



Conséquences des polluants intérieurs sur la survenue et l'aggravation du risque d'asthme et d'allergie

Prof Isabella Annesi-Maesano

Co-directrice Institut Desbrest d'Epidémiologie et de Santé Publique,
INSERM & Université de Montpellier, CHUM, Montpellier France

Inserm



07/2023

COI

International

- ERS Ethics and Integrity Committee (Member)
- EAACI ROC
- EAACI Environmental Guidelines
- AAAAI Environmental Exposures and Respiratory Health Committee
- ATS Health Policy Committee

National

- IRD Ethics Committee (President)
- Comité prévention et protection (CPP) MEDD
- SFA Scientific Committee (Member)
- CSTB Scientific Committee (Member)
- RNSA Scientific Committee (Member)
- Météo France (Commission Santé)
- Société de Pneumologie de Langue Française: GT PAPPEI
- Conseil d'Administration de l'APPA

Section Editor for Environmental Health of ERJ (IF: 33) and IJTLD (IF:4)

Questions

1. Pourquoi s'intéresser à la pollution de l'intérieur des locaux?
2. Quels sont les polluants de l'intérieur et quelles sont leurs sources?
3. Quel est l'impact des polluants de l'intérieur sur l'asthme et les allergies (genèse et aggravation)?
 - L'exemple de l'école
4. Comment agir? Quelle prévention?

Pourquoi?

Pourquoi se préoccuper de la qualité de l'air à l'intérieur des locaux ?

➔ **Une durée d'exposition importante
20 à 22 heures par jour**

A une multitude de
polluants (n=5000) à des
concentrations
importantes

➔ **Des bâtiments mieux isolés pour économiser l'énergie
et une ventilation parfois insuffisante**

➔ **Effets sur la santé à des degrés divers (intoxications,
infections, allergies, réactions de gêne, d'inconfort,
nuisances olfactives,...)**

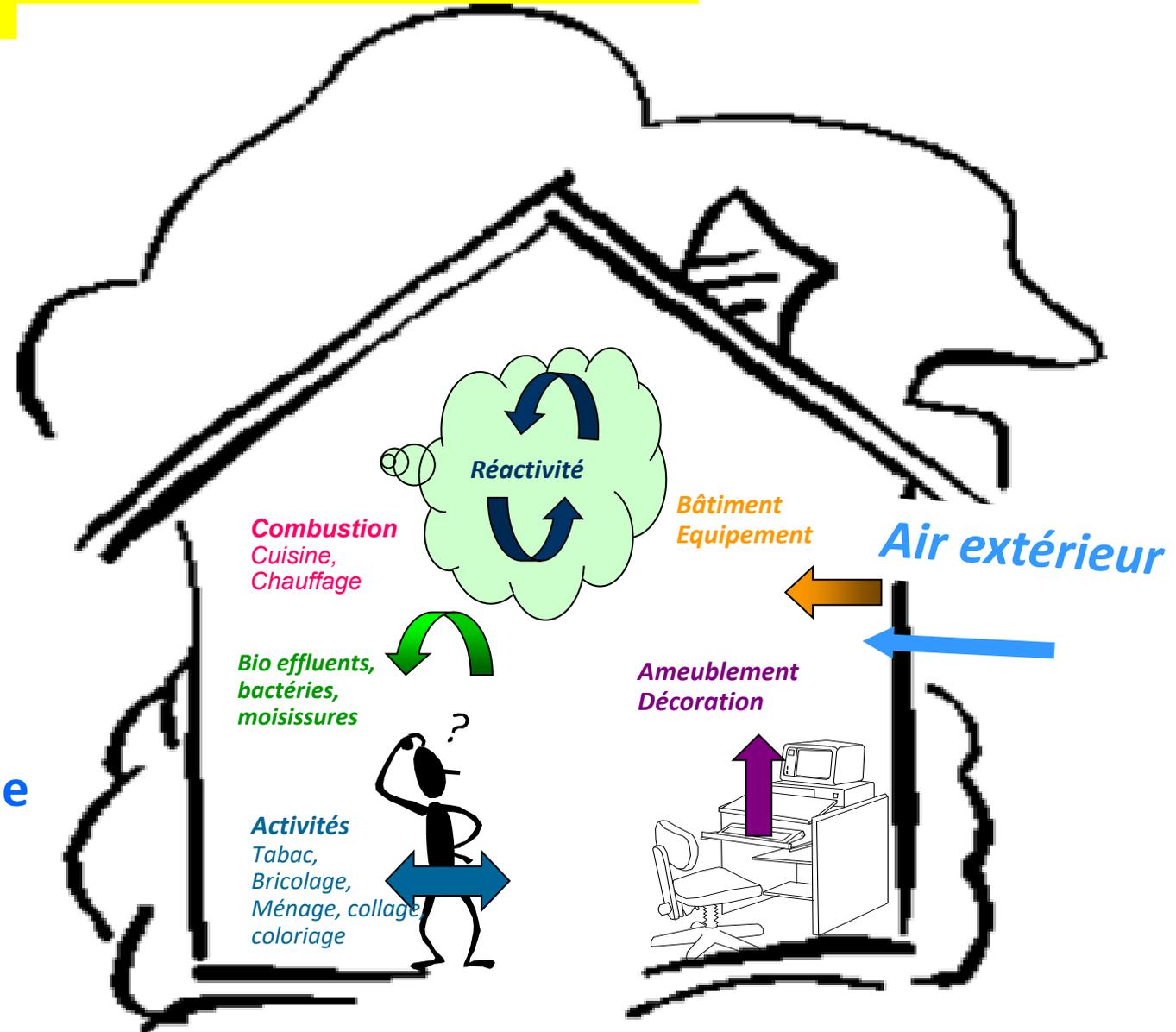
➔ **Peu de valeurs normatives**

Qualité de l'air intérieur

Généralités

Sources de polluants de l'air intérieur

- La pollution intérieure (domestique, à l'école, au travail...) interagit avec la pollution extérieure
- Soupe de polluants
- Grande variabilité temporelle et spatiale



