

Pollution atmosphérique et santé

Marielle Schmitt

Cire Rhône-Alpes (Cellule de l'Institut de veille sanitaire en REgion)



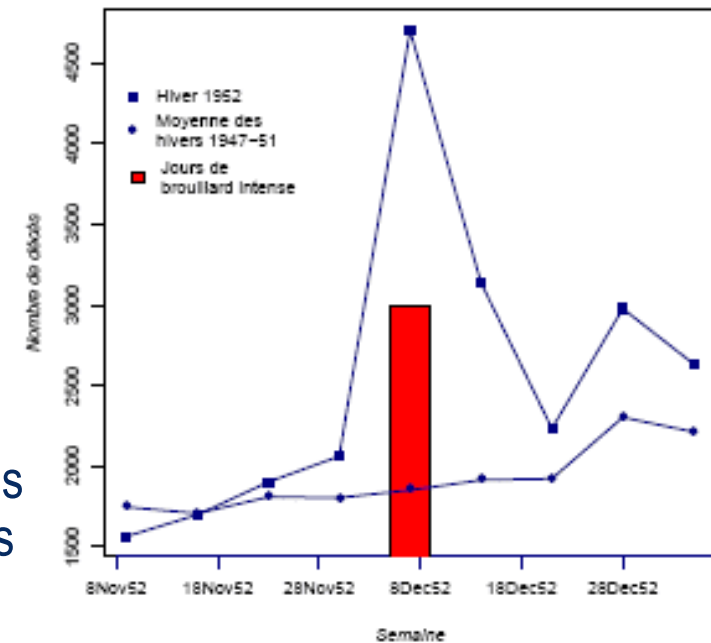
INSTITUT
DE VEILLE SANITAIRE



L'air et la santé : historique

- Années 50 : épisodes majeurs de pollution
=> prise de conscience du problème (ex : le smog de Londres en 1952 : 4000 morts)
- Années 60 - 70 :
 - début de la surveillance de la qualité de l'air
 - réduction des émissions industrielles et résidentielles (progrès technologiques et changement des sources énergétiques) ; augmentation progressive de la circulation automobile
 - les conséquences sur la santé sont jugées peu importantes (non décelables), sauf à l'occasion d'épisodes majeurs de pollution à proximité immédiate de sources industrielles
- Années 90 : nouvelles méthodes d'analyse statistiques : niveaux faibles de polluants associés à des effets sanitaires

Un épisode marquant : le smog de Londres en 1952





Les effets de la pollution atmosphérique sur la santé

Effets à court terme

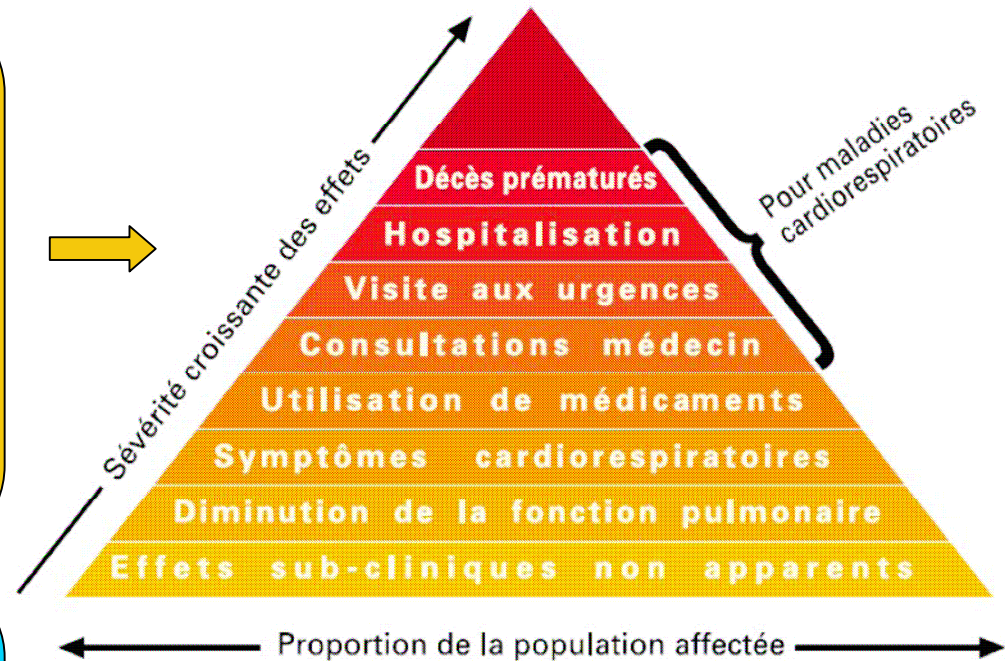
Manifestations survenant dans des délais brefs (quelques heures, jours ou semaines), suite aux variations des niveaux ambiants de pollution atmosphérique

- irritation des voies respiratoires, toux, essoufflement, déclenchement de crises d'asthme,
- trouble du rythme, infarctus du myocarde...

