

## Pollution de l'air et santé : le coût pour la société

*Bien que la pollution de l'air ait considérablement diminué au cours des trente dernières années, elle reste élevée dans les grandes agglomérations et certains endroits favorables à l'accumulation de polluants comme les vallées et où elle touche une part importante de la population. Dans les zones urbaines, elle émane principalement des transports routiers et des bâtiments, résidentiels ou tertiaires (chauffage, production d'eau chaude). Cette pollution est à l'origine d'effets néfastes sur la santé humaine (décès, hospitalisations, ...). Les travaux menés par le CGDD montrent que le coût économique de la mortalité (décès prématurés ou années de vie perdues) et de la morbidité (nouveaux cas de bronchite chronique, journées d'activité restreinte, ...) est élevé pour la collectivité, entre 20 et 30 milliards d'euros. Ils font ressortir l'importance des politiques de lutte contre la pollution. Ils ont aussi permis d'estimer les bénéfices de la mise en place des normes « Euro » qui limitent les émissions polluantes des véhicules routiers, deux fois supérieurs aux coûts du dispositif (notamment coût des techniques de dépollution). Les transports routiers continuent néanmoins de générer d'importants coûts pour la société du fait de l'augmentation du trafic routier et d'une durée moyenne de renouvellement du parc supérieure à 15 ans.*

*NB : un zoom est par ailleurs proposé dans l'article « Pollution de l'air et santé : les maladies respiratoires et le coût pour le système de soin », Le point sur n° 176, octobre 2013.*

La pollution de l'air peut être définie, selon la loi sur l'air et sur l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE), comme l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine (seul cas étudié ici), à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives.

Les polluants atmosphériques, se présentent sous la forme de gaz ou de particules. Ils font l'objet d'inventaires d'émissions qui permettent d'évaluer les quantités émises pour les différentes sources d'émissions (transports, résidentiel / tertiaire, industrie manufacturière, agriculture ...), pour une zone géographique et une période de temps données. Malgré les spécificités de l'exposition à la pollution de l'air (caractère faible, chronique et large de l'exposition, temps de latence parfois long entre exposition et effets sanitaires, caractère multi-polluant de l'exposition) et des pathologies associées (caractère multifactoriel des pathologies), des

méthodes permettent d'en quantifier les impacts sanitaires (cf. encadré 1). Ces méthodes utilisent un polluant particulier comme indicateur (ici les particules), même si cet indicateur n'englobe pas tous les effets sanitaires des autres polluants.

### L'exposition chronique à la pollution de l'air a des effets néfastes avérés sur la santé

L'exposition des individus à la pollution de l'air aggrave la morbidité et induit une mortalité prématurée à travers notamment ses effets sur les systèmes respiratoires et cardiovasculaires (cf. tableau 1). Ces effets peuvent se manifester à court terme, suite à un pic de pollution (effets aigus). Mais ils se manifestent à des niveaux d'exposition plus bas lorsque cette exposition est prolongée (effets chroniques). C'est cette exposition chronique qui constitue aujourd'hui l'enjeu sanitaire le plus important.

L'exposition chronique augmente le risque de décès (cf. tableau 2). En 1996, le nombre de décès attribuables aux particules PM<sub>10</sub> (dont le diamètre est inférieur à 10 microns) s'élevait à 32 000, dont 55 % imputables au trafic routier. Ce nombre est encore

**Tableau 1 : Principales pathologies associées à la pollution de l'air**

	Exemples illustratifs de maladies / symptômes
Pathologies respiratoires	Asthme, toux, rhinites, bronchites, bronchiolites chez les enfants, souffle court, douleur thoracique, cancer des poumons
Pathologies cardio-vasculaires	Infarctus du myocarde, accidents vasculaires cérébraux, angine de poitrine
Pathologies du système reproducteur	Baisse de la fertilité masculine, augmentation de la mortalité intra-utérine, naissances prématurées

**Tableau 2 – Principaux impacts sanitaires de la pollution de l'air par les particules en France, selon deux méthodes différentes**

Impacts sanitaires	Nombre de cas attribuables à une exposition chronique aux PM10, en 1996*	Nombre de cas attribuables à une exposition chronique aux PM 2,5, en 2000**
Mortalité (en nombre de décès prématurés)	32 000	42 000
Hospitalisations	34 000	13 000
Nouveaux cas de bronchites chroniques	37 000	21 000

