

# Évaluation à minima du coût de la pollution atmosphérique pour le système de soin français

CHRISTOPHE RAFENBERG<sup>1,2</sup>

GILLES DIXSAUT<sup>3,4</sup>

ISABELLA ANNESI-MAESANO<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> INSERM

U1136

IPLESP : EPAR

27, rue de Chaligny

75012 Paris

France

<christophe.rafenberg@  
gmail.com>

<isabella.annesi-maesano@  
inserm.fr>

<sup>2</sup> Université Pierre et

Marie Curie

Sorbonne Universités

UMRS 1136

IPLESP : EPAR

27, rue de Chaligny

75012 Paris

France

<sup>3</sup> Centre de pneumologie

Cochin Hôtel Dieu

H.I.A. du Val de Grâce

74, boulevard de Port

Royal

75005 Paris

France

<gilles.dixsaut@free.fr>

<sup>4</sup> Fondation du souffle

contre les maladies

respiratoires

66, boulevard Saint-Michel

75006 Paris

France

**Tirés à part :**

C. Rafenberg

**Résumé.** Les évaluations réalisées en matière de coûts de la pollution de l'air se fondent le plus souvent sur une approche socio-économique et sur les coûts intangibles (valeur de la vie ou de la souffrance par exemple). Ce type d'évaluations est un sujet de controverses tant il est délicat de fixer ces valeurs en dehors d'un sujet de recherche ponctuel et particulier. Ces évaluations abordent peu les données relatives aux coûts sanitaires réellement engagés par le système de soin, pour les maladies attribuables à la pollution de l'air.

Dans un contexte de réponse à un impact sanitaire majeur (risque individuel faible mais touchant la totalité de la population) et d'obligations réglementaires en matière de qualité de l'air (directives européennes transposées en droit français), une meilleure connaissance des coûts induits par la pollution de l'air pour le système de soin français peut représenter une donnée importante dans l'élaboration d'une politique de santé publique.

L'objet de cette étude est d'approcher au plus près les coûts de la part attribuable à la pollution de l'air dans le montant de prise en charge par le système de santé de cinq maladies respiratoires les plus répandues, des hospitalisations pour ces pathologies, ainsi que des hospitalisations liées aux pathologies cardiovasculaires. Ces coûts sont générés à l'occasion de la prise en charge du patient par le système de soin (coûts de consultations, de traitements, d'examens ou encore d'hospitalisation). L'étude a aussi tenté d'approcher les coûts des prestations sociales versées aux malades et liées aux arrêts de travail en relation avec ces pathologies.

L'évaluation est réalisée soit pour les nouveaux cas déclarés dans l'année soit, lorsque cela n'est pas possible, en affectant un pourcentage (la fraction attribuable à l'environnement) à l'ensemble des coûts annuels de prise en charge d'une pathologie par le système de soin. Certains coûts unitaires de prise en charge, en rapport avec une pathologie ont été reconstitués en tenant compte des pratiques médicales actuelles. **Résultats :** Le coût total est compris dans un intervalle allant de 1 milliard à environ 2 milliards d'euros/an. Soit 15 % à 31 % du déficit 2012 (de - 5,5 milliards d'euros) pour la branche assurance maladie du régime général de la sécurité sociale. Ces valeurs sont très supérieures aux valeurs généralement admises.

**Mots clés :** pollution de l'air ; coût de la maladie ; coûts des soins de santé ; santé publique.

## Abstract

### **Evaluation of the cost of air pollution to the French health care system**

*The costs of the air pollution are most often estimated by a socioeconomic approach that uses intangible costs (statistical value of human lives or pain and suffering, for example). It is difficult to set these values, except in specific cases for specific topics. Accordingly, these very general evaluations are the object of substantial debate and they provide only*

Pour citer cet article : Rafenberg C, Dixsaut G, Annesi-Maesano I. Évaluation à minima du coût de la pollution atmosphérique pour le système de soin français. *Environ Risque Sante* 2015 ; 14 : 1-16. doi : 10.1684/ers.2015.0769

*sparse useful data about the true costs to the French health care system of the diseases attributable to air pollution.*

*These costs are, however, important information that is essential for developing policy solutions to pollution.*

*This study calculates the attributable costs of air pollution for the French health care system for the five most common respiratory diseases overall, including hospital admissions for them, as well as for hospitalizations for cardiovascular diseases.*

*These costs are generated by the management and provision of care for patients in the French health care system (costs of consultations, treatments, examinations, and hospitalization). We have also tried to assess the costs of daily disability allocations paid for sick leaves.*

*This assessment is based on all new cases of these diseases reported in 2011 and, when that was not possible, by allocating a percentage (the fraction attributable to air pollution) to all annual costs of these diseases. Some unitary costs by disease were reconstructed while taking usual medical practices into account. Results: The total cost is in the range of € 1 to 2 billion/year. This value is 15% to 31% of the total 2012 deficit of the health insurance branch of the general social security system (€ 5.5 billion). These figures are much higher than the generally accepted values.*

**Key words:** air pollution; cost of illness; health care costs; public health.

Durant les dernières décennies, une évolution globalement favorable des émissions de polluants a été constatée en France. Malgré cela, la pollution de l'air reste un facteur de risque sanitaire important, identifié dans de nombreuses études toxicologiques et épidémiologiques. La pollution atmosphérique entraîne une augmentation de l'incidence et de la prévalence des maladies respiratoires ou cardio-vasculaires et des décès qui leur sont liés, aussi bien à l'occasion des pics de pollution que du fait de la pollution de fond.

Ces pathologies ne sont pas uniquement attribuables à la pollution de l'air extérieur : la pollution peut provenir de l'air intérieur, d'une surexposition professionnelle, ou être induites par une association d'expositions (air intérieur, extérieur, exposition professionnelle, tabac, etc.). Nous avons principalement pris en compte les études relatives à la pollution de l'air extérieur et les associations à d'autres facteurs de risques.

Les principales maladies respiratoires que nous avons considérées sont l'asthme (As), les bronchites aiguës (BA) ou les bronchites chroniques (BC), les cancers des voies respiratoires et les broncho-pneumopathies obstructives chroniques (BPCO).

Les coûts engendrés pour le système de soin restent mal connus et très approximatifs dans les études sur la pollution de l'air. L'objet de cette étude est d'affecter des valeurs au coût unitaire de prise en charge de chacune des maladies et des hospitalisations, puis de préciser le pourcentage de maladies ou de dépenses attribuables à la pollution de l'air afin d'obtenir un coût pour le système de soin.

## Des études et des modèles existants imparfaits

Dans le cadre de cette étude, nous nous sommes particulièrement intéressés aux valeurs de l'étude Ademe-PREDIT [1] (étude réalisée en 1996 avant les résultats d'APHEKOM en 2013). Cette étude reposait sur l'étude APHEA<sup>1</sup> dans 15 villes européennes. Elle modélisait l'exposition des populations à la pollution de l'air sur l'ensemble du territoire. Depuis cette époque, les résultats publiés en 1999 font référence en matière d'évaluation et de méthodologie d'évaluation des impacts sanitaires de la pollution de l'air.

Dans les travaux cités ci-dessus, des simplifications dont il faut tenir compte ont pu être faites en ce qui concerne :

- La définition des groupes de pathologies : confusion entre BC et BPCO et donc sur l'évolution en termes de mortalité<sup>2</sup> (l'une étant irréversible et à évolution invalidante, l'autre non) ;

<sup>1</sup> L'étude APHEA sur 15 villes européennes représentait 25 millions d'habitants (ERPURS pour l'île de France en 1994). PREDIT a réalisé une extrapolation sur l'ensemble de la Suisse, la France et l'Autriche à partir des villes de chaque pays. APHEA s'appelle aujourd'hui APHEKOM et évalue l'exposition dans 26 grandes villes d'Europe.

<sup>2</sup> A. Garric s'interroge sur la réalité d'un tel chiffre dans un article publié le 06 mars 2013 sur [www.lemonde.fr](http://www.lemonde.fr), *Les particules fines causent-elles vraiment 42 000 morts par an en France ?*

- Les coûts de soins unitaires pour ces pathologies : en confondant certaines pathologies, les coûts qui leur sont affectables ont aussi été confondus ;
- Les restrictions de populations étudiées : les études qui permettent de déduire les fractions attribuables à l'environnement (FAE) semblent restrictives en termes de populations étudiées (individus habitant en zone exclusivement urbaine ?).

Nous avons donc cherché à nous rapprocher des chiffres les plus récents. Cela nous a contraints à réaliser une ventilation par population et par pathologie la plus précise possible, à confronter ces données et les modèles de protocoles thérapeutiques aux pratiques des médecins sur le terrain.

