

# Pollution atmosphérique et santé de l'enfant

Christophe DECLERCQ

Unité Air, eau et climat

Département santé et environnement

Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice

Qualité de l'air et santé de l'enfant

Rencontres du Comité régional Nord-Pas-de-Calais de l'APPA, Lille, 18 février 2009



*The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE*

## **Air Pollution and Children — An Unhealthy Mix**

W. James Gauderman, Ph.D.

N ENGL J MED 355;1 WWW.NEJM.ORG JULY 6, 2006



# Une vulnérabilité particulière

- Une exposition plus importante aux polluants de l'air :
  - pour des raisons physiologiques : taux d'air inhalé par kg de poids corporel plus élevé que l'adulte (besoins en O<sub>2</sub> d'un organisme en croissance)

# Une vulnérabilité particulière

TABLE 7. Summary of Mean Daily and Activity-Specific Inhalation Rates

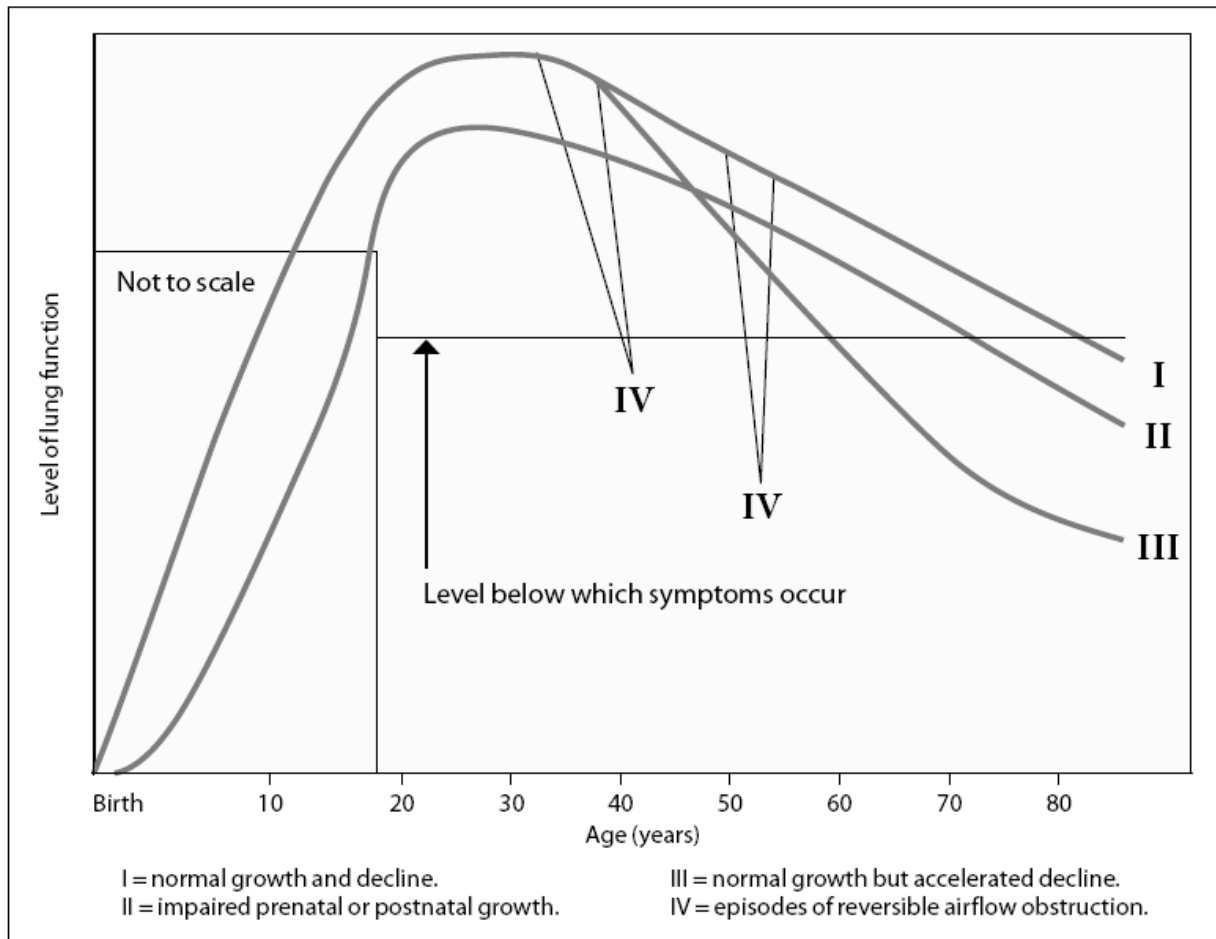
Population	Mean*
Daily	
Infants	
<1 y	4.5 m <sup>3</sup> /day (0.54 m <sup>3</sup> /kg/day)
Children	
1–2 y	6.8 m <sup>3</sup> /day (0.56 m <sup>3</sup> /kg/day)
3–5 y	8.3 m <sup>3</sup> /day (0.48 m <sup>3</sup> /kg/day)
6–8 y	10 m <sup>3</sup> /day (0.40 m <sup>3</sup> /kg/day)
9–11 y	
Boys	14 m <sup>3</sup> /day (0.39 m <sup>3</sup> /kg/day)
Girls	13 m <sup>3</sup> /day (0.35 m <sup>3</sup> /kg/day)
12–14 y	
Boys	15 m <sup>3</sup> /day (0.28 m <sup>3</sup> /kg/day)
Girls	12 m <sup>3</sup> /day (0.22 m <sup>3</sup> /kg/day)
15–18 y	
Boys	17 m <sup>3</sup> /day (0.24 m <sup>3</sup> /kg/day)
Girls	12 m <sup>3</sup> /day (0.20 m <sup>3</sup> /kg/day)