Ventilation

Facteurs qui conditionnent la qualité de l'air d'un local

➔ Qualité de l'air extérieur

➔ Emission de sources

➤ Sources continues

Emissions constantes ou variables

➤ Sources temporaires

Emissions à intervalle régulier ou épisodiques

➔ Renouvellement de l'air

Infiltration / ventilation naturelle ou mécanique

➔ Conditions climatiques

Température, humidité relative, vitesse de l'air

Les polluants atmosphériques chimiques

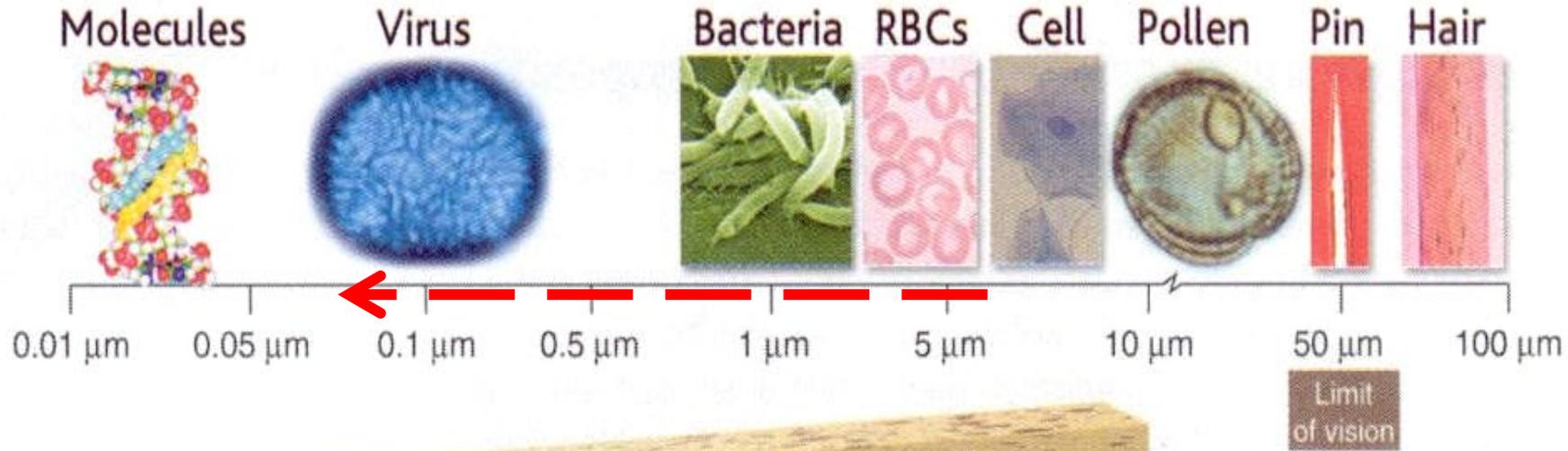
- Phase gazeuse :
 - Dioxyde de soufre : SO_2
 - Oxydes nitriques → dioxyde d'azote (NO_2)
 - Monoxyde de Carbone (CO)
 - COV = composants organiques volatiles
 - radon
 - ...

- Phase particulaire :
 - PM (particulate matter)
 - Composition
 - Taille:

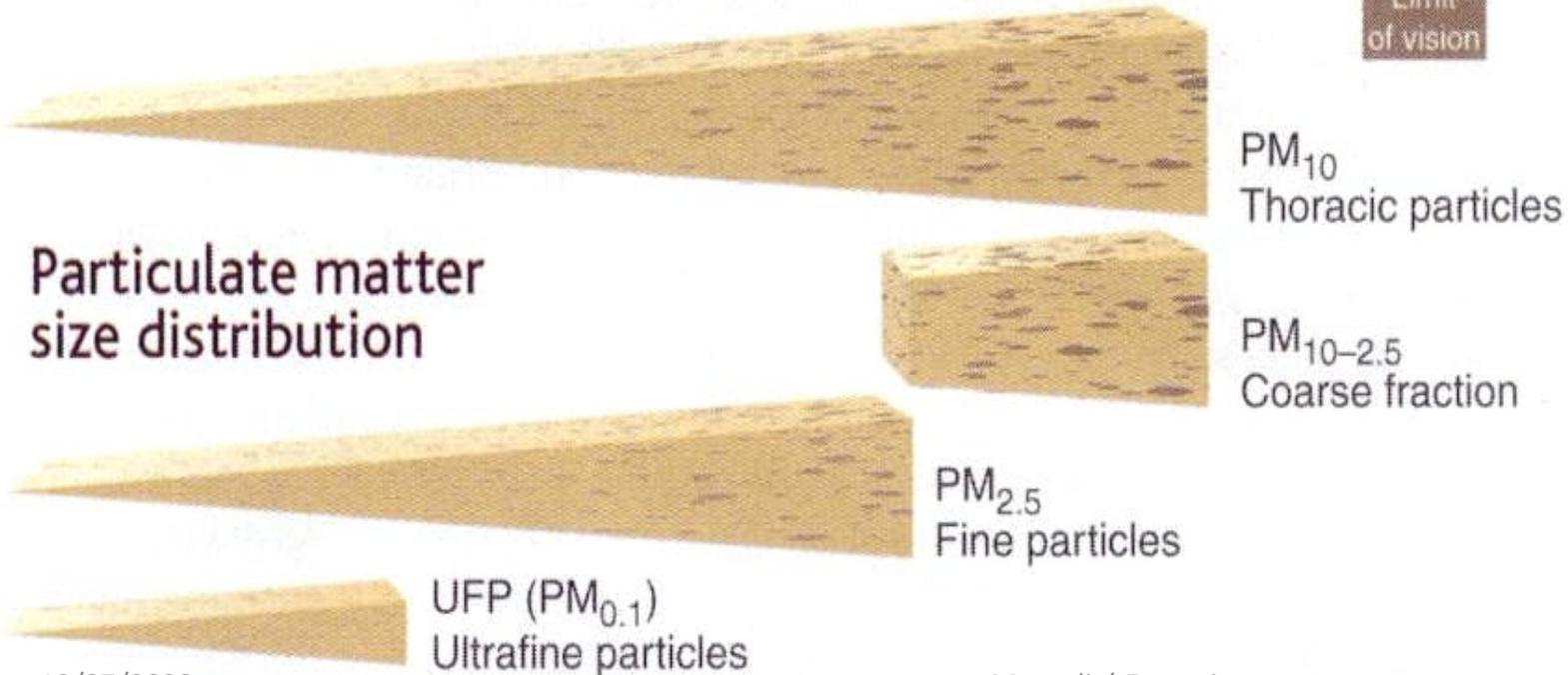
De $\leq 0.1\mu\text{m}$: translocation vers des organes distaux à 30