## Le périmètre étudié : le système de soin français

Le système de soin est défini comme l'ensemble des intervenants publics ou privés, des opérateurs de soins, des prestataires de services physiques ou financiers contribuant à la prise en charge du patient, de ses séquelles ou de son accompagnement. Dans l'étude, nous avons pris en compte les indemnités journalières pour arrêt de travail, ce qui dépasse les limites strictes de l'offre de soin mais reste dans le périmètre que nous avons choisi de la prise en charge par le système de santé.

Certaines entités qui participent à l'offre de soin ont des activités multiples. Par exemple, les assurances complémentaires peuvent verser des prestations en cas d'arrêt de travail, mais elles offrent aussi des assurances traditionnelles. Le même problème se pose pour le transport des malades qui peuvent avoir recours à une société de taxi qui ne participe pas à l'offre de soin mais en assure en partie la logistique (figure 1).

## Les indemnités journalières du malade en cas d'arrêt de travail : un coût pour les caisses d'assurance maladie et les assurances complémentaires santé

Les pathologies liées à la pollution de l'air touchent tous les individus sans distinction (chômeur, retraité, actifs, inactifs). Il faudrait donc catégoriser ces populations par activité, par niveau de revenu, par niveau de protection des mutuelles, affecter un nombre de cas par tranche d'âge et par pathologie, etc.

Ces données semblent ne pas exister. Nous avons donc retenu la valeur 2011 de 48,43 euros (voir encadré 1)

qui implique certaines sous- ou surévaluations qu'il est nécessaire de préciser :

- Les calculs incluant la valeur à 48,43 euros sans carence sont surévalués pour les personnes au SMIC, « moins » surévalués pour les personnes gagnant moins de deux fois le SMIC (souvent affiliés à une mutuelle ou assurance complémentaire), et sous-évalués pour les personnes gagnant au moins deux fois le SMIC (dont les ressources permettent l'accès aux assurances complémentaires et mutuelles).

- Les calculs surévaluent la durée d'arrêt prise en charge par l'assurance maladie car nous avons considéré que la carence des trois jours est globalement prise en charge par les mutuelles pour les salariés du privé.

- Pour la fonction publique, il existe une sorte « d'invivibilité » des indemnités journalières puisque les arrêts courts n'ont pas d'impact sur les revenus pour l'année 2011, qui est notre année de référence.

- Hormis le coût de compensation de salaire du patient, ce montant est aussi inférieur au coût réel des jours d'arrêt, car il ne prend pas en compte d'autres frais comme la garde du malade, frais de garde d'enfants et d'autres coûts tangibles.

Cette valeur moyenne d'une journée d'arrêt toutes populations confondues de 48,43 euros est probablement sous-évaluée par rapport à la réalité du coût global d'une journée d'arrêt. Certains coûts sont sous-évalués dans la comptabilité des caisses comme les coûts administratifs de traitement des arrêts. La valeur de 48,43 euros est une approche par coût des dépenses de soin, plus proche d'une certaine réalité du système de soin que la valeur du PIB par habitant et par jour qui se rapporte à la perte de productivité.

## La FAE ou fraction attribuable à l'environnement : un outil simple et délicat à construire

La fraction attribuable à l'environnement se définit comme la part de chacune des maladies étudiées, attribuable à l'environnement sur l'ensemble des cas connus. Elle est le plus souvent exprimée en pourcentage. Elle peut être connue par une étude épidémiologique ou être obtenue en déduisant la part du tabac et des expositions professionnelles (valeurs publiées dans la littérature scientifique, avec une marge d'incertitude liée aux effets additifs ou multiplicatifs). Une fois cette part connue, elle est appliquée à l'ensemble des cas dénombrés pour connaître le nombre de cas attribuables à l'environnement. Certaines FAE ainsi évaluées ont permis d'en déduire d'autres (par exemple celle de la BPCO permet d'approcher celle de la BC).

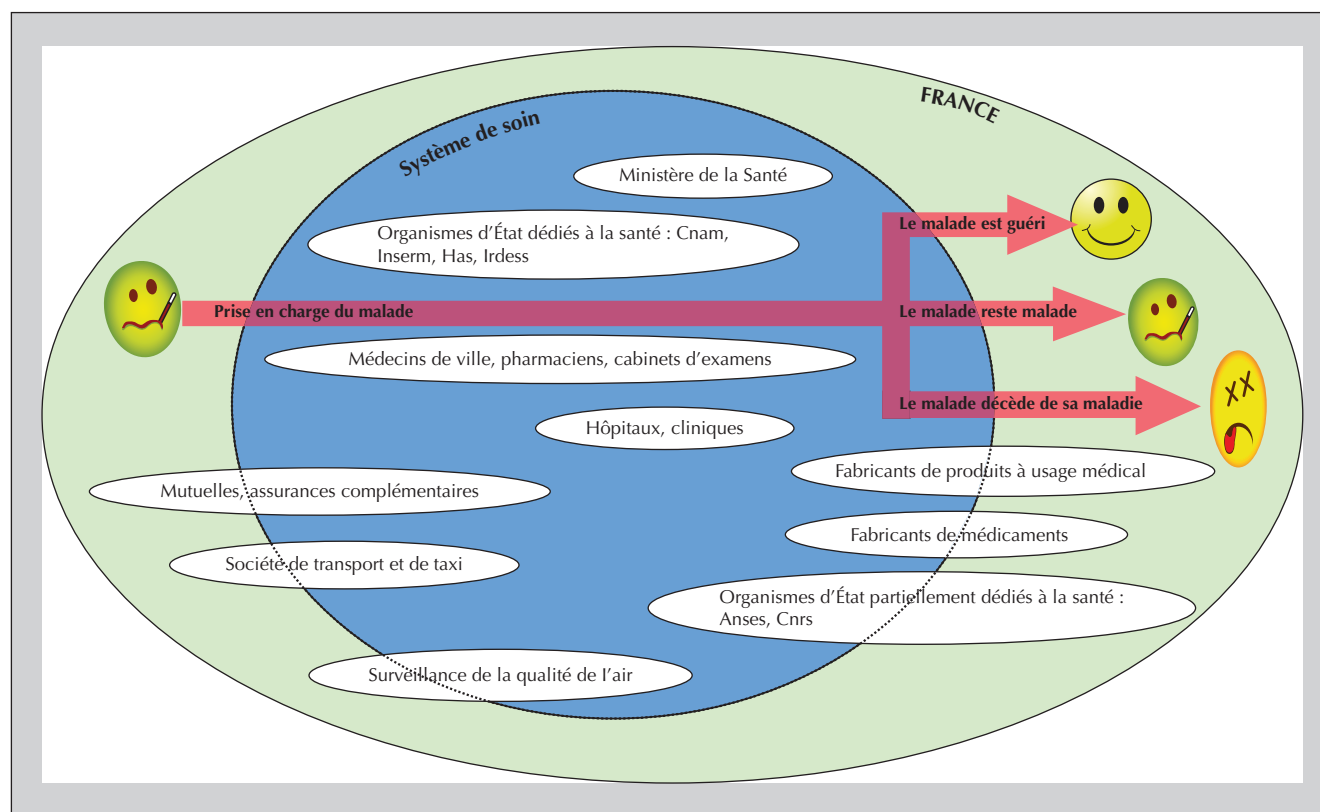


Figure 1. Périmètre de l'étude : le système de soin français.

Figure 1. Study scope: French health care system.

(Source: Rafenberg, Dixsaut, Annesi-Maesano).

Les hôpitaux et cliniques sont inclus dans le système de soin, la totalité de leurs activités s'inscrit dans celui-ci. Les fabricants de médicaments sont à cheval sur le système de soin, une partie de leurs activités est constituée de chimie fine pour l'industrie, compléments alimentaires, préparation vétérinaire, etc. Il en est de même pour une société de taxi qui a la charge de transport de malades mais dont l'activité principale est le transport de clients bien portant.

## La contrainte du coût annuel pour les maladies évolutives ou chroniques

Pour les BPCO évolutives et les BC simples, nous avons pris le parti de calculer le coût induit dans l'année par les nouveaux cas attribuables à la pollution de l'air.

Théoriquement, pour connaître précisément la part qui est imputable à l'environnement durant une année, il faudrait imputer les coûts de soins des malades déclarés sur toute la durée de survie (prévalence). Dans le cas d'une BPCO, ces coûts sont à calculer selon la sévérité qui s'accroît dans le temps lors de l'évolution tout en réduisant l'espérance de vie : nous ne savons pas évaluer le coût de prise en charge des cas prévalents qui varient en coût au cours de l'évolution de la gravité de la pathologie.

Comme nous n'avons pris en compte que les nouveaux cas incidents de l'année, cette étude a

tendance à largement sous-estimer le coût réel de cette pathologie.

