

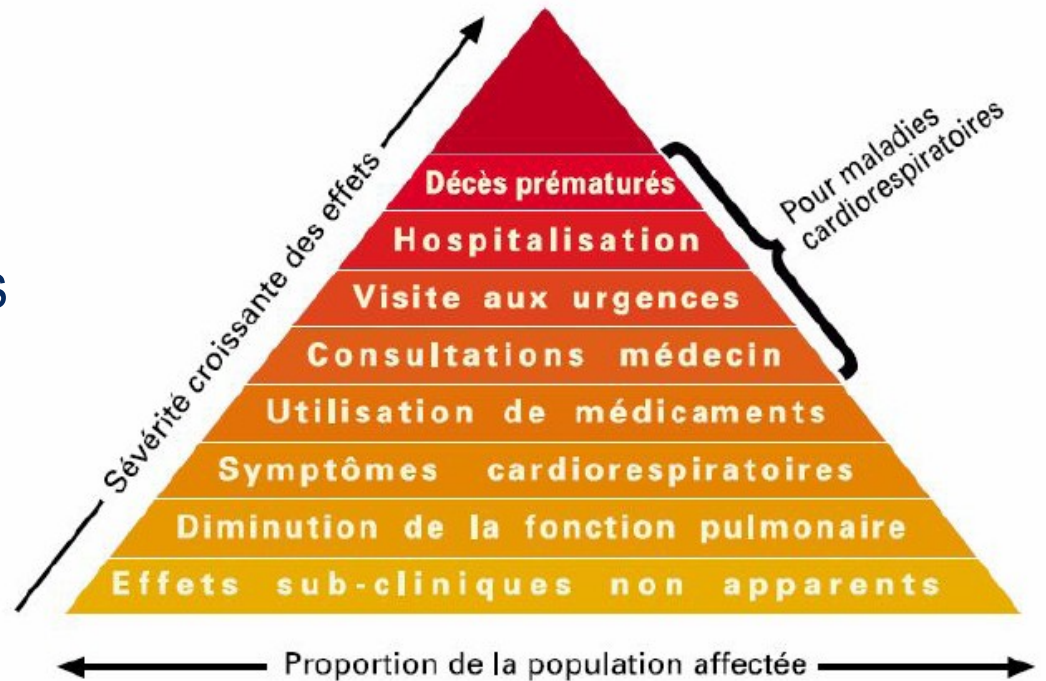
Pollution de l'air et et santé

Christophe DECLERCQ
Unité air, eau et climat
Département santé environnement
Institut de veille sanitaire
Saint-Maurice, France

Journée Météo, pollution de l'air et climat organisée par la
Société Météorologique de France, Paris, 30 mars 2009

Quels effets sur la santé? Nature des effets et échelle temporelle

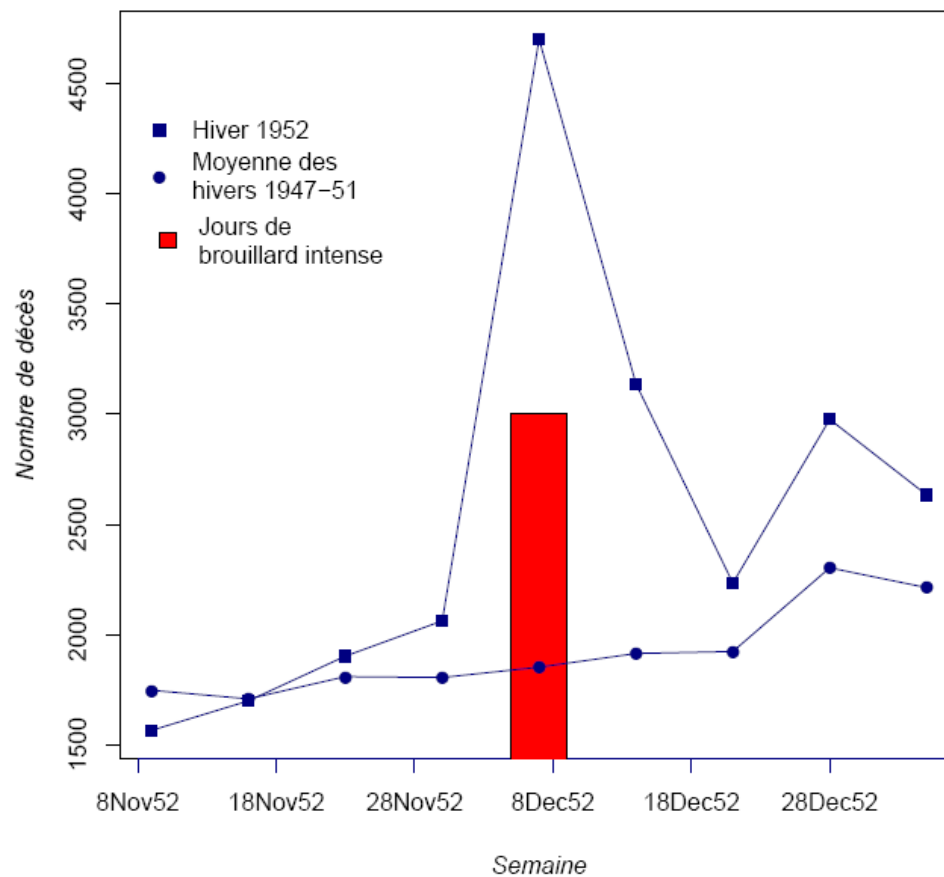
- **Effets à court-terme :** manifestations survenant dans des délais brefs suite aux variations des niveaux ambiants de pollution atmosphérique
- **Effets à long-terme :** morbidité ou mortalité (réduction de l'espérance de vie) résultant de l'exposition chronique (mois, années) à la pollution atmosphérique



