



Exemples

Pour illustrer les difficultés à mettre en évidence les relations entre l'environnement et santé, le passage des connaissances scientifiques à la décision et la gestion des problèmes, cinq exemples sont présentés : les pollutions atmosphériques ambiantes et intérieures, l'eau, le plomb et le radon.

Pollutions atmosphériques ambiantes

La qualité de l'air
en 1992. Zones urbaines,
industrielles et rurales.
Rapport Ademe 1994 ; 147p
et annexes.

Les sources de polluants contributives à l'exposition à la pollution atmosphérique sont multiples et variées. L'homme est exposé en permanence à des micro-environnements très hétérogènes par leur nature et leur niveau de concentration en polluants : habitat, milieu de travail, transports, air ambiant etc. Si, de plus, on considère l'exposition résultant de la fumée de tabac environnementale et de l'activité professionnelle, on comprend aisément que l'évaluation des effets sur la santé liés à l'exposition atmosphérique globale des individus est une tâche très complexe et difficile. Le champ couvert par ce document est donc restreint aux pollutions atmosphériques ambiantes, en excluant cependant les problèmes liés à la couche d'ozone et à l'effet de serre.

Situation du problème

Dans la plupart des pays industrialisés, la mise en place d'un cadre législatif et de mesures de

contrôle de la qualité de l'air au cours des années 1970, ont abouti à une diminution notable des concentrations des principaux polluants atmosphériques résultant des émissions industrielles et du chauffage (les concentrations en dioxyde de soufre sont en diminution permanente depuis les quatre dernières décennies : à Paris *intra muros*, par exemple, les moyennes annuelles ont été divisées par huit depuis les années 1950). Cependant, si ce type de pollution acido-particulaire est en diminution, la pollution urbaine, du fait de la circulation automobile, apparaît sous un nouveau jour : celui de la pollution photo-oxydante (mieux connue sous le nom de smog). Bien que dans la majorité des villes françaises, les niveaux de cette pollution soient encore « acceptables », ceux-ci augmentent progressivement. Cette situation se caractérise ainsi, en milieu urbain et périurbain, par la survenue de pics de pollution à l'occasion de conditions météorologiques défavorables, pouvant, comme ce fut le cas au cours de l'été 1994, atteindre des niveaux élevés pendant plusieurs jours consécutifs.

Comme partout dans le monde, il apparaît aujourd'hui en France que les problèmes de pollution atmosphérique ont radicalement changé depuis les années 1970. Les pointes de pollution hivernales et locales dues au SO₂ et aux poussières tendent à faire place à des smogs d'été, ou à des pollutions plus complexes et

diffuses, riches en hydrocarbures, oxydes d'azote, composés oxydants et très fines particules. Le caractère régional et longue distance de la pollution de l'air est également de plus en plus marqué, celle-ci touchant des zones étendues et le milieu rural. La pollution due aux déplacements des biens et des personnes est désormais prépondérante, tout particulièrement dans les zones urbaines, et la circulation automobile est devenue l'un des principaux responsables des effets de la pollution urbaine sur la santé des populations exposées.

En termes de santé publique, les questions qui se posent aujourd'hui sont donc de savoir quel est l'impact sur la santé des niveaux actuels des polluants atmosphériques ambiants ? Quels sont les effets sur la santé des polluants liés aux émissions automobiles ? Quel est l'impact sur la santé des pics de pollution ?

Des relations difficiles à étudier

Les liens entre les pollutions atmosphériques ambiantes et la santé sont difficiles à établir. Les études toxicologiques ont pour objectif de mettre en évidence l'existence d'effets toxiques des polluants seuls ou en mélanges simples. Les résultats obtenus avec ces modèles biologiques servent de base à l'élaboration d'hypothèses causales concernant la toxicité des polluants sur divers organes cibles, mais la transposition des résultats de la cellule ou de l'animal à l'homme reste délicate.

