



Epidémiologie des maladies liées à la pollution atmosphérique

Dr Isabella Annesi-Maesano
Equipe EPidémiologie des maladies Allergiques et Respiratoires
IPLESP INSERM & UPMC
Paris, France



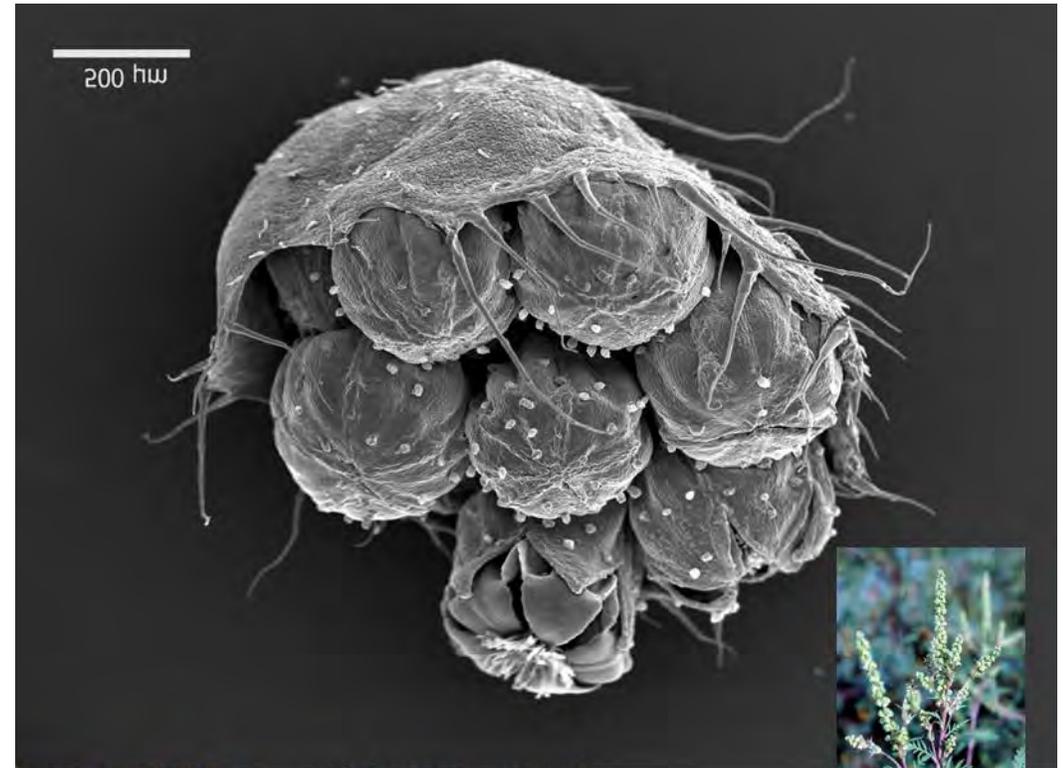
Quatre questions:

- ➡ Que nous disent-elles les données récentes sur les effets sanitaires de la pollution atmosphérique ?
- ➡ A partir de quel seuil ces effets sont-ils observés?
- ➡ Sommes-tous égaux face à la pollution atmosphérique ?
- ➡ Est-il possible d'améliorer la qualité de l'air et ainsi réduire la charge de morbidité et améliorer la santé ?

Quatre questions:

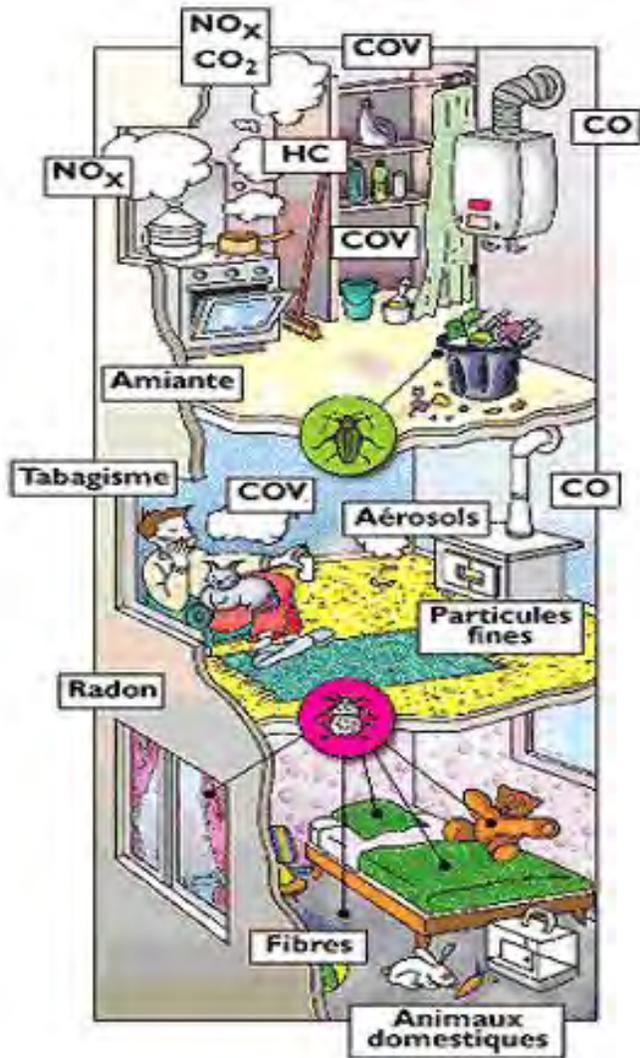
- ➔ Que nous disent elles les données récentes sur les effets sanitaires de la pollution atmosphérique ?
 - A partir de quel seuil ces effets sont-ils observés?
 - Sommes-tous égaux face à la pollution atmosphérique ?
 - Est-il possible d'améliorer la qualité de l'air et ainsi réduire la charge de morbidité et améliorer la santé ?

