



**Assistance Publique  
Hôpitaux de Marseille**



# Effets à long terme des polluants atmosphériques

**Denis Charpin**

Assistance publique-hôpitaux de Marseille,  
Aix-Marseille Université

# Plan de l'exposé

- Méthodes épidémiologiques mises en œuvre
- Notion de risque relatif et risque attribuable
- Effets sur l'incidence de certaines pathologies
- Effets sur l'espérance de vie

# Méthodes épidémiologiques

- Méthodes classiques
  - Transversales (« Cross-sectional »)
  - Cohortes (« Panel »)
- Méthode des séries chronologiques
- Etudes d'impact sanitaire

- sélection des **indicateurs de qualité de l'air** : nous avons retenu les impacts à court et long termes de l'exposition aux particules en suspension et à l'ozone ;
- sélection des **indicateurs de santé** : nous avons retenu la mortalité et les hospitalisations pour causes cardiaque et respiratoire ;
- sélection des **fonctions concentration-réponse**, à partir d'une revue systématique de la littérature, réalisée en privilégiant les études européennes

# Plan de l'exposé

- Méthodes épidémiologiques mises en œuvre
- Notion de risque relatif et risque attribuable
- Effets sur l'incidence de certaines pathologies
- Effets sur l'espérance de vie

	Risque relatif (RR)	Risque attribuable (RA)
Mesure à l'échelon	Individuel	Collectif
Définition	Rapport du taux d'incidence en présence vs en l'absence du facteur de risque	Fait intervenir le RR et le pourcentage de la population exposée au risque
Expression	Entre 0 et $+\infty$	0 à 100%

« Risque individuel faible, Risque collectif fort »

# Plan de l'exposé

- Méthodes épidémiologiques mises en œuvre
- Notion de risque relatif et risque attribuable
- Effets sur l'incidence de certaines pathologies
- Effets sur l'espérance de vie

## Méthodes

## I.S.A.A.C. : Questionnaire pour les enfants

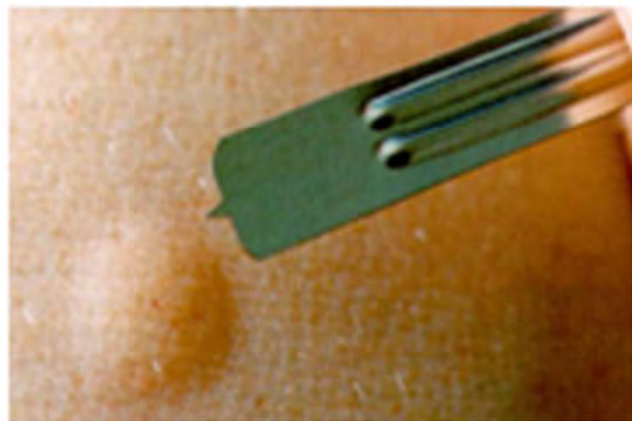
1. Votre enfant a-t-il déjà eu une respiration sifflante ? OUI NON  
*Si vous avez répondu "NON" à cette question, passez à la question 7.*
2. Votre enfant a-t-il eu une respiration sifflante au cours des 12 derniers mois ? OUI NON  
*Si vous avez répondu "NON" à cette question, passez à la question 7.*
3. Combien d'épisodes de sifflement votre enfant a-t-il eu au cours des 12 derniers mois ?  
Aucun      1 à 3      4 à 12      Plus de 12
4. Au cours des 12 derniers mois, avec quelle fréquence le sommeil de votre enfant a-t-il été perturbé à cause de ces sifflements ?  
Jamais      moins d'1 nuit par semaine      1 nuit par semaine ou davantage
5. Au cours des 12 derniers mois, est-il arrivé que votre enfant soit assez essouffé pour ne pas pouvoir dire plus d'un ou 2 mots ?  
OUI      NON
6. Au cours des 12 derniers mois, qu'est-ce qui a provoqué chez votre enfant des crises de sifflements ?  

Changements de temps	Port de vêtements en laine	Pollen
Rhume ou grippe	Fumée de cigarette	Fouissière
Émotions	Aliments ou boissons	Fumées
Savons, sprays ou détergents	Animaux domestiques	Autres Facteurs

*Précisez*
7. Votre enfant a-t-il déjà eu de l'asthme ? OUI NON
8. Votre enfant a-t-il déjà eu le nez bouché, le nez qui coule ou des éternuements, alors qu'il n'était pas enrhumé ?  
OUI      NON
9. Au cours des 12 derniers mois, votre enfant a-t-il déjà eu le nez qui coule, le nez bouché ou des éternuements, alors qu'il n'était pas enrhumé ?  
OUI      NON  
*Si vous avez répondu "NON" à cette question, passez à la question n°14.*
10. Au cours des 12 derniers mois, ces problèmes de nez se sont-ils accompagnés de démangeaisons des yeux ou d'un larmoiement ?  
OUI      NON
11. Au cours de quel(s) mois ces problèmes de nez sont-ils survenus ?  

Janvier	Avril	Juillet	Octobre
Février	Mai	Août	Novembre
Mars	Juin	Septembre	Décembre
12. Au cours des 12 derniers mois, est-ce que ces problèmes de nez ont gêné votre enfant dans sa vie quotidienne ?  
Pas du tout      Modérément      Un peu      Beaucoup
13. Votre enfant a-t-il le rhume des foies ? OUI NON

... / ...

