

# Pollution atmosphérique, sources urbaines et santé : un lien documenté de manière de plus en plus précise

## Atmospheric pollution, urban sources and health: a link documented in a more and more precise way

Denis ZMIROU

Directeur adjoint du centre INSERM 1085 de Rennes sur la relation santé-environnement

### Résumé

Les connaissances sur la relation entre la santé et la pollution atmosphérique se sont beaucoup affinées, surtout depuis le développement des nouvelles études épidémiologiques et toxicologiques mises en oeuvre depuis les années 1990. Si la pollution intérieure représente le risque majeur dans les pays en voie de développement, dans les pays dits « avancés », les effets néfastes de la pollution automobile urbaine sont de mieux en mieux connus, aussi bien sur le court terme que sur le long terme. Ainsi, les particules issues majoritairement de la motorisation diesel ont une incidence sur la maladie asthmatique mais aussi sur les maladies cardio-vasculaires et même sur le développement cognitif de l'enfant. En revanche, les efforts effectués pour mieux maîtriser la pollution urbaine se traduisent par un gain d'espérance de vie.

### Mots clés

**Pollution atmosphérique urbaine, pollution particulaire, risque sanitaire lié à la pollution atmosphérique.**

La mise en évidence de la relation entre la pollution de l'air et la santé a toute une histoire qui se précise et s'amplifie lors de la révolution industrielle. Les indicateurs pour rendre compte de cette évolution ont changé. Depuis les accidents de Londres survenus dans les années cinquante, les effets délétères de la combustion du charbon sont connus ; mais, actuellement, ce sont les émissions des voitures et la pollution urbaine qui sont les plus inquiétantes et font l'objet

### Abstract

The knowledge on the relation between the health and the atmospheric pollution became refined a lot, especially since the development of the new epidemiological and toxicological studies since the 1990s. If indoor air pollution use to be the main risk in developing countries, in «developed» countries, the sanitary effects of the urban automobile pollution are known better and better as well on the short term as on the long term. So, the particles emissions coming from the diesel motorization, have an incidence on the asthmatic disease but also on the cardiovascular diseases and even on the cognitive development of the child. On the other hand, the efforts made to reduce the urban pollution are rewarded by a gain of life expectancy.

### Keywords

**Urban air pollution, particulate matter pollution, air pollution sanitary risk.**

d'investigations de plus en plus précises.

C'est le célèbre accident de Londres en 1952 qui marque le début de l'intervention des pouvoirs publics contre la pollution urbaine pour préserver la santé des populations en prenant des décisions drastiques. Au cours de l'hiver 1952, le mélange de poussières issues de la combustion du charbon et de dioxyde de soufre SO<sub>2</sub> avec les brouillards particulièrement fréquents à Londres,

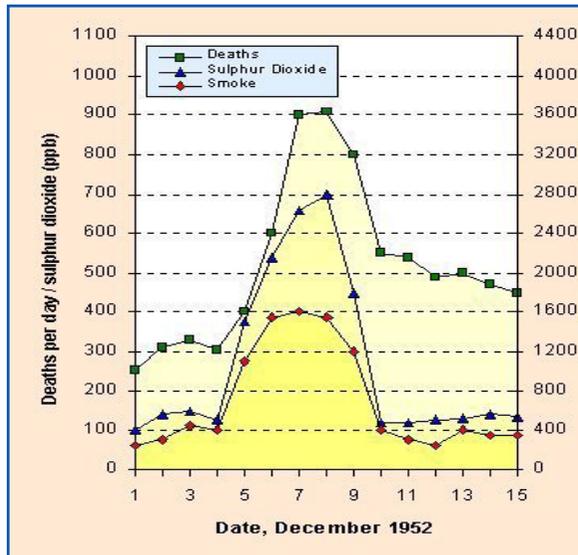


Figure 1

Nombre de morts au début du mois de décembre de 1952

(source : Bell ML, Davis DL., 2001).

Number of deaths at the beginning of December of 1952.

produit le célèbre « smog » responsable d'un surcroît de mortalité au cours de ce même hiver (figure 1).