La pollution atmosphérique
est ubiquitaire



POLLUTION DE L'EXTÉRIEUR

Sources fixes & sources mobiles : Gaz (NO_x, O₃, CO, COVs) & particules primaires et secondaires



POLLUTION DE L'INTERIEUR

Pyramide des effets de la pollution atmosphérique

Cas des maladies cardiorespiratoires



Plus la gravité des effets diminue plus le nombre de personnes affectées augmente

WHO 2014

~ 7 Millions de morts

Mortalité due à la pollution de l'extérieur:

40% – maladies ischémiques;

40% – AVC;

11% – BPCO;

6% – Cancer du poumon;

3% – Infections respiratoires infantiles;

Mortalité due à la pollution de l'intérieur:

34% – AVC;

26% – maladies ischémiques;

22% – BPCO;

12% – Infections respiratoires infantiles;

6% – Cancer du poumon.

→ **Importante morbidité**

Les PM de taille inférieure à 2,5 micromètres (PM_{2,5}) sont les plus dangereuses

Effets physiopathologiques des particules inhalées

Inhalation de particules

Poumons

- Inflammation
- Stress oxydatif
- Progression et exacerbation des BPCO (Bronchopneumopathie chronique obstructive)
- Augmentation des symptômes respiratoires
- Altération des réflexes pulmonaires
- Réduction fonction pulmonaire

Inflammation systémique/ Stress oxydatif

- Augmentation de la Médiateurs pro-inflammatoires
- Activation des leucocytes et des plaquettes
- Diabète I et II

Coeur

- Altération de la fonction cardiaque autonome
- Stress oxydatif
- Augmentation du risque d'arythmie
- Altération de la repolarisation cardiaque
- Augmentation des ischémies myocardiques

Sang

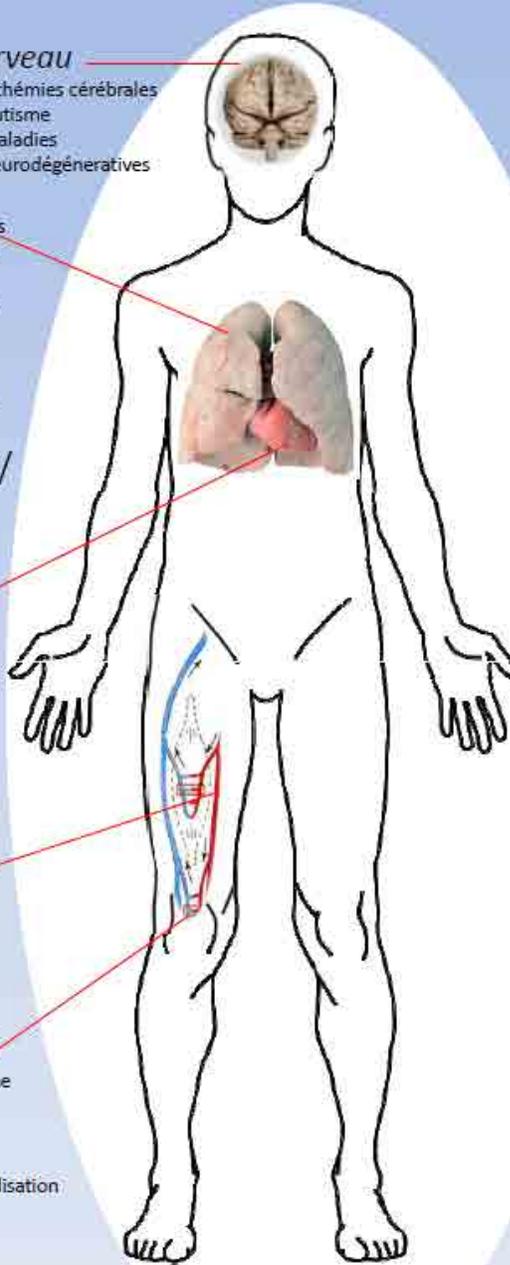
- Altération de la viscosité sanguine
- Augmentation de la coagulation
- Transport des particules dans le sang
- Thrombose périphérique
- Réduction de la saturation en oxygène

Vascularité

- Athérosclérose, formation et destabilisation des plaques
- Dysfonctions endothéliales
- Vasoconstriction et hypertension

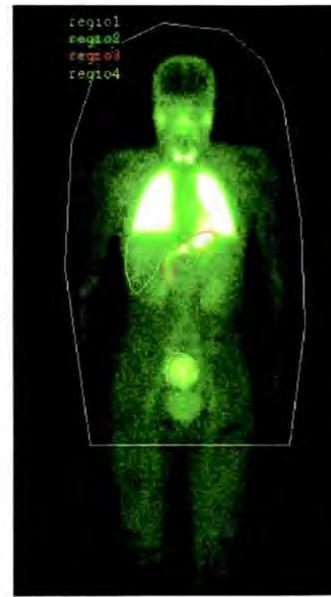
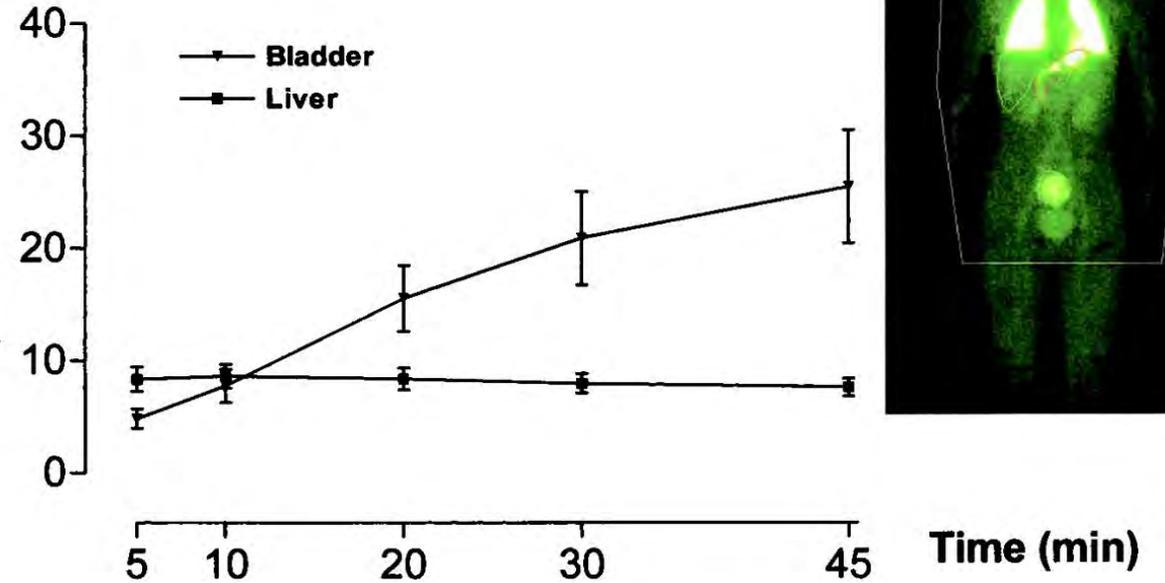
Cerveau