Effets à long terme

Développement de pathologies chroniques, pouvant conduire au décès, résultant de l'exposition chronique (plusieurs mois ou années) à la pollution atmosphérique

- bronchites chroniques, asthme, maladies coronariennes, cancers du poumon...



Pyramide des effets aigus associés à la pollution atmosphérique
Direction de la santé publique de Montréal. 2003



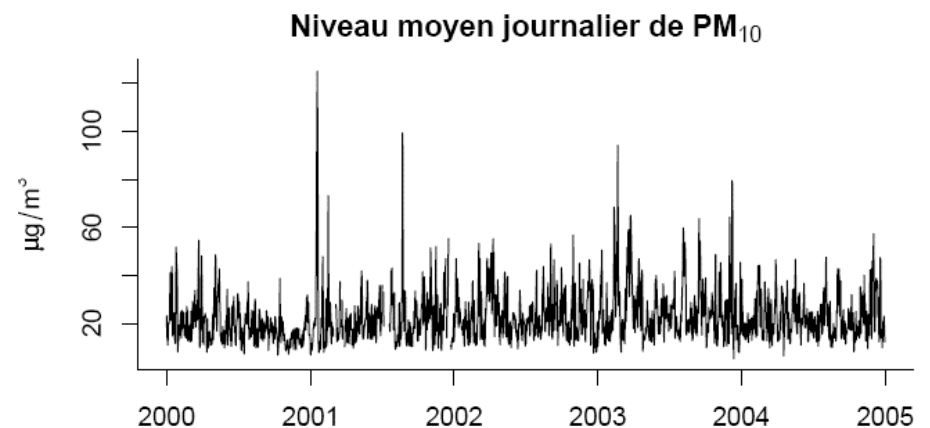
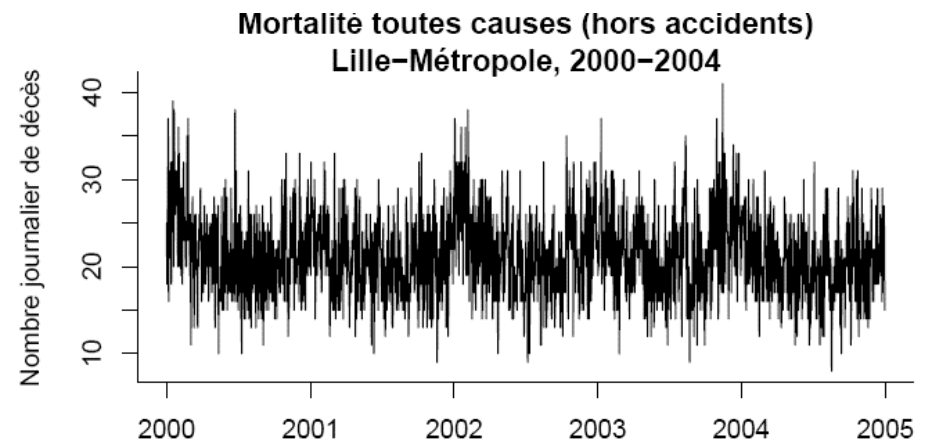
Etude des effets à court terme : méthode

→ Etude de séries temporelles

Analyse des corrélations temporelles à court terme entre données d'exposition (PM, NO_x, O₃) et données sanitaires

→ compare les risques quotidiens de décès ou d'hospitalisation pour des jours plus ou moins pollués

- Réalisée à l'échelle d'une agglomération (données sanitaires et d'exposition agrégées)
- Permet de travailler sur de longues périodes et des données recueillies en routine (causes médicales de décès, PMSI)
- Nécessite de contrôler les facteurs de confusion qui peuvent influencer les niveaux de pollution et les risques sanitaires (température, épidémies de grippe, périodes de vacances...)
- Des centaines de publications de par le monde (PSAS-9 en France, APHEA en Europe...)



Etude des effets à court terme : résultats

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) (PSAS 2006, 2008)

Indicateur	PM ₁₀	PM _{2,5}	Ozone (été)	NO ₂
Décès toutes causes (hors acc) tous âges	1,014 [1,007;1,02]	1,015 [1,008 ;1,021]	1,009 [1,004;1,014]	1,013 [1,006;1,019]
Hospitalisations pour cause cardio-vasculaire (65 ans et +)	1,011 [1,005;1,017]	1,018 [1,008;1,028]	1,002 [0,97;1,008]	1,012 [1,007;1,017]
Hospitalisations pour cause respiratoire (65 ans et +)	1,010 [0,92;1,029]	1,006 [0,83;1,029]	1,010 [1,004;1,018]	1,004 [0,88;1,019]

Des risques relatifs faibles : de l'ordre de 1,01 à 1,02 pour une augmentation de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Etude des effets à long terme : méthode

→ Etude de cohorte

- Suivi dans le temps d'indicateurs de santé chez des individus (mortalité, fonction respiratoire, maladies cardiaques...)
- Caractérisation de l'exposition à long terme (mesures et modélisation)
- Prise en compte de facteurs individuels (âge, sexe, tabac, alcool, expositions professionnelles, niveau scolaire, catégories sociales...)
- Références :
 - Cohorte de l'American Cancer Society (Pope et al) : 500000 adultes de 30 ans et + suivis depuis 1982 ; liens entre PM_{2,5} et risque de décès cardio-vasculaire et par cancer du poumon
 - Pays-Bas (Hoek), Norvège (Nafstad), France (Filleul), Danemark (Raaschou-Nielsen) ...



