

Impacts sanitaires des particules

Bakhao Ndiaye, Aymeric Ung, Mathilde Pascal, Magali Corso,
Sylvia Medina, Christophe Declercq - InVS

Journée d'échanges sur l'air « Les particules, de la
problématique aux actions », 7 novembre 2013, Creil

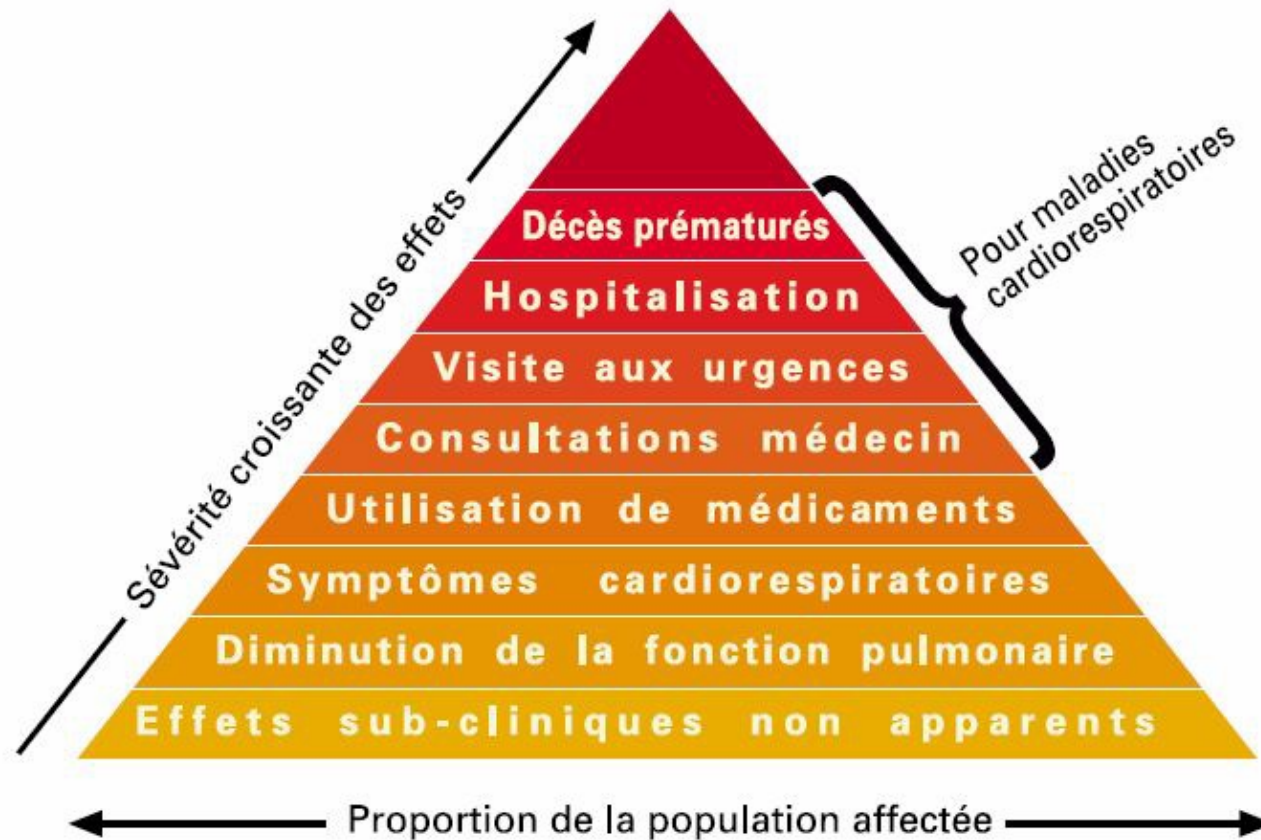


Polluants atmosphériques et santé : une relation complexe

L'impact de la pollution atmosphérique sur la santé humaine est difficile à appréhender pour de multiples raisons :

- pollution de l'air est un mélange complexe composé d'un grand nombre de polluants dans l'air qui peuvent réagir entre eux pour former des polluants secondaires ;
- exposition à la PA est hétérogène dans le temps et dans l'espace, et dépend de la sensibilité pour un même individu ;
- maladies susceptibles d'être liées à la PA sont multifactorielles ;
- risques individuels sont faibles mais à l'échelle de la population générale, les impacts sont grands (toute la population est exposée).

