

## L'évaluation des coûts de la pollution sur la santé publique

Thierry TACHEIX, Maître de Conférences, Faculté de Droit et des Sciences Économiques,  
CRIDEAU, Limoges (France)



*Le Caire (Egypte)*

Source : D. Hinrichsen ([www.inforforhealth.org](http://www.inforforhealth.org))

### Introduction

Les études identifient des problèmes de santé liés à une contamination de l'environnement dans la quasi-totalité des pays<sup>1</sup>. L'augmentation de la pollution pose de plus en plus de problèmes de santé publique. Si l'on trouve encore dans les pays en développement, les vieux tueurs (tuberculose, paludisme et maladies diarrhéiques, entre autres — et désormais le VIH/SIDA), il faut ajouter aux causes importantes de mort et de mauvaise santé en ville, tous les problèmes de santé publique liés à la pollution atmosphérique.

On estime que la pollution de l'air tue entre 2,7 et 3,0 millions d'êtres par an, soit environ 6 % de toutes les morts annuelles<sup>2</sup>. Environ 9 morts sur 10 imputables à la pollution de l'air ont lieu dans les pays en développement, où vit approximativement 80 % de la population mondiale<sup>3</sup>.

L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) estime que l'on pourrait empêcher environ 700.000 morts par an dans les pays en développement si on ramenait à des niveaux moins dangereux trois principaux polluants de l'atmosphère : l'oxyde de carbone, les particules en suspension et le plomb<sup>4</sup>.

---

<sup>1</sup> Ces études ne sont pas nouvelles. En 1855, John Snow avait publié les résultats de son étude novatrice des causes du choléra à Londres, dans laquelle il l'attribuait à de l'eau potable contaminée par des eaux d'égout non traitées — marquant ainsi le début de l'épidémiologie.

<sup>2</sup> O'MEARA, M. Reinventing cities for people and the planet. Washington, D.C., Worldwatch Institute, Jun. 1999. (Worldwatch Paper No. 147) 94 p.

<sup>3</sup> UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP). Human development report 1998. New York, UN, 1998.

<sup>4</sup> WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Health and environment in sustainable development. Five years after the Earth summit. Geneva, WHO, 1997. 242 p.).

On a estimé en 1995 à près de 100 milliards de dollars par an le coût direct de la pollution urbaine de l'air dans les pays en développement. À elle seule, la bronchite chronique entraîne environ 40 milliards de dollars de dépenses.

Dans le domaine de la pollution urbaine, la logique économique classique se trouve généralement prise en défaut du fait d'une absence de médiation par un marché entre ceux qui la génèrent et ceux qui la subissent. Personne ne peut revendiquer la propriété d'une parcelle d'air urbain, lui donnant droit de la conserver ou de la revendre.

On ne dispose dès lors pas d'un prix qui permette de mesurer directement le préjudice subi. Du point de vue de l'économie de l'environnement, la pollution urbaine<sup>5</sup> est analysée comme une externalité<sup>6</sup> négative spécifique. Elle entraîne un coût social non compensé, c'est-à-dire imposé à des tiers en dehors de toute transaction volontaire. L'écart entre le coût social total et le coût privé représente le coût des dommages. La question est de savoir comment évaluer ces dommages pour pouvoir les prendre en considération dans des décisions de politique économique et sociale.

On se propose ici de présenter des outils qui permettent de donner une valeur monétaire à ces effets externes afin qu'ils puissent être intégrés dans les choix des décideurs économiques. Une première partie montre comment il est possible de modéliser les impacts physiques de la pollution atmosphérique à partir de la relation dose-effet<sup>7</sup>.

Une deuxième partie permet de donner une valeur monétaire aux coûts liés à la pollution atmosphérique. Une étude de l'OMS conduite dans trois pays d'Europe (Autriche, France et Suisse) ainsi que des études menées en France (Programme de Surveillance Air & Santé) et en Europe (projet APHEA, puis APHEIS) illustreront les analyses théoriques.

## **Section 1. L'évaluation quantitative des impacts de la pollution sur la santé publique**

L'idée est d'étudier le cheminement des polluants à partir de la source en décrivant les processus de diffusion et de transformation dans l'atmosphère, ainsi que les différents impacts sanitaires qui en découlent. Ces impacts sont évalués à partir d'une fonction de type dose-réponse.