Etude des effets à long terme : résultats

Pollution particulaire et mortalité dans la cohorte de l'American Cancer Society (Pope et al., 1995, 2002, 2004) : 500 000 adultes de 30 ans et plus suivis depuis 1982

Table 2. Adjusted Mortality Relative Risk (RR) Associated With a 10- $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Change in Fine Particles Measuring Less Than 2.5 μm in Diameter

Cause of Mortality	Adjusted RR (95% CI)*		
	1979-1983	1999-2000	Average
All-cause	1.04 (1.01-1.08)	1.06 (1.02-1.10)	1.06 (1.02-1.11)
Cardiopulmonary	1.06 (1.02-1.10)	1.08 (1.02-1.14)	1.09 (1.03-1.16)
Lung cancer	1.08 (1.01-1.16)	1.13 (1.04-1.22)	1.14 (1.04-1.23)
All other cause	1.01 (0.97-1.05)	1.01 (0.97-1.06)	1.01 (0.95-1.06)

*Estimated and adjusted based on the baseline random-effects Cox proportional hazards model, controlling for age, sex, race, smoking, education, marital status, body mass, alcohol consumption, occupational exposure, and diet. CI indicates confidence interval.

(Pope et al, JAMA, 2002)

Des risques relatifs un peu plus élevés que pour les effets à court terme, mais qui reste faibles en comparaison à d'autres facteurs de risque*

- * Ex : RR de cancer du poumons chez les fumeurs ~ 10
- RR de maladie coronarienne chez des fumeurs ~ 2,3
- RR de maladie coronarienne chez des non-fumeurs exposés au tabagisme passif ~ 1,2



Etude des effets à long terme : résultats

Pollution particulaire et mortalité dans la cohorte de l'American Cancer Society (Pope et al., 1995, 2002, 2004) : 500 000 adultes de 30 ans et plus suivis depuis 1982

JOURNAL OF THE AMERICAN HEART ASSOCIATION
TABLE 4. Adjusted RRs and 95% CIs for a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Increase in $\text{PM}_{2.5}$ (Average) and for Former and Current Smoker (vs Never Smoker) for Various Cause-of-Death Categories

Cause of Death	$\text{PM}_{2.5}$	Former Smoker	Current Smoker
All cardiovascular diseases plus diabetes	1.12 (1.08–1.15)	1.26 (1.23–1.28)	1.94 (1.90–1.99)
Ischemic heart disease	1.18 (1.14–1.23)	1.33 (1.29–1.37)	2.03 (1.96–2.10)
Dysrhythmias, heart failure, cardiac arrest	1.13 (1.05–1.21)	1.18 (1.12–1.24)	1.72 (1.62–1.83)
Hypertensive disease	1.07 (0.90–1.26)	1.21 (1.07–1.37)	2.13 (1.86–2.44)
Other atherosclerosis and aortic aneurysms	1.04 (0.89–1.21)	1.63 (1.45–1.84)	4.21 (3.71–4.78)
Cerebrovascular disease	1.02 (0.95–1.10)	1.12 (1.06–1.18)	1.78 (1.67–1.89)
Diabetes	0.99 (0.86–1.14)	1.05 (0.94–1.16)	1.35 (1.20–1.53)
All other cardiovascular diseases	0.84 (0.71–0.99)	1.22 (1.09–1.38)	1.78 (1.56–2.04)
Diseases of the respiratory system	0.92 (0.86–0.98)	2.16 (2.04–2.28)	3.88 (3.66–4.11)
COPD and allied conditions	0.84 (0.77–0.93)	4.93 (4.48–5.42)	9.85 (8.95–10.84)
Pneumonia and influenza	1.07 (0.95–1.20)	1.23 (1.13–1.34)	1.89 (1.70–2.09)
All other respiratory diseases	0.86 (0.73–1.02)	1.54 (1.36–1.74)	1.83 (1.57–2.12)

(Pope et al, Circulation, 2004)