Quels effets ont les polluants atmosphériques sur la santé?



Pyramide des effets aigus associés à la pollution atmosphérique

Source : Direction de la santé publique de Montréal. 2003



Quels types d'impact de la pollution atmosphérique sur la santé ?

Les impacts de la pollution atmosphérique sur la santé peuvent se répartir schématiquement en deux groupes dont les effets ont été quantifiés par de nombreuses études épidémiologiques :

- **les effets d'une exposition à court terme** : il s'agit de « manifestations » cliniques, fonctionnelles ou biologiques aiguës, survenant dans des délais brefs (quelques jours, semaines) après l'exposition à la pollution atmosphérique ;
- **les effets d'une exposition à long terme** : il s'agit de la responsabilité de l'exposition à la pollution atmosphérique dans le développement de processus pathogènes au long cours. Ces effets sont a priori plus importants que ceux à court terme.



Des populations plus sensibles et plus exposées

Il existe une grande variabilité individuelle dans la susceptibilité aux polluants atmosphériques. Certaines populations sont plus sensibles que d'autres en termes d'effets sur la santé :

- les **enfants** dont les poumons ne sont pas complètement formés (la fin de la croissance de l'appareil pulmonaire se produit vers 10-12 ans) ;
- les **personnes âgées**, plus sensibles en raison du vieillissement des tissus respiratoires ainsi que d'une diminution des défenses respiratoires ;
- les **personnes souffrant de pathologies chroniques** (maladies respiratoires chroniques allergiques et asthmatiques ou maladies cardio-vasculaires), les diabétiques ;
- les **fumeurs**, dont l'appareil respiratoire est déjà irrité par le tabac.
- les **personnes pratiquant une activité sportive en extérieur** soumises à une exposition plus importante (augmentation de la ventilation).

Principaux polluants atmosphériques

- NO₂ Dioxyde d'azote
 - O₃ Ozone
 - CO Monoxyde de carbone
 - SO₂ Dioxyde de soufre
 - **PM10** **Particules de diamètre inférieur à 10 µm**
 - **PM2.5** **Particules de diamètre inférieur à 2,5 µm**
 - HAP Hydrocarbures aromatiques polycycliques
 - COV Composés organiques volatils
-
- PM = particulate matter (particule en suspension)