(Elder & Oberdorster, COEM, 2006)

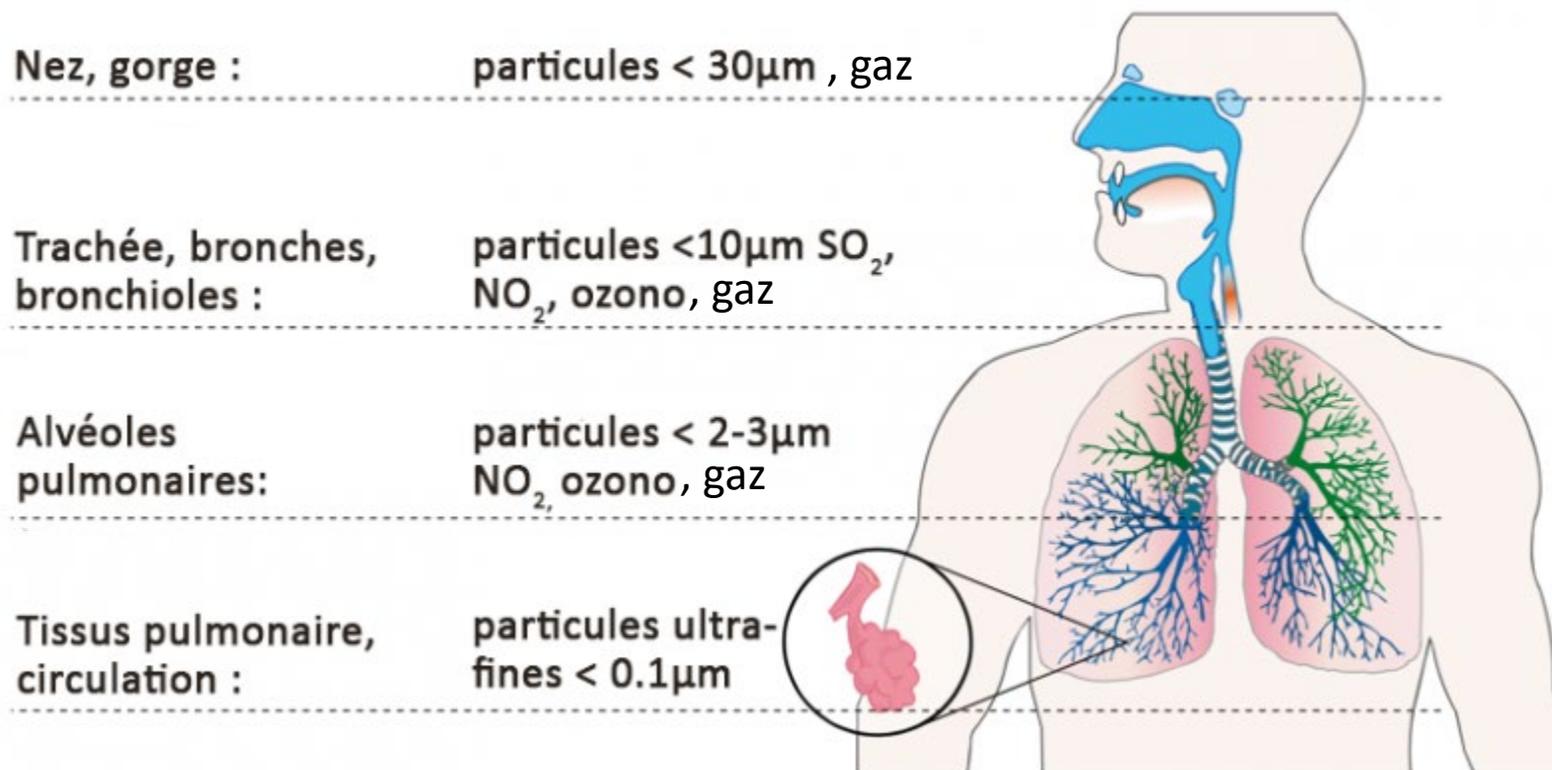
PARTICULATE MATTER



Particulate matter size distribution



Pénétration de gaz et particules



Pénétration des particules dans l'organisme

(Plus les particules sont petites, plus elles sont dangereuses).