Etude des effets à long terme : résultats

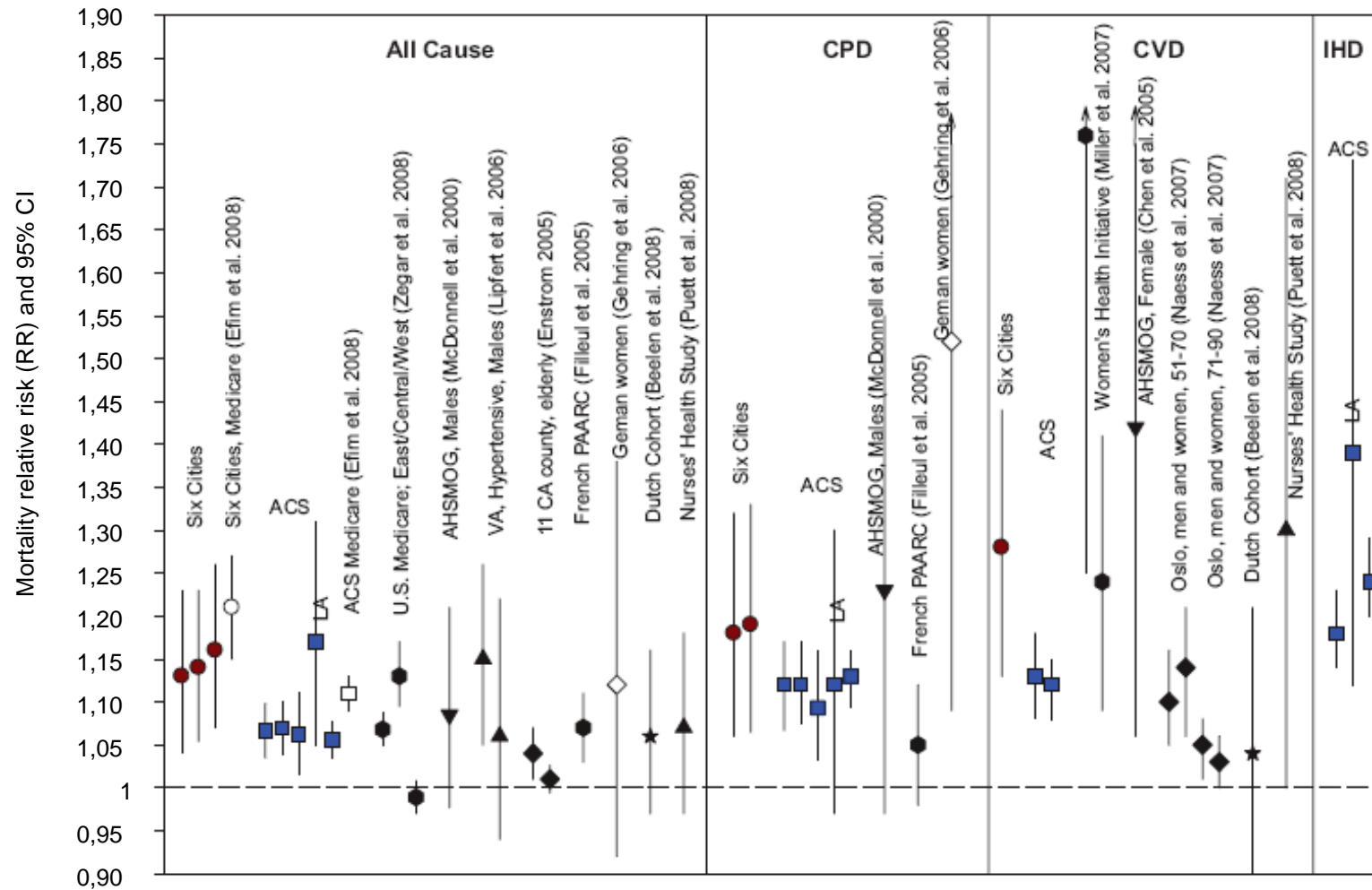


Figure 1. Risk estimates provided by several cohort studies per increment of $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in $\text{PM}_{2.5}$ or PM_{10} . CPD indicates cardiopulmonary disease; IHD, ischemic heart disease.

Brook et al, Circulation, 2010



Conclusion des études épidémiologiques

- Des effets sanitaires associés aux niveaux de pollution usuellement observés (pas uniquement lors des « pics »)
- Effets à court-terme sur la mortalité et la morbidité : montrés par de très nombreuses études épidémiologiques dans le monde depuis 20 ans
- Effets à long terme : études moins nombreuses mais résultats convergents sur les effets des particules fines sur la genèse ou l'aggravation de maladies cardio-vasculaires, l'insuffisance respiratoire, l'asthme ou certains cancers
- Risques faibles (en comparaison à des facteurs de risque comme le tabac par exemple) mais **exposition permanente + population exposée importante**

⇒ **impact sanitaire important** (ex : ~ 10 % des cancers du poumon attribuables à la PA / ~ 6 % des décès par maladies cardiovasculaires)

- Impact sur la santé d'une population exposée dominé par les effets à long terme de l'exposition chronique aux particules fines