Les expositions humaines contrôlées consistent à soumettre à une atmosphère plus ou moins riche en polluant(s), des individus choisis en fonction de critères précis et à évaluer les effets d'une telle exposition sur différents paramètres biologiques, fonctionnels ou cliniques. Par rapport aux études toxicologiques animales ou épidémiologiques, elles présentent plusieurs avantages. Réalisées chez des êtres humains et non chez des animaux, elles évitent les problèmes posés par la transposition animal-homme. Par ailleurs, elles permettent de contrôler la composition de l'atmosphère à laquelle les sujets sont exposés, ce qui les différencie des études épidémiologiques d'observation où il est difficile d'attribuer spécifiquement les effets observés à la seule action d'un polluant particulier. Cependant, les conditions expérimentales de l'exposition (durée brève, concentrations relativement élevées etc.) sont éloignées par de

Momas I., Festy B. *L'expérimentation humaine contrôlée et l'approche épidémiologique dans l'étude des effets de la pollution atmosphérique : exemple de l'ozone*. Pollution Atmosphérique, juillet-septembre 1995 : 42-50.

- *La pollution automobile et ses effets sur la santé. État des connaissances. Interrogations et propositions*. Rapport Ademe, 1995 ; 43p.
- *Véhicules à moteur et pollution atmosphérique. Impact sur la santé publique et mesures d'assainissement*. Rapport OMS 1992 ; 256p.

Schwartz J. *Mortality and air pollution in London: a time series analysis*. American Journal of Epidemiology 1990 ; 131 : 185-194.

nombreux aspects des conditions naturelles où les individus sont exposés souvent de manière répétitive et prolongée à une multitude de polluants.

Les études épidémiologiques, par rapport aux études expérimentales réalisées chez l'animal ou chez l'homme, ont donc pour avantage majeur d'être réalisées en milieu ambiant, c'est-à-dire dans les conditions réelles d'exposition à la pollution atmosphérique. De ce fait, les résultats observés présentent une pertinence forte d'un point de vue de santé publique.

Des résultats convergents et convaincants sur les effets à court terme

Depuis le tristement célèbre épisode de smog survenu à Londres en 1952 qui occasionna près de 4 000 morts en quinze jours, de nombreux travaux de recherche ont été entrepris pour étayer les liens entre les pollutions atmosphériques ambiantes et la santé. Un des faits notables en termes d'effets sur la santé de la pollution atmosphérique, est que l'on dispose aujourd'hui de résultats portant sur un ensemble complet de critères sanitaires allant du plus grave, la mortalité, aux atteintes les plus précoces mesurées par des paramètres fonctionnels ou biochimiques. La cohérence des associations

Émissions annuelles de quelques polluants primaires en France (1990)

Polluants primaires	Principales sources d'émission	Rejets (millions de tonnes/an)
Dioxyde de soufre	Combustions	1,13
	Transports	0,17
Oxydes d'azote	Combustions	0,4
	Transports	1,2
Poussières	Combustions, diesels	environ 0,35
Composés organiques volatils (hors méthane)	Solvants, pétrochimie	0,9
	Transports	1,3
Monoxyde de carbone	Combustions	3,4
	Transports	7,6
Métaux (Pb, Mn, Ni...)	Industries, combustions	environ 0,009

Sources : rapport Souviron et Citerpa

retrouvées entre tous ces critères et les teneurs ambiantes des polluants atmosphériques, de même que la remarquable concordance des résultats issus d'études conduites dans des contextes économiques et géographiques et au sein de populations très divers, confèrent globalement à ces résultats une valeur convaincante en termes d'inférence causale.

Les principaux effets sur la santé à court terme des polluants atmosphériques concernent l'appareil respiratoire. Ces effets se manifestent par une fréquence accrue de symptômes ou de maladies touchant les voies respiratoires supérieures (irritation nasale ou de la gorge par exemple) et les voies respiratoires inférieures (toux, gêne respiratoire, oppression thoracique, bronchite, crise d'asthme etc.). Ces manifestations résultent généralement soit d'une toxicité directe des polluants, soit d'une fragilisation des mécanismes de défense de l'organisme vis-à-vis des agressions bactériennes, virales ou allergiques. D'autres appareils sont également concernés par les effets de la pollution atmosphérique : l'appareil cardio-vasculaire, l'œil, le système nerveux, le système rénal etc.