### **1. Le cheminement des impacts de la pollution**

Chaque polluant est suivi de la source d'émission jusqu'au récepteur final. Dans son étude publiée en 1999 l'OMS retient comme indicateur de la pollution atmosphérique les particules fines.

La quantification des impacts passe par plusieurs étapes. Il y a tout d'abord une spécification des technologies de production et des polluants émis. Les particules fines sont émises notamment par les combustions, pour une période donnée<sup>8</sup>. On étudie ensuite la concentration des polluants dans les différents lieux ou régions affectés<sup>9</sup> afin de calculer les impacts physiques sur le milieu récepteur (homme, animal, écosystème, bâtiments...) à partir de fonctions dose-réponse.

---

<sup>5</sup> Le dommage environnemental d'une manière générale.

<sup>6</sup> Une externalité ou effet externe se définit comme un effet économique qui n'a pas donné lieu à une compensation monétaire.

<sup>7</sup> Pour un guide méthodologique pour l'évaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine voir : [www.invs.sante.fr](http://www.invs.sante.fr).

<sup>8</sup> Ceci peut également permettre d'apprécier si l'on dépasse les limites réglementaires.

<sup>9</sup> Un polluant de l'air peut parcourir une distance d'environ 1000km.

## 2. La fonction dose-réponse

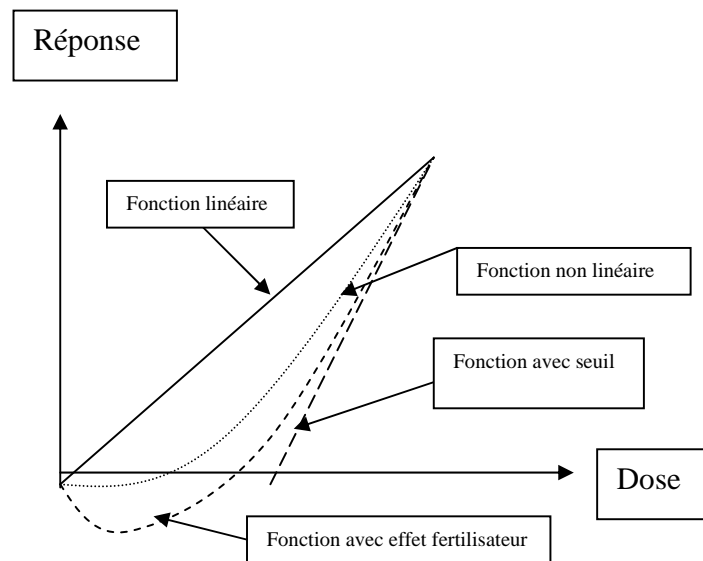
C'est elle qui permet de passer des doses de polluants reçues par le récepteur aux dommages exprimés en termes physiques (mort prématurée, morbidité respiratoire, maladies cardio-vasculaires, pertes de récoltes...). Elle exprime la relation entre la concentration ambiante et l'impact.

Les particules fines sont dites "inhalables" car elles peuvent atteindre l'appareil pulmonaire. Leurs effets sur la santé dépendent de la composition chimique (présence de métaux lourds toxiques tels que le plomb) ou de composés cancérigènes tels que les hydrocarbures. Ces particules fines sont impliquées dans la genèse de troubles respiratoires et cardio-vasculaires.

Les effets de la pollution atmosphérique urbaine sont différents selon les personnes. Si tous les individus sont en général affectés, en particulier lors d'exposition prolongée et/ou excessive, le dépassement des valeurs critiques n'implique pas obligatoirement l'apparition d'une pathologie sur chaque individu. Pour un même niveau de pollution, certaines personnes vont être plus sensibles que d'autres, soit parce qu'elles sont plus fragiles, soit parce qu'elles sont exposées à d'autres pollutions qui aggravent l'effet de la pollution atmosphérique. En particulier, pour un même niveau de pollution, les enfants, les personnes âgées ou celles qui présentent un état de santé diminué sont plus vulnérables.

La fonction dose-réponse est déterminée par une analyse statistique de corrélation entre les concentrations ambiantes d'un polluant et les effets de santé publique qui en découlent.

### Différentes formes possibles de fonctions dose-réponse



Source : Bonniex F. & Desaignes B., 1998, p.282.

Plusieurs formes possibles de fonctions dose-réponse peuvent être envisagées.