Sources : (\*) O. Chanel et al. « Monétarisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé de la population française : une approche européenne » ; (\*\*) Clean Air for Europe (CAFE), 2005 - données arrondies

plus élevé pour les particules fines (diamètre inférieur à 2,5 microns), il s'élevait à 42 000 en 2000. Ces chiffres sont les derniers disponibles pour la France, et sont cohérents avec les résultats d'études plus récentes mais qui ne couvrent pas toute la France, (cf. pour en savoir plus). Le nombre de cas de certains épisodes morbides (hospitalisations, nouveaux cas de bronchites chroniques,...) liés à l'exposition chronique aux particules est, lui aussi, élevé.

**Le coût sanitaire de la pollution de l'air peut être estimé**

Les impacts sanitaires liés à la pollution de l'air induisent des coûts pour la société : consultations médicales, achats de médicaments, réduction de l'activité quotidienne (y compris arrêt de travail), hospitalisations, décès prématurés...

La mortalité (les décès, les années de vie perdues) et la morbidité (admissions hospitalières, bronchites chroniques, journées d'activité restreinte,...) ont été estimées sur la base de valeurs de référence issues de travaux français et européens (encadré 3). Ont ainsi été pris en compte non seulement les dépenses de soins et les pertes économiques du fait des arrêts de travail, mais également les coûts liés à la perte de bien être du fait de l'inquiétude, de l'inconfort ou encore de la restriction des activités de loisir ou domestiques (ces coûts non marchands étant plus difficiles à estimer).

Les dommages sanitaires ont été estimés en mobilisant les résultats de deux études utilisant chacune un indicateur de pollution distinct : dans un cas, les particules PM10, et dans l'autre, les particules fines PM2,5. Selon l'indicateur retenu, les résultats diffèrent, mais se situent toujours à des niveaux élevés : le coût des dommages sanitaires se situe entre 21 et 24 Md€ pour les PM10 en 1996 ; entre 28 et 30 Md€ pour les particules fines, en 2000.

La synthèse de ces travaux amène à chiffrer le coût de la pollution de l'air entre 20 et 30 Md€ (cf. graphique 1) selon l'indicateur retenu.

Ce sont les décès qui représentent la part la plus élevée de ces dommages : entre 16 et 18 Md€ pour une exposition aux PM10 en 1996 et entre 20 et 22 Md€ pour les particules fines en 2000.

Ces valeurs sont particulièrement sensibles à la valeur de référence de la vie statistique et de l'année de vie perdue (cf. encadré 3).

Cette estimation reste confrontée à plusieurs incertitudes qu'il conviendra de réduire au fur et à mesure des progrès dans la connaissance :

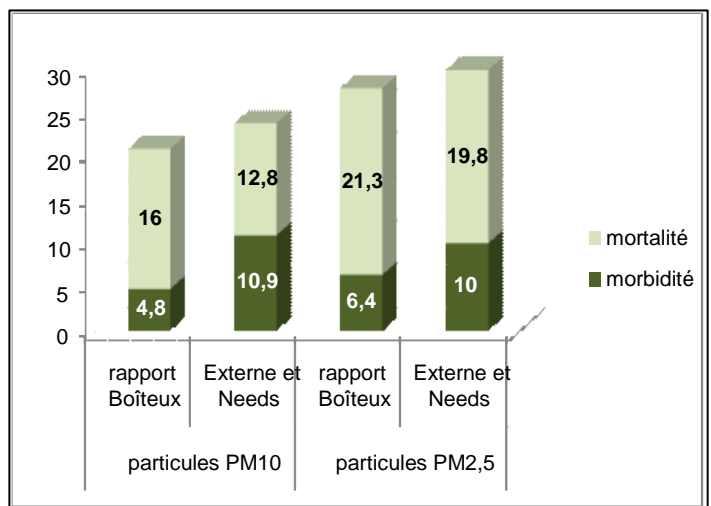
- incertitudes associées à la quantification de la relation entre l'exposition et le risque associé (décès, hospitalisations,...) : le recours aux seules particules comme indicateur ne permet pas la prise en compte de tous les effets sanitaires. En raison des interactions potentielles entre les différents polluants dans l'air, il n'est pas possible d'isoler l'effet propre de chacun d'entre eux. Il n'est donc pas toujours possible d'additionner les effets sanitaires de chaque polluant. Cela revient à considérablement sous-estimer les impacts. Cette sous-évaluation est accentuée par la connaissance encore imparfaite des effets sanitaires à long terme de certains polluants (l'ozone par exemple).