Par exemple, une relation dose-réponse a été établie entre les concentrations ambiantes de particules en suspension et la mortalité. Une augmentation, un jour donné, de 100 µg/m³ des particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm se traduit, dans les jours qui suivent, par une augmentation de l'ordre de 6 % de la mortalité totale journalière. De nombreuses données mettent également en évidence un risque d'irritation bronchique associé à une exposition aux particules en suspension, qui ont ainsi conduit le Conseil supérieur d'hygiène publique de France à proposer une révision des valeurs limites. Les études épidémiologiques ont également permis de quantifier les relations entre la diminution de la fonction ventilatoire et les niveaux d'ozone observés. De manière analogue à ce qui a été observé lors des expositions contrôlées chez l'homme, ces études ne semblent pas indiquer l'existence d'un seuil d'exposition en dessous duquel il n'existe pas d'effet sur la fonction ventilatoire. Ces études suggèrent également que les niveaux d'ozone peuvent causer une augmentation faible, mais significative, de la morbidité. On estime que chaque augmentation journalière de 100 µg/m³ d'ozone est associée, en moyenne, à une augmentation de 10 à 15 % du nombre des admissions hospitalières.

Extrapol n°1. *Effets de l'ozone troposphérique chez l'enfant.* Pollution atmosphérique 1995, janvier-mars, I-XVI.

Extrapol n°2. *Particules et mortalité.* Pollution atmosphérique 1995, avril-juin, I-XVI.

CSHPF. *Particules en suspension dans l'atmosphère : effets sur la santé et proposition pour une révision des valeurs limites.* Rapport du ministère des Affaires sociales de la Santé et de la Ville 1994, 82p.

CSHPF. *L'ozone, indicateur de la pollution photochimique, en France. Évaluation des risques sur la santé. Mesures de prévention et de protection. Stratégie de communication.* Rapport du ministère des Affaires sociales de la Santé et de la Ville 1995, 152 p. et annexes.

Erpurs. *Impact de la pollution atmosphérique urbaine sur la santé en Île-de-France : 1987 - 1992.* Rapport ORS Ile-de-France 1995, 104p.

Des populations sensibles

Bien qu'il existe une très grande variabilité individuelle dans la susceptibilité aux polluants atmosphériques, certaines populations sont plus sensibles que d'autres en termes d'effets sur la santé. C'est le cas, en particulier, des personnes âgées et des personnes souffrant de maladies respiratoires chroniques (particulièrement les sujets asthmatiques et les sujets ayant une bronchite chronique) ou de maladies cardiovasculaires, cette sensibilité étant variable selon le polluant considéré. Les enfants constituent également une population sensible du fait qu'à cette période de la vie, l'appareil respiratoire est en pleine maturation et développement, et que leur activité est importante à l'extérieur.

Des incertitudes sur les effets à long terme

Les connaissances des effets à long terme de la pollution atmosphérique sur la santé sont encore aujourd'hui lacunaires, qu'il s'agisse des études expérimentales humaines, peu appropriées pour répondre à cette question, ou des études épidémiologiques qui nécessitent de recourir à des protocoles d'étude particuliers et pour lesquelles l'estimation de l'exposition des sujets sur une longue période d'étude est difficile à réaliser. Néanmoins, il existe un corps de connaissances toxicologiques et épidémiologiques suggérant l'existence de relations entre certains cancers respiratoires et la pollution d'origine automobile, et une réduction de la survie en cas d'exposition prolongée à un air pollué.

Connaissances, incertitudes et responsabilité

Les résultats des études épidémiologiques réalisées au cours des dix dernières années sont concordants et montrent que, globalement, les polluants atmosphériques en milieu urbain constituent, pour les niveaux actuellement rencontrés, un facteur de risque pour la santé. Ces résultats indiquent également que les valeurs limites d'exposition ne sont pas totalement efficaces pour protéger la santé des populations et surtout, qu'il ne semble pas exister de seuil en dessous duquel aucun effet n'est perceptible.