Cet épais brouillard de poussières, associé à des éléments acides liés à la combustion du charbon et l'oxydation du soufre présent dans le pétrole et le charbon, est considéré comme responsable des 15 000 morts (figure 1). En effet, les indicateurs utilisés à l'époque pour mesurer la pollution atmosphérique, fumées noires et  $\text{SO}_2$ , sont très élevés (figure 1). Le soufre s'oxyde avec l' $\text{O}_2$  présent dans l'air et, grâce à la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère, il se transforme en  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , acide très puissant. Cette relation entre la recrudescence des décès et l'acidité de l'air est indiscutablement causale. Aujourd'hui, cette situation ne se retrouve plus dans les pays les plus avancés mais elle est dorénavant massive dans les pays émergents, comme le montre l'épisode de pollution produit à Pékin en janvier 2013 avec des niveaux de particules qui ont atteint  $900 \text{ mg/m}^3$ , soit des niveaux supérieurs à ceux qui ont été atteints lors de l'épisode londonien (Le Monde, 2013<sup>1</sup>).

L'impact de la pollution de l'air à l'échelle mondiale le plus important pour la santé est dû à l'air intérieur dont la qualité est très dégradée en raison de l'utilisation de sources de combustion liées à la biomasse, au lignite et au mauvais charbon (figure 2).



Figure 2.

Pollution de l'air intérieur à Madagascar.

*Indoor air pollution in Madagascar.*

La situation que l'on trouve le plus souvent aujourd'hui dans les pays dits « avancés » est celle de Los Angeles, mégaconurbation avec un petit centre mais d'énormes périphéries, manifestation de l'étalement urbain dans lequel la voiture s'impose pour se déplacer, provoquant ainsi une pollution photo-oxydante observée à travers ce nuage jaunâtre, bien connu ; il se développe surtout lorsque les températures sont élevées.

Que ce soit à travers l'air intérieur ou extérieur, l'impact de la pollution atmosphérique sur la santé a fait l'objet d'une recherche très nourrie dans le monde entier. Cependant, à la fin des années 1970, la question de la pollution atmosphérique était considérée comme réglée, et peu d'études étaient entreprises sur le sujet ; mais la reprise est très nette depuis les années 1990 en raison de nouveaux développements méthodologiques, notamment en épidémiologie (figure 3).

Quels sont les résultats issus des études récentes ? Ils s'appuient sur un corpus de connaissances qui n'est pas lié uniquement à l'épidémiologie mais aussi sur des centaines d'études qui relèvent de la toxicologie expérimentale, avec des études portant sur du matériel cellulaire ou sur des animaux. Elles relèvent surtout de trois domaines dans lesquels se sont développés de nombreux travaux sur les effets de la pollution de l'air : les cancers, l'asthme et les maladies cardio-vasculaires. Tous les résultats convergent vers la mise en évidence d'effets de plus en plus larges de la pollution de l'air sur la santé.

Lors du colloque récent de la conférence annuelle des sociétés savantes sur les sciences de l'exposition et de l'épidémiologie, qui s'est

tenu à Bâle (ISEE, ISEA et ISIAQ), les deux tiers des communications portaient sur la pollution de l'air pour 1 700 participants, ce qui montre l'importance des préoccupations sur le sujet.

Une synthèse publiée par l'European Respiratory Society<sup>2</sup> en 2010 porte à la fois sur les effets aigus et chroniques. Cette étude s'appuie sur des centaines de recherches qui utilisent des données très solides sur les impacts de la pollution et sur l'évolution au jour le jour des risques d'infarctus du myocarde et d'un certain nombre de maladies respiratoires.

Les effets à long terme sont particulièrement préoccupants et commencent à être renseignés. La pollution contribue à obstruer les vaisseaux cardiaques et même périphériques, avec pour conséquence le déclenchement d'infarctus ; elle contribue à l'occurrence des cancers et à la dégradation de la fonction respiratoire. Elle est responsable non seulement de l'incidence de l'asthme au cours de pointes de pollution, mais elle contribue à l'aggravation de la maladie asthmatique. En fait, elle est sûrement responsable de l'augmentation de la prévalence (fréquence) de la maladie asthmatique et vraisemblablement de son incidence (nouveaux cas). Des hypothèses moins étayées s'appuient sur des travaux plus récents suggérant l'impact de la pollution sur le développement cognitif des enfants, voire même l'autisme.