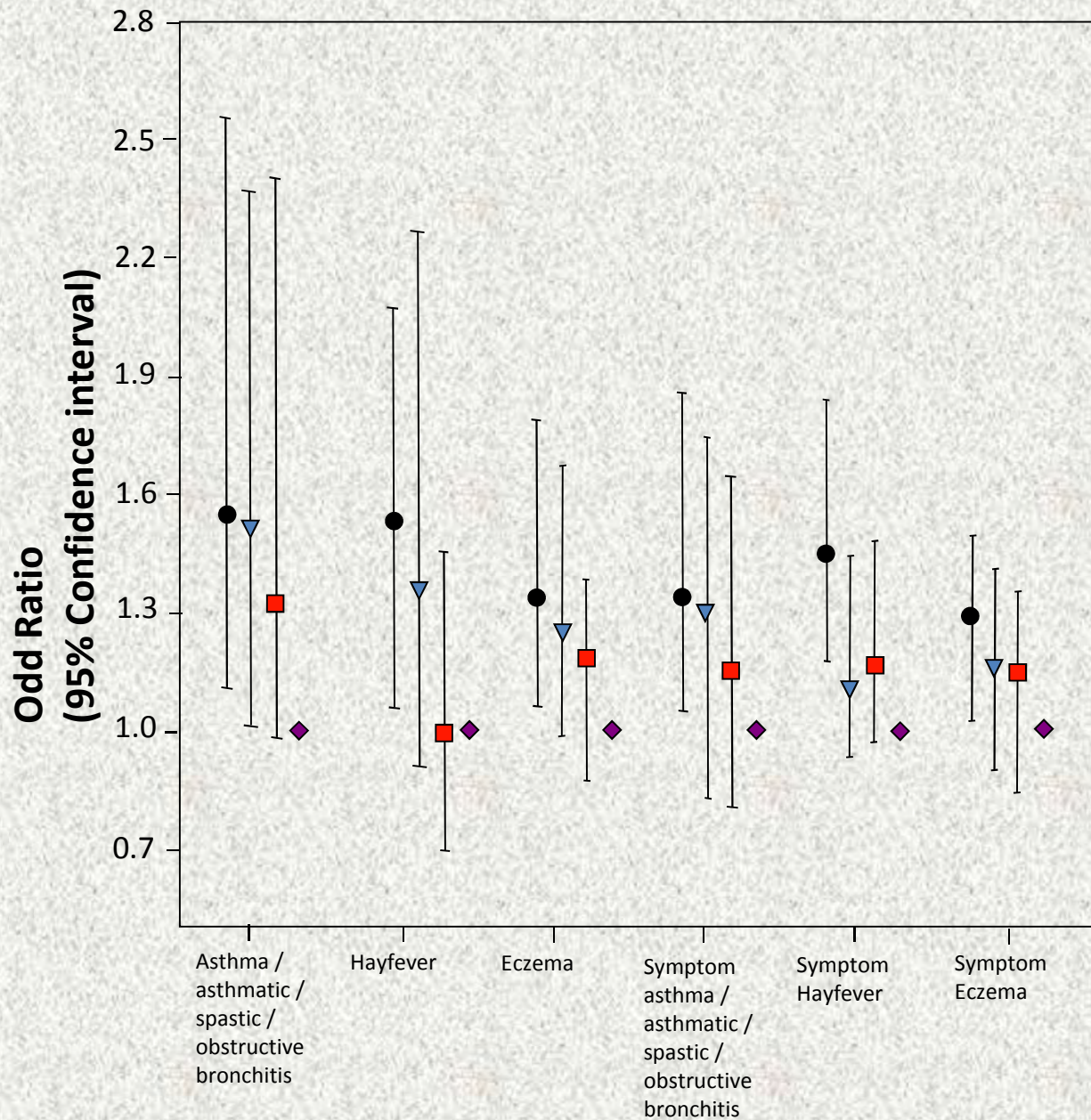




## Associations between exposure to air pollutants and health outcomes

	Exercised-induced asthma	Asthma in the last 1 yr	Lifetime asthma	Sensitization to pollens
<b>Prevalence</b>	<b>8.8</b>	<b>5.3</b>	<b>9.8</b>	<b>12.3</b>
Pollutants				
Benzene	1.32 (1.03-1.82)	1.36 (1.00-1.96)	1.25 (1.08-1.43)	1.24 (1.00-1.52)
VOC	1.20 (0.95-1.51)	1.19 (0.77-1.89)	1.17 (0.95-1.47)	1.18 (0.96-1.44)
SO <sub>2</sub>	1.27 (1.11-1.53)	1.29 (1.03-1.71)	1.26 (1.11-1.42)	1.02 (0.83-1.31)
PM <sub>10</sub>	1.24 (1.01-1.48)	1.31 (0.92-1.95)	1.28 (1.06-1.51)	1.35 (1.09-1.68)
NO <sub>2</sub>	1.05 (0.72-1.63)	1.37 (0.85-2.13)	1.09 (0.85-1.39)	1.04 (0.82-1.36)
NO <sub>x</sub>	1.25 (1.11-1.46)	1.32 (1.00-1.89)	1.08 (0.96-1.38)	1.01 (0.85-1.25)
CO	1.29 (1.09-1.53)	1.45 (1.02-2.04)	1.21 (1.03-1.54)	1.03 (0.84-1.24)
	Rhinoconjunctivitis in the last 1 yr	Lifetime allergic rhinitis	Eczema in the last 1 yr	Lifetime eczema
<b>Prevalence</b>	<b>12.2</b>	<b>20.1</b>	<b>12.8</b>	<b>26.1</b>
Pollutants				
Benzene	1.05 (0.84-1.27)	1.17 (0.99-1.37)	1.11 (1.00-1.28)	1.05 (0.95-1.16)
VOC	1.02 (0.83-1.24)	1.08 (0.91-1.30)	1.07 (0.98-1.26)	1.02 (0.94-1.09)
SO <sub>2</sub>	1.03 (0.81-1.29)	1.13 (0.95-1.34)	1.00 (0.83-1.25)	0.95 (0.81-1.12)
PM <sub>10</sub>	1.12 (0.93-1.33)	1.20 (1.01-1.44)	1.15 (1.03-1.33)	1.13 (1.01-1.24)
NO <sub>2</sub>	1.09 (0.88-1.34)	1.14 (0.92-1.36)	1.12 (0.94-1.37)	1.23 (1.04-1.42)
NO <sub>x</sub>	1.04 (0.82-1.32)	1.02 (0.88-1.32)	1.11 (1.00-1.26)	1.06 (1.00-1.18)
CO	1.04 (0.86-1.29)	1.05 (0.89-1.30)	1.14 (1.01-1.29)	1.08 (1.00-1.21)





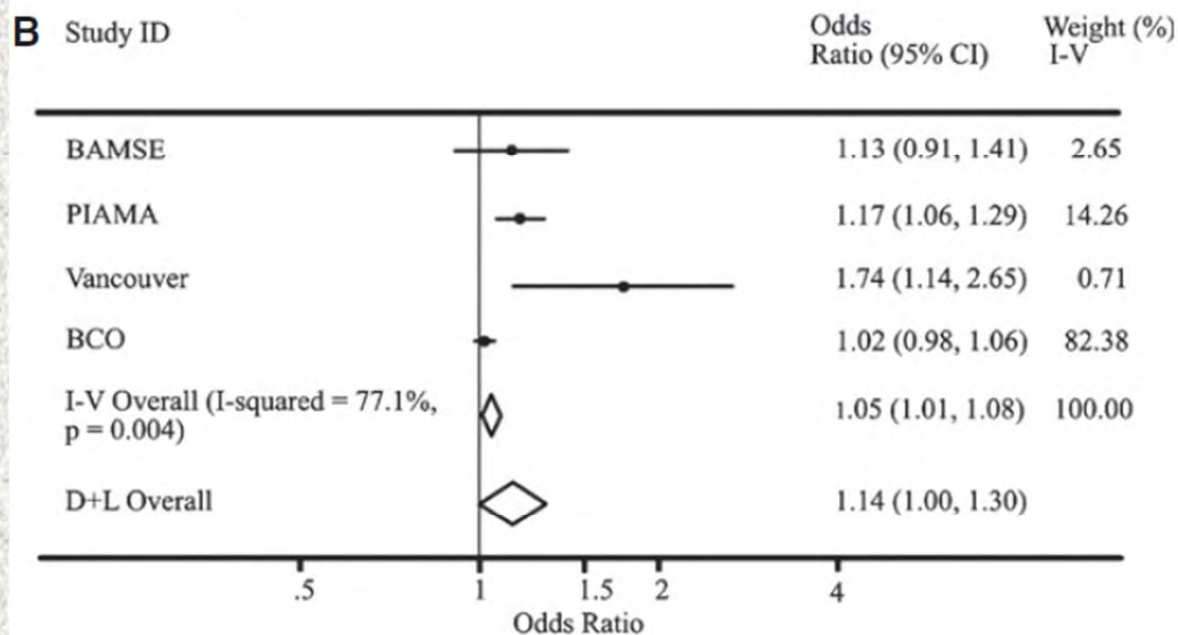
Association (odds ratios) between distance to nearest road (reference, >1000m) and prevalence of asthmatic and allergic symptoms. Odds ratios adjusted for sex, age, parental atopy, maternal education, siblings, environmental tobacco smoke at home, use of gas for cooking, home dampness, indoor molds, keeping of dogs and cats. *Circles*, distance to nearest main road < 50m; *inverted triangles*, distance to nearest main road 50-250 m; *squares*, distance to nearest main road 250-1000 m; *diamonds*, distance to nearest main road > 1000 m.