- incertitudes associées à l'évaluation des coûts non marchands compte tenu des méthodes utilisées et du faible nombre d'études disponibles en France.

**Des concentrations qui demeurent préoccupantes malgré une réduction des émissions**

Même si, depuis le début des années 1990, les émissions de particules se sont globalement réduites (graphique 2), les concentrations demeurent préoccupantes, en particulier dans les zones urbaines (graphique 3), du fait notamment des fortes densités de population et de la concentration des sources de pollution d'origine anthropique. Les concentrations

**Graphique 1 : Evaluation du coût sanitaire en France, par les PM10 en 1996 et les PM2,5 en 2000, (en Md€)**



Source : Calculs CGDD sur la base des valeurs de références du rapport Boiteux et des études européennes ExterneE et Needs

des particules apparaissent particulièrement élevées à proximité du trafic routier. C'est pourquoi des actions publiques visent les transports routiers.

### Un levier d'action important : la réduction des émissions unitaires des véhicules routiers

Parmi ces actions, les normes « Euro » ont permis de limiter la pollution. Impulsée depuis les années 1970 par la législation européenne, cette politique fixe des objectifs d'émissions de polluants, de plus en plus contraignants, aux véhicules routiers. Aujourd'hui, les normes «Euro» s'appliquent à tous les véhicules neufs vendus dans l'Union européenne et fixent les limites maximales des rejets à l'échappement de quatre polluants : monoxyde de carbone, (CO), hydrocarbures (HC), oxydes d'azote (NOx) et particules (PM). En zone urbaine la part des transports routiers dans les émissions des polluants a ainsi sensiblement diminué. Pour les PM10, cette part qui était de 40 % en 2000, s'établissait à 31 % en 2010.

L'évaluation des coûts et des avantages de la mise en œuvre de ces normes présente un bilan largement positif. Sur la période 1993-2010, cette politique a coûté 10 Md€/an à la société (coûts directs liés à la fabrication et/ou l'installation de solutions techniques de dépollution et coûts liés à l'entretien, coûts de consommation accrue de carburants). Elle a apporté à la société des gains à hauteur de 20 Md€/an en termes de pollution locale évitée (directement liés à la baisse des coûts d'impact sur la santé et sur la mortalité et dans une moindre mesure sur les bâtiments et les atteintes à la végétation). Les normes « Euro » ont particulièrement ciblé les émissions des véhicules les plus polluants (véhicules diesel). Le renouvellement du parc diesel représente ainsi une part importante des bénéfices de cette politique.

Malgré ces progrès, les véhicules routiers continuent de contribuer, de façon importante, aux concentrations en particules dans les zones urbaines denses et des axes routiers, car les réductions liées à la mise en œuvre des normes « Euro » sur les véhicules ont été en partie contrebalancés par l'augmentation du trafic et ont porté principalement sur les composés volatils (et non les particules que la diésélisation du parc a renforcées).

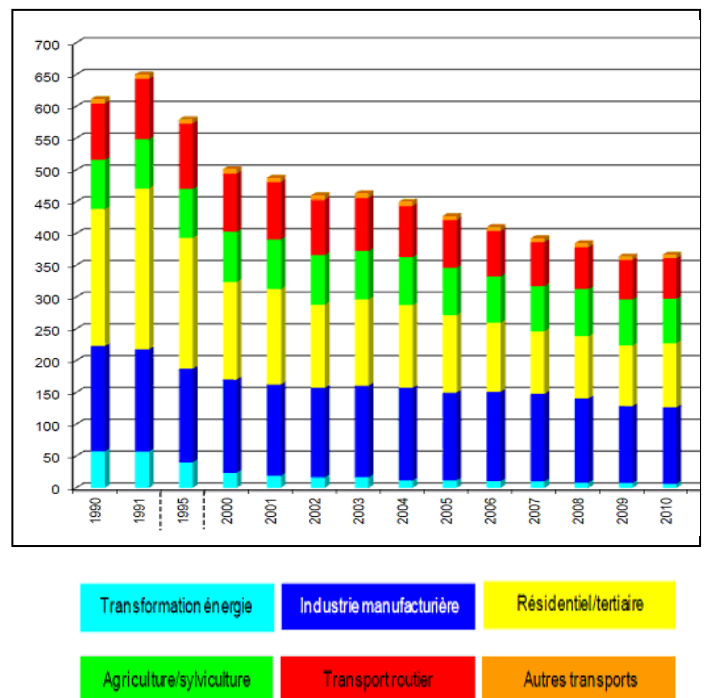
#### Encadré 1 – La quantification des impacts sanitaires