Pour l'As, le problème est identique, car sur une année complète, les asthmatiques dont la maladie s'est déclarée depuis de nombreuses années, sont encore en traitement sur l'année considérée. Pour cette pathologie nous avons pris le parti de calculer le coût attribuable à l'environnement sur l'année, quelle que soit l'ancienneté du malade dans sa pathologie mais en tenant compte de sa gravité.

Cette « photographie » annuelle des coûts pour le système de soin français est donc imparfaite et globalement très sous-estimée.

## Estimer les impacts et leurs coûts

Pour chacune des maladies étudiées, l'étude s'est attachée à estimer le nombre de cas puis les coûts affectables à cette maladie (figure 2 et encadré 2).

### Encadré 1

#### Le chiffrage des indemnités a été réalisé sur la base des éléments suivants (en 2011) :

- 15% de la population active française gagne le SMIC, l'indemnité journalière est de 35,16 euros.
- 52% de la population active gagne entre un SMIC et moins de deux fois le SMIC, l'indemnité journalière est entre 35,16 euros et 48,43 euros.
- 33% gagne au moins deux fois le SMIC ou plus, l'indemnité journalière est de 48,43 euros (source Insee - Institut national de la statistique et des études économiques).
- Les indemnités pour arrêt maladie sont versées aux demandeurs d'emplois, elles ne sont toutefois pas compatibles avec l'allocation chômage qui est "gelée" durant le versement de ces indemnités. Il s'agit d'un transfert de charge entre l'assurance chômage et l'assurance maladie.
- Les personnes bénéficiant d'un revenu de solidarité et/ou d'autres aides à caractère social continuent de recevoir des aides, même malades. Si ces sommes ne transitent pas par le système de soin, elles restent à la charge de l'État.
- Les assurances et mutuelles compensent une partie du manque à gagner lié à la carence des trois jours dans le privé (2011), surtout pour les arrêts de courte durée. Ce type de remboursement constitue un produit d'appel dans la concurrence qu'elles se livrent. Le délai de carence n'existe pas dans le secteur public jusqu'en 2011 (il a été supprimé en 2012 et 2013, puis est de nouveau appliqué depuis fin 2013) soit pour environ 25% de la population active qui travaille dans les fonctions publiques (État, territoriale, hospitalière).

Pour réaliser une estimation fine du nombre de cas, il est nécessaire de connaître la gravité de chaque cas, les évolutions possibles dans le temps et dans l'échelle de gravité.

Il est possible, soit de connaître le nombre de patients pris en charge par le système de soin sur l'année (As, BC, BPCO) soit le nombre cas déclarés dans l'année (BA). Les cas de cancers, bien que nécessitant une prise charge à long terme, sont estimés à partir des cas déclarés dans l'année et pris en charge pour la première fois (prise en charge de première intention).

L'estimation des coûts unitaires de chaque maladie constitue la seconde partie. Elle nécessite :

- Soit l'identification des protocoles thérapeutiques pour les rapprocher de leurs coûts (soin/traitement/hospitalisation) qui sont ensuite sommés ;
- Soit l'obtention d'une donnée globale *ad hoc* dans une publication scientifique représentant le coût total de prise en charge du patient.

Il est parfois nécessaire de réaliser les deux approches pour confronter les données et choisir la donnée la plus fiable.

La multiplication du nombre de cas annuels par le coût unitaire permet l'obtention d'un coût global par maladie ou pour les hospitalisations.

### Évaluation du coût des broncho-pneumopathies chroniques obstructives (BPCO)

La BPCO est une maladie respiratoire chronique progressive et non réversible. Cette maladie se caractérise par une réduction progressive de la fonction respiratoire (obstruction), par une hypersécrétion des muqueuses prenant l'apparence d'une BC permanente (toux, expectoration, dyspnée).

Mais la BPCO n'est pas une BC ! Il existe une confusion entre BC et BPCO dans les études sur les impacts de la pollution de l'air. Cette confusion est à l'origine d'une évaluation erronée des coûts de la BPCO dans l'étude Ademe-PREDIT. La lecture attentive montre une agrégation<sup>3</sup> des deux pathologies dans une valeur unique « BC » dont la valorisation des traitements médicaux est très faible par rapport aux broncho-pneumopathies chroniques obstructives. Cette confusion est répétée dans les modélisations des impacts sanitaires de la pollution de l'air (NEEDS, EXTERNE, CAFE, etc.).

La valeur avancée dans l'étude Ademe-PREDIT de 1999 pour les « bronchites chroniques » est de 3 300 euros/15 ans, avec un coût annuel de 220 euros par an. Le fait d'affecter une durée de 15 ans pour la BC n'est pas fondé, une telle durée de 15 ans étant plutôt celle de la durée de survie moyenne des patients atteints de BPCO. En parallèle, nos estimations sur le coût annuel des BPCO légères, que nous avons rapproché en termes de coûts de traitements des BC, sont trois fois supérieures à la valeur de 220 euros (voir chapitre Évaluation du coût des bronchites chroniques simples (BC)).

Cette différence ne peut pas être expliquée par l'actualisation du coût entre 1999 et 2011, mais certainement par une sous-estimation des protocoles thérapeutiques dans les études précédentes (confusion BPCO/BC) et/ou en raison de l'évolution thérapeutique.

Si toutefois la catégorie « BC » de l'étude Ademe-PREDIT recouvrait des BPCO, la valeur de 3 300 euros pour la durée de 15 ans serait alors très fortement inférieure aux valeurs attendues sur cette même période. À titre d'ordre de grandeur, en considérant arbitrairement une évolution progressive sur 15 ans de la BPCO, que le patient passe 6 ans au stade léger, 6 ans au stade moyen et 3 au stade sévère avant son décès, le coût sur cette

<sup>3</sup> L'agrégation est en réalité faite dans les modèles utilisés par l'étude.

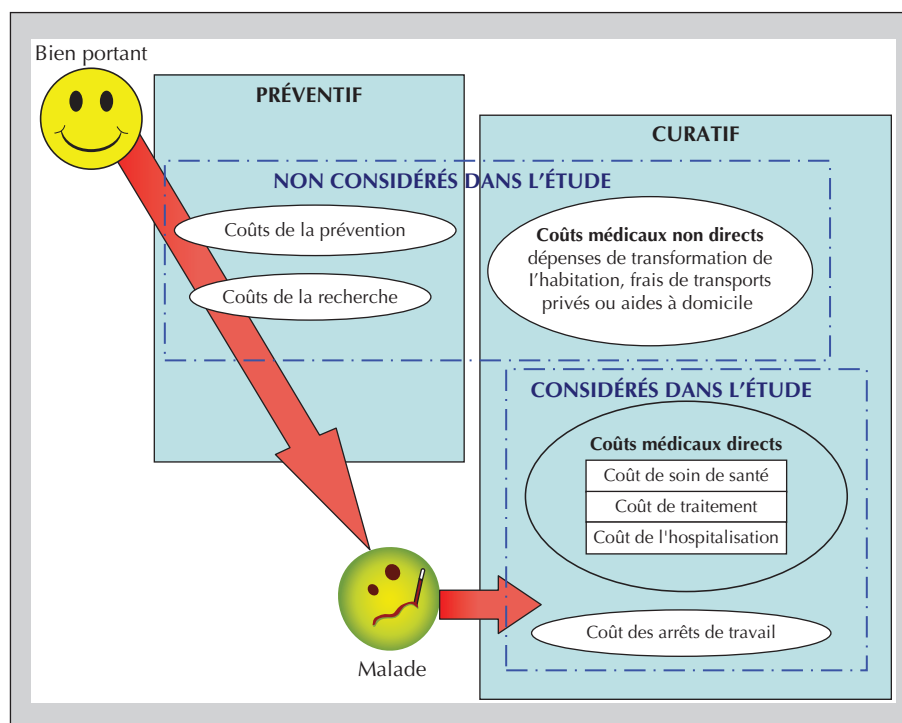


Figure 2. Périmètre de l'étude : les coûts.

Figure 2. Study scope: Costs.

(Source : Rafenberg, Dixsaut)

### Encadré 2

#### Les inconnues : coûts d'examens et coûts de transports

Les coûts d'examens complémentaires hors hôpital (radios, analyses, etc.) ne sont pas toujours visibles mais ils sont pourtant pris en charge. Les examens prescrits en médecine de ville en dehors des cancers et affections de longue durée ne sont pas connus et ne peuvent être pris en compte. Cela occasionne une sous-estimation notable.