Une autre synthèse dans la revue de référence *Circulation*<sup>3</sup>, en 2010, met l'accent sur les effets démontrés par des travaux expérimentaux sur les processus inflammatoires respiratoires, montrant les mécanismes de l'atteinte cardio-vasculaire. En 1989-90, les toxicologues étaient sceptiques sur les conséquences de la pollution sur les maladies cardio-vasculaires ; les seules données solides étaient, selon eux, issues de l'épidémiologie. Ce n'est plus le cas. La production, dans le foie, d'agents qui augmentent la coagulation du sang (par des voies nerveuses qui influencent le système parasympathique) ont été mises en évidence. Les mécanismes sont actuellement connus, même si de nombreuses recherches peuvent encore être conduites.

Un article publié en 2009 dans le *New England Journal of Medicine*<sup>4</sup> identifie, pour une cinquantaine de villes américaines, une association entre la pollution particulaire et l'espérance de vie. Mais « association is not causation ». Cette simple comparaison n'est pas très convaincante, car les populations se différencient par bien d'autres facteurs que la qualité de l'air. Les auteurs se sont alors intéressés au lien entre l'évolution dans une ville donnée de la pollution atmosphérique et de l'espérance de vie. Or les villes dans lesquelles la maîtrise de la pollution a été la plus forte sont celles qui ont connu le gain d'espérance de vie est le plus élevé. C'est-à-dire un gain d'espérance de vie de un an pour une diminution de 15 mg/m<sup>3</sup> sur les PM<sub>2,5</sub>, soit de l'ordre de 1/5<sup>e</sup> du gain en

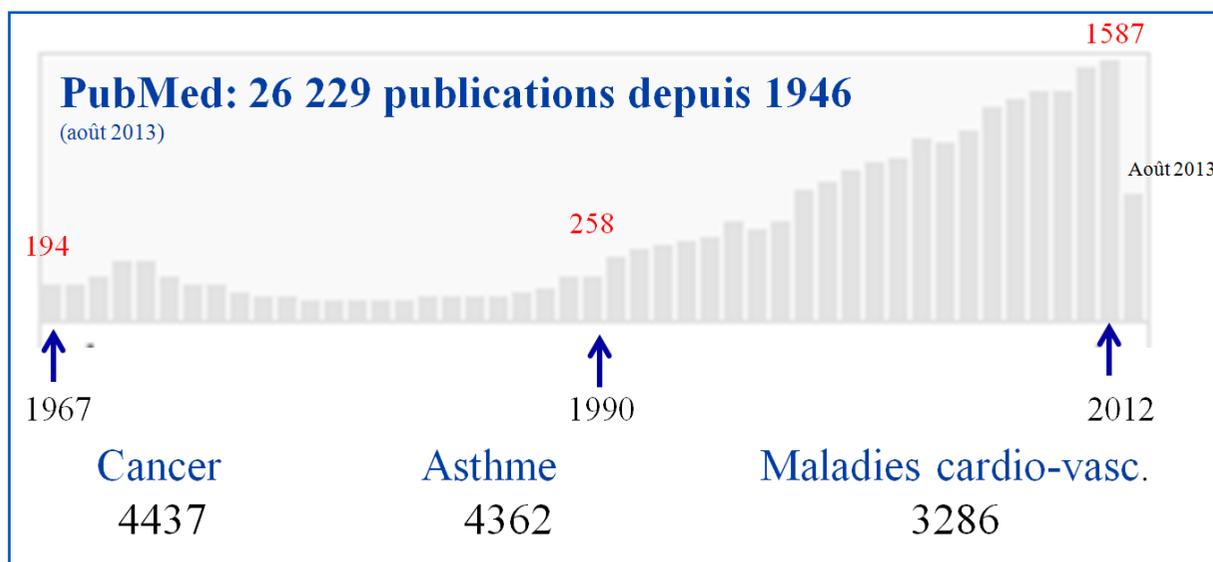


Figure 3

Évolution statistique du nombre de publications liées à la pollution atmosphérique dans PUBmed.  
Statistical evolution of the number of publications about atmospheric pollution in PUBmed.

espérance de vie aux États-Unis au cours de la période 1980-2000 ; ce résultat est obtenu grâce aux mesures mises en œuvre pour maîtriser les sources de pollutions par les politiques publiques. Grâce à de tels travaux, il est possible de chiffrer le gain d'espérance de vie qu'on obtiendrait en réduisant les concentrations moyennes de particules jusqu'aux niveaux recommandés par l'OMS. C'est cette étude qui a été menée par l'InVS dans le cadre du projet Européen Aphekom<sup>5</sup>. Ainsi, les habitants de Budapest et de Bucarest gagneraient deux ans d'espérance de vie ; le gain serait d'environ six mois en France, ce qui encourage à continuer les politiques déployées dans les pays les plus avancés en matière de contrôle de la pollution de l'air.