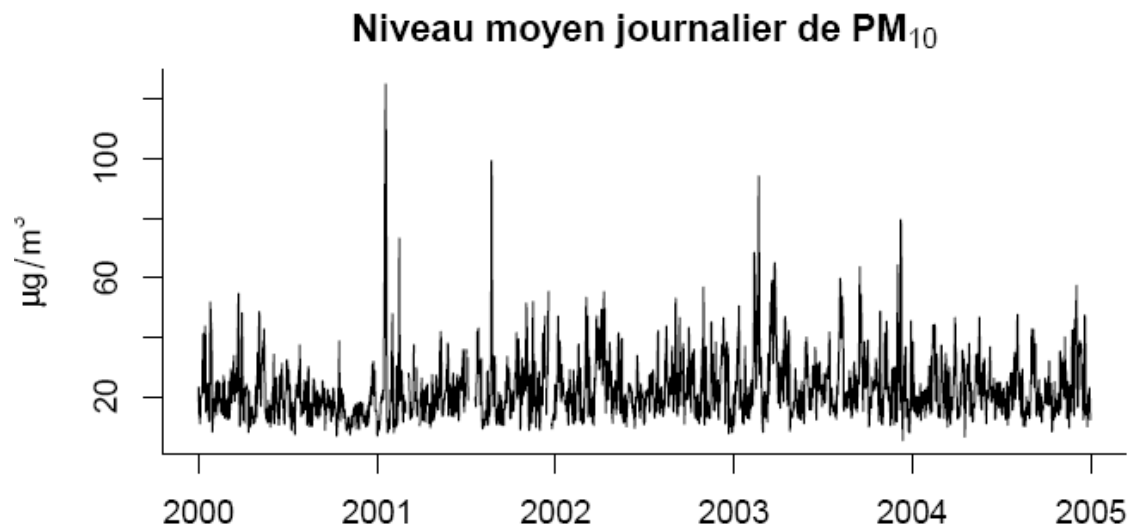
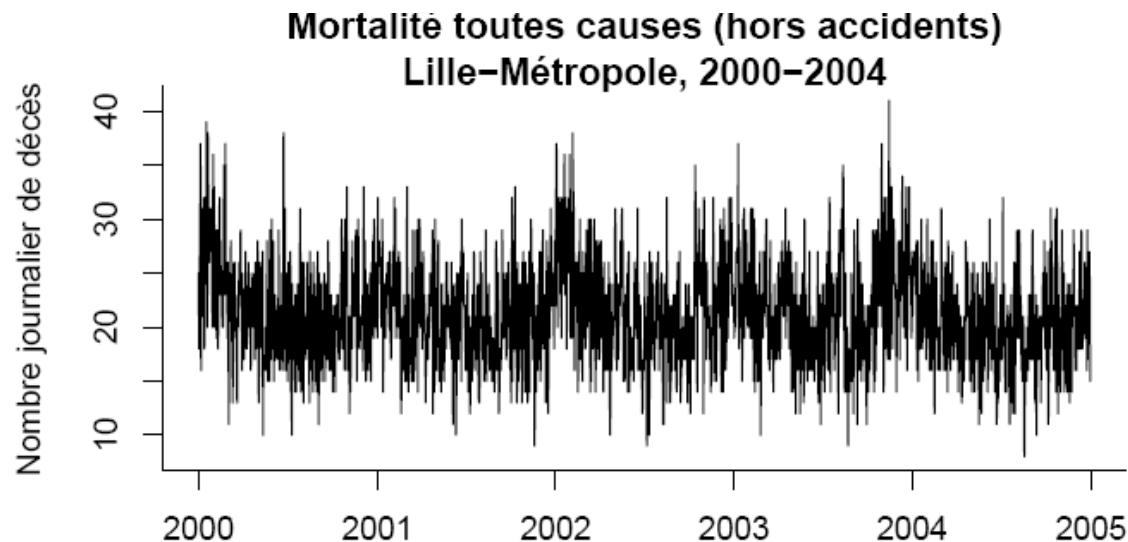
Pyramide des effets aigus associés à la pollution atmosphérique