- ◆ La **forme linéaire** indique que toute augmentation de la pollution a un impact sanitaire. Le modèle linéaire semble décrire correctement la plupart des effets sanitaires des polluants atmosphériques<sup>10</sup>.
- ◆ La **fonction avec seuil** définit une valeur de la dose en dessous de laquelle le polluant n'a pas d'effet.
- ◆ La **fonction avec effet fertilisateur** correspond au cas où de faibles doses de polluants ont des effets bénéfiques sur le récepteur, les effets négatifs n'intervenant que pour des doses élevées. C'est par exemple le cas de la pollution par les pluies acides qui favorise au départ la croissance des arbres avant de les faire dépérir.
- ◆ La **fonction non linéaire** est souvent estimée à partir de données de laboratoire.
- ◆ L'incertitude sur la forme précise de la fonction étant très grande, il n'est pas certain que des formes non linéaires donnent de meilleurs résultats que les formes linéaires.

### 3. Des évaluations quantitatives de l'impact sanitaire

Les études épidémiologiques menées en France<sup>11</sup> et en Europe<sup>12</sup> ont d'abord permis de quantifier les effets à court terme de la pollution atmosphérique sur la santé.

Elles indiquent en général que les augmentations quotidiennes de la pollution atmosphérique peuvent entraîner en quelques jours l'apparition de différents symptômes, des hospitalisations et des décès anticipés.

Une étude de l'OMS publiée en 1999 et conduite dans trois pays d'Europe (Autriche, France et Suisse) a permis de mettre en avant les effets à long terme de la pollution atmosphérique. Elle montre qu'une exposition cumulative à des niveaux moyens de pollution atmosphérique pendant plusieurs années peut conduire à des affections chroniques, à des cancers et à des décès prématurés.

#### a. Les résultats de l'étude de l'OMS

Les indicateurs de santé étudiés en relation avec la pollution atmosphérique sont la mortalité totale à long terme, les hospitalisations pour causes respiratoires et cardio-vasculaires, les bronchites et les jours de restriction d'activité<sup>13</sup>.

En 1996 en France, l'exposition moyenne annuelle de la population française métropolitaine pouvait être estimée à  $23,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (micro grammes/m<sup>3</sup>) pour l'ensemble des PM10<sup>14</sup>, dites PM10 totales, dont  $8,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  attribuables aux transports routiers<sup>15</sup>. Seules les situations pour lesquelles la concentration est supérieure à la concentration minimale, dite « naturelle » soit  $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sont prises en considération. L'étude utilise des fonctions exposition-risque pour une augmentation de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour calculer le nombre de cas de mortalité prématurée et de morbidité attribuables à la pollution PM10<sup>16</sup>.

Les résultats de l'étude de l'OMS concernant la mortalité et la morbidité pour l'année 1996 sont, pour la France, résumés dans le tableau suivant.

---

<sup>10</sup> Bonnieux F. & Desaignes B., 1998, p.282.

<sup>11</sup> Programme PSAS (Programme de Surveillance Air & Santé) en 1997.

<sup>12</sup> Programme APHEIS (Air Pollution and Health : A European Information System) en 2002.

<sup>13</sup> Mesurés en total personnes-jours par an.

<sup>14</sup> Particules en suspension de diamètre médian inférieur à  $10 \mu\text{m}$ .

<sup>15</sup> L'étude met en évidence la variation considérable des concentrations en fonction de la localisation.

<sup>16</sup> Des études étrangères ont souligné qu'une augmentation de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  des PM10 entraîne une hausse de 4% du risque de mortalité chez l'adulte.

Indicateur de santé	Nombre de cas attribuables à l'ensemble des PM10	Nombre de cas attribuables aux PM10 d'origine automobile
Mortalité totale à long terme	31 692	17 629
Hospitalisations pour causes respiratoires	13 796	7 674
Hospitalisations pour causes cardio-vasculaires	19 761	10 992
Incidence bronchite chronique	36 726	20 429
Incidence bronchite aiguë	450 218	250 434
Jours de restriction d'activité	24 579 872	13 672 554
Crises d'asthmes (enfants asthmatiques)	242 633	134 965
Crises d'asthmes (adultes asthmatiques)	577 174	321 053

Source : IFEN, page 83.

Ces résultats montrent qu'en France en 1996, plus de 30000 décès prématurés étaient attribuables à une exposition cumulative à l'ensemble des PM10 pendant plusieurs années, la pollution d'origine automobile étant responsable de plus de la moitié d'entre eux.