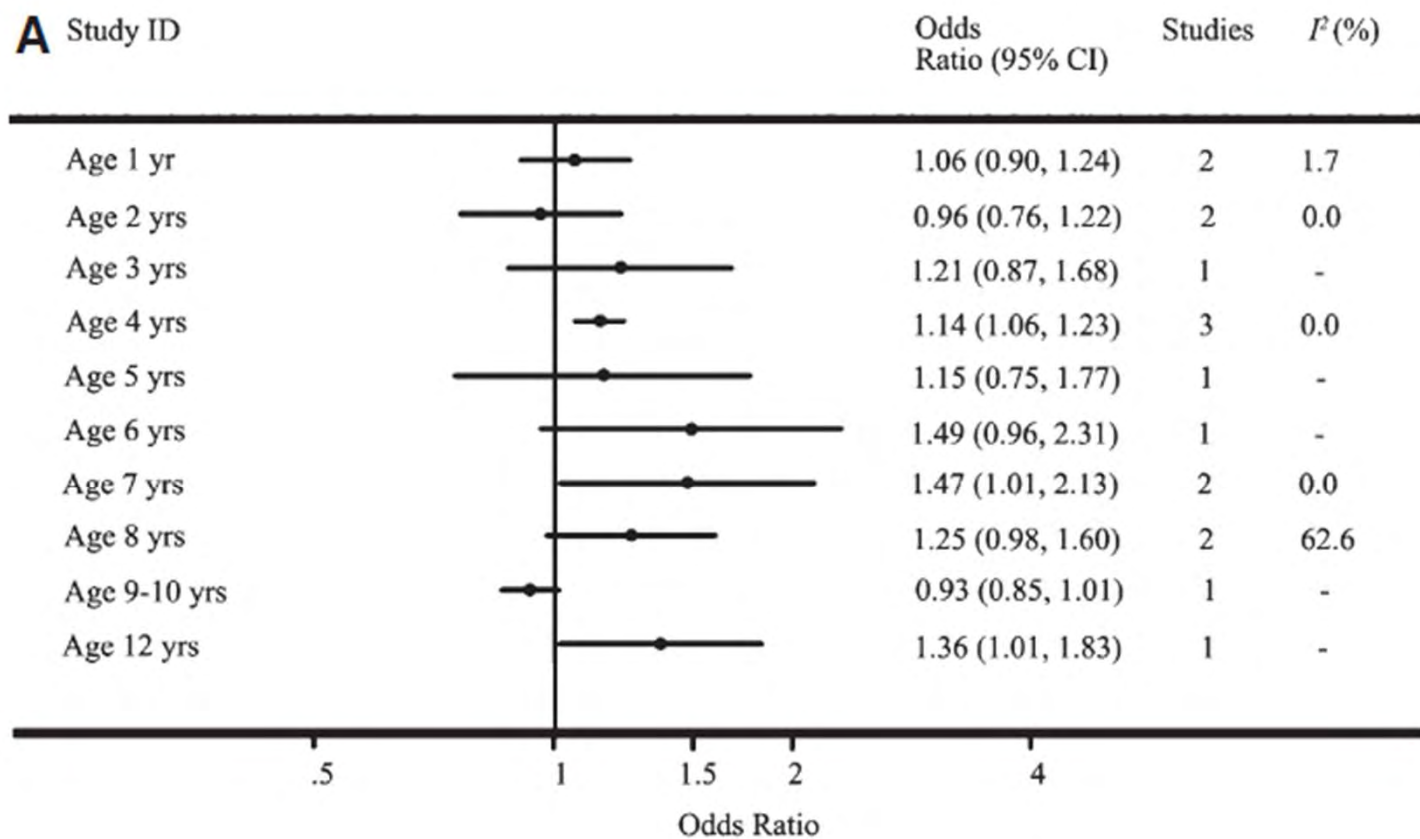
# The influence of childhood traffic-related air pollution exposure on asthma, allergy and sensitization: a systematic review and a meta-analysis of birth cohort studies

G. Bowatte<sup>1</sup>, C. Lodge<sup>1</sup>, A. J. Lowe<sup>1</sup>, B. Erbas<sup>2</sup>, J. Perret<sup>1</sup>, M. J. Abramson<sup>3</sup>, M. Matheson<sup>1\*</sup> & S. C. Dharmage<sup>1,4,\*</sup>

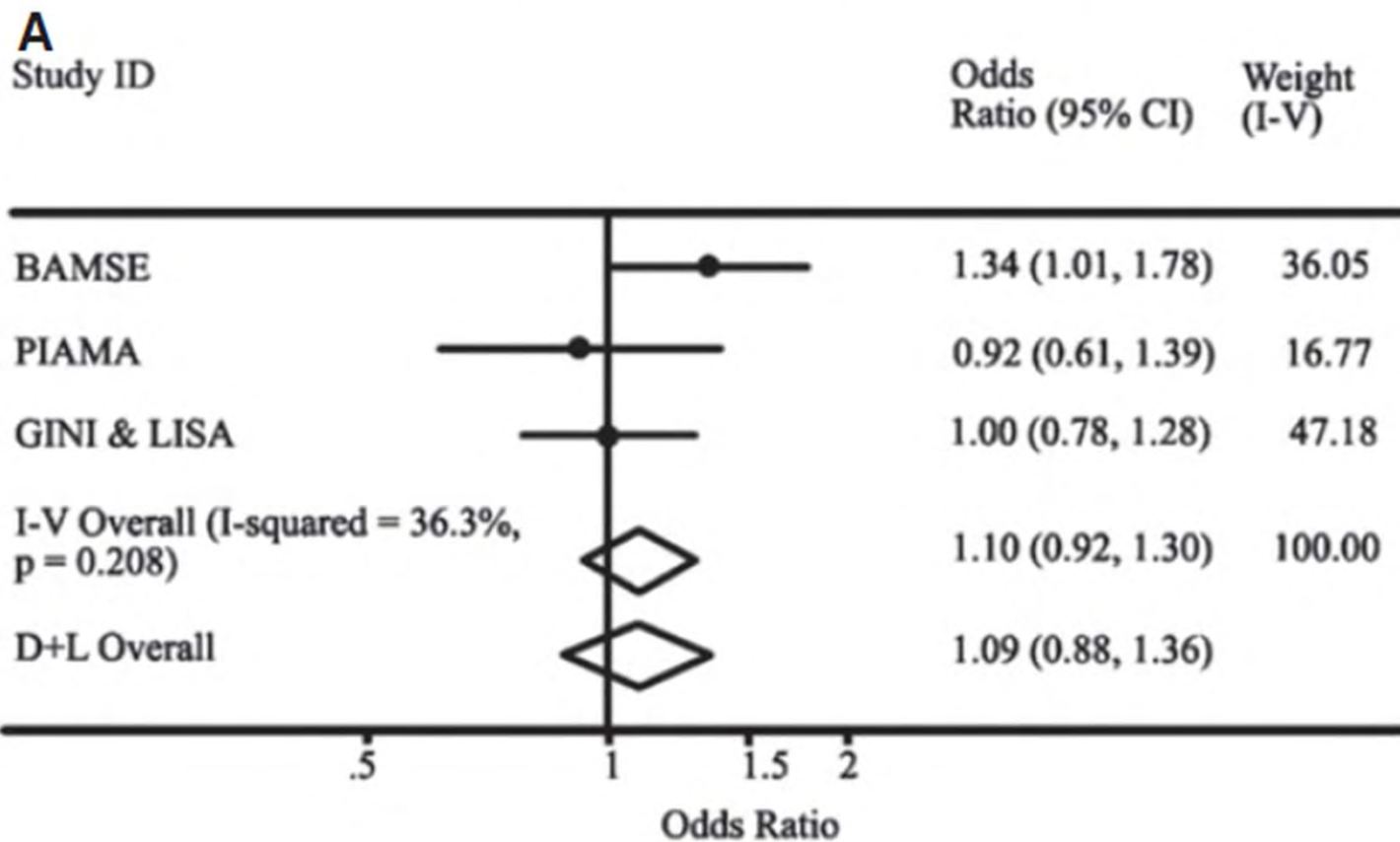
<sup>1</sup>Allergy and Lung Health Unit, Centre for Epidemiology and Biostatistics, School of Population and Global Health, The University of Melbourne; <sup>2</sup>School of Public Health and Human Biosciences, Department of Public Health, La Trobe University; <sup>3</sup>School of Public Health & Preventive Medicine, Monash University; <sup>4</sup>Murdoch Children Research Institute, Melbourne, Vic., Australia