Source : Direction de la santé publique de Montréal. 2003

Un épisode marquant : le smog de Londres en 1952



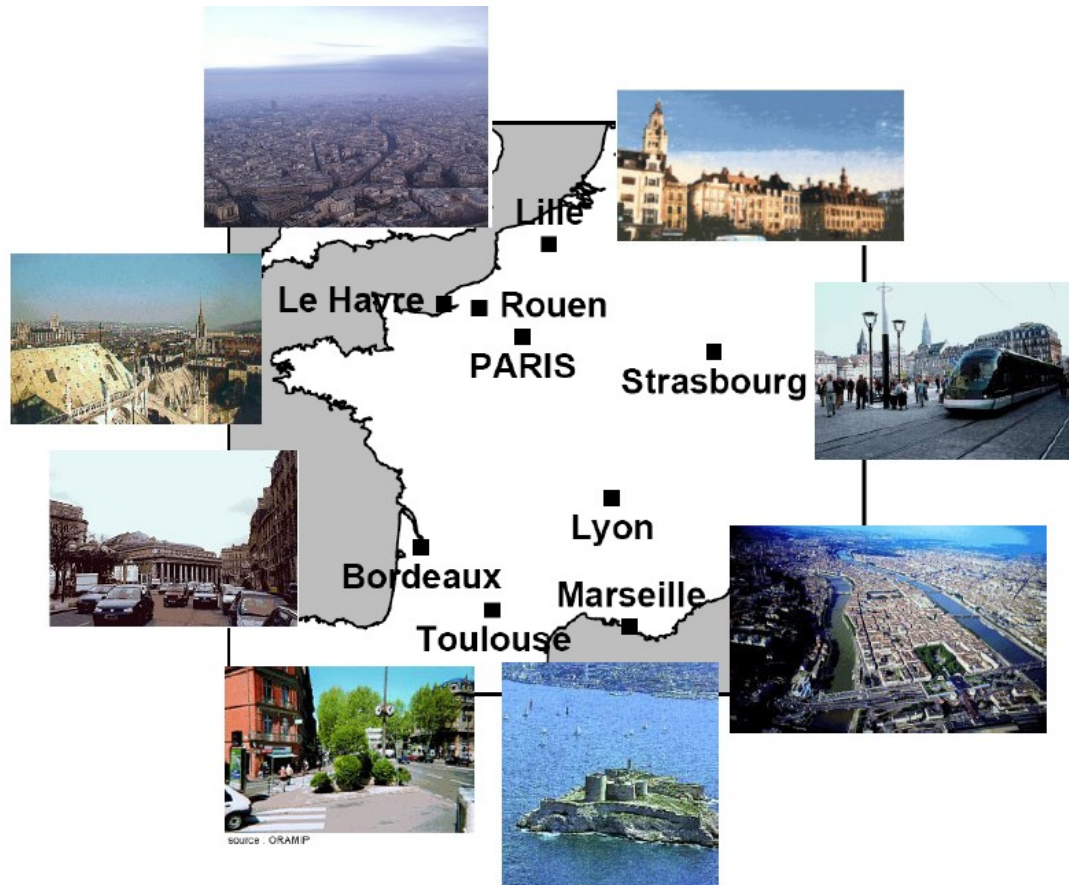
Effets à court-terme : séries temporelles