#### **b. Le Programme de Surveillance Air & Santé (PSAS-9)**

En 1997, ce programme visant à quantifier à court terme les risques sanitaires liés à l'exposition atmosphérique urbaine et couvrant neuf grandes villes françaises<sup>17</sup>, concluait à l'existence d'association statistiquement significative entre les variations journalières de la pollution atmosphérique urbaine et la mortalité totale, cardio-vasculaire et respiratoire.

Portant sur plus de 11 millions de personnes, cette étude estimait que le nombre de décès anticipés attribuables des niveaux de pollution supérieurs à 10 µg/m<sup>3</sup> était de 2786 pour la mortalité totale dont près de 40% étaient dus à des troubles cardiovasculaires (1097 décès) et 11% à des troubles respiratoires (316 décès). Une réduction de moitié de la pollution éviterait chaque année 1834 décès, soit 66% de la mortalité totale. Ce programme français participait plus largement au programme européen.

#### **c. Le programme Air Pollution and Health : A European Information System (APHEIS)**

Le programme APHEIS a présenté en 2002 les résultats d'une évaluation d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique conduite en 2001 dans 26 villes de 12 pays européens, dont la France. Elle montre que la pollution atmosphérique demeure une préoccupation de santé publique en milieu urbain, et qu'une réduction, même minime, de ces niveaux, apporterait un gain sanitaire non négligeable. L'évaluation d'impact sanitaire a été effectuée pour une exposition de la population à court et long terme aux PM10 et à court terme aux fumées noires. Elle montre en particulier que 11 855 décès anticipés (43 décès anticipés pour 100 000 habitants) pourraient être évités chaque année, si la valeur limite de 20 µg/m<sup>3</sup> de PM10, imposée par la Commission Européenne à l'horizon 2010 pour une exposition à long terme aux PM10, était respectée dans les 19 villes (32 millions d'habitants) mesurant ce polluant.

Une fois les dommages sur la santé quantifiés sous diverses formes (nombres de décès, de journées de travail perdues...), il reste à leur attribuer une valeur monétaire. La mise en œuvre du calcul économique considère que les données récupérées auprès des différents spécialistes sont fiables et les résultats finaux peuvent donc incorporer un certain nombre d'imprécisions ou d'erreurs cumulées.

<sup>17</sup> Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse.

## **Section 2. L'évaluation monétaire de la pollution sur la santé publique**

L'évaluation monétaire du coût de l'impact des PM10 sur la santé a été effectuée selon deux approches : le consentement à payer qui utilise la méthode d'évaluation contingente et les pertes de ressources économiques réelles qui sont basées sur l'utilisation de la méthode du capital humain.

### **1. Les méthodes d'évaluation.**

Les effets externes sanitaires dus à la pollution atmosphérique sont de différentes natures. Les valorisations monétaires qui suivent les relations dose-effet peuvent être décomposées en deux catégories selon qu'elles sont quantifiées, comme par exemple les coûts de traitement, ou non quantifiées, comme la douleur.

#### **a. La méthode du capital humain**

Elle fait référence à des évaluations comptables en termes de perte de valeur ajoutée ou à l'estimation de coûts d'évitement. Les coûts liés à la pollution sont évalués sur la base des prix de marché en évaluant des coûts directs comme les coûts de traitement ou les pertes économiques.

Les pertes en vie humaine, les jours d'incapacité sont transposés en terme économique en utilisant comme valeur de ces pertes les flux actualisés de revenus perdus. La valeur de la vie humaine est donc réduite à son seul aspect productif.

Indépendamment des effets monétarisés des décès et de la morbidité, il y a lieu de prendre en considération les désagréments occasionnés. Ils sont relatifs à la réduction de qualité de vie du patient<sup>18</sup> comme l'angoisse, la douleur, l'impossibilité d'exercer certaines activités de loisir, ou encore à des aspects psychologiques, à du temps passé ou à de la fatigue. Ils ne peuvent être évalués qu'avec une évaluation contingente.

#### **b. La méthode d'évaluation contingente.**

Une manière de pallier l'absence d'un marché sur lequel s'échangeraient les biens environnementaux est d'en créer un fictif. C'est ce que propose la méthode d'évaluation contingente qui consiste à élaborer un marché fictif sur lequel s'échangerait le bien environnemental comme la pollution. Cela se traduit par une enquête auprès d'un échantillon de population représentatif auquel on va demander d'exprimer, par exemple en matière de pollution urbaine :

- son consentement à payer (CAP) pour obtenir une amélioration de la qualité de l'air ou du bruit ;
- son consentement à payer pour éviter une dégradation de la qualité de l'air ou du bruit ;
- son consentement à recevoir (CAR) pour subir une détérioration de la qualité de l'air ou du bruit ;
- son consentement à recevoir pour renoncer à une amélioration de la qualité de l'air ou du bruit.