Les particules fines,
plus petites que
l'épaisseur d'un cheveu

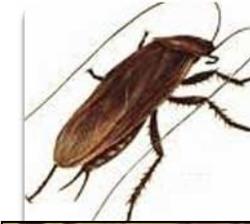


Donc les particules vont plus loin

Voies respiratoires supérieures Taille = $< 10 \mu\text{m}$	Voies respiratoires inférieures Taille = $< 2.5 \mu\text{m}$	Alveoles Taille = $< 1 \mu\text{m}$	Sang/corps entier Taille = $< 0.1 \mu\text{m}$
PM10 = 0.01mm <ul style="list-style-type: none"> • pollen • poussières 	PM2.5 = 0.0025mm <ul style="list-style-type: none"> • bactéries • champignons et moisissures • pollen, poussières 	PM1 = 0.001 mm <ul style="list-style-type: none"> • virus • gaz d'échappement 	PM0.1 = 0.0001mm <ul style="list-style-type: none"> • Nano particules

Les polluants atmosphériques biologiques

- Allergènes
 - Acariens
 - Phanères
 - Animaux domestiques
 - Animaux nuisibles
 - Moisissures
 - Pollens
- Agents infectieux
 - Virus
 - Bactéries
- Produits dérivés de:
 - moisissures
 - pollens