Effets à court-terme : séries temporelles

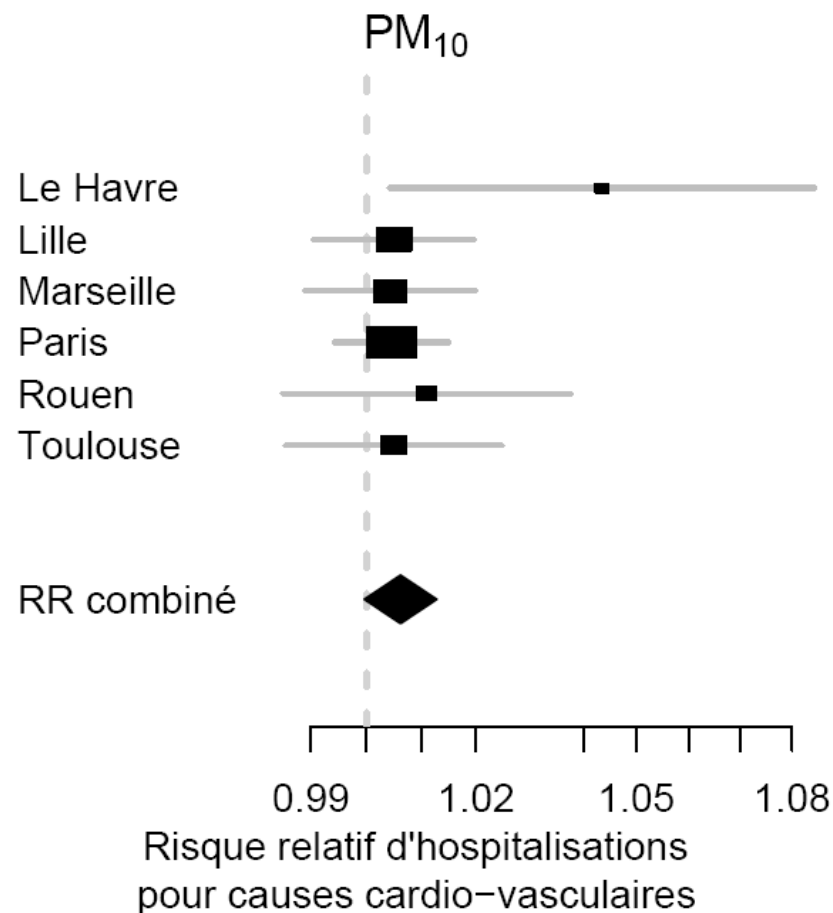
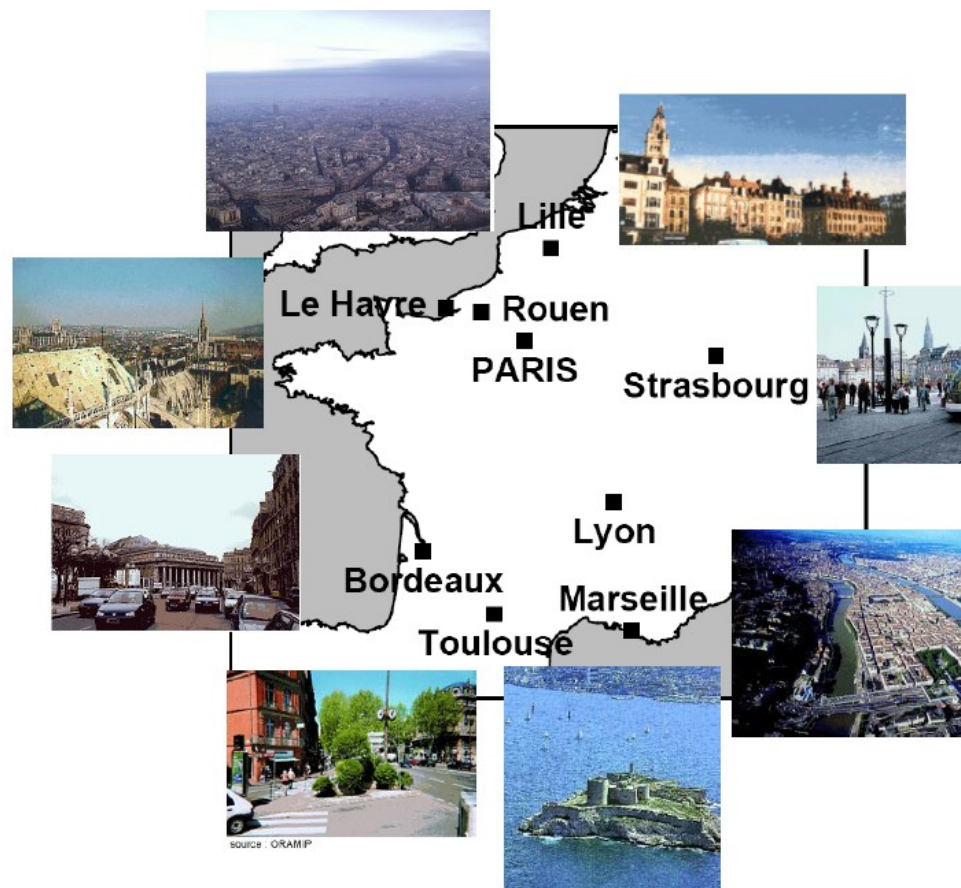
- Analyse des corrélations temporelles à court-terme entre données d'exposition (PM, ozone) et données sanitaires (mortalité, hospitalisations) agrégées à l'échelle d'une agglomération
- Prises en compte des facteurs de confusion variant dans le temps mesurés (température, épidémies de grippe) ou non (tendance à long-terme, variations saisonnières, jour de la semaine)
- Des centaines de publications de par le monde : projets multi-villes
 - APHEA (UE)
 - NMMAPS (USA)
 - Psas (France)