Le coût du transport des malades, qui représente une part importante des dépenses de santé, n'est pas connu pour les différentes maladies (As invalidant, cancer, BPCO). Nous ne disposons pas des données nécessaires pour estimer les coûts occasionnés, mais le fait de ne pas les estimer contribue à une autre sous-estimation notable. Le transport pris en charge par l'assurance maladie représente 3,5 milliards d'euros en 2010 pour plus de 65 millions de trajets effectués et plus de cinq millions de bénéficiaires.

période de 15 ans est compris entre 20 000 et 25 000 euros (au lieu de 3 300 euros). Le fait de ne pas avoir défini de catégorie spécifique BPCO dans l'étude Ademe-PREDIT est aussi un élément supplémentaire qui plaide en faveur d'un amalgame entre les BC et BPCO, avec la conséquence de masquer une partie des (vraies) BC et une large part des BPCO très coûteuses en soins.

Il n'a pas été possible de déterminer avec précision le nombre de nouveaux cas annuels de BPCO tous stades confondus. La seule donnée annuelle connue est constituée par environ 40 000 nouveaux cas diagnostiqués BPCO admis en ALD<sup>4</sup> 14 « insuffisance respiratoire grave » (2009), selon le ministère de la Santé. Ces 40 763 cas correspondent tous à des stades sévères, selon les critères de reconnaissance de l'affection de longue durée. Cette population semble sous-estimée car de nombreux malades de BPCO « s'ignorent », d'autres ne rentreront pas dans une classification ALD « maladie respiratoire chronique » car ils souffriront aussi d'affec-

<sup>4</sup> ALD = affection de longue durée.

tions cardiaques ou circulatoires en relation ou non avec leur BPCO.

En utilisant les modèles de répartition par niveau de gravité [2], appliqués au total des nouveaux cas de BPCO pris en charge en ALD dans l'année, nous obtenons : 40 763 nouveaux cas sévères (8,5 %), 64 741 nouveaux cas modérément sévères (13,5 %), 134 278 nouveaux cas modérés (28 %) et 239 782 nouveaux cas considérés comme légers (50 %). Le total annuel de nouveaux cas de BPCO est ainsi, et selon ce mode d'estimation, d'environ 479 500 cas incidents sur l'année considérée.

Hollander et Mesle du RIVM (*Netherlands National Institute for Public Health and the Environment*) [3] évaluent la FAE des maladies respiratoires chroniques entre 5 et 15 % dans les pays développés. Nous pouvons aussi approcher la FAE en considérant que 80 % des BPCO sont attribuables au tabac et 10 % attribuables à une exposition professionnelle (Institut national de recherche et de sécurité - INRS). Il reste donc 10 % attribuables à l'environnement soit 47 900 cas. Nous avons choisi de considérer les valeurs hautes, 10 % à 15 %, ce qui indique qu'entre 47 900 et 72 000 nouveaux cas par an de BPCO sont attribuables à l'environnement.

Le coût des BPCO attribuables à l'environnement doit être évalué en tenant compte de la sévérité.

En matière de coûts, nous nous fondons sur l'étude SCOPE [4]. En appliquant ces valeurs au nombre de cas ventilés par gravité, nous obtenons un coût pour le système de soin compris entre 124 millions d'euros/an et 186 millions d'euros/an (*tableau 1*).

### Évaluation du coût des bronchites chroniques simples (BC)

La BC est la plupart du temps provoquée par le tabagisme, la pollution de l'air ou une exposition

professionnelle (les causes s'associent ou se cumulent). Ces bronchites sont réversibles, par exemple si le patient est éloigné des sources de pollution ou arrête de fumer.

Il n'a pas été possible de trouver des données relatives au nombre annuel de cas de BC. Notre étude a donc réalisé une estimation des cas attribuables à l'environnement et des coûts médicaux directs.

Nous savons que les symptômes de la BC ne prédisent pas la survenue d'une BPCO (apparition d'un trouble ventilatoire obstructif irréversible), mais environ 20 % des patients atteints de BC présenteront une BPCO. Nous avons estimé que l'évolution se faisait de BC à BPCO légère.

Le nombre total de nouveaux cas de BPCO légère par an étant estimé à environ 239 782, en appliquant la valeur de 20 % de BC évoluant en BPCO à ces 239 782 cas, le nombre de nouveaux cas de BC simple peut être estimé à environ 1 200 000 nouveaux cas par an.

Pour déterminer la FAE, nous utiliserons le raisonnement suivant : 80% pour le tabac, 10 % pour les expositions professionnelles. Il reste 10 % du total des BC attribuables à l'environnement. Le nombre de nouveaux cas annuels de BC simples attribuables à l'environnement est ainsi estimé à environ 120 000 cas.

La seule pathologie pouvant se rapprocher de la BC simple par ses symptômes est la BPCO légère. L'étude de l'InVS (Institut de veille sanitaire) [5] n'a pas pu faire la part entre les recours aux soins directement liés à la maladie et ceux liés à une co-morbidité (épisode de BA par exemple), mais les patients atteints de BPCO légère ont consulté au moins sept fois dans l'année.

En partant de la définition de la BC (trois mois de toux continue par an pendant au moins deux ans, phénomènes réversibles, etc.), il semble raisonnable de n'affecter que cinq consultations par an au lieu des sept de la BPCO légère : deux consultations pour des épisodes aigus (comptabilisés dans les BA), deux consultations de

**Tableau 1.** Coût annuel pour le système de soin des nouveaux cas de broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) attribuables à l'environnement.

*Table 1. Annual costs to the health care system of new cases of chronic obstructive pulmonary disease (COPD) attributable to the environment.*

	% par gravité	50 %	28 %	13,5 % de BPCO	8,5 %	Total des coûts pour le système de soin des BPCO attribuables à la pollution de l'air	
		de BPCO légères	de BPCO modérées	modérées sévères	de BPCO sévère		
	Coût unitaire annuel de prise en charge €/an	600 €/an	3 861 €/an	3 922 €/an	7 914 €/an		
Nombre de nouveaux cas par an des BPCO attribuables à l'environnement	Valeur basse	47 900	23 950	13 412	6 467	123,7 millions €/an	
	Coût mini		14 370 000	51 783 732	25 361 613		32 221 851
	Valeur haute	72 000	36 000	20 160	9 720	6 120	186 millions €/an
	Coût maxi		21,6 millions €/an	77,8 millions €/an	38,1 millions €/an	48,5 millions €/an	

**Tableau 2.** Coût annuel pour le système de soin des bronchites chroniques simples (BC) attribuables à l'environnement.

Table 2. Annual costs to the health care system of cases of simple chronic bronchitis attributable to the environment.

Nombre total de nouveaux cas de BC par an	Fraction attribuable à l'environnement 10 %	Coût annuel des traitements et des consultations	Coût des arrêts pour BC	Total
1 340 000 cas	134 000 cas	600 €/an	30 jours à 48,43 €	113,4 millions €
		<b>80,4 millions €</b>	<b>33 millions €</b>	

traitement de fond et une spécifique à la maladie (pneumologue, spirométrie, etc.) ou après un épisode aigu.

Il existe un flou dans le parcours de soin de ces patients. L'estimation du nombre de consultations hors épisodes aigus n'est pas réellement connue et se trouve probablement entre une et trois consultations par an et par patient. Mais un traitement de fond ne peut être dispensé que pour six mois maximum. Une année complète nécessite donc au moins deux visites chez le médecin. De plus, il est certain que les patients atteints de BC simples développent des co-morbidités, mais en l'absence d'étude, nous n'avons rien pu associer. Trois consultations annuelles semblent donc être une estimation assez proche de la réalité.

Nous ne disposons pas d'étude spécifique sur le coût de traitement et de consultation d'une BC, nous l'estimons par analogie. Nous affectons à l'ensemble des malades atteints de BC le même parcours de soin que pour une BPCO légère (il n'est pas possible de faire une analogie avec la BA car les traitements inhérents à la maladie sont spécifiques de la chronicité et s'étalent sur l'année, leurs coûts sont donc beaucoup plus élevés que dans une BA).

La H.A.S (Haute autorité de santé) recense les différentes classes de médicaments utilisés [6] :

- Les broncho-dilatateurs qui se déclinent en de multiples classes<sup>5</sup> avec des coûts très variables<sup>6</sup>. Ils sont souvent prescrits sous formes d'inhalateurs à actions rapides ou prolongées et leurs coûts sont de l'ordre de plusieurs dizaines d'euros (de 20 euros à plus de 40 euros par inhalateur, dont le volume couvre en général 1/2 mois à 1 mois au maximum).

- Des corticoïdes inhalés peuvent être associés. Le prix, de 20 euros à plus de 40 euros, est tout aussi élevé pour des durées de traitements équivalentes (1/2 mois à 1 mois).

En l'absence d'information précise sur le coût moyen annuel du traitement des BC simples, nous reprendrons la

valeur moyenne des coûts des traitements associés aux BPCO moyennes que propose l'étude SCOPE, soit 600 euros par an. Nous associons à ce coût les trois consultations médicales à 23 euros.