- Ischémies cérébrales
- Autisme
- Maladies neurodégénératives



→ Cascade d'effets liés à l'inhalation de particules

% of total lung radioactivity

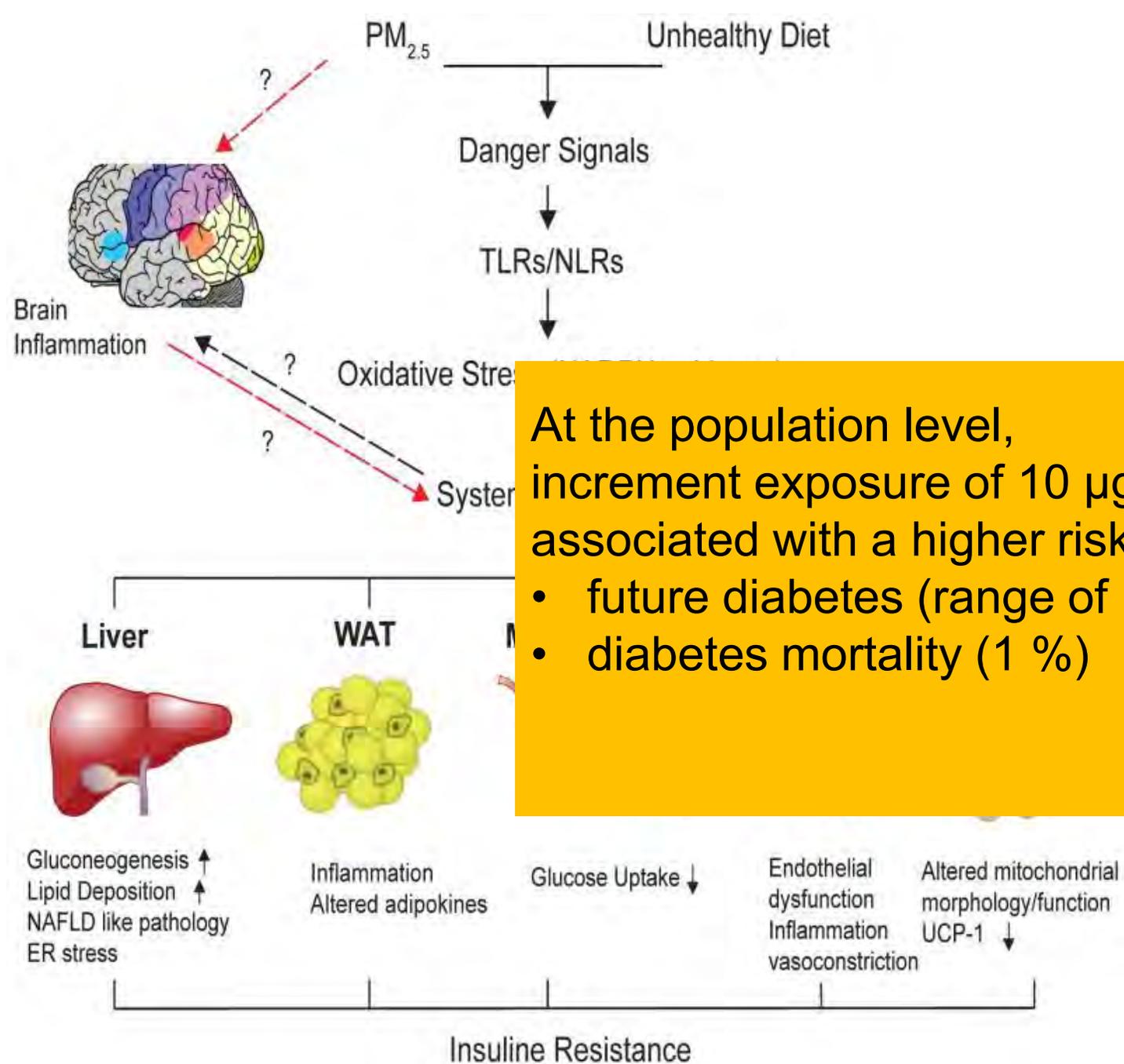


Nemmar et al. Circulation 2002;105:411

Effets physiopathologiques des particules pénétrées par le contact avec la peau et l'ingestion

- Eczéma
- Cancer de l'estomac ???
- ...

d mechanisms of air-pollution mediated



At the population level, increment exposure of 10 μg/m³ of PM_{2.5} associated with a higher risk of:

- future diabetes (range of 10 to 27 %)
- diabetes mortality (1 %)

Esposito, Endocrine 2015

*E. Thiering & J. Heinrich
Trends Endocrinol Metab 2015*



**Cela
commence dès
la vie *in utero*
voire la
préconception**

Pollution atmosphérique
(PM, NO₂, CO, O₃...)