# Une vulnérabilité particulière

- Une exposition plus importante aux polluants de l'air :
  - pour des raisons physiologiques : taux d'air inhalé par kg de poids corporel plus élevé que l'adulte (besoins en  $O_2$  d'un organisme en croissance)
  - pour des raisons liées au comportement : plus de temps passé dehors et plus d'activité physique (jeu, sport) que l'adulte
  - importance de l'environnement intérieur (tabagisme passif, sources de combustion)
- Une sensibilité aux agressions
  - Le développement de l'appareil respiratoire se poursuit après la naissance jusqu'à 18-20 ans : vulnérabilité particulière des périodes intrautérine et périnatale et de la petite enfance. Un effet des polluants pendant cette période réduira la capacité fonctionnelle atteinte à l'âge adulte .

# Une vulnérabilité particulière

Fig. 1. Schematic representation of the life course of FEV<sub>1</sub>



Dockery et al, 2005

# Une vulnérabilité particulière

- Une exposition plus importante aux polluants de l'air :
  - pour des raisons physiologiques : taux d'air inhalé par kg de poids corporel plus élevé que l'adulte (besoins en  $O_2$  d'un organisme en croissance)
  - pour des raisons liées au comportement : plus de temps passé dehors et plus d'activité physique (jeu, sport) que l'adulte (fortes variations selon l'âge)
- Une sensibilité aux agressions
  - Le développement de l'appareil respiratoire se poursuit après la naissance jusqu'à 18-20 ans
  - Immaturité des mécanismes de défense (immunité, enzymes en relation avec la détoxification)
  - Facteurs de susceptibilité :
    - Fréquence de l'asthme
    - Fréquence des infections respiratoires



# Effets des expositions prénatales

- Accumulation de résultats épidémiologiques ces 10 dernières années
  - Mortalité infantile ++
  - Poids de naissance, croissance intrautérine +
  - Prématurité +/-
  - Malformations congénitales ? (peu de données)
- Polluants en cause : PM, NO<sub>2</sub>, CO (relation avec le trafic)