La BC et les comorbidités associées sont responsables d'arrêts maladie. Il est difficile d'estimer précisément la durée de ces arrêts et la population concernée. Cependant, une étude indique que 16,9 % [5] des personnes atteintes de BC ont au moins un mois d'arrêt maladie dans l'année.

Nous retiendrons cette valeur en l'absence d'une ventilation du pourcentage d'arrêt par durée. En appliquant la valeur de 48,43 euros, le coût des arrêts peut être estimé à environ 33 millions d'euros (tableau 2).

### Évaluation du coût des bronchites aiguës (BA)

La BA est la plupart du temps provoquée par une infection virale des voies aériennes (80 % - 90 % des cas) et survient brusquement sur une courte période, par opposition à une BC qui s'étale sur plusieurs mois. La BA peut aussi être liée à une exacerbation d'une pathologie chronique. Les phénomènes peuvent être intenses et nécessiter une hospitalisation, notamment chez les personnes âgées et les enfants. Il n'y a pas de compte double pour les hospitalisations qui font l'objet d'un compte particulier (voir chapitre Évaluation du coût des hospitalisations).

On estime à 10 millions le nombre annuel de cas de bronchites aiguës en France [7]. Elles seraient aussi à l'origine de plus de 20 millions de consultations médicales par an. C'est la première cause de consommation d'antibiotiques et elle représente environ un tiers de la consommation totale d'antibiotiques en France [8]<sup>7</sup>. Dans le PMSI (Programme de médicalisation des systèmes d'information), on dénombre 34 149 hospitalisations pour

<sup>5</sup> Bêta 2 stimulant, ou anticholinergiques.

<sup>6</sup> Dictionnaire VIDAL<sup>TM</sup>.

<sup>7</sup> Le coût des antibiotiques est estimé à environ 800 millions à 1 milliard d'euros par an selon les années. Agence nationale de sécurité du médicament (ANSM). *Dix ans d'évolution des consommations d'antibiotiques en France*. Juin 2012.



**Tableau 3.** Coût annuel pour le système de soin des bronchites aiguës (BA) des adultes et des enfants attribuables à l'environnement.

Table 3. Annual cost to the health care system of cases of acute bronchitis attributable to the environment in adults and children.

	Nombre de cas de BA attribuables à l'environnement	Coût de soin et traitements	Coût des arrêts de travail	Total
Enfants	450 218	52 €	-----	23,4 millions €
Adultes	500 000	52 €	5 × 48,43 € = 242 €	147 millions €
Total du coût attribuable à l'environnement pour les bronchites aiguës des adultes et des enfants				<b>170,4 millions €</b>

BA en 2003, réparties par tranche d'âges : 24 % pour les moins de 25 ans, 6 % pour les 25-44 ans, 13 % pour les 45-64 ans et 57 % pour les 65 ans et plus. Ces indices de morbidité sont plus élevés aux extrêmes de la vie (moins de 25 ans et plus de 65 ans). On retrouve ici la sensibilité accrue à la pollution de l'air de ces tranches d'âges.

L'étude de Chanel *et al.* [1] propose un nombre annuel de BA attribuables à la pollution de l'air de 450 218 cas mais uniquement pour les enfants de moins de 15 ans (environ 4,5 % du total des 10 millions de cas, ce qui est dans l'ordre de grandeur de la FAE). Nous retiendrons cette valeur de 4,5 % pour les enfants de moins de 15 ans. Il reste 9,5 millions de cas dont une part peut être attribuée à la pollution de l'air chez les adultes [9].

Comme il n'est pas possible d'évaluer la fraction attribuable à la pollution de l'air applicable aux 9,5 millions de cas de BA des adultes, notre étude a pris le parti d'approcher cette valeur par d'autres moyens.

La littérature scientifique recense de nombreuses études sur le tabac. Nous savons que 80 % des BPCO [2], 80 % à 90 % des cancers bronchiques [10] et des BC lui sont imputables. En l'absence de donnée de la littérature sur le pourcentage de BA chez les adultes attribuables à l'environnement, nous avons donc extrapolé empiriquement aux BA les valeurs de cette répartition. Nous proposons d'affecter 80 % des 10 millions de cas de bronchites au tabagisme (actif ou passif<sup>8</sup>) et/ou à la sensibilité naturelle des individus (génétique ou épigénétique, ce qui revient à dire qu'avec ou sans tabac, avec ou sans pollution, ces personnes auraient « attrapé » une bronchite). Une autre part, restreinte, est affectable aux expositions professionnelles (fumées, poussières, gaz, variations de températures brusques, diverses expositions, etc.), estimé à environ 10 % par analogie aux BPCO après correction des effets du tabac [11].

<sup>8</sup> Un total de 24 % des cas de BA et de pneumonie seraient attribuables à la fumée de tabac dans l'environnement. Actes du colloque. *Fumeur : mode d'emploi*. Conseil québécois sur le tabac et la santé, Société canadienne du cancer. Septembre 1999.

La part attribuable à l'environnement des BA des adultes de plus de 15 ans (plus de 65 ans compris) se situe aux environs de 5 %, soit presque la même valeur que pour les moins de 15 ans. Le nombre de cas de BA des adultes annuellement attribuable à l'environnement est ainsi d'environ 500 000.

La durée de l'arrêt de travail pour une BA est estimée par la H.A.S [12]. Elle propose une valeur variable selon le type d'emploi, mais nous retiendrons la valeur moyenne de 5 jours avec un coût d'une journée d'arrêt plafonné à 48,43 euros<sup>9</sup>.

Nous avons cherché à décomposer les coûts médicaux directs des BA. Le prix d'une consultation sans dépassement chez le généraliste est de 23 euros (remboursé 22). Le coût de l'antitussif le moins cher sur le marché est d'environ 5 euros (source H.A.S, produit encore prescrit en 2011), une boîte d'antalgique coûte environ 2 euros, et le moins coûteux des antibiotiques à visée pulmonaire coûte environ 4 euros/boîte (si nécessaire). Cependant, le coût total moyen de l'ordonnance en 2007 est estimé par l'Irdes (Institut de recherche et documentation en économie de la santé) à 29,40 euros pour les prescriptions des BA, de la grippe, de la toux et des affections aiguës des voies respiratoires supérieures [13]. Nous préférons additionner la valeur de l'Irdes aux 23 euros de la consultation. Le montant est d'environ de 52 euros (tableau 3).

### Évaluation du coût de l'asthme (As)

L'enquête GINA 2006 [14] estimait que six asthmatiques sur dix présentaient des symptômes de la maladie insuffisamment contrôlés. En 2008, la Cnam (Caisse nationale d'assurance maladie) indiquait qu'environ un quart des personnes atteintes d'As persistant n'étaient pas soignées correctement. Depuis, la prise en charge des As intermittents et persistants s'est améliorée grâce à de nouveaux traitements et une généralisation des traitements

<sup>9</sup> Caisse nationale de l'assurance maladie (CNAM), règles de calcul des indemnités journalières des arrêts maladie. [www.ameli.fr](http://www.ameli.fr)

**Tableau 4.** Ventilation par gravité et par coûts des cas d'asthmes attribuables à l'environnement.

Table 4. Breakdown of asthma cases attributable to the environment, by severity and by costs.

Nombre de cas d'asthmes attribuables à l'environnement	Très léger à léger 39 %	Modéré 43 %	Sévère 18 %	Total
Valeur basse (10 %)	156 000 cas	172 000 cas	72 000 cas	400 000 cas
Valeur haute (35 %)	546 000 cas	602 000 cas	252 000 cas	1 400 000 cas
Coût de traitement	443 €	764 €	1536 €	
Valeur basse	69,1 millions €	131,4 millions €	110,6 millions €	311,1 millions €
Valeur haute	242 millions €	460 millions €	387 millions €	1089 millions €
Passages aux urgences imputables à l'environnement	191 € par passage			
	Valeur basse	20 000		3,8 millions €
	Valeur haute	70 000		13,4 millions €
Valeur basse du coût total de l'asthme	315 millions €			
Valeur haute du coût total de l'asthme	1102,4 millions €			

préventifs de l'As intermittent pris en charge comme l'As persistant : les traitements préventifs permettent de réduire la fréquence des crises et la mortalité [15]. Nous avons pu estimer le coût annuel de traitement pour un As intermittent léger à environ 800 euros en 2012 contre 443 euros en 2006 [14, 15]. L'évolution de ces coûts tient aux nouveaux traitements apparus depuis 2006 et à la prise en charge des asthmatiques persistants et intermittents, généralement pris en charge de façon continue en médecine de ville. Faute d'avoir pu évaluer les coûts pour les autres niveaux de gravité, nous retiendrons les valeurs de l'enquête ESPS 2006, exhaustive sur la prévalence, le contrôle et les déterminants de l'As en France.