Généralités sur les PM

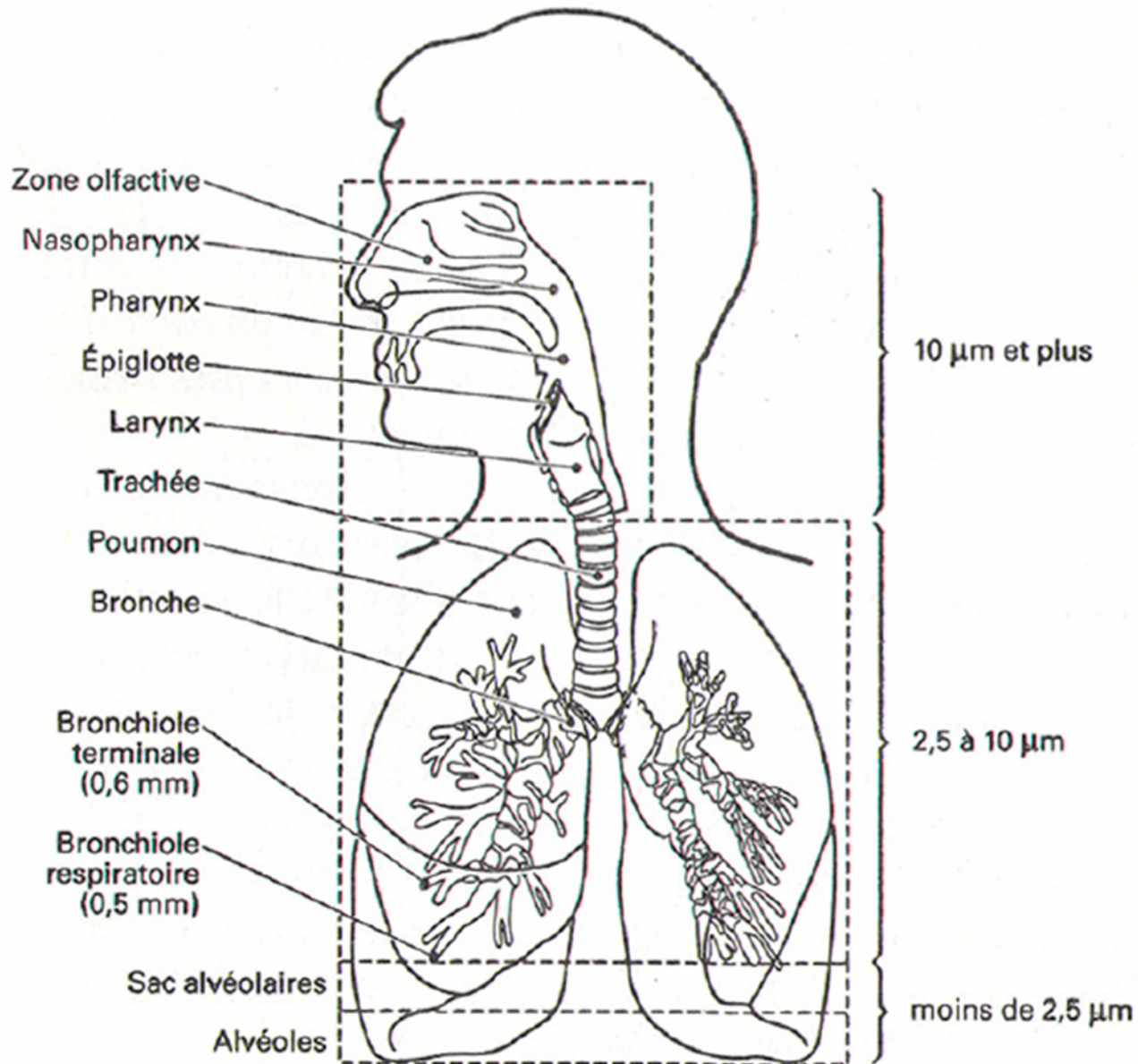
- Mélange complexe de particules solides et liquides en suspension dans l'air (polluant primaire et secondaire)
- Origine variée : naturelle (volcans, sable, etc.) ou humaine (combustions industrielles et domestiques, incinération, véhicules, etc.)
- Hétérogénéité : taille ($<10\ \mu\text{m}$: inhalables), composition chimique
 - Particules fines ($<2,5\ \mu\text{m}$) voire ultrafines ($<0,1\ \mu\text{m}$)



Pénétration des PM selon leur taille

- Les particules les plus grosses se déposent sur la muqueuse de l'oropharynx et sont dégluties, la voie de pénétration principale est donc digestive.
- Les particules fines (PM_{2.5}) se déposent sur l'arbre trachéo-bronchique et vont atteindre les alvéoles pulmonaires.
- Au niveau cellulaire, les particules provoquent une inflammation avec libération de médiateurs chimiques et de radicaux libres au niveau des voies respiratoires.

Pénétration des PM selon leur taille





Effets à court terme des PM sur la santé

Résultats corroborés par des centaines de travaux de par le monde dont plusieurs projets multi-villes : NMMAPS, APHEA, PSAS :

- augmentation de
 - **la mortalité** (notamment pour motifs cardiovasculaires).
 - **la morbidité respiratoire et cardiovasculaire** (symptômes respiratoires et hospitalisations pour maladies respiratoires ; hospitalisations pour événements cardiovasculaires aigus : infarctus, troubles du rythme).



Effets à long terme des particules fines sur la santé

Etudes moins nombreuses mais résultats dans le sens d'un effet délétère lié à une exposition chronique aux particules en particulier sur l'appareil cardio-pulmonaire :

- accroissement des symptômes des voies respiratoires inférieures, des maladies respiratoires obstructives chroniques ;
- augmentation et aggravation des maladies cardiovasculaires, notamment des cardiopathies ischémiques ;
- diminution significative de l'espérance de vie ;
- augmentation des risques de mortalité liés aux maladies cardio-vasculaires et au cancer du poumon ;
- réduction des fonctions pulmonaires chez les enfants et les adultes.