Même si dans les faits ces 4 types de questions peuvent faire apparaître des divergences importantes, elles donnent toutes une évaluation monétaire des nuisances.

## **2. Des évaluations monétaires de la pollution sur la santé**

Nous allons tout d'abord présenter les résultats de l'étude de l'OMS. Nous présenterons ensuite ceux d'une étude sur le consentement à payer pour réduire le bruit à Bruxelles basés sur la méthode d'évaluation contingente.

---

<sup>18</sup> Ou de ses proches.

## a. L'étude de l'OMS

Effets sur la santé de la pollution par les PM10 en France (en euros).

	Évaluation associée au PM10 totales		Évaluation de la part liée au trafic routier	
	CAP individuel	Pertes de ressources économiques	CAP individuel	Pertes de ressources économiques
<b>Mortalité à long terme</b>	<b>28 988</b>	<b>3 986</b>	<b>16 125</b>	<b>2 217</b>
Hospitalisations pour causes respiratoires et cardio- vasculaires	264	158	147	88
Bronchites chroniques	7 676	121	4 270	67
Bronchites aiguës	59	18	33	10
Attaques d'asthme	25	0.5	14	0.3
Jours d'activité restreinte	2 311	1 401	1 285	779
<b>Total morbidité</b>	<b>10 335</b>	<b>1 698</b>	<b>5 749</b>	<b>944</b>
<b>Total</b>	<b>39 324</b>	<b>5 684</b>	<b>21 874</b>	<b>3 162</b>

Source : Site ADEME (www.ademe.fr).

Dans l'évaluation monétaire par la méthode du consentement à payer, les coûts de la santé sont évalués en fonction de la somme que la population exposée à la pollution atmosphérique est disposée à payer pour réduire le risque d'être atteinte dans sa santé.

L'évaluation contient des coûts matériels comme le traitement médical ou la perte de production, ainsi que des coûts immatériels comme la douleur, la souffrance, la peine ou une qualité de vie diminuée. La valeur contingente de la disposition à payer pour éviter un décès est estimée à 915000 euros.

L'étude de l'OMS évalue les pertes de ressources économiques réelles que représentent les pertes de consommation, liées aux décès prématurés, les dépenses de santé associées à la morbidité, les coûts de l'absentéisme (hors "pertes de bien-être"), soit les coûts matériels. Selon cette approche, un décès est estimé à 12 600 euros par année de vie perdue en moyenne. Les décès associés à la mortalité de long terme représentent une perte d'espérance de vie moyenne de 10 ans environ. Un décès est ainsi valorisé à environ 126 000 euros.

L'étude de l'OMS conclut donc à un coût total de près de 40 millions d'euros annuels en France des effets sanitaires de l'exposition aux PM10 : 30 millions d'euros correspondent à la mortalité (30 000 décès prématurés de 10 ans évalués chacun à près d'un million d'euros) et 10 millions d'euros à la morbidité. Les coûts de morbidité les plus élevés concernent les cas de bronchite chronique et les jours d'activité réduite.

Autre source de pollution atmosphérique qui nécessite l'utilisation de la méthode contingente pour une évaluation monétaire : le bruit.

### **b. La MEC appliquée au bruit du trafic routier<sup>19</sup>**

Enfin, la méthode d'évaluation contingente a également été utilisée pour évaluer les coûts externes associés au bruit du trafic routier dans la capitale de Bruxelles.

Les habitants de Bruxelles-Capitale, pour les rues soumises à un niveau de bruit supérieur à 55 dB(A), se considèrent comme réellement gênés par le bruit routier et certains sont prêts à offrir une somme pour réduire cette nuisance quotidienne.

La mise en œuvre de la méthode d'évaluation contingente a permis d'estimer le CAP des personnes interrogées. Pour l'échantillon considéré, le montant moyen du CAP est de 5,5 euros par mois et par ménage soit 67 euros par an. Si l'on ventile ce montant par le nombre de membres du ménage, cette moyenne tombe à 2,8 euros par mois et par habitant, soit un montant de 34 euros par an et par habitant.