Il n'est pas possible de déterminer le nombre de nouveaux cas d'As déclarés, avec une gravité connue, durant une année pleine. Par contre, il est possible de déterminer l'impact de l'environnement sur l'ensemble des soins, des traitements et des hospitalisations associables aux asthmatiques durant une année (c'est-à-dire des nouveaux cas déclarés dans l'année ou les cas plus anciens encore en traitement).

En 2006, Delmas *et al.* [16] estiment qu'il y aurait plus de 4 millions d'asthmatiques en France (6,7 % de la population totale et 9 % des enfants - première maladie chronique de l'enfant [14]). En ce qui concerne la FAE, nous retenons que de 10 % à 35 % des cas d'As sont attribuables à l'environnement (Afsset [17])<sup>10</sup>. La ventilation retenue par gravité et par coût de soin est celle proposée par l'étude Com-Ruelle *et al.* en 2002. Nous appliquerons cette ventilation à l'ensemble des As (persistants ou intermittents) (tableau 4).

La prise en charge de l'As aigu dans les services d'urgences hospitalières représente environ 200 000

passages dans les services d'accueil des urgences hospitalières chaque année en France (Salmeron [18]). Nous appliquerons la fraction attribuable de 10 % à 35 % à ces passages aux urgences hospitalières pour estimer qu'entre 20 000 et 70 000 passages aux urgences hospitalières sont imputables à la pollution de l'air. La valeur d'un passage aux urgences hospitalières est estimée à 191 euros [19].

### Évaluation du coût des cancers des voies respiratoires

En 2011, l'INCa (Institut national du cancer) recensait 40 205 nouveaux cas [20] de cancers de l'appareil respiratoire inférieur (poumons, bronches, plèvre) et 7 600 cas de l'appareil respiratoire supérieur (lèvre, cavité orale, pharynx) sur 365 500 nouveaux cas de cancers estimés en 2011. Les cancers de l'appareil respiratoire inférieur représentent près de 11 % de tous les nouveaux cas de cancers détectés annuellement et ils sont responsables de près d'un décès sur cinq attribuables aux cancers. Ces cancers peuvent être induits par différentes expositions cumulées ou une succession d'expositions (air intérieur, extérieur, exposition professionnelle, tabac, etc.).

Selon l'Afsset (Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail) [17], 1 à 5 % des cancers sont généralement d'origine environnementale. Pour ce qui concerne les cancers des voies respiratoires, Mesle et Hollander [3] précisent que les différentes causes n'ont pas les mêmes effets : le radon naturel représenterait 3 à 10 % de l'incidence, le tabagisme passif de 1 à 5 % de l'incidence, le tabagisme actif de 80 % à 90 % de l'incidence. Pour la pollution atmosphérique, ils attribuent un intervalle de 4 % à 10 % aux particules fines. Le 1 % de l'Afsset semble minimiser l'impact de la pollution.

<sup>10</sup> 26 à 53% pour l'OMS mais pour tous les pays et avec l'air intérieur.

**Tableau 5.** Cancers respiratoires imputables à l'environnement.

Table 5. Respiratory cancers attributable to the environment.

<b>Type de cancer : voies respiratoires basses (poumons, bronches, plèvre)</b>			
Nombre de cas 2004	FAE	Intervalle	
40205 cas	De 4 % à 10 %	Valeur basse	1 608
		Valeur haute	4 020
<b>Type de cancer : voies respiratoires hautes (lèvre, cavité orale, pharynx)</b>			
Nombre de cas 2004	FAE	Intervalle	
7 600 cas	De 1 % à 5 %	Valeur basse	76
		Valeur haute	380
<b>Total des cancers toutes localisations confondues</b>		Valeur basse	1 684
		Valeur haute	4 400

FAE = fraction attribuable à l'environnement

L'intervalle retenu est un composite des intervalles de l'Afsset et du RIVM (tableau 5).

Le taux de survie des cancers des voies respiratoires nous est fourni par l'INCa. Il décroît très notablement dans les deux premières années après diagnostic et est estimé à 12,3 % à  $n + 5$  [21], le cancer du poumon reste un cancer dont le taux de survie est faible.

En prenant en compte ces paramètres, nous avons ventilé les patients vivants et décédés sur les années précédentes. Le taux de survie global a peu varié durant les dernières années. Cette ventilation nous permet de déterminer : les patients pris en charge dans un suivi post-thérapeutique sur l'année observée sur une durée de cinq ans (de  $n + 1$  à  $n + 5$ ), les patients atteints de cancers dans les années précédentes (jusqu'à  $n + 5$ ) qui décèdent sur l'année observée et les patients qui déclarent une première fois un cancer sur cette même année observée.

Nous avons considéré que le nombre de cancers déclarés restait constant sur cette courte période de cinq ans (tableau 6).

L'INCa [22] indique un coût de prise en charge médicale pour la localisation « appareil respiratoire » d'environ 1 milliard d'euros (examens, hospitalisations, traitements, radiothérapie, chimiothérapie, médecine de ville inhérente à l'ALD elle-même, etc.). Ce coût prend en compte les soins curatifs (y compris les coûts de diagnostic, de suite du premier traitement et de réadaptation) mais pas les soins de support ou palliatifs<sup>11</sup>. Le coût moyen d'un cancer de l'appareil respiratoire s'établit à 24 000 euros par an en 2004. Ce coût est très

éloigné de la réalité car il n'intègre pas les traitements améliorant la vie du patient hors hospitalisation.

Nous n'avons pas recensé d'étude donnant des informations exhaustives sur la durée des arrêts de travail, en particulier en France, pour les cancers des voies respiratoires. Une valeur moyenne de 120 jours référencée dans une étude qui ne porte pas sur les cancers des voies respiratoires [23] est utilisée par l'INCa (bien que la durée de 120 jours semble faible dans le cas des cancers de l'appareil respiratoire).

Pour le calcul, nous retiendrons 120 jours à 48,43 euros. Le coût de l'arrêt s'établit à 5 811 euros.

Les coûts de prise en charge secondaire d'un cancer suivie du décès du patient à  $n + 1$ , 2, 3, 4 ou 5 sont estimés équivalents au coût de première intention de l'année  $n$ , soit 24 000 euros. Ce coût comprend les coûts de soins de prise en charge secondaire du cancer, les hospitalisations et les soins de fin de vie, souvent très onéreux. Nous appliquons donc ces 24 000 euros aux 1 477 à 4 936 patients qui décèdent au cours de l'année considérée. Dans une approche restrictive nous ne considérons que la possibilité d'une reprise secondaire suivie d'une fin de vie. Il peut y avoir des délais important entre la reprise secondaire et la fin de vie, voire une reprise tertiaire. La fin de vie devrait aussi être différenciée de la reprise car son coût peut être important. Le coût du cancer est donc minoré.

Nous avons affecté des arrêts de travail aux malades qui décèdent dans l'année étudiée. Au total, 39 % des décès par cancer du poumon surviennent avant 65 ans [24], soit avant l'âge de la retraite. Nous avons donc utilisé la valeur précédente de 120 jours (trois mois en phase terminale) à 5 811 euros pour 39 % des 1 477 à 4 936 décès.

Le suivi post-thérapeutique est plus complexe. Une planification d'examen peut être retrouvée dans la littérature mais elle reste peu exhaustive et n'indique que la fréquence des radios et des scanners thoraciques

<sup>11</sup> Soins de support : l'ensemble des soins et soutiens nécessaires aux personnes malades, parallèlement aux traitements spécifiques tout au long des maladies graves. Soins palliatifs : soulager les douleurs physiques et les autres symptômes, mais aussi prendre en compte la souffrance psychologique, sociale et spirituelle. (Source Société française d'accompagnement et de soins palliatifs).

**Tableau 6.** Nombre de patients atteints de cancers attribuables à l'environnement déclarés, en suivi ou qui décèdent dans l'année (toutes typologies confondues, localisations hautes et basses confondues).

Table 6. Number of cases of cancer attributable to the environment reported, in treatment, follow-up, or who died during the year (all types combined, upper and lower respiratory sites combined).