Exposure per 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  increase in  $\text{PM}_{2.5}$



Exposure per 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  increase in  $\text{NO}_2$ .



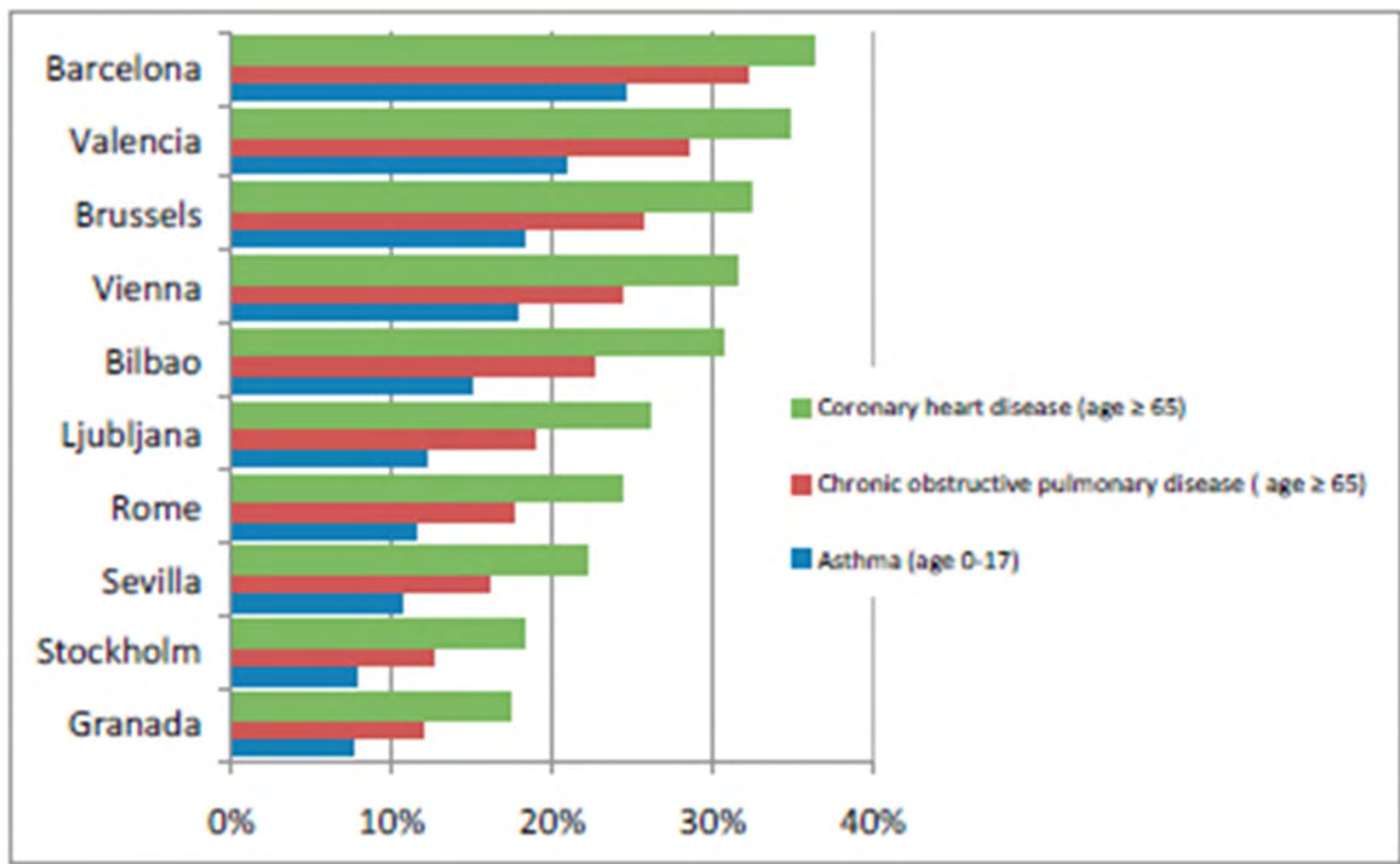
Early childhood exposure per 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  increase in  $\text{NO}_2$  and sensitization to (A) outdoor allergens.

*Santé environnement*

# **Impact sanitaire de la pollution atmosphérique dans neuf villes françaises**

Résultats du projet Aphekom

**Christophe Declercq, Mathilde Pascal, Olivier Chanel,  
Magali Corso, Aymeric Ung, Laurence Pascal,  
Myriam Blanchard, Sophie Larrieu, Sylvia Medina**



# Ambient air pollution: a cause of COPD ?

Schikowski T<sup>1</sup>, Mills IC, Anderson HR, Cohen A, Hansell A, Kauffmann F, Krämer U, Marcon A, Perez L, Sunyer J, Probst-Hensch N, Künzli N.