Le programme de surveillance Air et santé (Psas) de l'Institut de veille sanitaire



- La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (Laure) du 30 décembre 1996 prévoit que « L'État assure [...] **la surveillance** de la qualité de l'air et de ses **effets sur la santé** et sur l'environnement »
- Mission confiée à l'InVS : programme de surveillance air et santé (Psas) mis en place en 1997
- Appui sur des partenaires locaux (AASQA, CIRE, ORS) : Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon Marseille, Paris, Rouen, Toulouse
- Une organisation au départ très décentralisée, en cours d'évolution

Le programme de surveillance Air et santé (Psas) de l'Institut de veille sanitaire



Le programme de surveillance Air et santé (Psas) de l'Institut de veille sanitaire

Excès de risque relatif (%) pour une augmentation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de l'indicateur d'exposition (moyenne du jour et de la veille)

Indicateur	PM ₁₀	PM _{2,5}	Ozone (été)	NO ₂
Décès toutes causes (hors acc.) tous âges	1,4 % [0,7;2,0]	1,5 % [0,8 ;2,1]	0,9 % [0,4;1,4]	1,3 % [0,6;1,9]
Hospitalisations pour cause cardio-vasculaire (65 ans et plus)	1,1 % [0,5;1,7]	1,8 % [0,8;2,8]	0,2 % [-0,3;0,8]	1,2 % [0,7;1,7]
Hospitalisations pour cause respiratoire (65 ans et plus)	1,0 % [-0,8;2,9]	0,6 % [-1,7;2,9]	1,0 % [0,4;1,8]	0,4 % [-1,2;1,9]

Effets à court-terme des particules en suspension

- Résultats corroborés par une littérature très abondante et très cohérente en particulier pour les particules en suspension
- Des questions en cours d'étude : toxicité différentielle selon la taille de particules, la composition chimique et/ou la source des particules
- Des questions auxquelles ne peuvent pas répondre les séries temporelles :
 - S'agit-il seulement d'un effet aigu qui tue prématurément des personnes très malades qui seraient mortes peu de quelques jours ou quelques semaines plus tard?
 - Quel est l'effet de l'exposition chronique sur l'apparition des maladies et sur l'espérance de vie?

Effets à long terme : cohortes

- **Cohortes** : étude à long-terme dans différents groupes définis au départ des relations exposition et effets sur la santé = le type d'étude le plus riche mais le plus complexe à mettre en oeuvre
- Suivi à long-terme d'indicateurs de santé (mortalité, développement de la fonction respiratoire, incidence des maladies cardiaques)
- Mesure de l'exposition : agrégée (stations de mesure) ou individuelle (au lieu de résidence: modèles déterministes de dispersion des polluants, méthodes géostatistiques...)
- Prise en compte de facteurs individuels : âge, sexe, tabac, alcool, niveau scolaire, catégories sociale...

Effets à long terme : cohortes

- Cohorte de l'American Cancer Society (Pope et al, 1995, 2002, 2004): liens entre $PM_{2,5}$ et risque de décès de cause cardio-vasculaire (en particulier cardiopathie ischémique) ou par cancer du poumon parmi 500 000 sujets de 30 ans
- Aux Pays-Bas (Hoek et al, 2002), liens entre NO_2 , proximité du trafic routier et mortalité
- En Norvège (Nafstad et al, 2003, 2004), liens entre NO_2 et mortalité par cancer du poumon, par cardiopathie ischémique ou de cause respiratoire
- En France (Filleul et al, 2005), liens entre Fumées noires, NO_2 et mortalité toutes causes non accidentelles (étude PAARC)
- Chez des femmes allemandes (Gehring et al, 2006), liens entre PM_{10} , NO_2 et mortalité cardiorespiratoire
- Chez des femmes américaines (Miller et al, 2007), liens entre $PM_{2,5}$ et incidence et mortalité des maladies cardio-vasculaires

Effets des particules en suspension sur l'appareil cardiovasculaire

- Effets à long-terme des particules en suspension sur l'appareil cardiovasculaire : incidence des maladies cardiovasculaires (Miller et al, 2007), progression de l'athérosclérose (Künzli et al, 2005)
- Mécanismes : connaissances épidémiologiques et toxicologiques en plein développement (Pope et Dockery, 2006)