1

Dysfonctionnement placentaire

Dysfonction endothéliale

Impact

- Naissance pré-terme
- Retard de croissance intra-utérine
- Petit poids à la naissance*
- Mortalité infantile

Effets respiratoires

- Bronchiolite
- Asthme
- Dysfonction pulmonaire
- Fonction respiratoire
- Inflammation

Effets cardiovasculaires

- Déséquilibre du système autonome
- Hypercoagulabilité
- Arythmie

2

Action sur le système immunitaire:

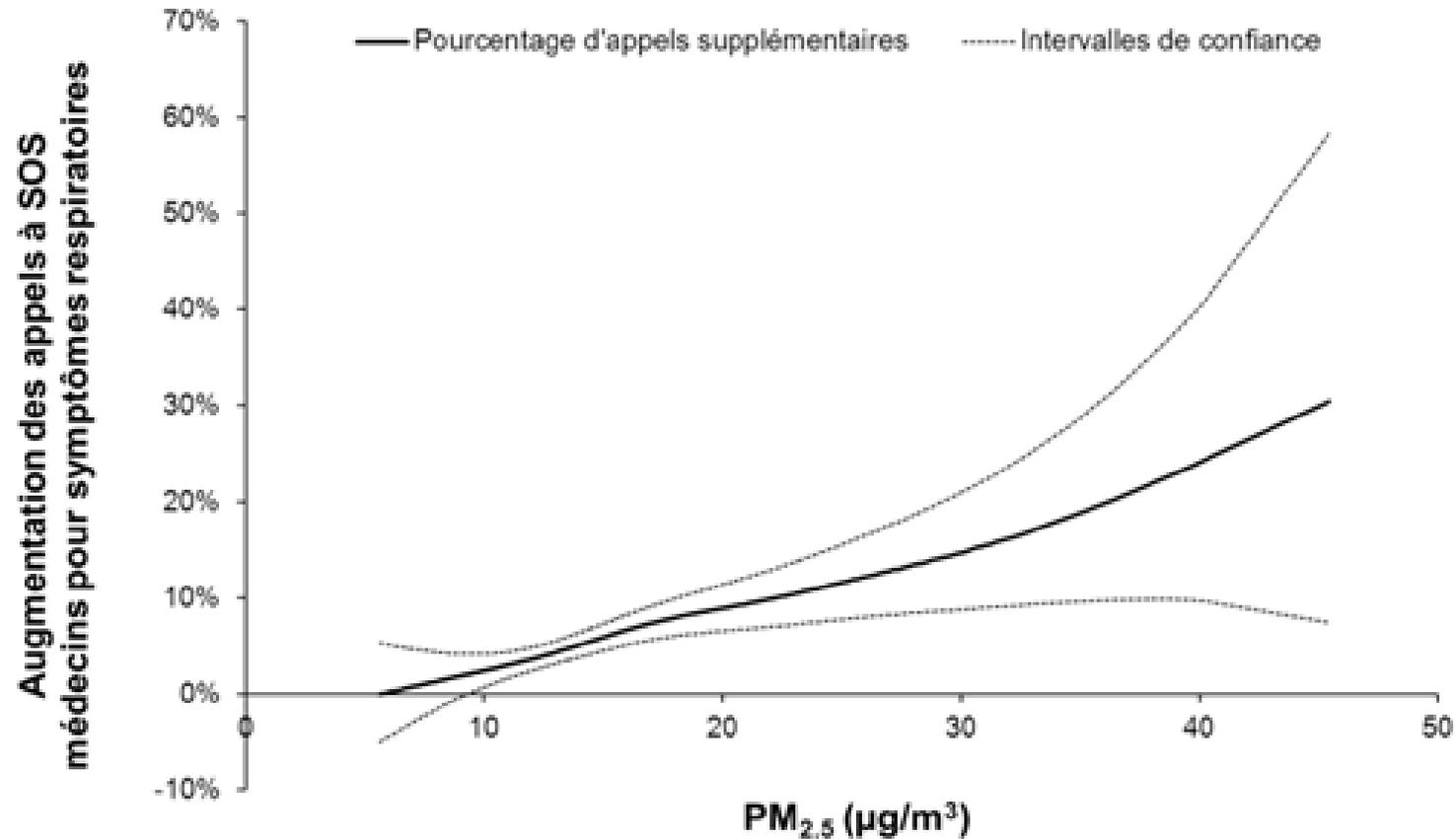
Diminution des lymphocytes T Reg (%CD4+CD25+) en fonction de l'exposition de la mère avant et après la grossesse aux particules fines

*1.05 (0.99-1.12) per 10 µg/m³ PM_{2.5} to 1.10 (1.05-1.15) per 20 µg/m³ PM₁₀

Quatre questions:

- ➔ Que nous disent elles les données récentes sur les effets sanitaires de la pollution atmosphérique ?
- ➔ A partir de quel seuil ces effets sont-ils observés?
- ➔ Sommes-tous égaux face à la pollution atmosphérique ?
- ➔ Est-il possible d'améliorer la qualité de l'air et ainsi réduire la charge de morbidité et améliorer la santé ?