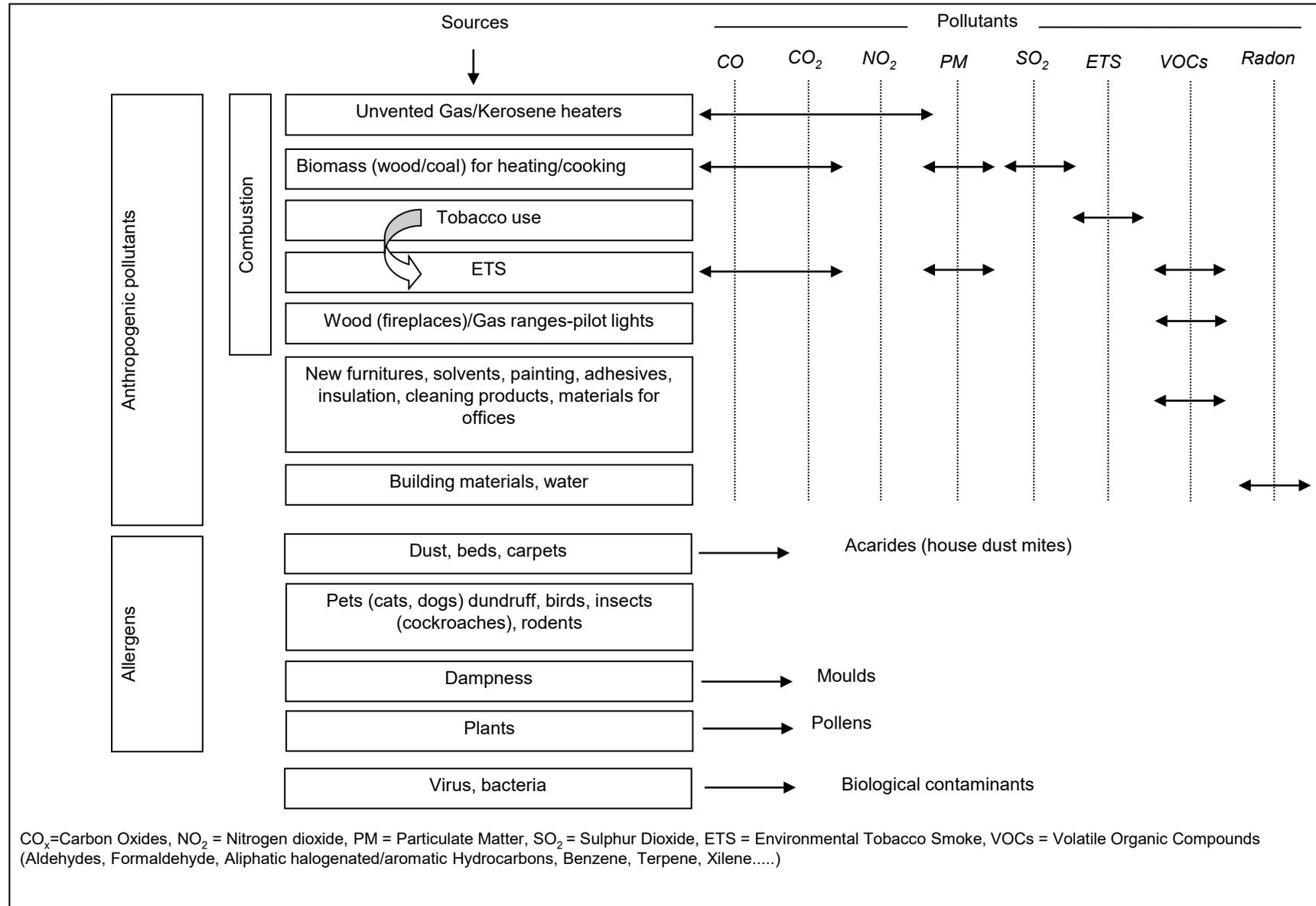


Acariens

Moisissures

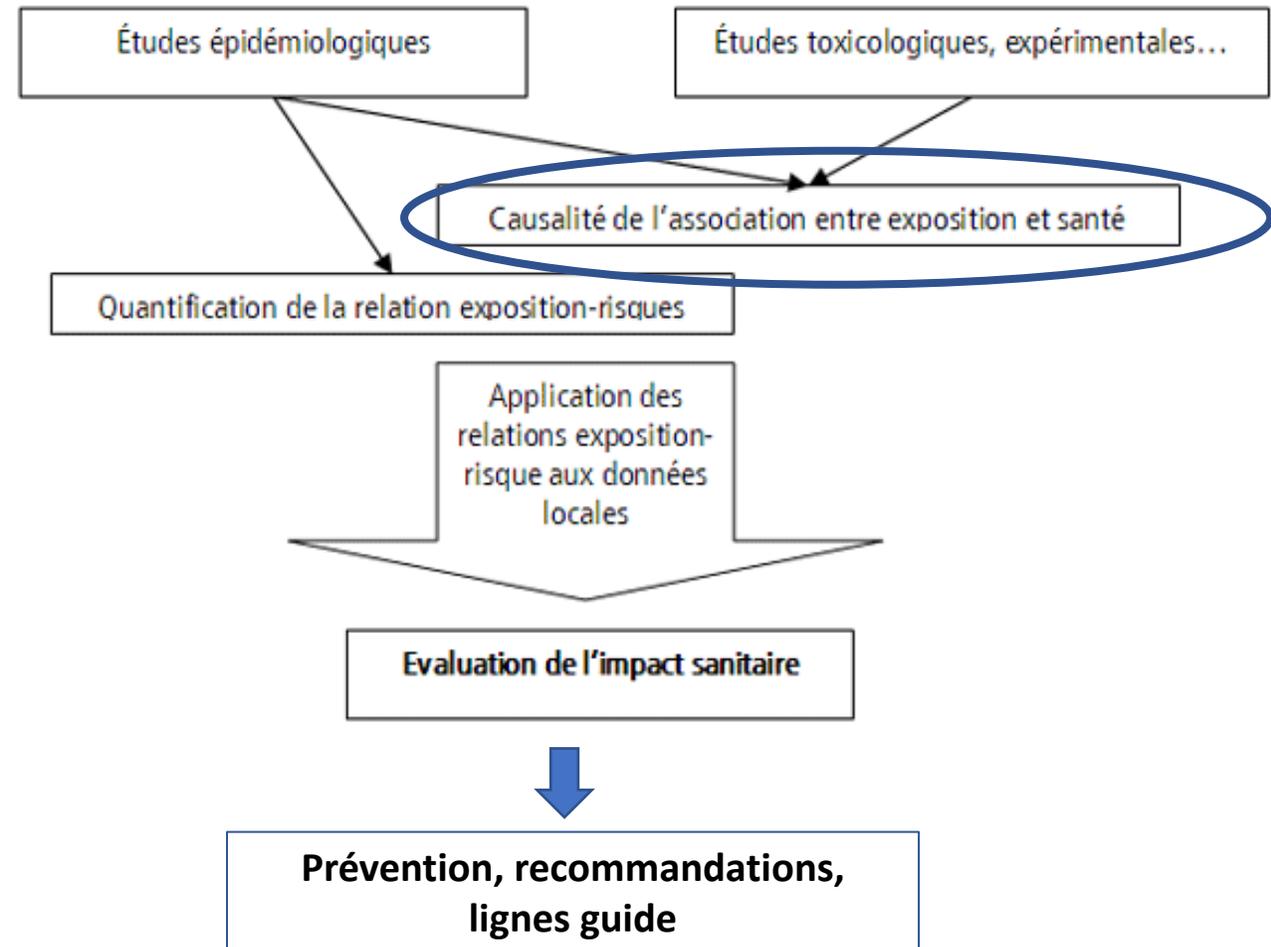
Immissions (=concentration of air pollutants in the ambient atmosphere) result from the intensity and the type of emissions of air pollutants, the dispersion of air pollutants and their transportation.