Illustration



LE QUOTIDIEN
DU MEDECIN

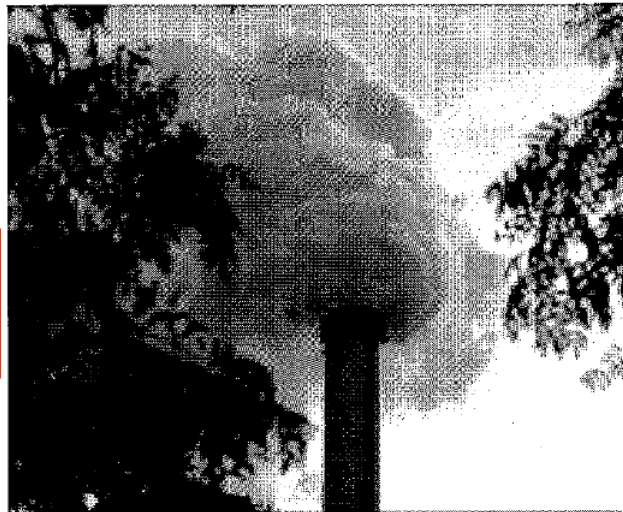
Date : 28/02/2011
Pays : FRANCE
Page(s) : 6
Rubrique : INFORMATIONS MEDICALES
Diffusion : (73000)

Au même titre que l'exercice, l'alcool et le café La pollution, un déclencheur de l'infarctus du myocarde

Les déclencheurs de l'infarctus du myocarde sont nombreux et, pourtant, ils n'ont pas autant reçu d'intérêt de la part des épidémiologistes que les facteurs de risque. Des chercheurs suisses et belges pallient cela, en publiant une analyse sur 36 études.

Ils trouvent parmi les déclencheurs, que la pollution est le déclencheur de l'infarctus qui pèse le plus lourd à l'échelle de la population.

À L'ORIGINE de l'infarctus du myocarde, on peut distinguer deux ordres de facteurs. Les facteurs de risque sur le long terme, qui président au développement de l'athérosclérose, par exemple, et les facteurs qui sont



Les particules de l'air de moins de 10µm de diamètre favorisent les infarctus du myocarde

dividuel (odds ratio 23,7). Mais comme son usage est peu répandu dans la communauté, seuls 0,9 % des cas d'infarctus sont déclenchés par ce toxique. Un nouvel élément est représenté par la pollution de l'air. Les particules de moins de 10 µm de diamètre représentent l'élément polluant de l'air associé de la manière la plus constante au début des infarctus du myocarde. L'exposition à la cocaïne concerne 0,04 % de la population, et la pollution touche, en revanche, tout le monde (100 %).

Les auteurs citent les déclencheurs de l'odds ratio le plus élevé à l'odds ratio le plus bas : la cocaïne, les repas riches, fumer de la marijuana, des émotions négatives, les efforts physiques, les émotions positives, la colère, l'activité sexuelle, l'exposition à la circulation automobile, les infections respiratoires, la consommation de café et la pollution de l'air.

En prenant en compte la prévalence de l'exposition, la FER la plus élevée est trouvée pour la pollution de l'air (FER de 5 à 7 %). Presque à égalité avec d'autres déclencheurs déjà bien reconnus tels que l'exercice physique (6,2 %), l'alcool et le café (5 % pour chaque).

« Notre travail montre qu'un risque de petite taille mais présent en permanence est susceptible d'avoir une pertinence et un intérêt très important dès lors que l'on parle en termes de santé publique. »

Evaluation de l'impact sanitaire (EIS)

- Estimation de l'impact sanitaire (nombre de décès anticipés, réduction de l'espérance de vie, nombre d'hospitalisations...) à l'échelle d'une agglomération en fonction :
 - des données locales de pollution de l'air
 - des données sanitaires locales
 - des relations exposition-risque (RR) établies par des études épidémiologiques
- Etude européenne Aphekom sur 25 agglomérations européennes (12 pays) dont Lyon