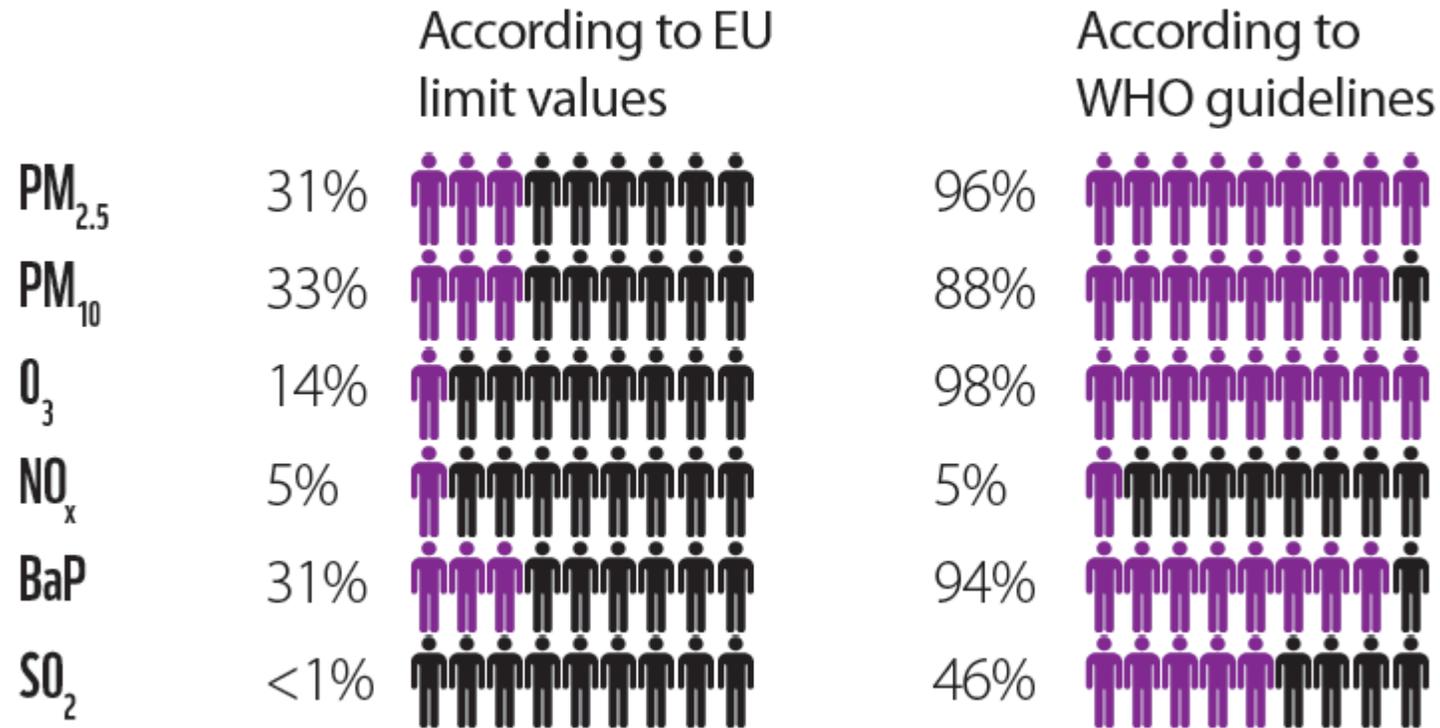
Illustration de l'absence de seuil des effets sanitaires de la pollution atmosphérique :
quel que soit le niveau d'exposition (10, 20, 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), on observe une augmentation de 0,6% des appels à SOS médecins pour symptômes respiratoires lorsque les concentrations ambiantes de $\text{PM}_{2,5}$ augmentent d'1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Source : ORS Île-de-France



WHO Standards:

- $PM_{2.5}$: $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière et $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (annual)
- PM_{10} : $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne 24 heures à ne pas dépasser plus de 35 jours par an ; $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

EU urban population exposed to harmful levels of air pollution



Source: EEA Report, 2013

0-14 ans

15,44 %

Quatre questions:

- ➔ Que nous disent elles les données récentes sur les effets sanitaires de la pollution atmosphérique ?
- ➔ A partir de quel seuil ces effets sont-ils observés?
- ➔ Sommes-tous égaux face à la pollution atmosphérique ?
- ➔ Est-il possible d'améliorer la qualité de l'air et ainsi réduire la charge de morbidité et améliorer la santé ?

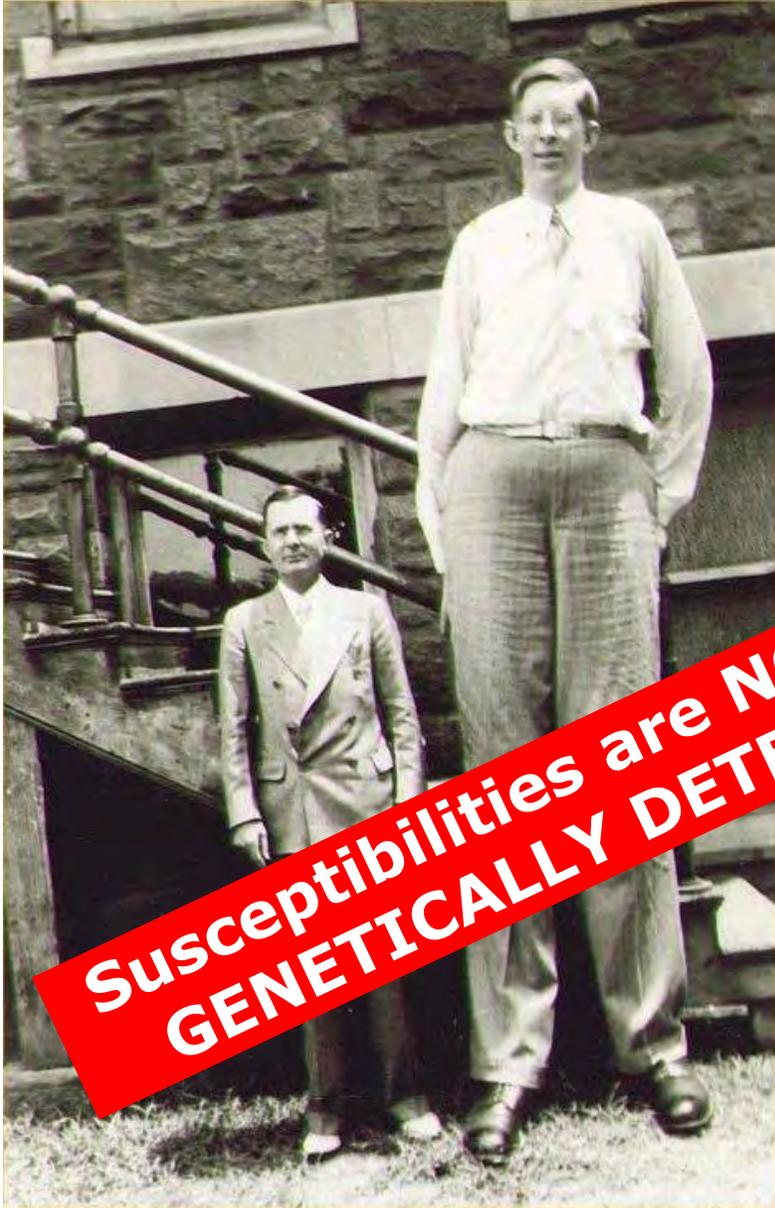
... sorry, but we are NOT all equal...

