortalité importante (+13 %), principalement par infarctus de myocarde (+17 %), accidents vasculaires cérébraux (+54 %) et pneumonies (+208 %). Pour l'Île-de-France, une surmortalité de 1039 décès a été estimée.

L'impact sanitaire du changement climatique est actuellement en discussion. Le GIEC a recensé plusieurs effets potentiels pour la zone Europe. Ces effets toucheraient l'ensemble de la population :

- 1) Une augmentation de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur qui se traduirait par une augmentation de la mortalité et de la morbidité liée à la chaleur. L'augmentation des températures hivernales pourrait par contre se traduire par une baisse de la mortalité et de la morbidité liées au froid. Cependant, on dispose de trop peu d'information pour établir des estimations fiables sur ce point.
- 2) Le changement dans les saisons, les températures et l'humidité sont susceptibles de modifier la pollution atmosphérique (pollution photochimique et allergènes). Il est difficile d'estimer l'impact de ces changements sur la fréquence des maladies respiratoires et sur la mortalité.
- 3) Les événements extrêmes (inondations, tempêtes...) pourrait se multiplier. L'impact sur la mortalité, la morbidité, notamment traumatismes, les maladies infectieuses et sur la santé mentale est peu connu.
- 4) Le changement climatique pourra se traduire par une extension des zones de distribution des vecteurs de maladies infectieuses.
- 5) Les maladies liées à l'alimentation et à l'eau pourraient se multiplier.
- 6) L'impact du changement climatique sur l'environnement, l'économie, les migrations de populations pourrait également se traduire en termes sanitaires.

L'impact sanitaire du changement climatique est très difficile à évaluer. Le rapport Stern a estimé que le coût du changement climatique pourrait s'élever à 20 % du PIB mondial chaque année.

#### 2. Éléments nécessaires à l'évaluation d'impact sanitaire

##### a. Fonctions exposition-risque

De telles fonctions existent au niveau européen pour les vagues de chaleur et les vagues de froid (projet EUROHEAT) pour la mortalité. Elles restent à construire pour la France. Par ailleurs, un modèle prédictif température surmortalité France entière a été développé par l'Inserm. Ce modèle

a été construit sur des données antérieures à 2003. Il semble fiable pour estimer l'impact d'une vague de chaleur étendue sur l'ensemble du territoire, sous les conditions qui ont prévalu jusqu'en 2003. Son application à l'estimation de la vague de chaleur de 2006 prédisait environ 6 000 morts en excès, alors qu'il en a été observé environ 2 000. Ceci semble indiquer un changement de la relation dose-réponse après 2003, qui pourrait être en partie lié à une prise de conscience du risque, aux mesures du plan canicule et aux changements comportementaux associés.

Il doit être affiné pour les vagues de chaleur plus localisées.

Pour la morbidité, on ne dispose pas de fonction exposition-risque.

#### **b. Zone et période d'étude**

Toute la population métropolitaine est concernée.

#### **c. Données environnementales (les plus proches possible de ce qu'on considère comme étant l'exposition de la population ou des sujets étudiés)**

Les données de températures sont disponibles en France avec une couverture géographique fine.

#### **d. Données sanitaires**

Les impacts du chaud et du froid concernent la mortalité totale, cardiovasculaire, respiratoire, les admissions hospitalières et les consultations médicales.

### **3. Résultats**

Non disponibles.

### **4. Interprétation, limites et intérêts des résultats**

Plusieurs sources d'incertitude existent :

- Les différences géographiques de sensibilité à la température, qui nécessiterait des relations dose-réponse par zones géographiques fines.
- Les facteurs expliquant les variations géographiques des courbes doses-réponse.
- L'évolution des courbes dose-réponse avec l'adaptation rapide des populations à de nouvelles conditions est mal connue.
- L'effet mal connu de l'interaction entre température et pollution atmosphérique
- L'absence de relation dose-réponse pour la morbidité
- L'interaction avec la température observée dans les villes (îlots de chaleur urbain), et à l'intérieur des bâtiments.

### **5. Recommandations**

Obtenir des relations dose-réponse pour la morbidité et la mortalité au niveau national et local et affiner la compréhension des facteurs de risques associés.

### **6. Glossaire minimal**

néant

## 7. Liens et références

Pascal M, Laaidi K, Ledrans M, Baffert E, Caserio-Schonemann C, Le Tertre A. et al. France's heat health watch warning system. *Int J Biometeorol* 2006;50:144-153.

Laaidi K, Pascal M, Bérat B, Strauss B, Ledrans M, Empereur-Bissonnet P. Système d'alerte canicule et santé 2006 (Sacs 2006). Rapport opérationnel. Institut de Veille Sanitaire. (InVS). Saint-Maurice. 46 p, juin 2006.

Fouillet A., Rey G., Jouglu E., Hemon D., Estimation de la surmortalité observée et attendue au cours de la vague de chaleur du mois de juillet 2006, rapport Inserm novembre 2006.

Beaudeau P., Besancenot J. P., Caserio-Schönemann C., Cohen J.C., Dejour-Salamanca D., Empereur-Bissonnet P., Ernie Y., Illeff D., Laaidi K., Ledrans M., Le Tertre A., Médina S., Pascal M., Lecoffre C. Froid et santé. Eléments de synthèse bibliographique et perspectives. Rapport d'investigation. *Institut de Veille Sanitaire*. Mars 2004, 44 p.

Dossier vagues de chaleur : <http://www.invs.sante.fr/surveillance/canicule/>

Dossier vagues de froid : [http://www.invs.sante.fr/surveillance/froid\\_sante/](http://www.invs.sante.fr/surveillance/froid_sante/)

Impact sanitaire des changements climatiques : comment réagir dès maintenant aux nouvelles menaces

Aide-mémoire EURO/15/05 Copenhague, Montréal et Rome, 5 décembre 2005

Climate Change 2001: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability

[http://www.grida.no/climate/ipcc\\_tar/wg2/index.htm](http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg2/index.htm)

The Working Group II contribution to the IPCC Fourth Assessment Report

<http://www.ipcc-wg2.org/>

Stern Review on the Economics of Climate Change

[http://www.hm-treasury.gov.uk/independent\\_reviews/stern\\_review\\_economics\\_climate\\_change/sternreview\\_index.cfm](http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/sternreview_index.cfm)



agence française de **sécurité sanitaire**  
**de l'environnement et du travail**

253, avenue du Général Leclerc  
94701 Maisons-Alfort Cedex  
Tél. +33 1 56 29 19 30  
[afsset@afsset.fr](mailto:afsset@afsset.fr)

[www.afsset.fr](http://www.afsset.fr)

ISBN 978-2-11-097039-8