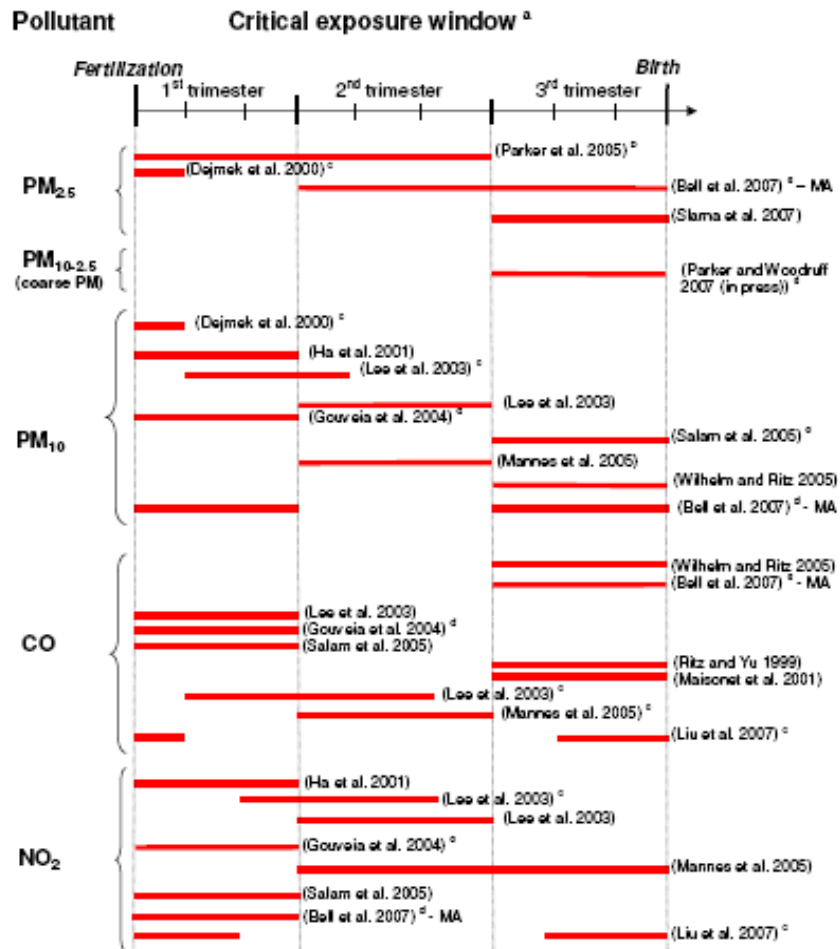


# Effets des expositions prénatales

- Mécanismes suggérés (Slama et al, 2008)
  - Perturbation des échanges utéro-placentaires (augmentation de la viscosité plasmatique et vasoconstriction causée par les PM)
  - Perturbation endocrinienne (métaux, diesel)
  - Inflammation et stress oxydant
- Période critique d'exposition?

# Effets des expositions prénatales

Figure 1: Time windows corresponding to the highest estimated effect of air pollutants on fetal growth reported in published studies.



Slama et al, 2008



# Effets sur l'appareil respiratoire

- Distinguer :
  - Effet à court-terme des polluants sur l'apparition de symptômes respiratoires aigus, la fréquence des crises ou des hospitalisations pour asthme, les variations réversibles de la fonction respiratoire (études de panels, séries temporelles)
  - Relations avec la prévalence des symptômes respiratoires et la fonction respiratoire (études transversales)
  - Effet à long-terme sur l'apparition des maladies respiratoires (incidence de l'asthme) ou sur le développement de la fonction respiratoire (études de cohorte)