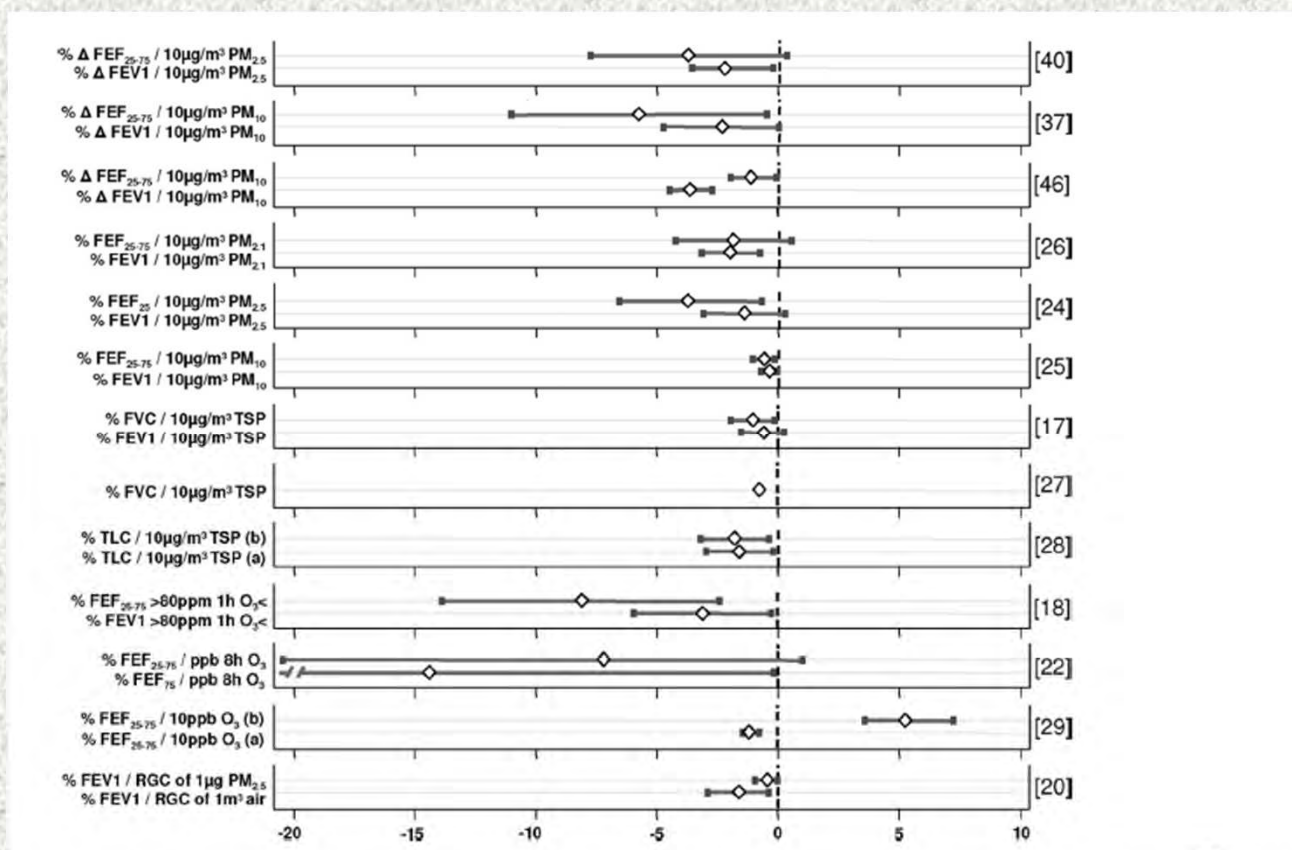
“Overall, evidence of chronic effects of air pollution on the prevalence and incidence of COPD among adults was suggestive but not conclusive”.



# Long-Term Effects of Ambient Air Pollution on Lung Function

## A Review

Thomas Götschi,<sup>a</sup> Joachim Heinrich,<sup>b</sup> Jordi Sunyer,<sup>c,d</sup> and Nino Künzli<sup>a,c,e</sup>

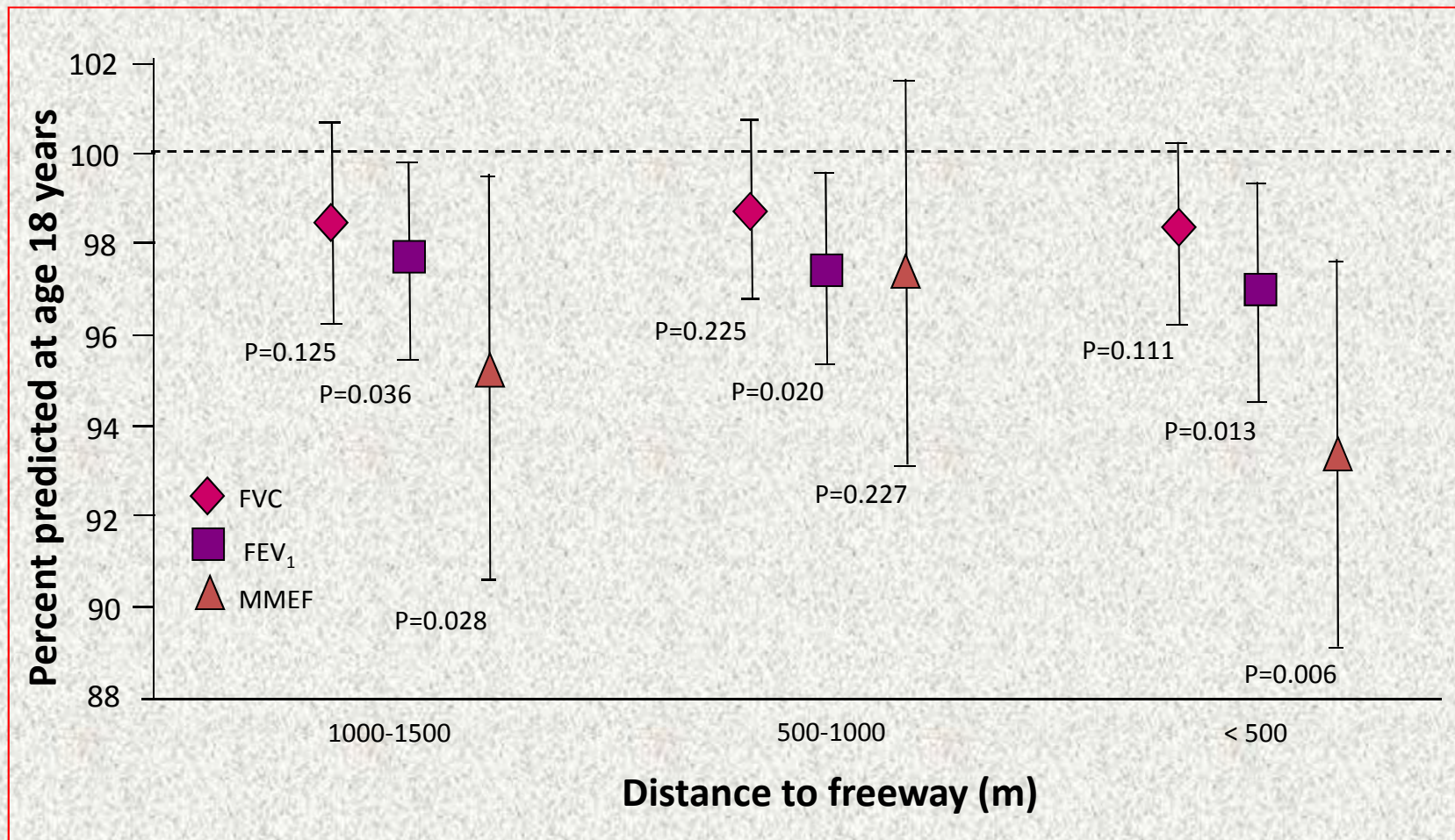


ORIGINAL ARTICLE

# Reduced Exposure to PM<sub>10</sub> and Attenuated Age-Related Decline in Lung Function

Sara H. Downs, Ph.D., Christian Schindler, Ph.D., L.-J. Sally Liu, Sc.D., Dirk Keidel, M.A., Lucy Bayer-Oglesby, Ph.D., Martin H. Brutsche, M.D., Ph.D., Margaret W. Gerbase, M.D., Ph.D., Roland Keller, M.D., Nino Künzli, M.D., Ph.D., Philippe Leuenberger, M.D., Nicole M. Probst-Hensch, Ph.D., Jean-Marie Tschopp, M.D., Jean-Pierre Zellweger, M.D., Thierry Rochat, M.D., Joel Schwartz, Ph.D., Ursula Ackermann-Lieblich, M.D., M.Sc., and the SAPALDIA Team\*