Ces effets sont à priori plus importants que ceux à court terme

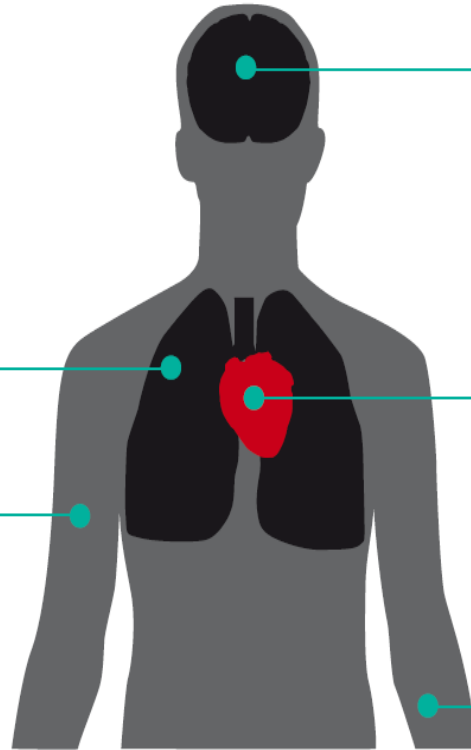
Effets des particules sur la santé

Poumons :

Inflammation
Stress oxydatif
Aggravation de la broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) et progression plus rapide de la maladie
Augmentation des symptômes respiratoires
Dégradation de la fonction pulmonaire

Sang :

Troubles rhéologiques
Augmentation de la coagulabilité
Diffusion des particules à travers la paroi capillaire
Thrombose périphérique
Diminution de la saturation en oxygène



Cerveau :

Augmentation de l'ischémie cérébrale

Cœur :

Altération de la fonction cardiaque
Stress oxydatif
Augmentation de la fréquence des troubles du rythme
Troubles de la repolarisation du tissu cardiaque
Augmentation de l'ischémie myocardique

Système vasculaire :

Athérosclérose, accélération de l'évolution des plaques d'athérome et instabilité des plaques
Dégradation endothéliale
Vasoconstriction et hypertension

Inflammation systémique et stress oxydatif :

Augmentation de C réactive protéine
Augmentation des médiateurs pro-inflammatoires
Activation des leucocytes et des plaquettes



Quel message ?

- Les niveaux de particules actuellement observés sont associés à des risques pour la santé (impact substantiel étant donné la taille de la population exposée)
- Il y a une relation continue entre niveaux d'exposition et niveaux de risque à l'échelle de la population :
 - raisonner comme s'il n'y avait pas de seuil ;
 - ne pas se contenter de gérer les pics, mais agir sur la pollution de fond et les sources (émissions de polluants et de précurseurs).



L'InVS et la surveillance de la pollution de l'air et ses effets sur la santé

- Programme de surveillance air et santé (Psas) créé en 1997 et coordonné par le Département santé environnement (DSE).
- Objectifs :
 - estimer les risques sanitaires associés à l'exposition à la pollution atmosphérique et suivre leurs évolutions ;
 - permettre la réalisation d'évaluations de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique notamment à l'échelle locale des agglomérations ;
 - renforcer l'expertise nationale et locale dans le domaine air et santé, mobilisable en cas de besoin ;
 - apporter des éléments d'aide à la décision aux acteurs locaux et nationaux de la qualité de l'air ;
 - participer à des projets européens (Aphekom, Apheis).
- Ce programme s'inscrit dans le cadre de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996 (Laure) qui stipule dans son article 3 que « l'Etat assure... la surveillance de la qualité de l'air et... de ses effets sur la santé ».



Projet européen Aphekom

L'InVS a coordonné le projet Aphekom pour contribuer à l'amélioration des connaissances sur les effets sanitaires de la pollution atmosphérique en direction des différentes parties prenantes (décideurs, scientifiques, grand public, etc.).

Des résultats concrets issus du projet : un exemple.

Quels sont aujourd'hui les impacts de la pollution de l'air sur la santé en Europe ?