		Taux de survie						
		2011	2010	2009	2008	2007	2006	
		12,30%	15,20%	17,80%	24,30%	42,90%	n	
		n+5	n+4	n+3	n+2	n+1		
De 2005 à 2011	Patients vivants	Valeur haute	541	669	783	1 069	1 888	4 400
		Valeur basse	207	256	300	409	722	1 684
	Patients décédés dans l'année	Valeur haute	128	114	286	818	2 512	
		Valeur basse	49	44	109	313	962	
De 2006 à 2011	Patients vivants	Valeur haute	669	783	1 069	1 888	4 400	
		Valeur basse	256	300	409	722	1 684	
	Patients décédés dans l'année	Valeur haute	114	286	819	2 512		
		Valeur basse	44	109	313	962		
De 2007 à 2011	Patients vivants	Valeur haute	783	1 069	1 888	4 400		
		Valeur basse	300	409	722	1 684		
	Patients décédés dans l'année	Valeur haute	286	819	2 512			
		Valeur basse	109	313	962			
De 2008 à 2011	Patients vivants	Valeur haute	1 069	1 888	4 400			
		Valeur basse	409	722	1 684			
	Patients décédés dans l'année	Valeur haute	819	2 512				
		Valeur basse	313	962				
De 2009 à 2011	Patients vivants	Valeur haute	2 414	5 628				
		Valeur basse	722	1 684				
	Patients décédés dans l'année	Valeur haute	3 214					
		Valeur basse	962					
Sur 2011	Patients déclarant un cancer en 2011 et en vie sur cette année	Valeur haute	4 400					
		Valeur basse	1 684					
Total 2011	Patients vivants	Valeur haute	9 876					
		Valeur basse	3 579					
	Patients décédés dans l'année	Valeur haute	4 561					
		Valeur basse	1 477					

ou des examens cliniques [25]. De nombreux coûts doivent être aussi pris en compte : les séances de réadaptation fonctionnelle, les traitements variés d'amélioration de la vie ou les traitements de la douleur, les actions visant à diminuer les conséquences de la maladie ou les effets secondaires des traitements, les analyses biologiques, les alimentations spécifiques. Le suivi post-thérapeutique est estimé à 25 % du coût de première intention ou de reprise<sup>12</sup>, soit 6 000 euros/an sur les deux premières années de la maladie (n + 1, n + 2) pour les 1 132 patients à 3 782 patients. Pour les autres années (n + 3, n + 4, n + 5), l'espacement des contrôles (de six mois à un an), l'atténuation des effets de la maladie et la

diminution des traitements réduisent ces coûts à 25 % du coût de suivi des premières années, soit 1 500 euros (tableau 7).

### Évaluation du coût des hospitalisations

Notre étude a été réalisée avant la publication des résultats de l'étude APHEKOM. Nous avons retenu le nombre annuel de cas proposé dans l'étude de Chanel et al. Les hospitalisations pour cause respiratoire sont estimées à 13 796 cas/an et les hospitalisations pour cause cardiovasculaire à 19 761 cas/an.

La durée moyenne d'hospitalisation du PMSI en 2010 est de 8,6 jours. L'estimation du nombre de jours de repos au domicile après hospitalisation est considérée comme équivalente à la durée d'hospitalisation, soit 8,6 jours d'arrêt au domicile, pour un coût par jour d'arrêt de 48,43 euros.

<sup>12</sup> Nous n'avons pas trouvé de valeur spécifique au suivi de ces cancers. Une évaluation des cancers de la tête et du cou évoque une valeur de 26% du montant global du coût. Cette valeur mérite certainement d'être précisée.

**Tableau 7.** Coût et nombre de patients atteints d'un cancer des voies respiratoires attribuable à l'environnement et pris en charge par le système de soin.*Table 7. Costs and number of patients with cancer of the respiratory system attributable to the environment and managed by the health care system.*

	En nombre de patients		Coût unitaire	Coût en Euros	
	Haute	Basse		Haute	Basse
Prise en charge de première intention pour les cancers déclarés dans l'année en cours	4 400	1684	24 000 €	105 600 000 €	40 416 000 €
Prise en charge des patients qui décèdent dans l'année en cours	4 561	1477	24 000 €	109 464 000 €	35 448 000 €
Arrêts maladie des patients qui décèdent dans l'année en cours (39% du total des décès ont lieu avant 64 ans)	1 779	576	5 811 €	10 337 769 €	3 347 136 €
Suivi post-thérapeutique des patients qui sont atteints d'un cancer déclaré 1 an et 2 ans avant l'année en cours (patients encore vivants à n + 1 et n + 2)	3 483	1 131	6 000 €	20 898 000 €	6 786 000 €
Suivi post-thérapeutique des patients qui sont atteints d'un cancer déclaré 3 ans, 4 ans ou 5 ans avant l'année en cours (patients encore vivants à n + 3, n + 4, n + 5)	1 993	763	1 500 €	2 989 800 €	1 144 278 €
Total, sur une année, des patients atteints d'un cancer des voies respiratoires attribuable à l'environnement pris en charge par le système de soin	14 437	5 055			
Total sur une année des coûts des cancer des voies respiratoires attribuable à l'environnement et pris en charge par le système de soin				<b>249 millions €</b>	<b>87 millions €</b>

Le coût indiqué par le PMSI pour 2010 pour un séjour d'hospitalisation en rapport avec une affection de l'appareil respiratoire est de 3 654 euros et de 3 880 euros pour une affection de l'appareil circulatoire.

Les indemnités journalières de la Cnam ne sont pas incluses dans les coûts du PMSI (*tableau 8*).

## Résultats

Le coût des maladies respiratoires et des hospitalisations pour maladies cardiovasculaires retenus dans cette

étude, attribuables à la pollution de l'air, est de l'ordre de 1 à 2 milliards d'euros/an (*tableau 9*).

Ces coûts sont financés par la société sous forme d'impôts, de contributions, de cotisations volontaires ou obligatoires qui permettent au système de soin de fonctionner et d'assurer l'ensemble des prestations médicales et sociales pour les malades.

Ce chiffrage est amélioré par rapport aux précédents. Même s'il est encore incomplet, il s'est attaché à améliorer et à actualiser ces valeurs, à éviter les doubles comptes, à prendre en compte les coûts des différents parcours du malade, à croiser les données avec les constats de terrain et à clarifier certaines données

**Tableau 8.** Coût annuel attribuable à l'environnement des hospitalisations pour cause respiratoire ou cardiovasculaire.*Table 8. Annual cost attributable to the environment of hospitalizations for respiratory or cardiovascular diseases.*

Type d'hospitalisation	Nombre d'hospitalisations attribuables à l'environnement	Coût d'une hospitalisation	Coût des arrêts de travail	Total
Respiratoire	13 796	3 654 €	$(8,6 \times 2) \times 48,43 \text{ €} = 833 \text{ €}$	62 millions €
Circulatoire	19 761	3 880 €	$(8,6 \times 2) \times 48,43 \text{ €} = 833 \text{ €}$	93 millions €
Total du coût attribuable à l'environnement				<b>155 millions €</b>

**Tableau 9.** Coûts imputable à la pollution de l'air de cinq maladies respiratoires et des hospitalisations pour maladies cardiovasculaires.

Table 9. Costs attributable to air pollution of five respiratory diseases and of hospitalizations for cardiovascular diseases.

Nature de la pathologie	Nombre annuel de nouveaux cas attribuables à l'environnement		Coût annuel pour le système de soin des nouveaux cas attribuables à l'environnement	
	Valeur basse	Valeur haute	Valeur basse	Valeur haute
Broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO)	26 800	40 200	123,7 millions €	186 millions €
Bronchite chronique (BC)	134 000 cas		113,4 millions €	
Bronchite aiguë (BA)	Enfants 450 218/Adultes 500 000		170,4 millions €	
Asthme (As)	400 000 cas	1 400 000 cas	315 millions €	1 102,4 millions €
Cancers	Voies respiratoires basses	1 608	4 020	87 millions €
	Voies respiratoires hautes	76	380	
Hospitalisations	Causes respiratoires	13 796	155 millions €	
	Causes cardiovasculaires	19 761		
<b>TOTAL</b>			<b>1 milliard €</b>	<b>2 milliards €</b>

tant médicales qu'économiques. Malgré ces améliorations, les résultats sont sous-estimés pour différentes raisons :

- Des coûts ne sont pas pris en compte ou mal identifiés dans la comptabilité du système de soin (transport des malades, prescriptions annexes à la maladie considérée (biologie, explorations fonctionnelles, radiologie) ;
- Des coûts devraient être calculés en tenant compte des durées et des évolutions de la maladie, des aides à la vie ou à la fin de vie, et non en ne tenant compte que des nouveaux cas déclarés ou admis en ALD au cours de l'année (par exemple les BPCO en cours d'évolution devraient s'additionner aux coûts annuels des nouveaux cas, et ce sur toute la durée de vie des patients). On estime à 3,5 millions le nombre total de malades de BPCO en France (prévalence) et nous n'avons retenu que les cas incidents de l'année, c'est-à-dire 40 000 nouveaux cas incident (des cas sévères).

L'étude a aussi permis de constater que des raccourcis dans l'évaluation des coûts médicaux directs avaient pu être faits, induisant une sous-estimation de ces coûts dans les méthodologies d'évaluation des impacts sanitaires qui se sont succédés (NEEDS, EXTERNE, CAFE). Les valeurs proposées variaient de 70 à 600 millions d'euros/an, intervalle régulièrement évoqué, contre 1 milliard d'euros/an à 2 milliards d'euros/an dans notre étude.