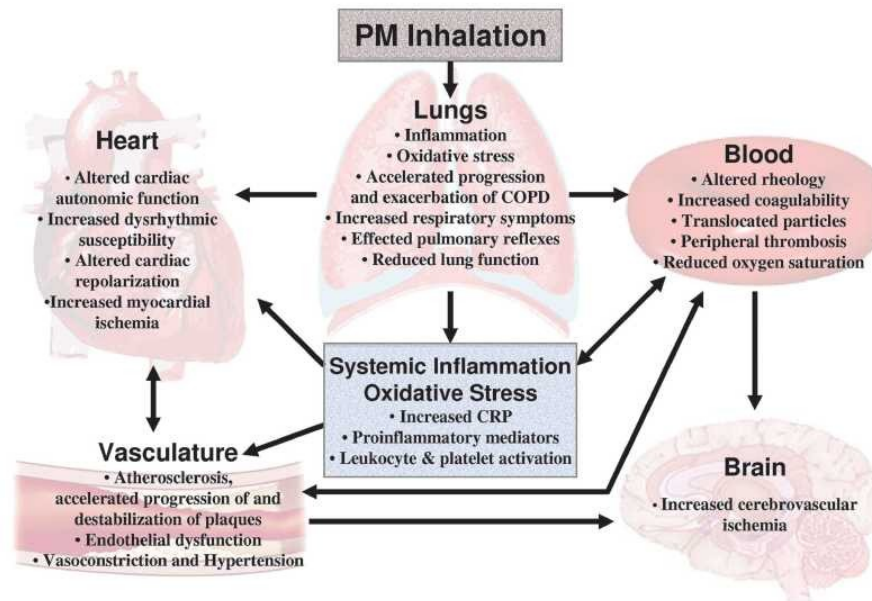


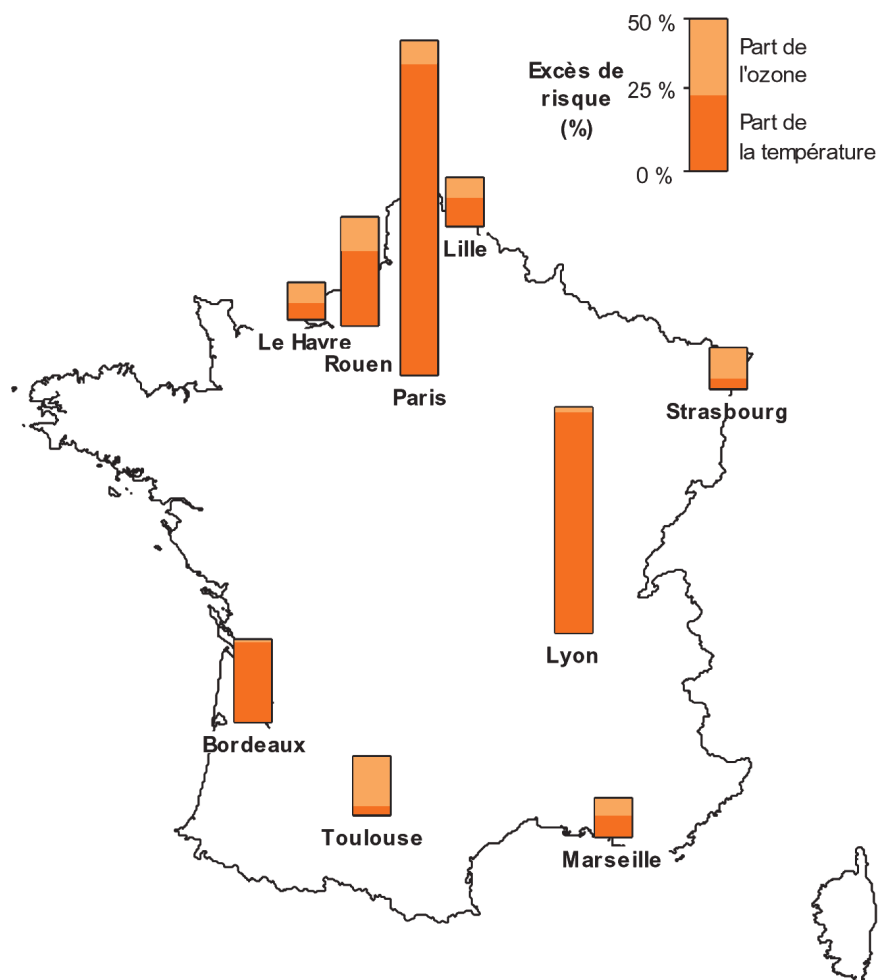
Figure 4. Potential general pathophysiological pathways linking PM exposure with cardiopulmonary morbidity and mortality.