La quantification des impacts sanitaires liés à la pollution de l'air fait appel à la méthodologie générale de l'évaluation de l'impact sanitaire. Elle s'appuie sur les fonctions exposition-risque issues des études épidémiologiques. Celles-ci quantifient les relations entre un indicateur d'exposition (la concentration de tel ou tel polluant dans l'air) et un risque sanitaire (décès prématurés, admissions hospitalières, journées d'activités restreintes, nouveaux cas de bronchites chroniques, ...).

En appliquant ces relations « exposition - risque » à une population dont on connaît l'exposition, il est possible d'évaluer le nombre de cas attribuables (décès, admissions hospitalières,...) à la pollution de l'air dans cette population.

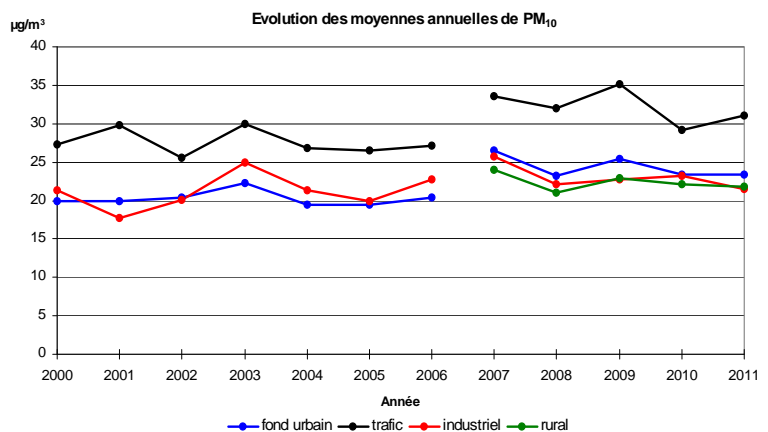
Cet exercice a été mené sur le territoire français pour plusieurs polluants : dioxyde de soufre, oxydes d'azote, particules.

Graphique 2 - Les émissions de PM10 sur la période 2000 - 2011 selon les secteurs (en milliers de tonnes)



Source : CITEPA, Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France, 2012

Graphique 3 - Les concentrations de particules de 2000 à 2011



*Commentaire* : Les concentrations en particules sont mesurées grâce à des stations de mesure implantées à des distances proches ou lointaines de sources de pollution. Par exemple, une station de fond urbain est une station implantée en milieu urbain, à distance de toute source de pollution proche (transport, industrie) et permet de mesurer un air de fond

*Depuis le 01.01.2007*, la surveillance des PM10 est réalisée de manière à assurer l'équivalence avec la méthode de référence européenne. L'ancien système de mesure sous-estimait les concentrations de PM10, à cause de la perte de composés volatils.

Source : MEDDE, Bilan de la qualité de l'air en 2011

## Encadré 2 – Les particules

Les particules sont des polluants complexes, tant par leur taille que par leur composition chimique. Elles peuvent être directement émises dans l'atmosphère (particules primaires) ou provenir de la transformation des polluants gazeux présents dans l'atmosphère précurseurs de particules secondaires. Elles peuvent de plus être transportées sur de longues distances et être remises en suspension une fois déposées au sol. Les plus fines (PM<sub>2,5</sub>) d'entre elles ont la capacité de rester pendant longtemps dans l'atmosphère. Les particules sont aujourd'hui à l'origine des effets sanitaires les plus importants. De ce fait, elles sont considérées comme l'indicateur de pollution de l'air le plus approprié même si elles n'englobent pas tous les effets sanitaires des autres polluants de l'air.

## Encadré 3 – La valorisation monétaires des impacts sanitaires attribuables à la pollution de l'air

### La valorisation monétaire de la mortalité

L'évaluation monétaire de la mortalité passe par l'évaluation quantitative des bénéfices liés à une réduction de la mortalité, exprimée, soit en nombre de décès prématurés, soit en années de vie perdues.