Dans un article du *Lancet* de 2012<sup>6</sup>, le Global burden of disease (poids global des pathologies) mondial est estimé, ainsi que le poids des différents facteurs de risque. La pollution atmosphérique joue un rôle plus élevé en termes d'impacts sur la santé que le sida et les maladies infectieuses. Cette analyse définit quels sont les gros enjeux au niveau mondial : d'abord l'hypertension artérielle mais aussi la pollution atmosphé-

rique intérieure liée à la combustion, puis la pollution extérieure. Le coût sanitaire de la pollution atmosphérique est élevé, encore aujourd'hui, même dans les pays les plus avancés.

La situation se dégrade dans de nombreuses régions du monde, surtout dans les pays émergents et en développement. Les Chinois commencent à prendre en compte la gravité de la situation en constatant l'échec d'un modèle de développement économique intensif et prédateur, mais la maîtrise de la situation et les dispositions à prendre vont prendre du temps.

### Comment évoluent les sources de pollution ?

Un certain nombre d'indicateurs permettent d'avancer des précisions. Les émissions d'oxydes d'azote, évaluées par le CITEPA, sont en baisse. Ces progrès sont liés aux contraintes imposées aux émissions des véhicules à moteur thermique. Entre les normes EURO des années 2000 et les normes EURO6 qui vont s'appliquer en 2015, on observe une amélioration considérable avec un abattement d'un facteur 30. La baisse est donc appréciable au niveau du pot d'échappement.