### **Conclusion**

La pollution de l'air est devenue aujourd'hui un problème essentiel de notre environnement. Dans les villes où il n'y a pas de mesure antipollution, des millions de gens sont mis en danger par la pollution des espaces extérieurs. La plupart des données épidémiologiques mettent en évidence un lien entre les concentrations de particules observées dans l'atmosphère et les effets de la pollution de l'air sur la santé. Parmi les particules les plus nocives, celles émises par le trafic routier et l'industrie présentent des risques importants.

Compte tenu des effets négatifs considérables qu'elle entraîne sur la santé, il est indispensable d'avoir une évaluation monétaire de ses coûts. Le fait qu'une évaluation monétaire exacte soit illusoire n'enlève en rien à la nécessité d'une monétarisation pour que les pouvoirs publics puissent remplir pleinement leur fonction de régulation. En effet, le rôle de tutelle de l'État ne se cantonne pas à l'édiction de normes et d'interdictions.

L'introduction de plus en plus effective de régulations de type marché, plus souples et permettant d'optimiser la situation globale des acteurs en présence, nécessite de fixer des niveaux de taxes, dédommagements ou péages qui ne soient pas disproportionnés par rapport aux coûts des nuisances générées. De même, la prise en compte d'un coût de la pollution atmosphérique et sonore permet d'enrichir utilement le bilan des coûts et des avantages pour la collectivité.

Enfin, non seulement la pollution de l'air constitue un danger pour la santé, mais elle réduit aussi la production alimentaire et les récoltes de bois, parce que des niveaux élevés de pollution empêchent la photosynthèse. En Allemagne, par exemple, on perd chaque année environ 4,7 milliards de dollars de production agricole à cause de niveaux élevés de soufre, d'oxydes d'azote et d'ozone<sup>20</sup>.

---

<sup>19</sup> Source internet : [www.ulb.ac.be](http://www.ulb.ac.be)

<sup>20</sup> UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP). Human development report 1998. New York, UN, 1998.



## **Bibliographie**

- Barde J.-Ph. (1992) *Économie et politique de l'environnement*. Paris, PUF (2<sup>ème</sup> éd.).
- Bonnieux F. & Desaignes B. (1998) *Économie et politiques de l'environnement*. Paris, Dalloz.
- Bürgenmeier B. (2005) *Économie du développement durable*. Bruxelles, De Boeck (2<sup>ème</sup> éd.).
- Clawson M., Knetch J.-L. (1966) *Economics of Outdoor Recreation*. Washington D.C. : Resources for the Future Inc.
- Desaignes B. & Point P. (1993) *Économies du patrimoine naturel. La valorisation des bénéfices de protection de l'environnement*. Paris, Economica.
- Faucheux S. & Noël J.-F. (1995) *Économie des ressources naturelles et de l'environnement*. Paris, Armand Colin.
- OCDE. (1995) *Évaluer les dommages à l'environnement. Un guide pratique*. IDE/OCDE/ODI Ed.
- Pearce D.W., Turner R.K. (1990) *Economics of Natural Resources and the Environment*. Londres, Harvester Wheatsheaf Ed.
- Point P. (1992) "Les services rendus par le patrimoine naturel : une évaluation fondée sur des principes économiques", *Économie et Statistique* n°258-259.
- Quinet E. (1993), "Les coûts sociaux des transports : évaluation et liens avec les politiques d'internalisation des effets externes". Document de travail n°1 du *Séminaire sur l'internalisation des coûts externes des transports*. Paris, OCDE/CEMT.

## **Sources Internet**

- <http://www.ademe.fr/htdocs/actualite/dossier/PM10.htm>
- [http://www.afsse.fr/documents/reduction\\_pollution\\_atmospherique\\_urbaine.pdf](http://www.afsse.fr/documents/reduction_pollution_atmospherique_urbaine.pdf)
- <http://www.ifen.fr/publications/DonEco/doneco2003/energie3.pdf>
- <http://www.infoforhealth.org/pr/prf/fm15/m15chap2.shtml>
- [http://www.invs.sante.fr/publications/2003/eis\\_pollution/rapport\\_eis.pdf](http://www.invs.sante.fr/publications/2003/eis_pollution/rapport_eis.pdf)
- [http://www.ulb.ac.be/ceese/nouveau%20site%20ceese/documents/mobilite\\_durable\\_rapport.pdf](http://www.ulb.ac.be/ceese/nouveau%20site%20ceese/documents/mobilite_durable_rapport.pdf)