Main indoor pollutants and related sources



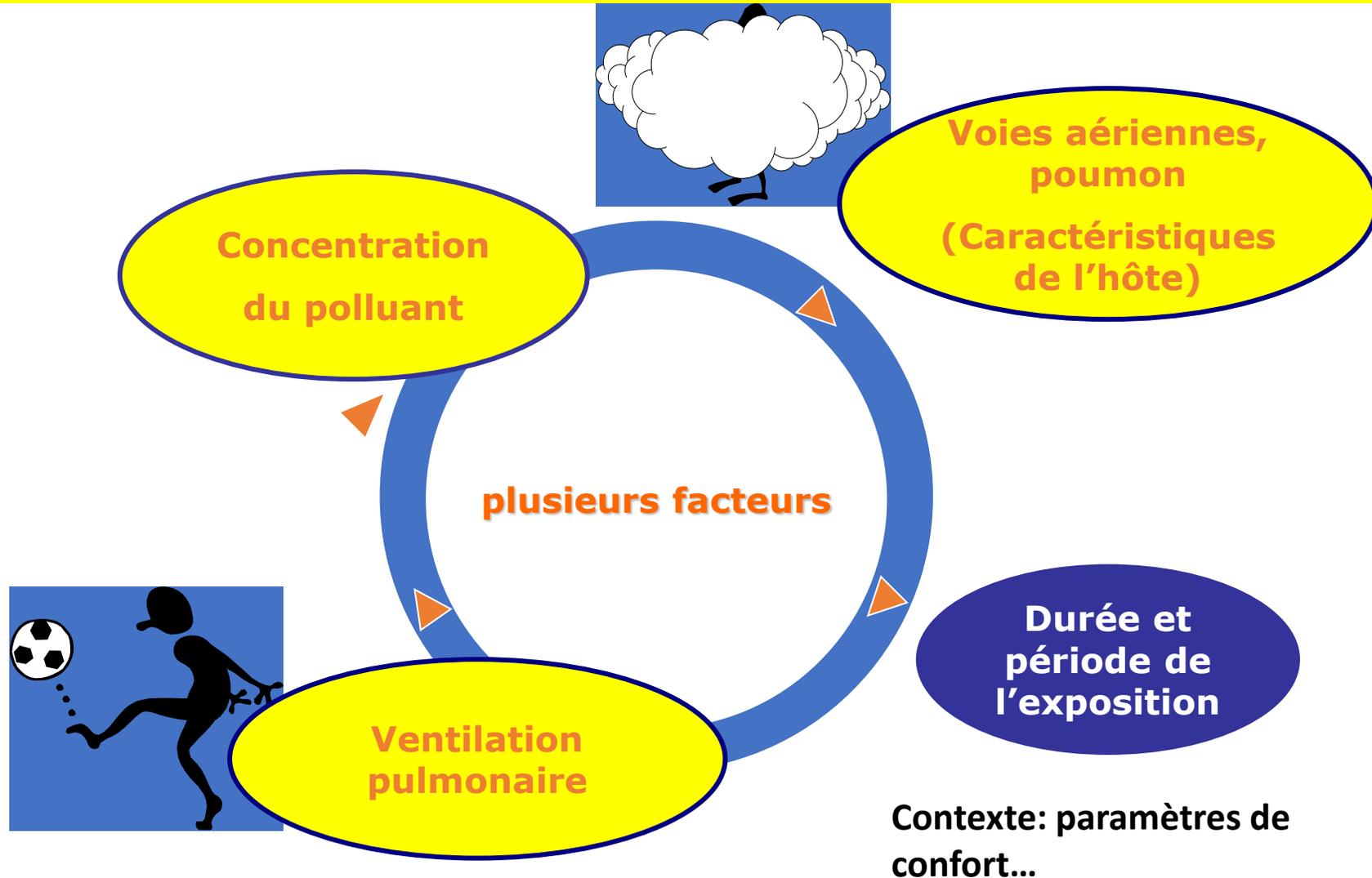
Effets sanitaires

Enjeux sanitaires



**Effets à court terme
(aigus) vs. effets à long
terme (chroniques)**

L'exposition à la pollution atmosphérique dépend de:



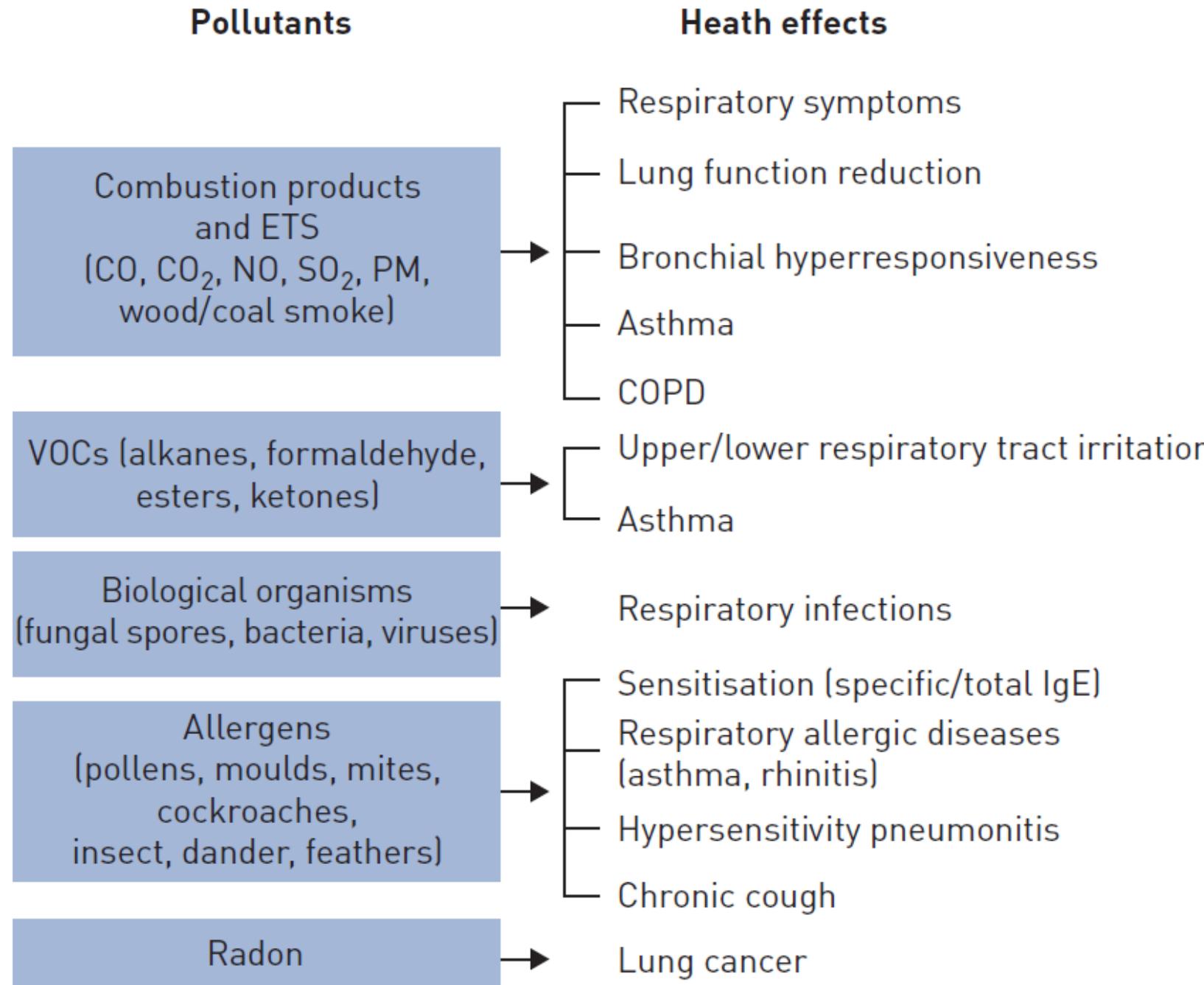
Difficile de choisir l'air que l'on respire

- La peau peut être protégé et être étanche
- L'alimentation peut être choisie
- Il est plus difficile de choisir la qualité de l'air inspiré
 - Gaz
 - Fumées (tabac, échappements, feux)
 - Particules (amiante, silice, nanoparticules)
 - Allergènes
 - Germes
- Mesurable pour partie et pour la plus grande partie invisible
- **Il est impossible de s'arrêter bien longtemps de respirer!**

Les poumons, centre de notre respiration

- Au cours d'une vie, les poumons inhalent en moyenne 300 millions de litres d'air. Par jour, nous «consommons» près de 12000 litres d'air.
- L'air inspiré est composé principalement d'azote (78%) et d'oxygène (21%). Le dioxyde de carbone (CO₂) ne représente que 0,04% de l'air inhalé. L'air expiré ne contient plus que 17% d'oxygène. En échange, la teneur en CO₂ augmente de 0,04% à 4%.