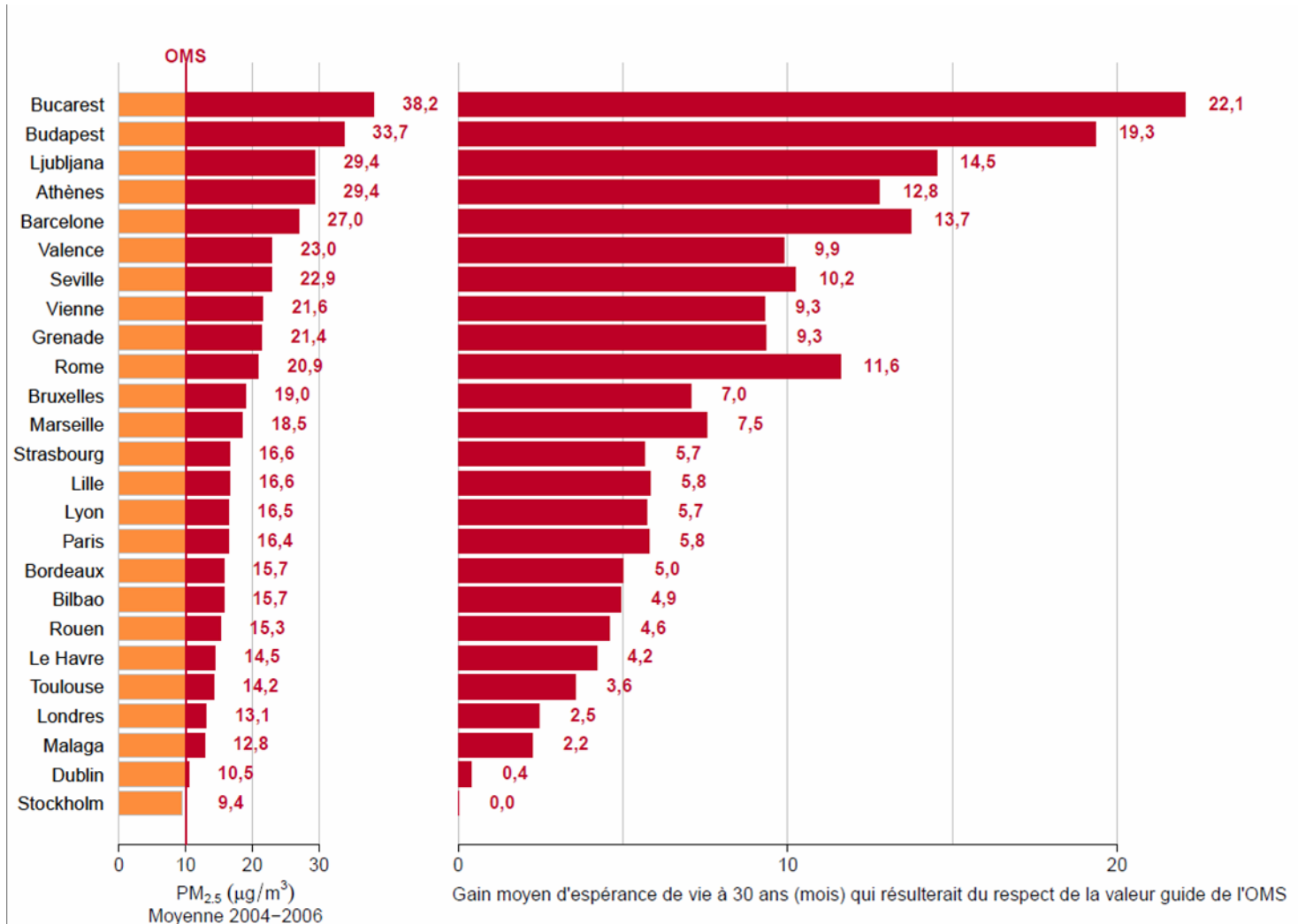
Quels en sont les coûts ?