Or, bien que la pollution atmosphérique ne fasse pas partie des principales menaces pour la santé perçues par la population, une enquête réalisée en France en 1995 sur un échantillon de mille personnes montre que, parmi les problèmes d'environnement en milieu urbain, la qualité de l'air arrive en tête des préoccupations (30 % des personnes interrogées), loin devant les problèmes liés à la qualité de l'eau (7 %), aux déchets (4 %) ou au nucléaire (1,6 %). Il est donc maintenant de la responsabilité des politiques d'engager la société dans un débat sur

► CSHPF. *L'ozone, indicateur de la pollution photochimique, en France. Évaluation des risques sur la santé. Mesures de prévention et de protection. Stratégie de communication.* Rapport du ministère des Affaires sociales de la Santé et de la Ville 1995, 152 p. et annexes.

le risque socialement acceptable (le risque nul n'existe pas !), et d'aborder la question difficile mais capitale pour l'avenir, de la place de l'automobile dans notre société.

En effet, les questions relatives à l'utilisation préférentielle d'un type de carburant donné (essence sans plomb, diesel etc.) sont des questions pour lesquelles l'état actuel des connaissances scientifiques ne permet pas d'apporter clairement une réponse en terme de risque sanitaire, et en tout état de cause, devant l'augmentation du parc automobile, les solutions

Erpurs, mise en évidence des liens entre pollution et santé

Le projet Erpurs (évaluation des risques de la pollution urbaine pour la santé) est né en décembre 1990. Il répondait à une préoccupation croissante, aussi bien des décideurs que des professionnels et du grand public, de mieux cerner les relations entre la santé et la pollution atmosphérique urbaine.

Il s'agit d'un projet collaboratif associant : l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France, le Laboratoire d'hygiène de la Ville de Paris, le Réseau national de santé publique, l'École nationale de la santé publique, la faculté de pharmacie de Paris V et un réseau pluridisciplinaire d'une cinquantaine d'experts.

Objectifs

- Caractériser, en agglomération parisienne, les liens à court terme entre la pollution atmosphérique urbaine et la santé de la population
- Évaluer la pertinence de la mise en place, en Île-de-France, d'un système de surveillance de santé publique couplé au système de surveillance de la qualité de l'air.

La méthode

Il s'agit d'une étude rétrospective de type écologique temporelle. Pour la période 1987-1992, l'analyse confronte, sur une base jour-

nalière, les causes de décès, les hospitalisations à l'AP-HP, les visites à domicile de SOS médecins Paris et les déclarations d'arrêts de travail à EDF-GDF, aux mesures de fumées noires, de dioxyde de soufre, de dioxyde d'azote et d'ozone. Le protocole d'analyse statistique a été mis au point dans le cadre du projet européen APHEA réunissant 15 villes dont Paris et Lyon. Avant d'attribuer à la pollution un effet sur la santé, les facteurs de confusion suivants ont été pris en compte dans une régression Poisson : variations temporelles, grippe, pollens, température et humidité relative, ainsi que l'autocorrélation des données.

Résultats

- Ils mettent en évidence des liens entre des niveaux de pollution couramment observés en agglomération parisienne et des problèmes de santé (notamment au niveau respiratoire et cardio-vasculaire), sans effet de seuil.
- Ces liens concernent toute la population mais sont davantage marqués pour les enfants et les personnes fragilisées par une pathologie chronique (asthmatiques, bronchitiques chroniques).
- Les risques observés sont faibles (risque relatif inférieur à 2).

Importance du problème

- Les résultats de cette étude sont analogues à ceux d'autres études réalisées dans des contextes géographiques et climatiques très différents.
- Quoique non comparable au risque tabagique ou accidentel, la pollution atmosphérique constitue un problème de santé publique car toute la population est exposée.
- De plus, chez les enfants, des affections précoces et répétées liées à la pollution atmosphérique peuvent entraîner un handicap à la maturation du système respiratoire. Les résultats de l'étude ont conduit à proposer la mise en place d'un système de surveillance qui doit permettre :
 - d'évaluer, en routine, les risques pour la santé liés aux niveaux de pollution observés en milieu urbain ;
 - de valider d'un point de vue de santé publique la surveillance météorologique et d'orienter son évolution ;
 - d'évaluer les actions de prévention mises en place ;
 - de proposer des valeurs de références locales pour la protection de la santé de la population.

Sylvia Medina