Some factors considered in *some* studies:

- sex/gender, age
- underlying diseases & phenotypes,
- smoking, diet & breast feeding,
- physical activity, BMI / obesity
- medication,
- stress
- proximity to air pollution (**environmental disparities**)

although lots of open questions to be tackled...

Courtesy Prof.
Nino Kunztl.

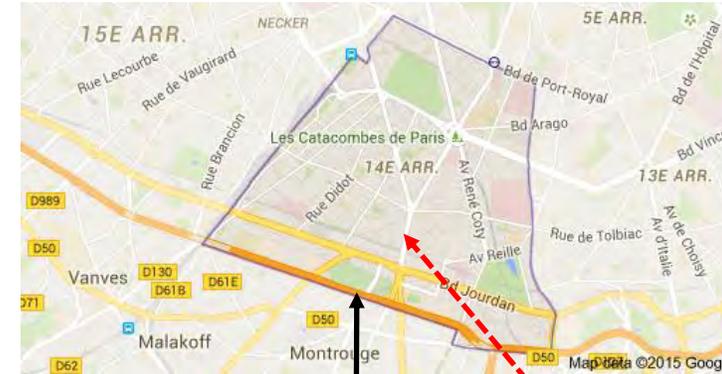


Quatre questions:

- ➔ Que nous disent elles les données récentes sur les effets sanitaires de la pollution atmosphérique ?
- ➔ A partir de quel seuil ces effets sont-ils observés?
- ➔ Sommes-tous égaux face à la pollution atmosphérique ?
- ➔ Est-il possible d'améliorer la qualité de l'air et ainsi réduire la charge de morbidité et améliorer la santé ?