# Effets sur l'appareil respiratoire

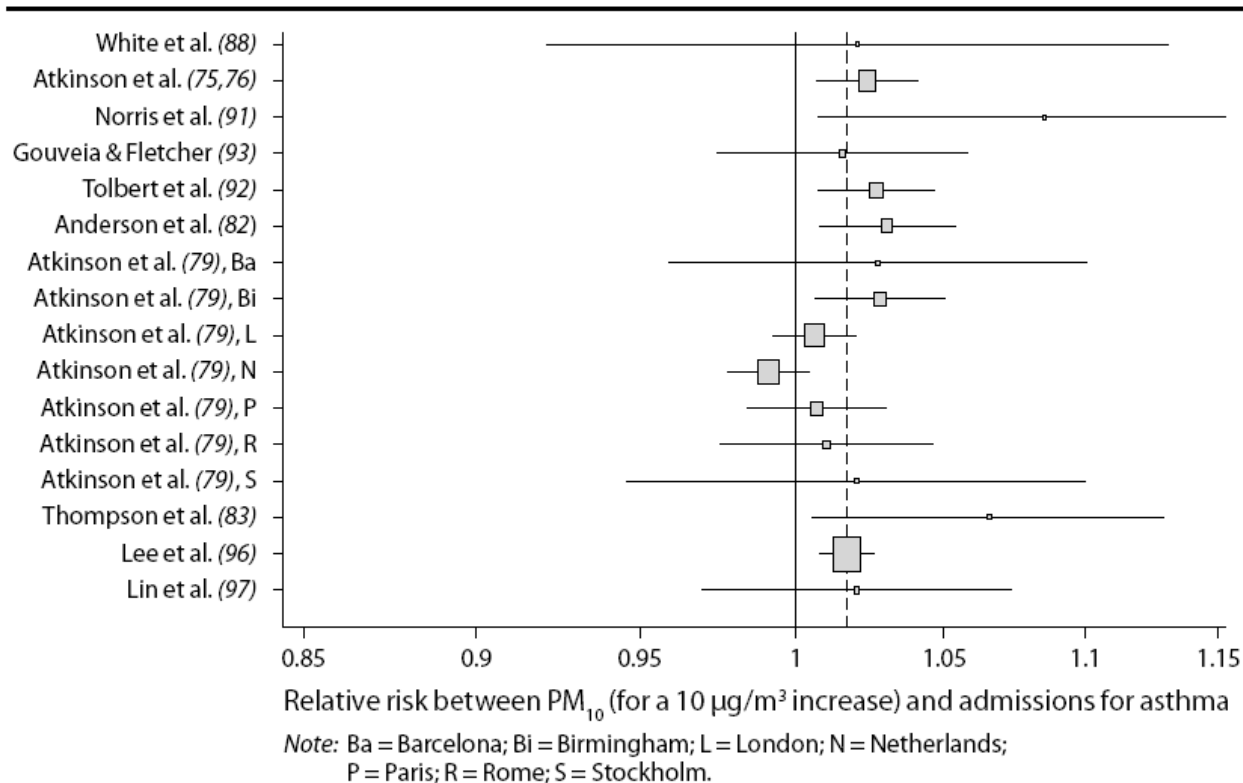
## Effets à court-terme

- Augmentation du nombre journalier d'hospitalisations pour asthme, d'appels à SOS médecins pour asthme, chez les enfants de moins de 15 ans en relation avec les niveaux de PM, d'ozone et de  $\text{NO}_2$  : nombreuses études de séries temporelles en Europe (APHEA, Erpurs), aux États-Unis et au Canada

# Effets sur l'appareil respiratoire

## Effets à court-terme

Fig. 1. Results of time-series studies on hospital admissions or emergency department visits





# Effets sur l'appareil respiratoire

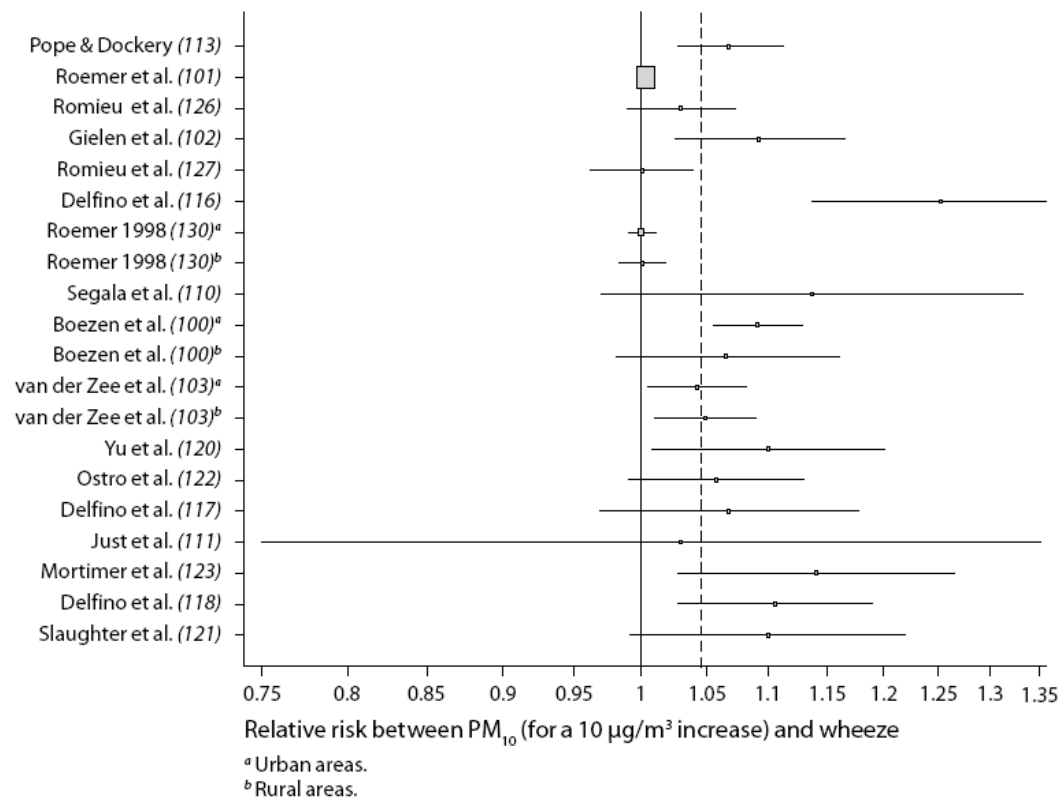
## Effets à court-terme

- Augmentation de la fréquence journalière des symptômes respiratoires aigus (toux, sifflements, dyspnée, crises d'asthme) et de l'utilisation de broncho-dilatateurs ou de médicaments  $\beta$ 2-mimétiques en relation avec les niveaux de PM et d'ozone
  - Études de panels d'enfants asthmatiques en Europe et aux États-Unis