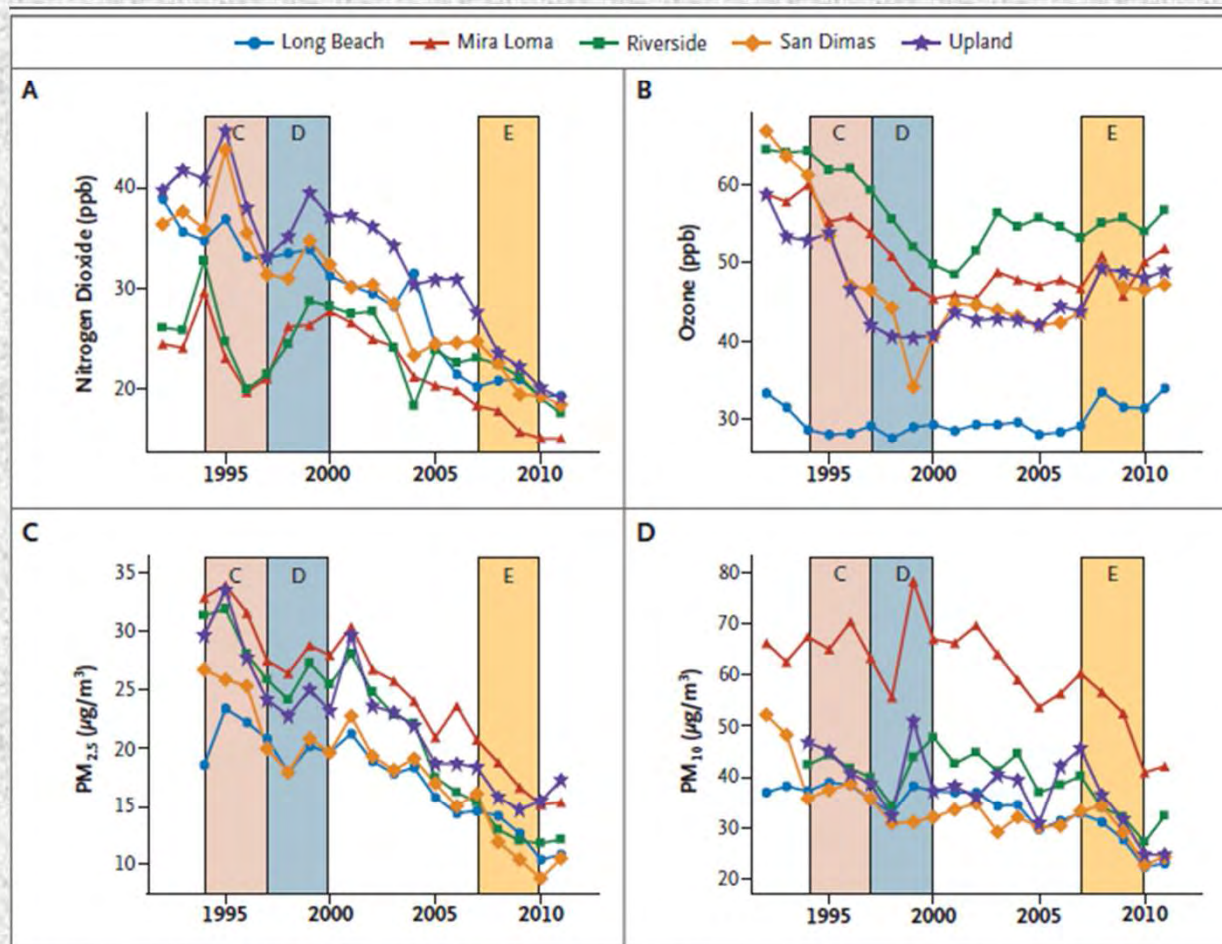
**Percent-predicted lung function at age 18 years versus residential distance from a freeway**

The horizontal line at 100% corresponds to the referent group children living > 1500 m from a freeway

*Gauderman WJ et al. Lancet 2007*

# Association of Improved Air Quality with Lung Development in Children

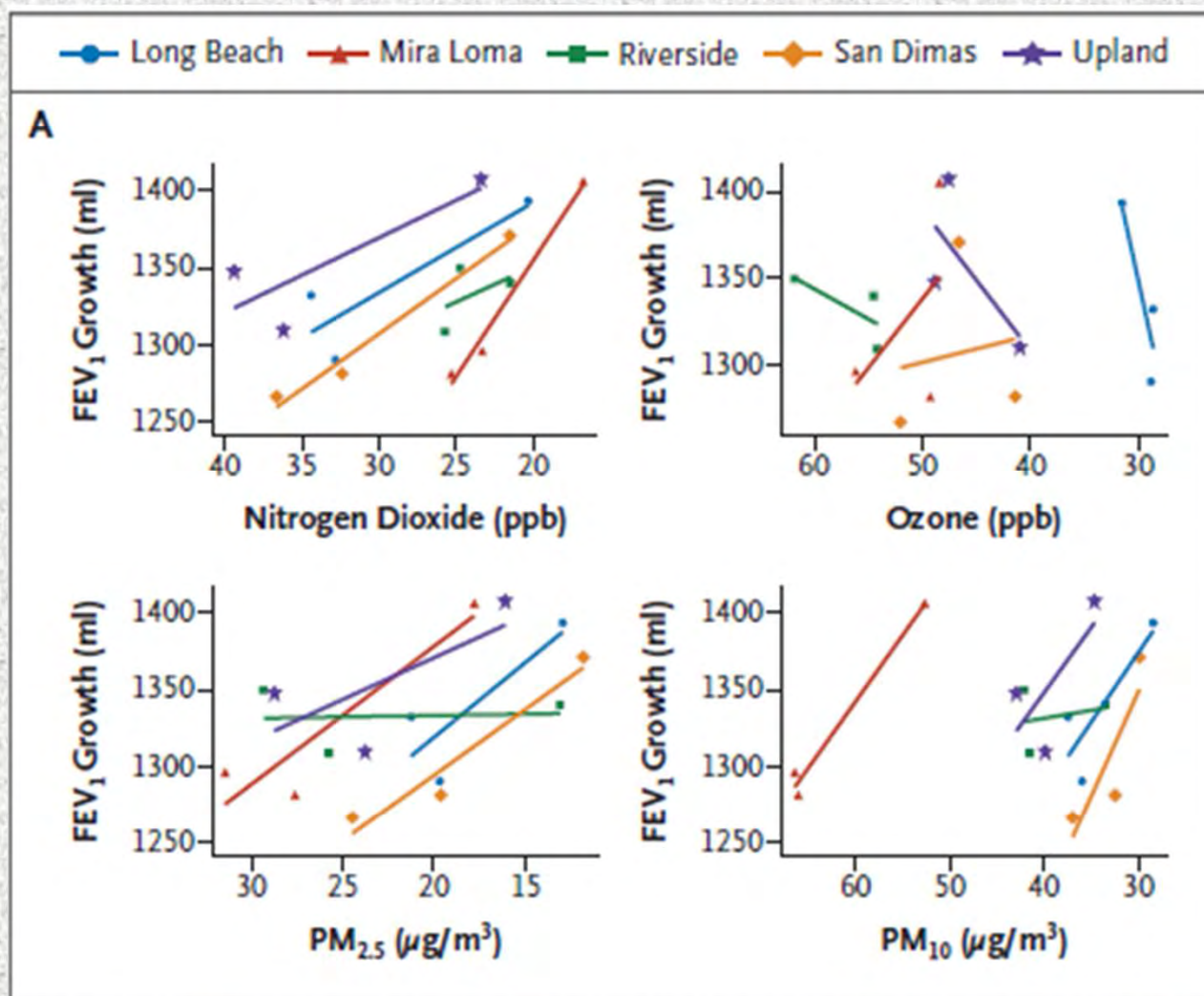
W. James Gauderman, Ph.D., Robert Urman, M.S., Edward Avol, M.S., Kiros Berhane, Ph.D., Rob McConnell, M.D., Edward Rappaport, M.S., Roger Chang, Ph.D., Fred Lurmann, M.S., and Frank Gilliland, M.D., Ph.D.