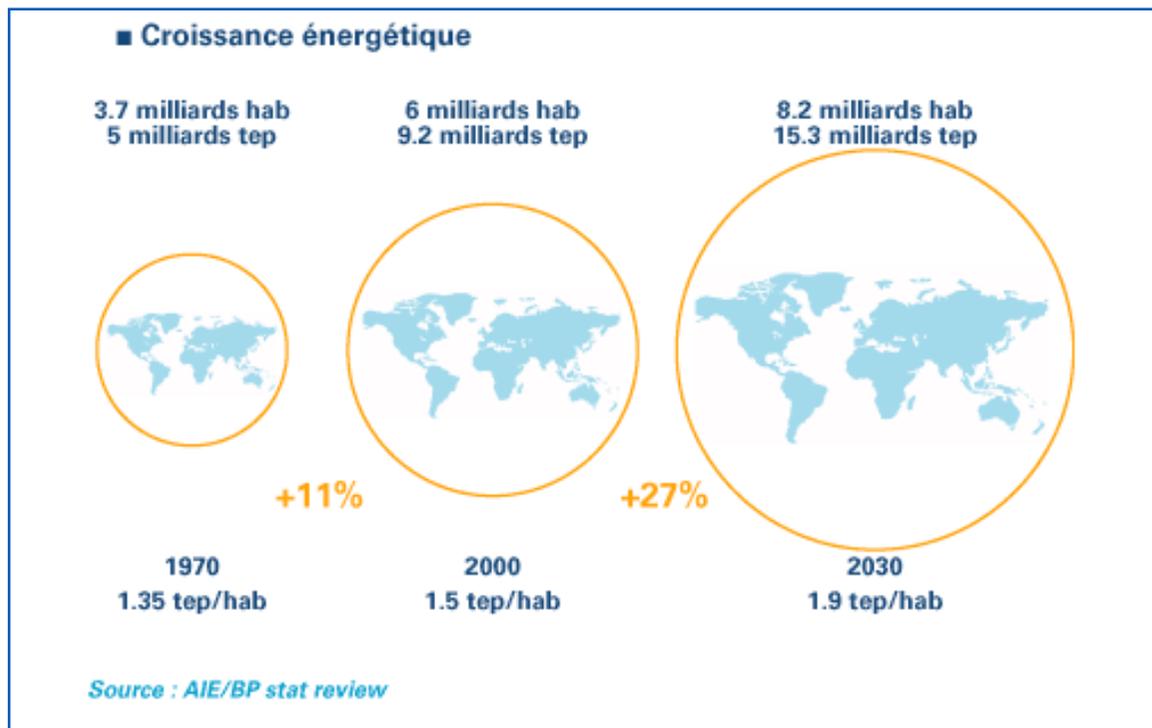


Figure 4

Statistiques 1970 et prévision 2030 de la croissance de la demande énergétique et de la demande pétrolière.

1970 statistics and 2030 forecast of the growth of energy and oil demand.

Pourtant, les concentrations restent stables en zone urbaine. Pour la France entière, la diminution des émissions est nette ; les émissions industrielles sont progressivement remplacées par les émissions liées au trafic. Or, compte tenu de l'ancienneté du parc, ce phénomène présente une grande inertie. Une mesure telle que la prime à la casse pour les véhicules les plus anciens pourrait avoir un impact favorable en supprimant brutalement du parc les véhicules les plus polluants.

La diesélisation croissante du parc des véhicules neufs mis sur le marché, notamment en France, et l'augmentation du nombre de véhicules sont responsables de l'émission de micro-et/ou nanoparticules depuis plus de 20 ans. Récemment, le classement par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) des émissions diesel comme cancérogène de classe 1 a remis la focale sur la question du véhicule diesel. Les véhicules de tourisme ont une proportion élevée de moteurs diesel et, pour le fret, la part est écrasante.

Selon Airparif, en septembre 2012, la part du trafic dans les teneurs en particules dans l'air ambiant est de l'ordre de 50 % à proximité d'une infrastructure, et de 20 % quand on s'éloigne. C'est dire que de l'ordre de 20 % des particules contenues dans l'air ambiant sont liées au transport.

## Transport et pétrole

Les transports des personnes et des marchandises représentent un tiers de la consommation finale d'énergie (25 % des GES, un tiers des émissions de CO<sub>2</sub>). Cette consommation est surtout liée à la route (80 %). Le pétrole représente la source d'énergie quasi-exclusive (90 %) pour les véhicules motorisés. La demande s'accroît (figure 4), et cette tendance ne cesse de s'affirmer au plan mondial. Or les deux tiers de cette demande correspondent à la ville qui, comme Los Angeles, ne cesse de s'étendre.

Or le modèle économique des transports publics, pour être viable, nécessite de fortes densités.

En conclusion, les impacts de la pollution atmosphérique sur la santé sont importants. Même dans les pays « avancés », les gains en espérance de vie sont encore tributaires des progrès obtenus sur la qualité de l'air (et de l'eau ?). La situation progresse dans nos pays, mais la globalisation se traduit par le transfert de la pollution vers d'autres pays où la situation s'est considérablement dégradée en raison des modèles de développement adoptés. On peut donc se poser la question du différentiel entre d'un côté le gain d'espérance de vie dans les PED grâce à l'industrialisation et de l'autre les pertes liées à la pollution.

1. [http://www.lemonde.fr/asia-pacifique/article/2013/01/28/chine-la-pollution-de-l-air-pousse-pekina-accepter-plus-de-transparence\\_1823481\\_3216.html](http://www.lemonde.fr/asia-pacifique/article/2013/01/28/chine-la-pollution-de-l-air-pousse-pekina-accepter-plus-de-transparence_1823481_3216.html)

2. <http://www.ersnet.org/index.php/publications/air-quality-and-health.html>

3. Brook D, *et al.* (2010). Particulate matter air pollution and cardiovascular disease, an update to the scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, n° 121, p. 2331-2378.

4. C. Arden Pope, III, Majid Ezzati, Douglas W. Dockery. (2009). Fine-Particulate Air Pollution and Life Expectancy in the United States. *N Engl J Med*, n° 360, January 22, p. 376-386.

5. Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe. [Enligne]. <http://www.aphekom.org/>

6. Stephen S Lim, Theo Vos, Abraham D Flaxman *et al.* (2012). A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *The Lancet*, vol. 380, Issue 9859, 15 December, p. 2224-2260.