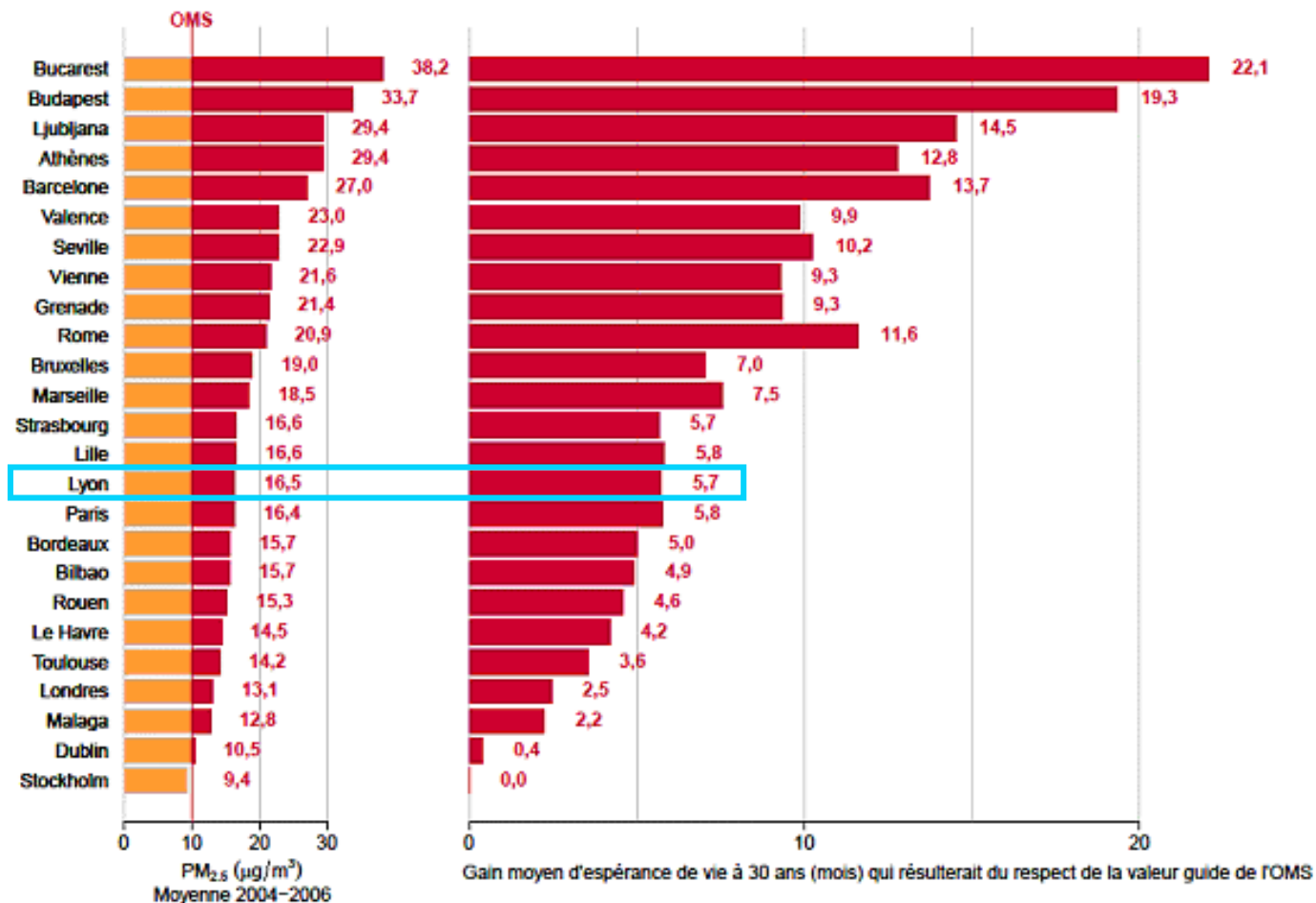
Résultats Aphekom pour Lyon

- Niveau de pollution en moyenne annuelle :
 - 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM_{10}
 - 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les $\text{PM}_{2,5}$
- Zone d'étude :
 - 1 012 715 habitants
 - 6687 décès/an (sauf décès accidentels) dont 2622 pour cause cardiovasculaire
- Impact à court terme du dépassement de la valeur guide OMS pour les PM_{10} (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) :
 - 19 décès anticipés/an
 - 40 (22-59) hospitalisations pour motif respiratoire, 24 hospitalisations pour motif cardiaque
- Impact à long terme du dépassement de la valeur guide OMS pour les $\text{PM}_{2,5}$ (10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) :
 - 246 (85-435) décès anticipés/an (42 /100 000 habitants de 30 ans et plus ; 3,7 % des décès) \Leftrightarrow 6 mois d'espérance de vie perdue
 - 129 (89-158) décès anticipés pour cause cardiovasculaire (4,9 %)



Résultats Aphekom pour Lyon

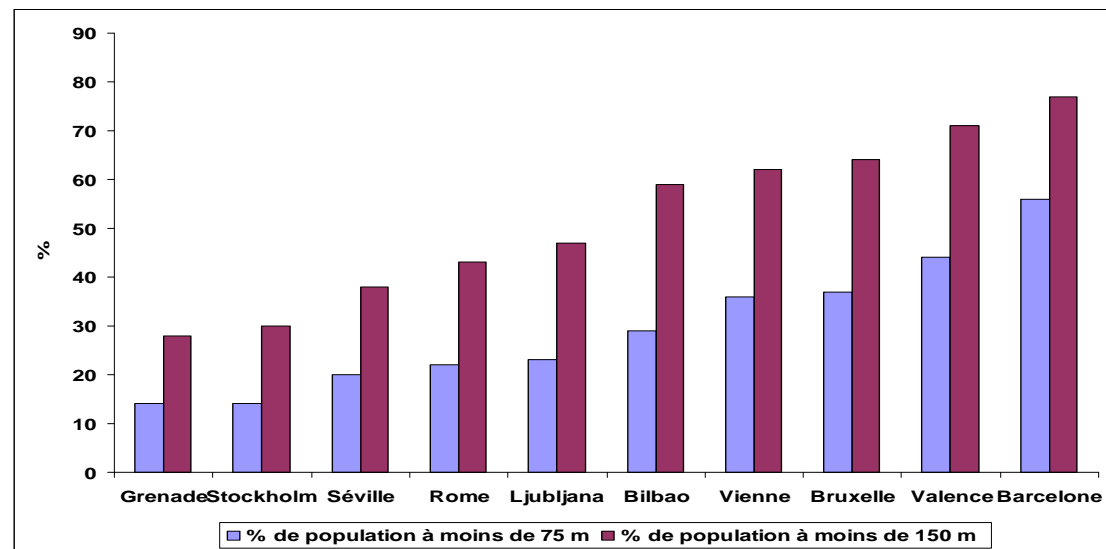
Gain moyen d'espérance de vie (mois) à l'âge de 30 ans dans les 25 villes du projet Aphekom si les niveaux moyens annuels de particules fines (PM_{2,5}) étaient ramenés 10 microgrammes par mètre-cube (valeur guide préconisée par l'OMS)