Effets de l'exposition à l'ozone

- Effets aigus de l'exposition à court-terme sur la fonction respiratoire et l'inflammation du poumon profond : études épidémiologiques et toxicologiques humaines des années 1990 (en particulier chez les asthmatiques)
- Effets aigus sur les admissions hospitalières (maladies respiratoires, asthme) et sur la **mortalité** (NMMAPS, APHEA, Psas) établis au cours des années 2000
- Effet à long terme de l'exposition chronique = difficile à étudier étant donné la forte variation temporelle et spatiale de l'exposition individuelle (nombre d'heures passées dehors)
- Résultats suggérant un rôle de l'exposition chronique à l'ozone dans le développement et dans l'aggravation de l'asthme chez l'enfant
- Effets à long terme sur la mortalité : résultats assez inconsistants jusqu'ici mais résultats récents de Jerrett et al (2009) sur la cohorte de l'American Cancer Society en faveur d'un effet sur la mortalité respiratoire

Ozone et événements climatiques extrêmes

Excès de risque relatif de mortalité associés à l'ozone et à la température pendant l'épisode de canicule de l'été 2003 (3-17 Août 2003)

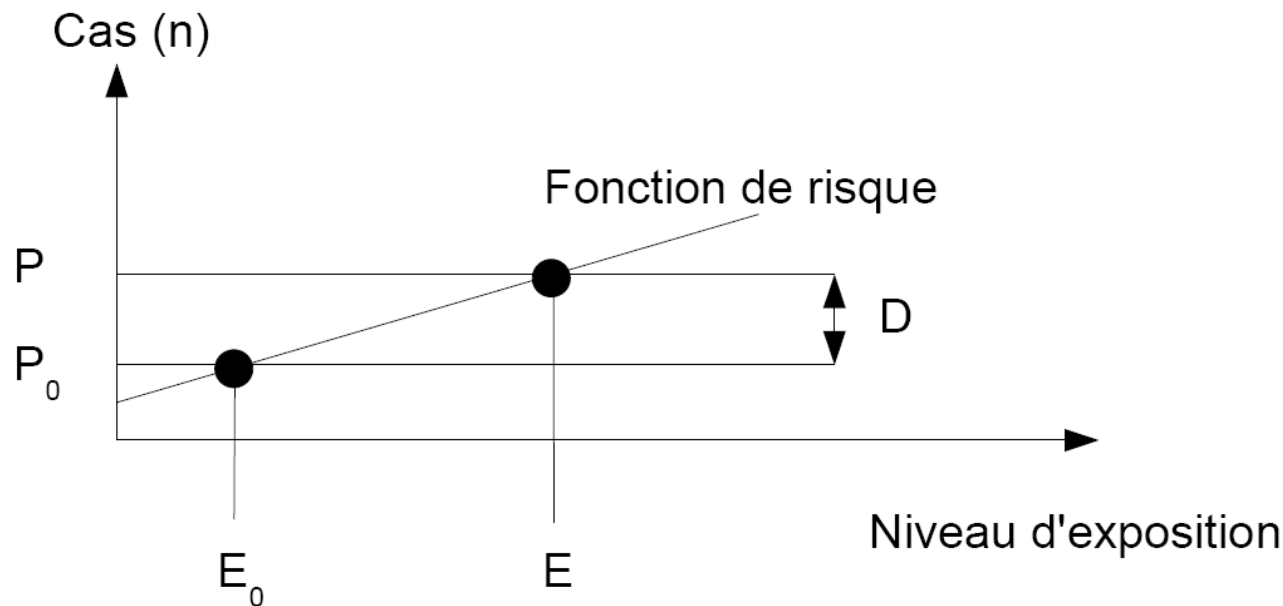


- Évaluation de l'effet des niveaux exceptionnels de température et d'ozone (par rapport aux niveaux observés les 3 années précédentes à la même période)
- Impact significatif des niveaux exceptionnels d'ozone mais part relative de l'ozone et de la température variable selon la ville
- Des limites en relation avec les caractéristiques uniques de l'événement

Quels effets sur la santé?