Health effects of indoor air pollution



Indoor air pollution and airway disease

INT J TUBERC LUNG DIS 8(12):1401–1415

© 2004 IUATLD

G. Viegi,* M. Simoni,* A. Scognamiglio,* S. Baldacci,* F. Pistelli,† L. Carrozzi,† I. Annesi-Maesano‡

* Pulmonary Environmental Epidemiology Unit, CNR Institute of Clinical Physiology, Pisa, † Cardiothoracic Department, University Hospital, Pisa, Italy; ‡ Epidemiology of Allergic and Respiratory Diseases Department, INSERM U472, Villejuif, France

Eur Respir J 2012; 40: 1033–1045

DOI: 10.1183/09031936.00159011

Copyright©ERS 2012



SERIES “AIR POLLUTION AND LUNG DISEASE”

Edited by I. Annesi-Maesano, J.G. Ayres, F. Forastiere and J. Heinrich
Number 2 in this Series

Respiratory health and indoor air pollutants
based on quantitative exposure
assessments

Marion Hulin^{*,#}, Marzia Simoni[†], Giovanni Viegi^{†,‡} and Isabella Annesi-Maesano[‡]



Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B >

Critical Reviews

Volume 16, 2013 - Issue 8

[Submit an article](#)

[Journal homepage](#)

Enter keywords, authors, DO

3,178

Views

163

CrossRef
citations to date

Original Articles

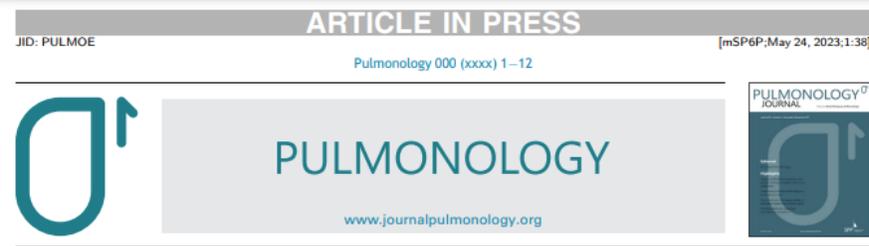
Indoor Air Quality and Sources in Schools and Related Health Effects

Isabella Annesi-Maesano , Nour Baiz, Soutrik Banerjee, Peter Rudnai, Solenne Rive & on behalf of the SINPHONIE Group



Indoor air pollution, physical and comfort parameters related to schoolchildren's health: Data from the European SINPHONIE study

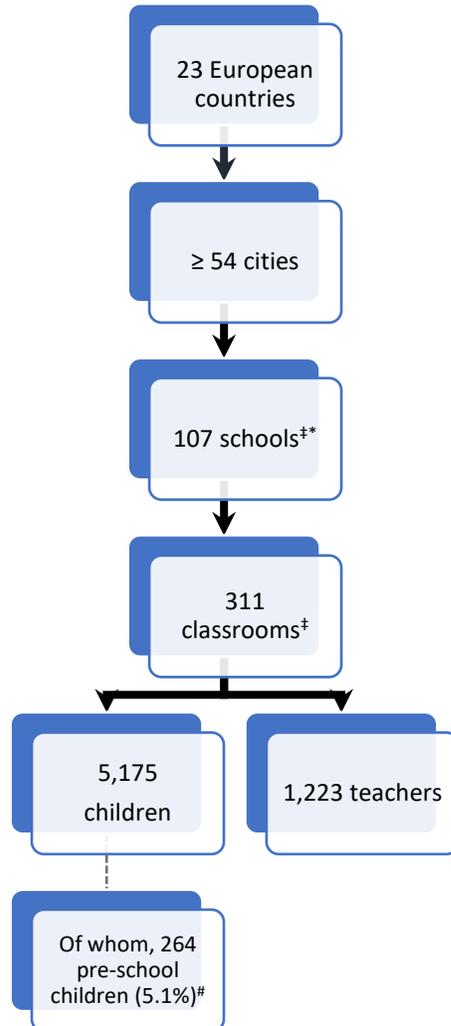
[Ramen Munir Baloch](#)^a  , [Cara Nichole Maesano](#)^a, [Jens Christoffersen](#)^b,
[Soutrik Banerjee](#)^a, [Marta Gabriel](#)^c, [Éva Csobod](#)^d, [Eduardo de Oliveira Fernandes](#)^c,
[Isabella Annesi-Maesano](#)^a
SINPHONIE Study group



REVIEW

Issue 2 - “Update on adverse respiratory effects of indoor air pollution” Part 1): Indoor air pollution and respiratory diseases: A general update and a Portuguese perspective

J.C. Rufo^{a,b}, I. Annesi-Maesano^c, P. Carreiro-Martins^{d,e,*}, A. Moreira^{a,b,f,g}, A.C. Sousa^{h,i}, M.R. Pastorinho^{i,j}, N. Neuparth^{d,e}, L. Tabora-Barata^{i,k,l,m}



The SINPHONIE project, the Schools Indoor Pollution and Health Observatory Network in Europe, is a complex research project covering the areas of health, environment, transport and climate change and aimed at improving air quality in schools and kindergartens.

The project is implemented under a European Commission service contract of the DG Sanco.