Autres résultats d'Aphekom

- Impact sanitaire en proximité du trafic :
 - Evaluation sur 10 villes européennes
 - En moyenne 50 % de la population de ces villes réside à moins de 150 m d'axes avec + de 10 000 véhicules/jours
 - 15 à 30 % des nouveaux cas d'asthme chez l'enfant
 - 15 à 30 % des BPCO et cardiopathies ischémiques chez les + de 65 ans



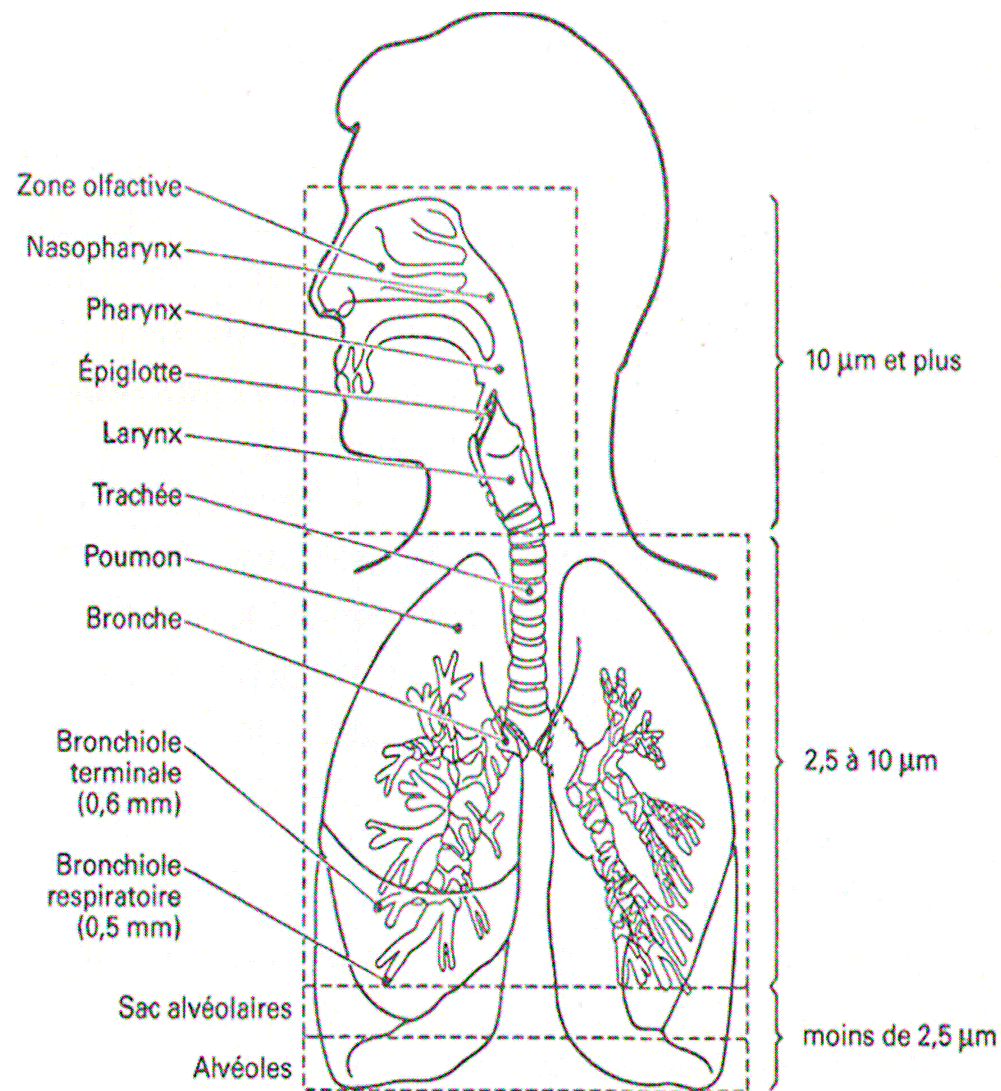


Et l'air intérieur ?