# Effets sur l'appareil respiratoire

## Effets à court-terme

Fig. 2. Results of panel studies on exacerbation of asthma in children, indicated by wheeze and  $PM_{10}$

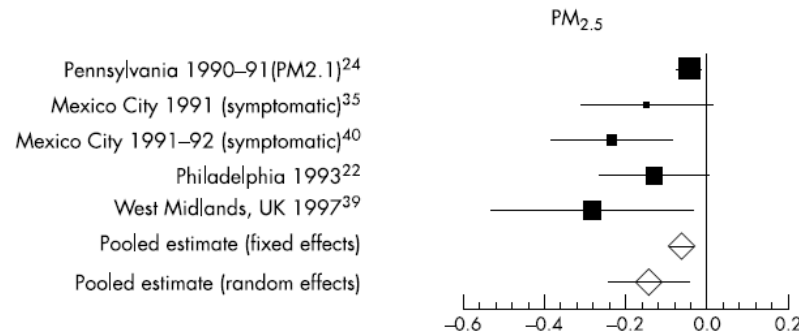
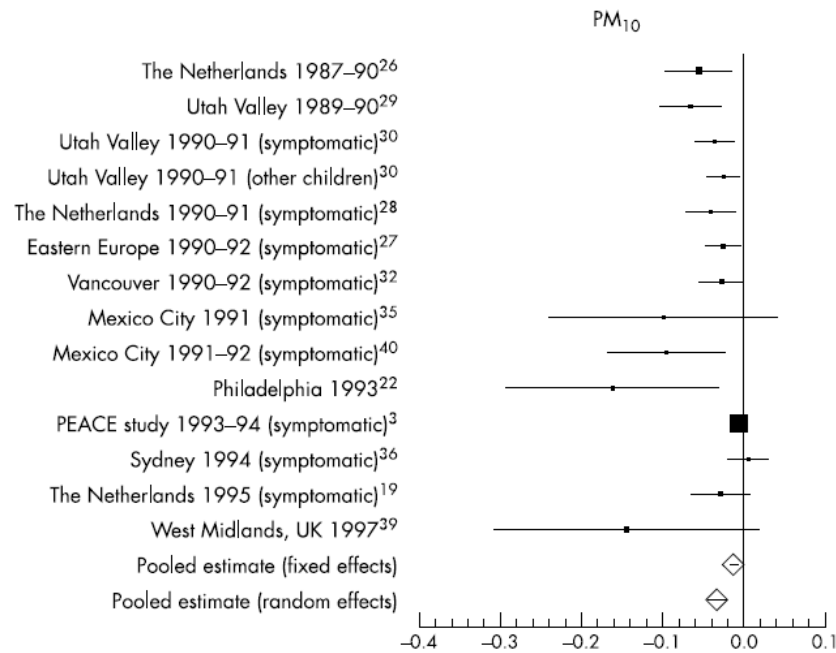




# Effets sur l'appareil respiratoire

## Effets à court-terme

- Diminution réversible de la fonction respiratoire:
  - Effets de l'ozone dans des études sur des enfants en camps de vacances aux USA
  - Effets de l'ozone, des PM et du NO<sub>2</sub> dans des études de panels d'enfants (généralement asthmatiques) en Europe et aux USA



1 Mean and 95% confidence interval estimates of the impact of PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub> on PEF expressed as l.min<sup>-1</sup> change per µg.m<sup>-3</sup> rise in int. "Symptomatic" indicates subjects with pre-existing respiratory symptoms or asthma.