Paris XIV^{ème} arrondissement

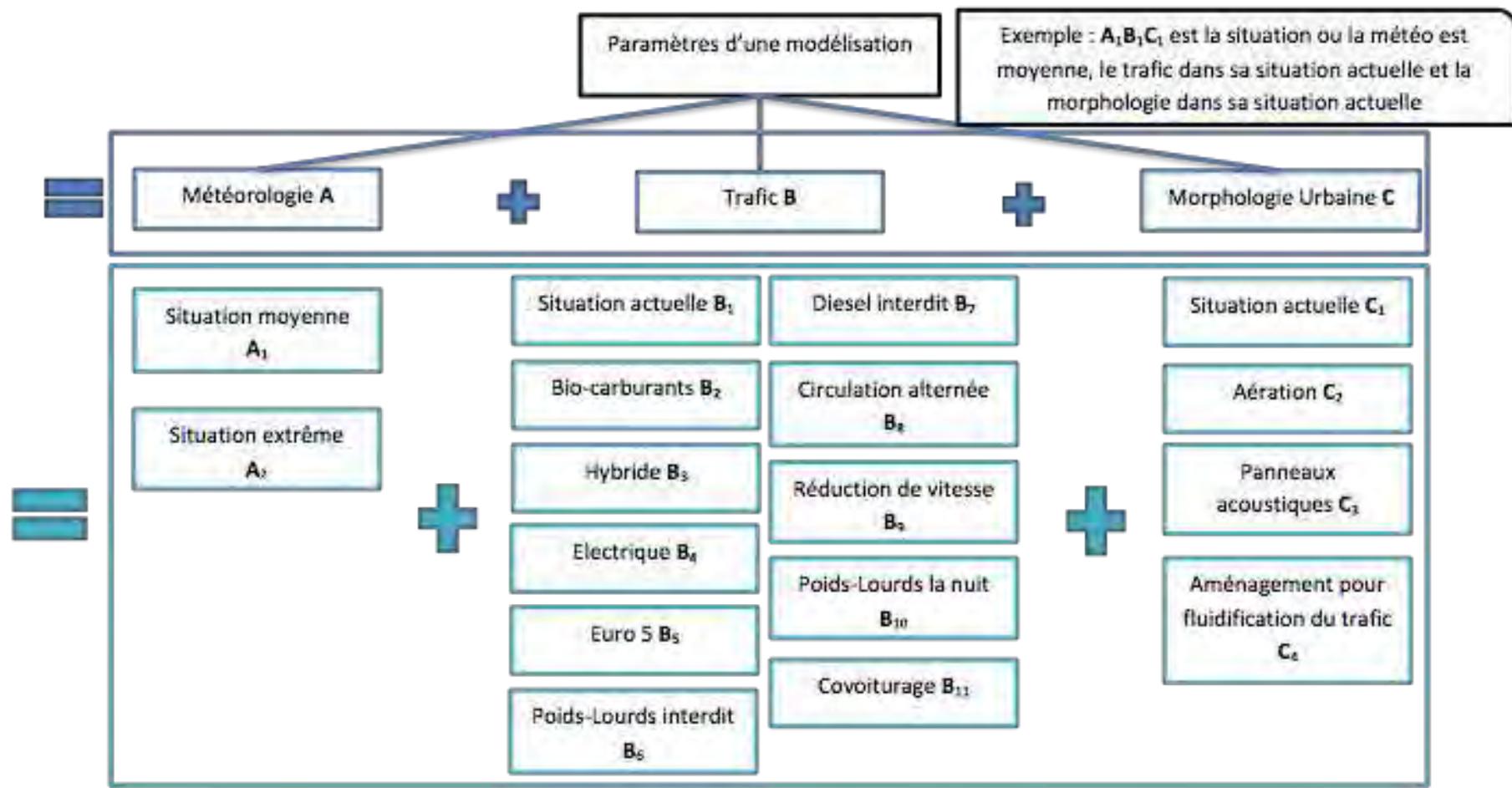
Avenue du Général Leclerc



Site

Boulevard Périphérique

Projet PARTLESS: Adoption de différents scenarii pour calculer les effets de la réduction de la pollution



→ Calcul des niveaux de PM résultats avec ADMS Urban et PM mesurées (bio-carburants ou station de fond)

Projet PARTLESS: Gilles Morel, UTC (Compiègne, France), UPMC, INSERM

Mortalité toutes causes court-terme

Conditions météorologiques normales

Scenario	Δ PM10*	Δy = Morts évités
A ₁ B ₁ C ₁	0	0

Exemple:

- 1) Pour conditions climatiques normales, EURO 5, topographie actuelle (A₁B₅C₁) → **~71 décès à court terme évités sur un an pour Paris**
- 2) Pour conditions climatiques normales, pas de diesel, topographie actuelle (scenario A₁B₇C₁) → **~ 71 décès à court terme évités**

(en faisant l'hypothèse de l'homogénéité de la pollution particulaire et d'autres caractéristiques dans la ville)

Mortalité toutes cause court-terme

Conditions météorologiques extrêmes

Scenario	A PM10*	Ay = Deaths avoided
----------	---------	---------------------

Exemple:

Pour conditions climatiques extrêmes, EURO 5, topographie actuelle (A₂B₅C₁) → **~256 décès à court terme évités,**

L'interdiction du diesel et les voitures électriques donnent des résultats comparables!!

(en faisant l'hypothèse de l'homogénéité de la pollution particulaire et d'autres caractéristiques dans la ville)

A ₂ B ₅ C ₁	-32.83	16.2777
--	--------	---------

PARTLESS Study

Since Real life is a combination of both average and extreme conditions, we can expect that scenario $A_xB_5C_1$ would delay between 71 - 256 total short-term deaths over the course of 1 year.

This suggests that between **8-29% of the total short-term deaths in Paris could be avoided/delayed by adopting appropriate levers.**

Évaluation à minima du coût de la pollution atmosphérique pour le système de soin français

CHRISTOPHE RAFENBERG^{1,2}
 GILLES DIXSAUT^{3,4}
 ISABELLA ANNESI-MAESANO^{1,2}
¹ INSERM

Résumé. Les évaluations réalisées en matière de coûts de la pollution de l'air se fondent le plus souvent sur une approche socio-économique et sur les coûts intangibles (valeur de la vie ou de la souffrance par exemple). Ce type d'évaluations est un sujet de controverses tant il est délicat de fixer ces valeurs en dehors d'un sujet de recherche

Table 4. Breakdown of asthma cases attributable to the environment, by severity and by costs.

Nombre de cas d'asthmes attribuables à l'environnement	Très léger à léger 39 %	Modéré 43 %	Sévère 18 %	Total
Valeur basse (10 %)	156 000 cas	172 000 cas	72 000 cas	400 000 cas
Valeur haute (35 %)	546 000 cas	602 000 cas	252 000 cas	1 400 000 cas
Coût de traitement	443 €	764 €	1536 €	
Valeur basse	69,1 millions €	131,4 millions €	110,6 millions €	311, 1 millions €
Valeur haute	242 millions €	460 millions €	387 millions €	1089 millions €
Passages aux urgences imputables à l'environnement	191 € par passage			
	Valeur basse	20 000		3,8 millions €
	Valeur haute	70 000		13,4 millions €
Valeur basse du coût total de l'asthme				315 millions €
Valeur haute du coût total de l'asthme				1102,4 millions €

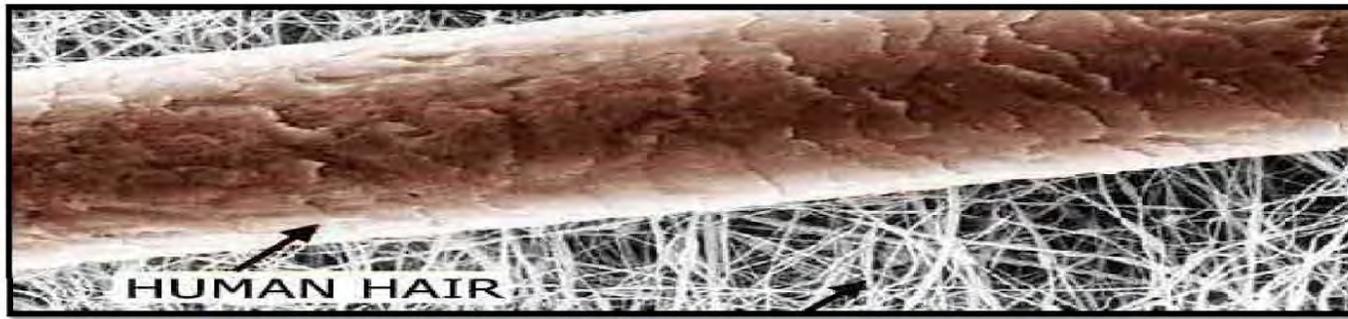
Ce qu'il faut retenir:

- ➔ En plus des effets cardiorespiratoires connus, risque accru de maladies et décès par AVC, diabète, obésité, maladies neurodégénératives ... associé à pollution de l'air. Et lien entre exposition à pollution de la mère pendant la grossesse et prématurité, petit poids et mortalité du nouveau-né.
- ➔ Effets de la pollution observés à des concentrations faibles, et pas de seuil protecteur. Effets sur santé observés en l'absence même de pics.
- ➔ Effets plus graves sur santé observés chez les personnes déjà malades ainsi que sur les populations plus vulnérables (enfants, personnes âgées et ménages à faible revenu plus exposés à pollution ou ayant un accès limité aux soins de santé, peu de données dans ce dernier cas).
- ➔ Mise en œuvre de politiques et de réglementations visant à contrôler émissions polluantes peut améliorer la qualité de l'air et ainsi réduire charge de morbidité et améliorer santé.
- ➔ Sensibiliser davantage le public à des interventions relativement simples peut conduire à réduire les sources de pollution de l'air aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur dans les environnements urbains, et à obtenir ainsi des gains importants sur le plan de la santé.



Merci

isabella.annesi-maesano@inserm.fr



Human Hair = 30-100 microns in thickness

A micron, short for micrometer, is a unit of measurement equal to one millionth of a meter. A micron is actually 0.0000393 of an inch.

Particle Size in (microns)



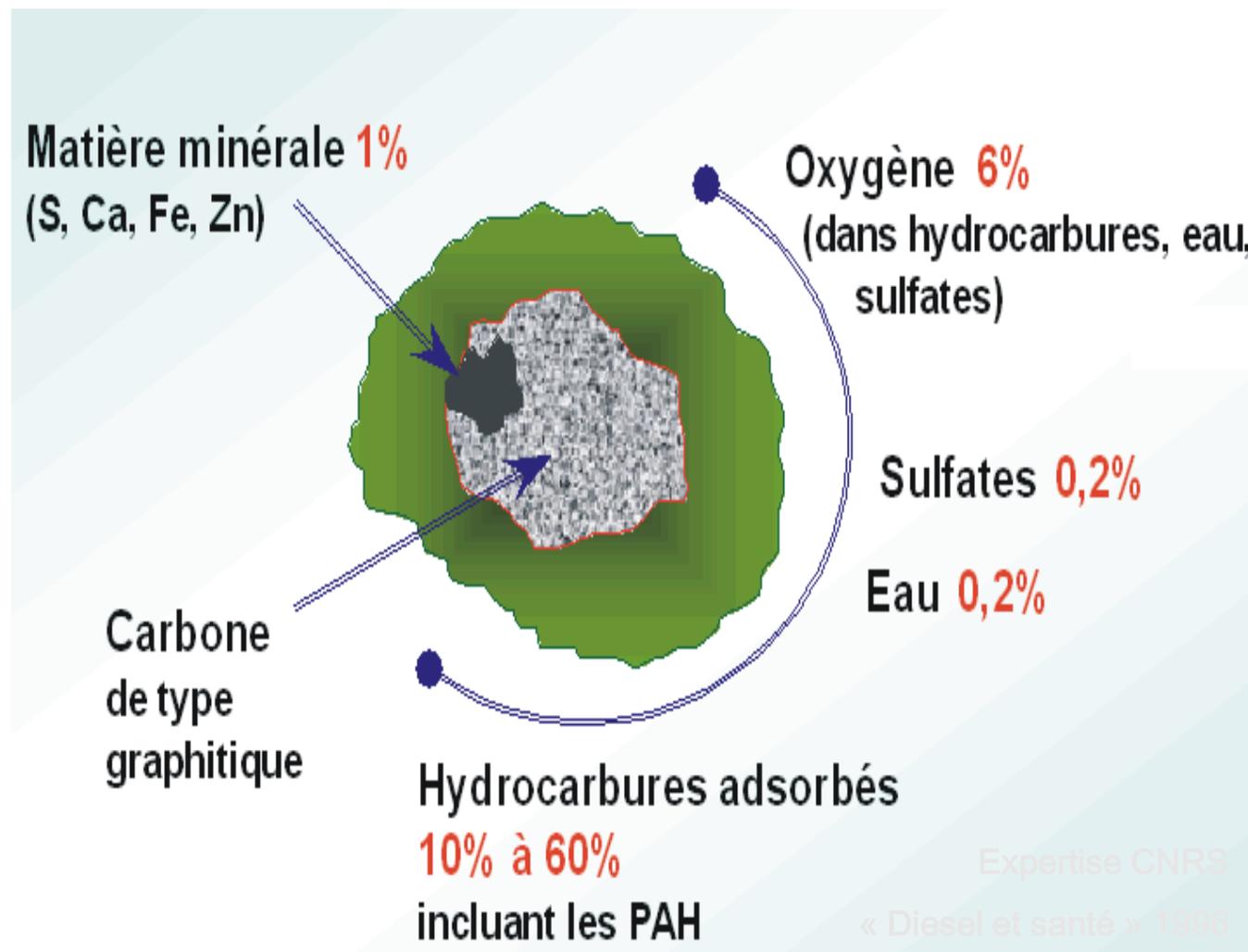
What are Ultrafine Particles?

Ultrafine particles are airborne particles that can cause personal discomfort and health reactions when inhaled by the occupants of a home. The term "ultrafine particles" refers to particles that cannot be seen by the naked eye, and are smaller than 30 microns. To give an idea of size of 30 microns, it takes 25,000 microns to make one inch, and the very finest human hair is about 30 microns in diameter. About 99% of the particles suspended in indoor air are too small to see. One cubic foot of air may contain as much as 400 million unseen particles, the majority of which will be much smaller than 30 microns.

Measure what is measurable and make
measurable what is not.

Galileo

Composition moyenne du DIESEL



Source : CNRS