- **85 % du temps à l'intérieur**
- **Les sources** : tabagisme, appareils de combustion, produits d'entretien, matériaux, bricolage, animaux domestiques...
- **Les facteurs** : humidité, température, ventilation
- **Les polluants** : monoxyde de carbone (combustion), formaldéhyde (peintures, bois aggloméré, détergents...), benzène (tabac, produits de bricolage...), trichloroéthylène (peintures, vernis, colles, dégraissants...), particules fines (combustion, tabac...), allergènes de chiens/chats/acariens, radon...
- **Les effets** : intoxications aiguës (CO), irritation des yeux, symptômes respiratoires (rhinites, bronchites, asthme...), certaines substances classées cancérigènes...



Particules en suspension



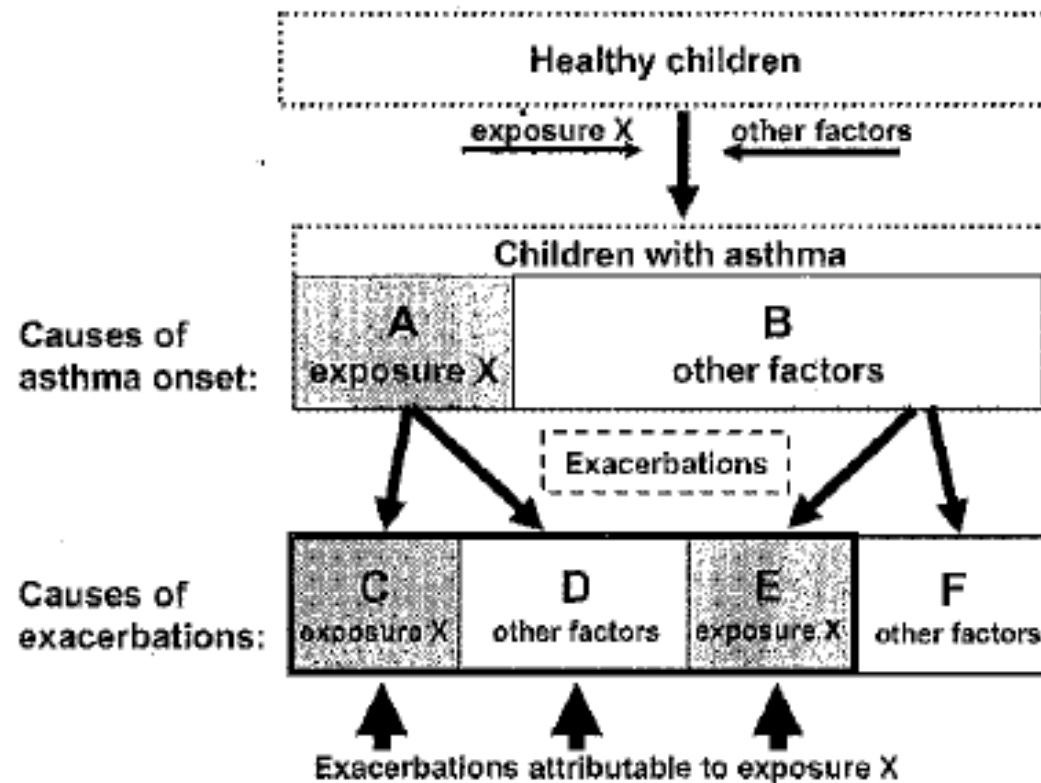


Liste des communes de la zone de Lyon

Nom	Code Insee	Population Totale
BRON	69029	39094
CALUIRE ET CUIRE	69034	40869
COLLONGES AU MONT D OR	69063	3824
ECULLY	69081	17953
FONTAINES SUR SAONE	69088	6299
IRIGNY	69100	8250
LA MULATIERE	69142	6511
OULLINS	69149	25652
PIERRE BENITE	69152	9935
RILLIEUX LA PAPE	69286	29578
ST FONS	69199	17063
ST GENIS LAVAL	69204	20147
ST PRIEST	69290	41460
STE FOY LES LYON	69202	22179
TASSIN LA DEMI LUNE	69244	18579
VAULX EN VELIN	69256	40373
VENISSIEUX	69259	57629
VILLEURBANNE	69266	141106
LYON	69123	474946



Illustration effets à court terme / effets à long terme



Populations sensibles

- Enfants, femmes enceintes, personnes âgées, personnes souffrant de pathologies chroniques (asthme, bronchite chronique, maladie cardiaque, athérosclérose...)

EFFECTS OF AIR POLLUTION ON CHILDREN'S HEALTH AND DEVELOPMENT



A REVIEW OF THE EVIDENCE

“Evidence is sufficient to infer a causal relationship between exposure to ambient air pollutants and adverse effects on **lung function development**.”

“The available evidence is also sufficient to assume a causal relationship between exposure to air pollution and **aggravation of asthma** (mainly due to exposure to particulate matter and ozone) as well as a causal link between increased prevalence and incidence of **cough and bronchitis** due to particulate exposure.”

“Much of the morbidity and mortality related to air pollution in children occurs via **interactions with respiratory infections**, which are very frequent among children.”

“Recent studies suggest that pollutants can enhance allergic sensitization in those genetically at risk. The possible mechanisms of these effects need further research.”