**Figure 1.** Levels of Four Air Pollutants from 1994 to 2011 in Five Southern California Communities.

Colored bands represent the relevant 4-year averaging period for the analysis of lung-function growth in each of the three cohorts, C, D, and E. PM<sub>2.5</sub> denotes particulate matter with an aerodynamic diameter of less than 2.5 µm, and PM<sub>10</sub> particulate matter with an aerodynamic diameter of less than 10 µm.

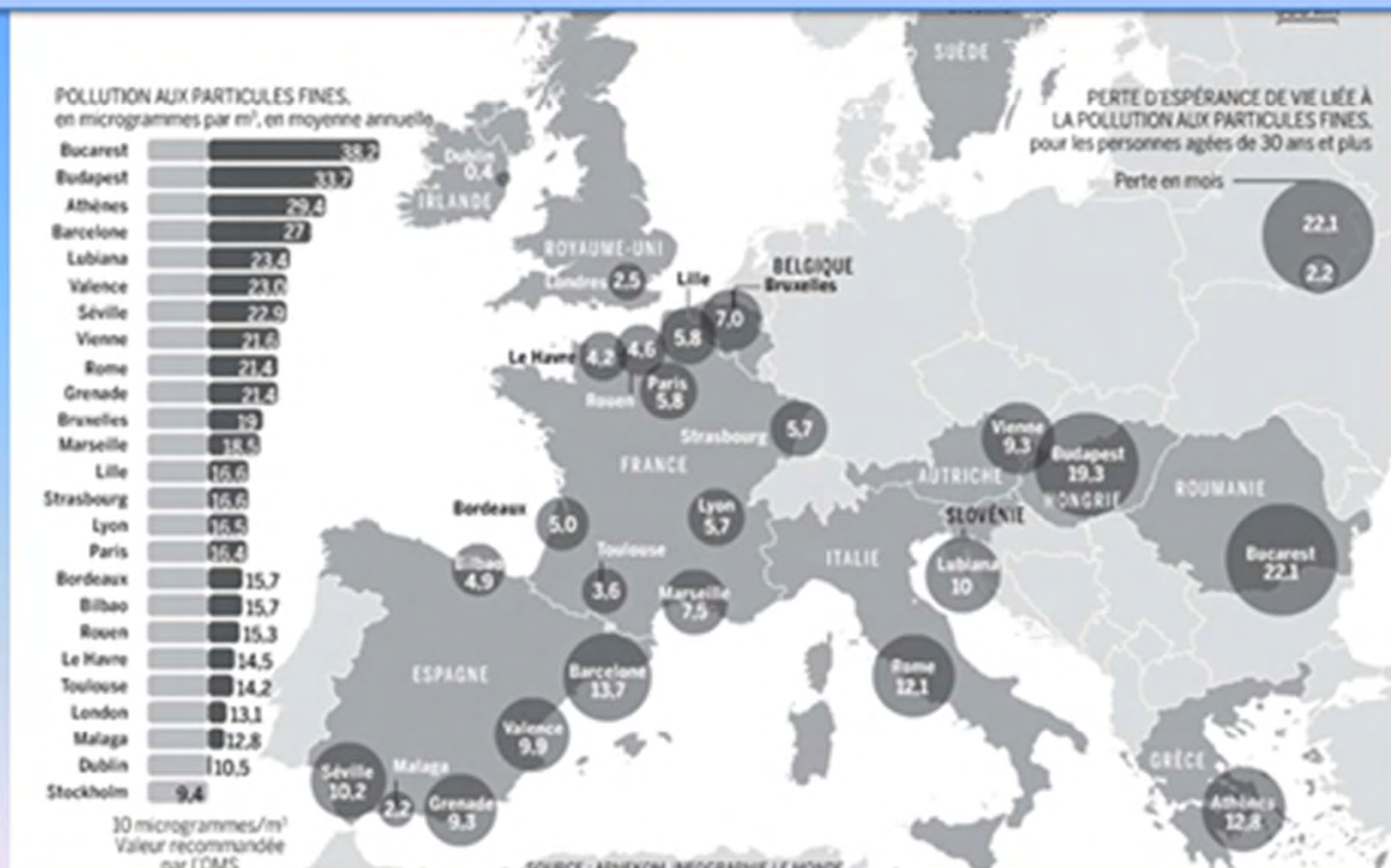
**Figure 2.** Mean 4-Year Lung-Function Growth versus the Mean Levels of Four Pollutants.