Notre estimation du coût pour le système de soin français de ces pathologies et des hospitalisations, même incomplète et sous-estimée, présente l'avantage d'être facilement comprise et partagée par l'ensemble des citoyens (on peut qualifier en raccourci cette estimation

de « coût pour la sécurité sociale »). Ce type d'estimation est moins sujet à débats ou à controverses, plus accessible que les valeurs issues des méthodologies fondées sur les coûts intangibles et le consentement à payer (valeur de la vie et de la souffrance, DALY et QALY par exemple). Cette estimation peut être utile dans les décisions politiques.

## Discussion

Les FAE que nous avons retenues pour les différentes pathologies étudiées sont issues de la littérature scientifique. Leurs calculs sont entourés d'incertitudes qui sont larges, et dans la plupart des cas, nous avons considéré l'intervalle d'incertitude le plus large. Ainsi, nos estimations doivent être considérées comme des ordres de grandeurs. Un prochain travail pourrait être d'affiner ces FAE, par exemple en les estimant région par région et en les appliquant à la seule population de la région considérée.

Il semble exister un manque notable de données sur les coûts ventilés par maladie, par âge ou encore par gravité de maladie. Nous avons donc été contraints à des estimations. Par exemple, les coûts moyens de suivi thérapeutique des cancers bronchiques sont estimés faute de données.

D'autre part, si l'évaluation de la durée et des coûts des arrêts maladie représente un bon proxy, plus fiable que les PIB généralement utilisés, elle reste cependant assez imprécise.

Enfin, d'autres pathologies, comme les rhinites, les sinusites, les conjonctivites pourraient aussi faire leur entrée dans ce florilège de coûts pour le système de soin que l'on peut attribuer à la pollution de l'air.

Malgré ces incertitudes, les données manquantes et certaines sous-évaluations, notre étude tente d'aller plus loin que les études précédentes fondées sur le PIB.

Il semble donc nécessaire, de préciser encore un certain nombre de données tant économiques que sanitaires pour améliorer ce calcul qui fournit cependant un ordre de grandeur du coût économique pour le système de soin.

Les coûts tangibles, généralement considérés comme portion congrue dans le coût global de la pollution, sont loin d'être négligeables. S'il en est ainsi, c'est que probablement les méthodologies d'évaluation des impacts sanitaires de la pollution de l'air n'ont pas, ou peu, tenu compte de réalités médicales et se sont focalisées sur des approches essentiellement économiques. NEEDS, EXTERNE, CAFE font peu de distinguo sur la morbidité et il semble même que des confusions importantes aient pu être faites sur l'évolution de certaines maladies : si on ne meurt que rarement d'une bronchite, cette pathologie a cependant un coût pour la société.

Il semble donc que d'éventuelles confusions entre différentes pathologies puissent laisser penser que l'estimation de 42 000 morts annuels en France attribuables à la pollution de l'air soit une valeur discutable (dans notre étude, nous en sommes loin sur les cancers par exemple). Malheureusement, ce nombre de mort et la valeur attribuée à chacun de ces décès ont éclipsé du débat les coûts de la morbidité pour notre société et notre système de soin. Les coûts intangibles (la valeur de la vie) sont des calculs encore incertains, alors que les 1 à 2 milliards d'euros de coût pour le système de soin représentent avec certitude 15 à 30 % du déficit 2012 de la branche maladie de la sécurité sociale.

Il est primordial de poursuivre notre effort d'évaluation de l'impact sur la santé des Français et de l'évaluation du coût sur notre système de soin. L'évaluation de ses impacts pourrait servir de base de réflexion à l'application du principe pollueur payeur, d'autant qu'il est difficile de nier aujourd'hui l'impact de la pollution de l'air sur la morbidité. ■

## Remerciements

**Financement** : aucun ; **liens d'intérêts** : aucun.

## Références

1. Chanel O, Masson S, Scapecchi P. *Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé de la population française : une approche européenne*. Étude réalisée pour le compte de l'ADEME dans le cadre du programme PREDIT, décembre 1999.
2. Ministère de la Santé et des Solidarités. *Connaître, prévenir et mieux prendre en charge la BPCO*. Programme d'actions en faveur de la broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) 2005-2010. 2005.
3. Mesle JM, Holander AEM. *Environment and health within the OECD region: lost health, lost money*. RIVM report 402101 001. May 2001.
4. Fournier M, Tonnel AB, Housset B, et al. Impact économique de la BPCO en France : étude SCOPE. *Rev Mal Respir* 2005 ; 22 : 247-56.
5. Institut de veille sanitaire (InVS). *Bronchite chronique : prévalence et impact sur la vie quotidienne - Analyse des données de l'enquête santé Insee 2002-2003*. 2008.
6. Haute autorité de santé (HAS). *Le traitement de la toux et l'expectoration dans les bronchites*. 2006. [http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/traitement\\_de\\_la\\_toux\\_et\\_lexpectoration\\_dans\\_les\\_bronchites.pdf](http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/traitement_de_la_toux_et_lexpectoration_dans_les_bronchites.pdf)
7. Brunet E. *La bronchite aiguë de l'adulte*. Thèse pour le Doctorat en médecine. Paris : Université Paris XI, Faculté de Médecine de Paris Sud, 2010.
8. Tunon de Lara M, Léophonte P, Didier A. *Infections broncho-pulmonaires du nourrisson, de l'enfant et de l'adulte*. Lyon : Université de médecine de Lyon 1, 2008-2009.
9. Van der Zee SC, Hoek G, Boezen MH, Schouten JP, Van Wijnen JH, Brunekreef B. Acute effects of air pollution on respiratory health of 50-70 yr old adults. *Eur Respir J* 2000 ; 15 : 700-9.
10. Dautzenberg B. Tabagisme, épidémiologie, pathologie liée au tabac. *Rev Prat* 2001 ; 51 (8) : 877-82.
11. Ameille J, Dalphin JC, Paireon JC. Bronchopneumopathies chroniques obstructives professionnelles, aspects médico-légaux, conduite à tenir en pratique. *Rev Mal Respir* 2000 ; 17 (5) : 915.
12. Haute autorité de santé (HAS). *Réponse à saisine du 8 juin 2010 en application de l'article 53 de la loi du 21 juillet 2009*. Référentiels concernant la durée d'arrêt de travail dans 3 cas : la grippe saisonnière, la bronchite aiguë de l'adulte sans co-morbidité, l'entorse de la cheville. Juillet 2010.
13. Devaux M, Grandfils N, Sermet C. Déremboursement des mucolytiques et des expectorants : quel impact sur la prescription des généralistes ? *Questions d'économie de la santé* 2007 ; 128.

14. Afrite A, Allonier C, Com-Ruelle L, Le Guen N. *L'asthme en France en 2006 : prévalence, contrôle et déterminants*. Rapport n° 549 (biblio n° 1820). IRDES, janvier 2011.
15. von Hertzen L, Haahtela T. Signs of reversing trends in prevalence of asthma. *Allergy* 2005 ; 60 : 283-92.
16. Delmas MC, Guignon N, Leynaert B, et al. Prévalence de l'asthme chez l'enfant en France. *Archives pédiatriques* 2009 ; 16 : 1261-9.
17. Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail (Afsset). *Impacts économiques des pathologies liées à la pollution de l'air*. Afsset, octobre 2007.
18. Salmeron S. ASUR-ASUR2 vers une standardisation de la prise en charge de l'asthme aigu aux urgences. *Rev Mal Respir* 2005 ; 22 : 30-1.
19. Cour des comptes. *Rapport sur l'application des lois de financement de la sécurité sociale*. 16 septembre 2009.
20. Com-Ruelle L, Grandfils N, Midy F, Sitta R. Les déterminants du coût de l'asthme persistant en Île-de-France. *Bulletin d'information en économie de la santé* 2002 ; 58.
21. Institut national du cancer (INCa). *Épidémiologie du cancer du poumon en France métropolitaine - Prévalence et survie*. Données 1989-2008. 2014.
22. Amalric F. *Analyse économique des coûts du cancer en France*. Institut national du cancer, mars 2007.
23. Olivia J, Lobo F, Lopez J, Zozaya N, Romay R. Indirect costs of cervical and breast cancers in Spain. *Eur J Health Econ* 2005 ; 6 : 309-13.
24. Institut national du cancer (INCa). *Épidémiologie du cancer du poumon en France métropolitaine - Analyse par classe d'âge*. 2013.
25. Haute autorité de santé (HAS), Institut national du cancer (INCa). *Cancer du poumon*. Mai 2009.