# Effets sur l'appareil respiratoire

## Effets à court-terme

TABLEAU III. — *Effets de l'ozone sur le débit de pointe.*

Moment de mesure	Décalage	$\beta \pm SE$	$\delta^a$	[IC 95 %] <sup>b</sup>	p
O <sub>3</sub> maximum 8-horaire					
Matin	1	- 0,0346 ± 0,0325	- 1,038	[- 2,949 ; 0,873]	0,29
Soir	1	- 0,0637 ± 0,0328	- 1,911	[- 3,843 ; 0,018]	0,05
O <sub>3</sub> maximum horaire					
Matin	0	- 0,0169 ± 0,0263	- 0,558	[- 2,257 ; 1,139]	0,52
Soir	1	- 0,0395 ± 0,0255	- 1,303	[- 2,950 ; 0,343]	0,44

<sup>a</sup> Variation moyenne du débit de pointe (L/min) pour une augmentation de 30 µg/m<sup>3</sup> du niveau d'ozone ajusté sur le temps écoulé depuis le début de l'étude (en jours), le jour de la semaine, la température moyenne (en °C) et l'humidité relative moyenne (en %) estimé par un modèle linéaire à l'aide d'équations généralisées d'estimation.

<sup>b</sup> Intervalle de confiance à 95 %

Effet de l'ozone sur le débit de pointe de 91 enfants d'Armentières en 1996 : étude réalisée par l'APPA, l'ORS Nord-Pas-de-Calais et l'AREMA Lille-Métropole (Declercq et al, 2000)



# Effets sur l'appareil respiratoire

## Prévalence des symptômes respiratoires

- Relation entre exposition chronique aux PM, au NO<sub>2</sub>, au SO<sub>2</sub> et à l'O<sub>3</sub> et prévalence des symptômes respiratoires (toux, bronchite) observée dans plusieurs grandes études transversales : étude américaine des 6 villes, SAPALDIA (Suisse), Children's Health Study (Californie du Sud)
- Relation avec la prévalence de l'asthme :
  - résultats plus contradictoires avec résultats mieux établis dans les études avec évaluation plus fine de l'exposition (hétérogénéité intra-ville): CHS (Californie), PIAMA (Pays-Bas)



# Effets sur l'appareil respiratoire

## Incidence de l'asthme

- Résultats récents d'études de cohortes en faveur d'un effet de l'exposition à l'ozone et des polluants liés au trafic ( $\text{NO}_2$ ) sur l'incidence de l'asthme
  - CHS (Californie du sud):
    - McConnell et al (2002) : effet de la pratique sportive sur l'incidence de l'asthme plus marqué dans les communautés avec niveau élevé d'ozone
    - Gauderman et al (2005), Jerrett et al (2008) : lien entre exposition résidentielle au  $\text{NO}_2$  et incidence de l'asthme
- Importance d'une évaluation précise de l'exposition !



# Effets sur l'appareil respiratoire

## Fonction respiratoire

- Impact des polluants liés au trafic (proximité du trafic, NO<sub>2</sub>, PM) et de l'ozone sur le développement de la fonction respiratoire montré par plusieurs études transversales et de cohortes
- Effets relativement modestes (quelques % de la fonction ventilatoire) mais cumulés au cours de la période de développement de la fonction respiratoire (réversibilité partielle?)



# Effets sur l'appareil respiratoire

- Mécanismes en cause (Holgate, 2005)
  - Des études animales montrent que l'exposition pré- et postnatale aux polluants peut altérer le développement de l'appareil respiratoire
  - L'exposition aux particules diesel (in vitro et in vivo) favorise la sensibilisation aux allergènes aériens
  - Rôle du polymorphisme des gènes en relation avec les mécanismes de défense (stress oxydant) dans la susceptibilité individuelle
  - Importance des interactions entre polluants aériens et allergènes, virus (infections) et nutrition



# Pollution atmosphérique et cancers de l'enfant

- Quelques études suggèrent une incidence des leucémies de l'enfant plus élevée autour de voies de circulation avec trafic intense ou auprès de garages stations service (benzène)
- Plusieurs études négatives
- Limites méthodologiques : évaluation de l'exposition



# Conclusions et perspectives

- Des connaissances en plein développement
  - Progrès dans l'évaluation de l'exposition (modélisation déterministe, géostatistique, land use regression) et en particulier de l'hétérogénéité des expositions individuelles (proximité du trafic)
  - Calendrier de l'exposition: fenêtre(s) critique(s) au cours du développement?
  - Projets en cours en France : ELFE...
- Des arguments suffisamment convaincants pour justifier une action résolue pour diminuer l'exposition de l'enfant aux polluants de l'air extérieur (OMS)
- Des effets modérés (par rapport à d'autres déterminants de la santé de l'enfant) mais un poids important en raison de l'importance des effectifs concernés