# Plan de l'exposé

- Méthodes épidémiologiques mises en œuvre
- Notion de risque relatif et risque attribuable
- Effets sur l'incidence de certaines pathologies
- Effets sur l'espérance de vie

## A decrease life expectancy related to PM2.5 mean levels

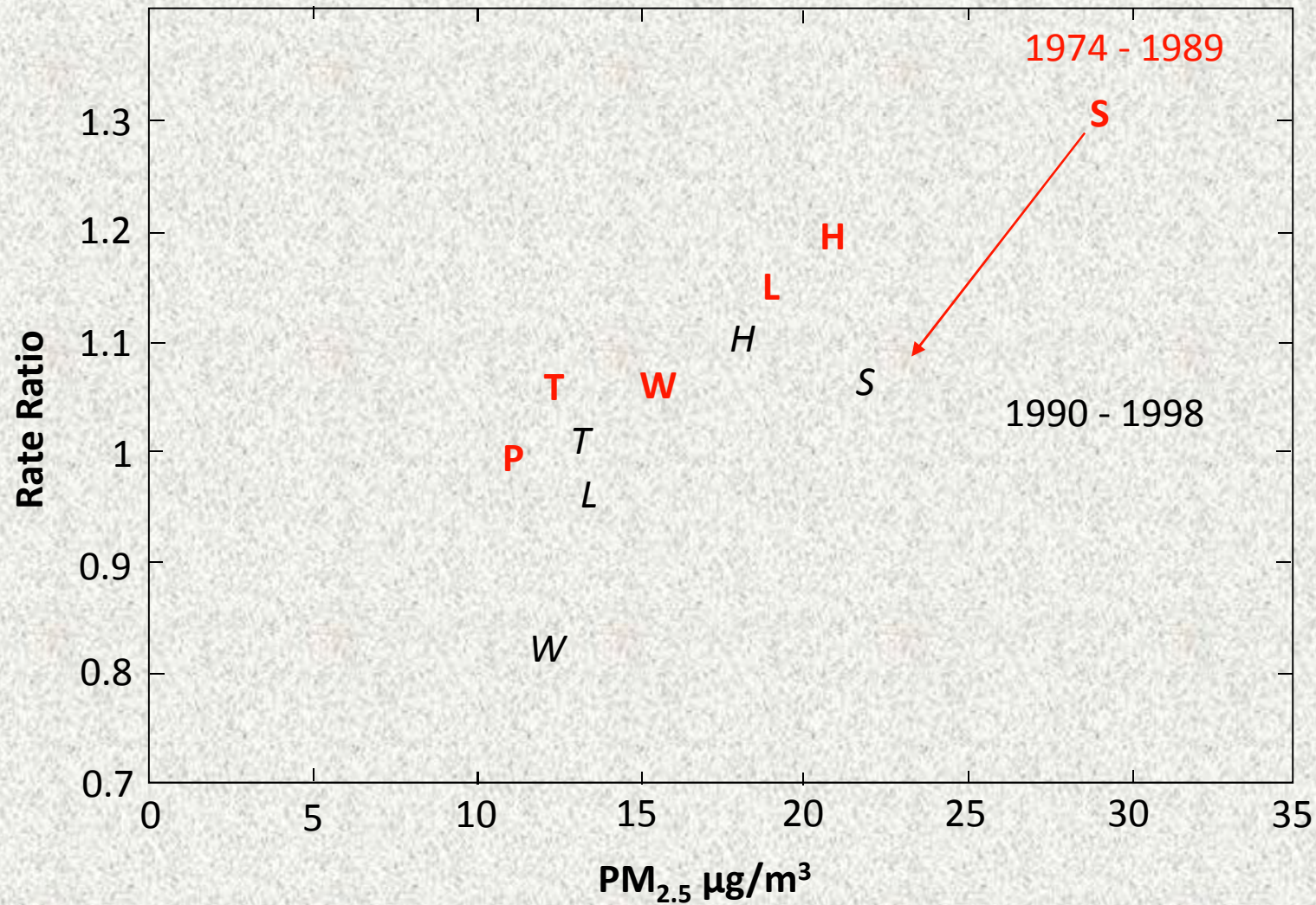


***44 000 morts chaque année"***, du fait des particules fines, dont *"au moins une bonne moitié"* peut **être** imputée au diesel. C'est ce que lâchait Jean-Vincent Placé, sénateur et président du groupe **Europe Ecologie-Les Verts** au micro de **Radio classique et Public Sénat** lundi 4 mars, pour **dénoncer** les effets *"catastrophiques"* du diesel pour la santé. Un chiffre aussi **évoqué par la ministre du logement Cécile Duflot** tandis que la ministre de l'écologie Delphine Batho parlait pour sa part de 42 000 morts *"prématurées"*. Alors, les particules fines font-elles vraiment plus de 40 000 morts chaque année en **France**, soit 8 % des décès



# Pollution de fond et espérance de vie

If air quality improves ... risk of death decreases



Laden F. et al. Reduction in fine particulate air pollution and mortality: Extended follow-up of the Harvard Six Cities study. Am J Crit Care Med 2006; 173(6):667-72



International Agency for Research on Cancer

IARC: Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths

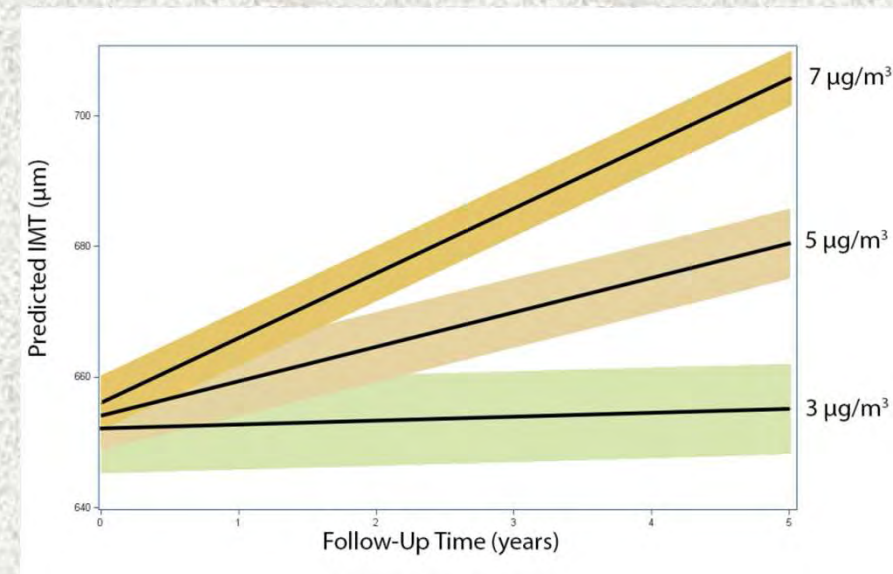
[The Lancet Oncology](#) online on Thursday 24 October 2013

## Effets cardio-vasculaires :

-Athérosclérose (Intima)

Sara D. Adar et all

April 2013 | Volume 10 | Issue 4



-HTA

-Insuffisance cardiaque

Autres effets sur la santé :

- Maladies neuro-dégénératives (Parkinson, Alzheimer, Sclérose en plaques, SLA, autisme)
- Phlébite et embolie pulmonaire (Chiu, PLoS One, 2013)
- Diabète gras (Thiering, Trends Endocrinol Metab 2015)
- Baisse de la fertilité (Fructus, Gynecol Endocrin 2015)
- Leucémies (Filippini, Environ Sci Health 2015)

**Inflammation systémique et stress oxydatif :**

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

**Cerveau :**

Augmentation de l'ischémie cérébrale  
Troubles cognitifs  
Maladies neurodégénératives

**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

**Coeur :**

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

**Troubles de la reproduction et du développement de l'enfant :**

Fertilité  
Fausses couches  
Croissance du fœtus  
Naissance avant terme  
Faible poids à la naissance

**Système vasculaire :**

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

**Sang :**

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

# Conclusions

- Les effets à long terme surpassent, de beaucoup, les effets à court terme
- Ce sont des effets sans seuils
- L'impact collectif est bien plus important que l'impact individuel
- Les conséquences sanitaires peuvent s'observer alors que les normes sont respectées