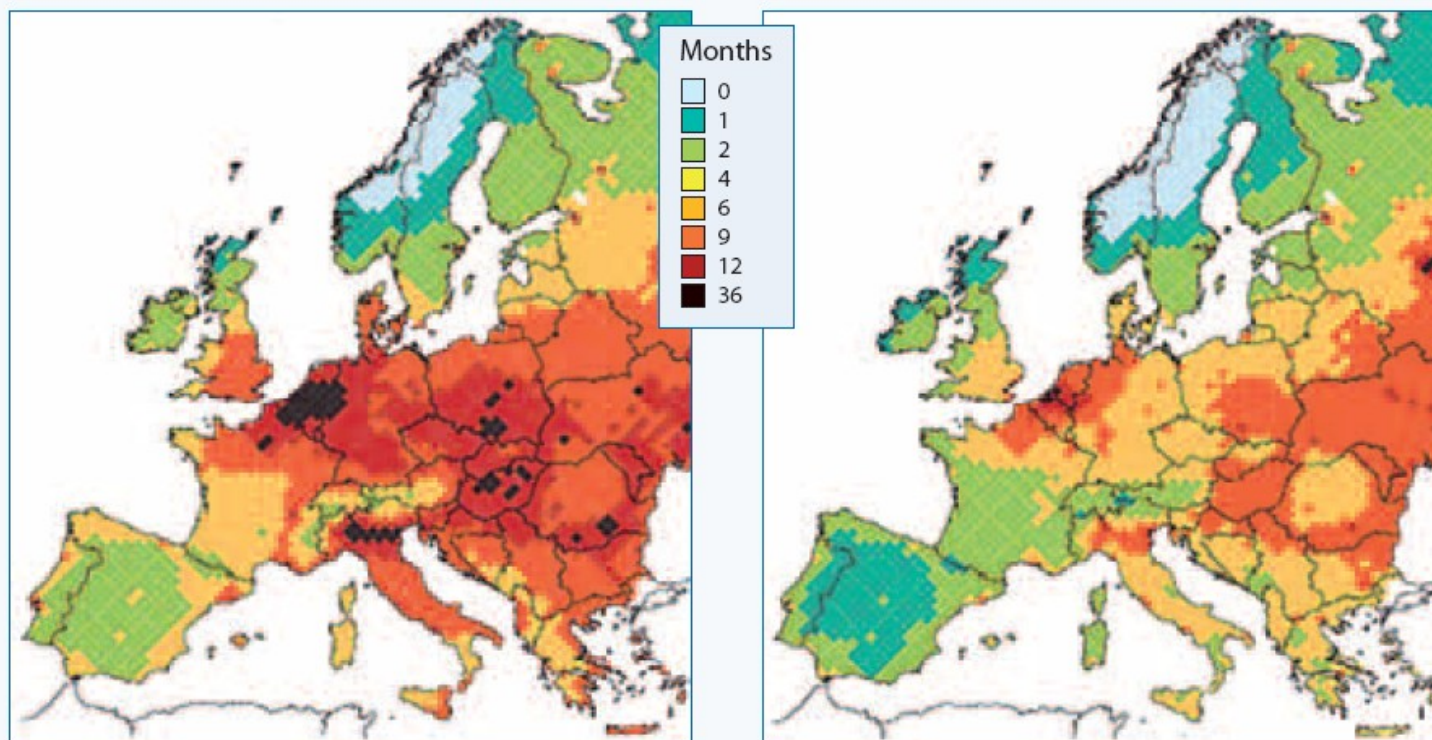
Évolution des connaissances et politiques publiques

- Les niveaux de polluants 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
 - 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)



Impact des PM_{2,5} d'origine anthropique sur la mortalité en Europe

Fig. 8.1. Loss in statistical life expectancy that can be attributed to the identified anthropogenic contributions to PM_{2,5} (in months) for emissions in 2000 (left) and emissions of the CAFE baseline scenario for 2020 (right) (average of calculations for the four meteorological years 1997, 1999, 2000 and 2003)



Health risks of particulate matter from long range transboundary air pollution (WHO/Convention Task Force, 2007)



Fine-Particulate Air Pollution and Life Expectancy in the United States

C. Arden Pope III, Ph.D., Majid Ezzati, Ph.D., and Douglas W. Dockery, Sc.D.

RESULTS

A decrease of 10 μg per cubic meter in the concentration of fine particulate matter was associated with an estimated increase in mean ($\pm\text{SE}$) life expectancy of 0.61 ± 0.20 year ($P=0.004$). The estimated effect of reduced exposure to pollution on life expectancy was not highly sensitive to adjustment for changes in socioeconomic, demographic, or proxy variables for the prevalence of smoking or to the restriction of observations to relatively large counties. Reductions in air pollution accounted for as much as 15% of the overall increase in life expectancy in the study areas.

CONCLUSIONS

A reduction in exposure to ambient fine-particulate air pollution contributed to significant and measurable improvements in life expectancy in the United States.

N Engl J Med 2009;360:376-86.