Le dépassement de la valeur guide de l'OMS pour les PM2.5 dans 25 villes européennes comptant 39 millions d'habitants se traduit chaque année par :

- » 19 000 décès prématurés
- » dont 15 000 décès pour causes cardiovasculaires
- » 31.5 milliards d'euros en dépenses de santé et coûts associés

Pour plus de renseignements : www.aphekom.org

Gain moyen d'espérance de vie (mois) pour les personnes de 30 ans dans les 25 villes du projet Aphekom si les niveaux moyens annuels de particules fines PM2.5 étaient ramenés au seuil de 10 microgrammes par mètre-cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (valeur guide préconisée par l'OMS)



Source :
Aphekom



Perspectives d'études (entre autres)

Régional:

- Etudes d'impact sanitaire liées à la PA de fond: Amiens et à Creil

National

- Effets à court terme sur la mortalité et les hospitalisations des particules grossières (entre 2.5 et 10 μm), y compris d'origine naturelle (vents de sable du Sahara) ;
- Etude Gazel AIR: cohorte française de 1989 EDF, GDF: Effets à long terme
- Particules ultrafines ;
- Faisabilités des EIS régionales en cours (IDF, Normandie, LDR)



Collaboration entre les Aasqa et l'InVS

- Collaboration unique dans le domaine de la santé environnementale, avec une surveillance intégrée de l'environnement et de la santé :
 - les Aasqa fournissent les indicateurs d'exposition qui permettent à l'InVS d'étudier l'impact sur la santé de la pollution de l'air notamment pour la réalisation d'évaluations d'impact sanitaire (EIS) ;
 - les résultats de ces études ont à leur tour permis d'orienter les programmes de surveillance des Aasqa (localisation des stations, types de polluants) et ont permis de faire évoluer les directives européennes sur la qualité de l'air.

Merci pour votre attention !

Contacts InVS :

- Bakhao Ndiaye, bakhao.ndiaye@ars.sante.fr

- Aymeric Ung, a.ung@invs.sante.fr

- Site internet de l'InVS :

- www.invs.sante.fr

Etudes épidémiologiques

- utilisent les traceurs de la PA (plus classiques, PM et Ozone) pour déterminer les relations concentration-réponse (C-R)
- distinguent 2 types d'effets:
 - Effets à court terme étudiés via les études multicentriques s'appuyant sur des analyses de séries temporelles.
 - Effets à long terme étudiés via études de cohortes
- Existe +sieurs études biologiques et toxicologiques détaillant le mécanisme d'action des polluants.
- Etudes d'intervention (lieu où la pollution a été réduite → impact sur la santé réduit)
- Causalité (1-force de l'association,2- cohérence; 3-spécificité; 4- relation temporelle;5- relation dose-réponse; 6-plausibilité biologique; 7-preuve expérimentale; 8-Analogie)

EIS

- Les EIS de la pollution atmosphérique permettent de quantifier les bénéfices sanitaires d'une amélioration de la qualité de l'air au sein de la population. Elles s'appuient sur une démarche quantitative qui suppose la causalité entre l'exposition à un polluant et la survenue d'un effet sanitaire.
L'approche quantitative utilise les relations CR issues des études épidémiologiques disponibles en les appliquant aux données environnementales et sanitaires
- 2 approches pour les EIS:
 - Prédictive, on cherche à estimer l'impact futur, à une échéance donnée, d'une politique de réduction de la PA.
 - Contrefactuelle, on cherche à estimer l'impact hypothétique d'une baisse de la PA, toutes choses égales par ailleurs

Principes généraux pour l'évaluation économique en santé

- **Couts directs, incluant les couts médicaux et les couts non médicaux directs** (dépenses non médicales directement liés au événements de santé: transports, aménagements de l'habitat, aides sociales, etc)
- **Couts directs, incluant les pertes de ressources économiques induites par l'événement de santé** (arrêt maladie, difficulté d'accès au marché du travail, départ à la retraite ou dc prématuré)
- **Couts intangibles** pour prendre en compte les conséquences de l'événement de santé sur le patient et ses proches qui ne peuvent pas être quantifiés en termes économiques, comme la souffrance, la peine, la perte de qualité de vie, etc

Abréviations

- Aphea: Air Pollution and health, a European Approach
- Apheis: Air Pollution and Health: a European Information System
- Aphekom: Improving Knowledge and Communication for Decision Making on Air Pollution and Health in Europe