Dans le premier cas, la valeur d'une vie statistique (VVS), aussi appelée valeur d'évitement d'un décès, fait référence à l'effort que la collectivité est prête à consentir pour réduire les probabilités de décès. En France, cette valeur est utilisée dans l'évaluation économique des projets d'infrastructures routières. Elle a fait l'objet de révisions régulières. Le rapport Boiteux de 2001 donne, pour la pollution de l'air, une valeur d'évitement d'un décès de 504 000 €. L'application de cette valeur au nombre de décès permet d'évaluer le coût des dommages sanitaires de la pollution de l'air en termes de mortalité.

Il est également possible d'évaluer le coût de la mortalité en passant par la valeur d'une année de vie. Il est alors fait référence à l'effort que la collectivité est prête à consentir pour augmenter l'espérance de vie d'une année.

Il n'existe pas, en France, de valeur tutélaire pour l'année de vie perdue du fait de la pollution de l'air. L'étude s'est basée sur le programme de recherche européen Needs qui recommande une valeur de 41 000 € par année de vie perdue pour la mortalité à long terme dans les États Membres de l'Union Européenne à 15.

### La valorisation monétaire de la morbidité

Le Rapport Boiteux évalue les coûts de morbidité à 30 % du coût de mortalité attribuable à la pollution de l'air. Cette méthode rend donc le coût de morbidité étroitement dépendant du coût de la mortalité.

Les valeurs de la Commission européenne sont basées sur une valorisation monétaire des différentes composantes de coûts de morbidité :

- les coûts « financiers » liés à la maladie : ils comprennent les coûts de traitement médical (qu'ils soient ou non couverts par un système d'assurance ou par les dépenses individuelles) ;
- les coûts d'opportunité : ils comprennent les coûts liés à la perte de productivité (pertes du temps de travail ou perte de capacité productive) et les coûts liés à la perte de loisir ou de travail domestique. Ils incluent le travail non rémunéré ;
- les coûts intangibles comme le coût de la souffrance, l'anxiété vis à vis de l'avenir, la souffrance et les autres problèmes des membres de la famille et des amis.

L'évaluation des « coûts intangibles » et des « coûts liés à la perte de loisir ou de travail domestique » mobilisent des méthodes d'évaluation particulières permettant de donner une valeur à des biens qui n'ont pas de prix. Les projets de recherche européens ExternE et Needs utilisent des valeurs monétaires pour ces coûts qui représentent parfois une part importante des coûts de morbidité liés à la pollution de l'air.

### Pour en savoir plus

Contact : **Nicklaus** Doris tél. 01 40 81 83 74, **Rafenberg** Christophe 01 40 81.69 53

Cet article est une synthèse de deux rapports qui présentent une bibliographie détaillée à laquelle les lecteurs peuvent se référer :

- Santé et qualité de l'air extérieur, Rapport de la Commission des comptes et de l'économie de l'environnement, **Depoorter** Stéphanie, **Nicklaus** Doris, **Rafenberg** Christophe, Commissariat Général au Développement durable, coll. Références, juin 2012.
- Santé et qualité de l'air : bilan coûts-avantages des normes européennes de polluants pour les véhicules routiers, Rapport de la Commission des comptes des transports de la Nation, Tome 2, **Depoorter** Stéphanie, Commissariat Général au Développement Durable, collection Références, mars 2013

- APHEKOM : [www.aphekom.org](http://www.aphekom.org) et [www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr)

- Commissariat général au plan, M Boiteux, Transport : choix des investissements et coût des nuisances, 2001.

- ExternE (External costs of Energy), [www.externe.info](http://www.externe.info)

- Needs (New Energy Externalities Development for Sustainability), [www.needs-project.org](http://www.needs-project.org)

le  
point sur

**Commissariat général  
au développement  
durable**

**Service de l'économie,  
de l'évaluation et de  
l'intégration du  
développement durable**  
Tour Voltaire  
92055 La Défense cedex  
Tel. : 01.40.81.21.22

**Directeur de la  
publication**  
Xavier Bonnet

**Rédactrice en chef**  
Laurence Demeulenaere

**ISSN**  
2100-1634

**Dépôt légal**  
Octobre 2013