Chemical air pollutants in European classrooms



Pollutants	WHO guidelines for indoor air		Mean	Median	Min-Max	CV%
	[EU-INDEX]					
	[French ANSES]					
	[Maximum allowable concentration Netherlands]					
[Guideline value Flemish Indoor Decree]						
	Short-term	Long-term				
Formaldehyde ¹	100 [30] [50] [120]	10 [10] [10] [10]	<u>15</u>	<u>12</u>	1.0 - 66	67
Benzene ¹	-	no safe level [10] [20] [10]	4	2	DL - 38	141
Naphthalene ¹	-	10	2	DL	DL - 31	223
Limonene ¹	[20]	[450]	38	9	DL - 672	211
NO ₂ ¹	200 [200]	40 [40] [135]	14	11	DL - 88	73
PM _{2.5} ¹	25	10 [10] [15]	<u>44</u>	<u>37</u>	4 - 250	78
Ozone ¹	100 (outdoors)	-	8	3	DL - 142	202
CO ²	100* [100]* [30]*	23**	1	DL	DL - 122	815
T3CE ¹	-	250	3	DL	DL - 126	419
T4CE ¹	-	167***	1	DL	DL - 81	436
Radon ³	-	-	<u>205</u>	101	DL - 9190	327

SD: Standard Deviation; Min : minimum ; Max : maximum ; CV: Coefficient of Variation; T3CE: Trichloroethylene;

T4CE:tetrachloroethylene ;

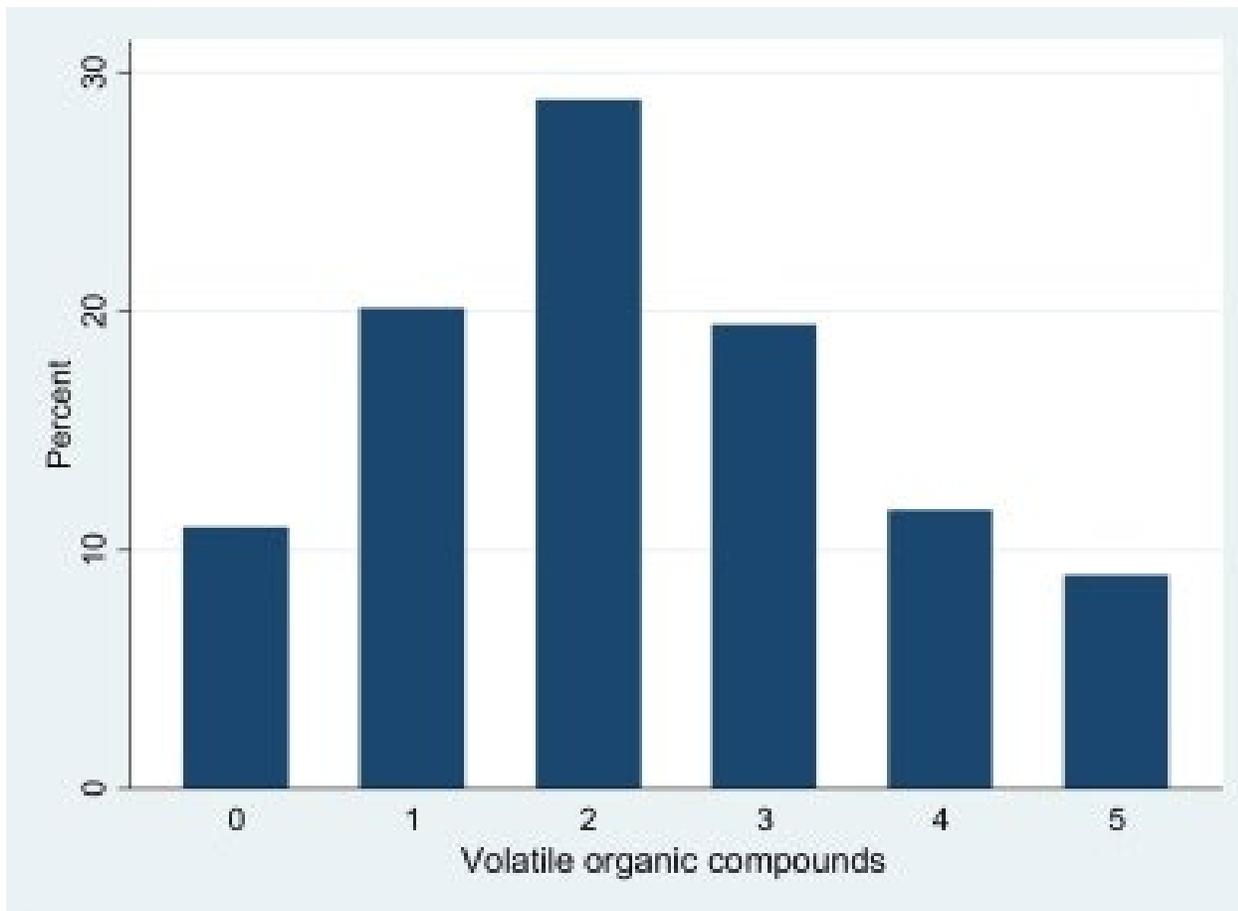
¹ µg/m³ ; ² ppm (parts per million) ; ³ Bq/m³ ; ⁴ % °C ; ⁶ /hr

*: 15 minutes; **: lifetime exposure with acceptable risk at 10⁻⁵

***concentration associated with an excess lifetime risk of 1 per 1000 (non-smokers)

Roma 23.II.2015

Percentage of schoolchildren in schools exposed to VOCs multipollution (1, 2 ... 5 VOCs exceeding the median concentration)



Exposition des enfants

- $PM_{2.5}$:
 - 13% exposés à $> 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur 24h)
 - 85% exposés à $> 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur annuelle)
- Benzène :
 - 25% exposés à $> 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur annuelle)
- Formaldéhyde :
 - 60% exposés à $> 10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur annuelle)
- Radon :
 - 50% des élèves ont été exposés au radon à un niveau supérieur à $100 \text{Bq}/\text{m}^3$ (c'est à dire, la référence proposé par l'OMS en 2010 pour le secteur résidentiel afin de gérer le risque excédentaire à vie de cancer du poumon causé par le radon)

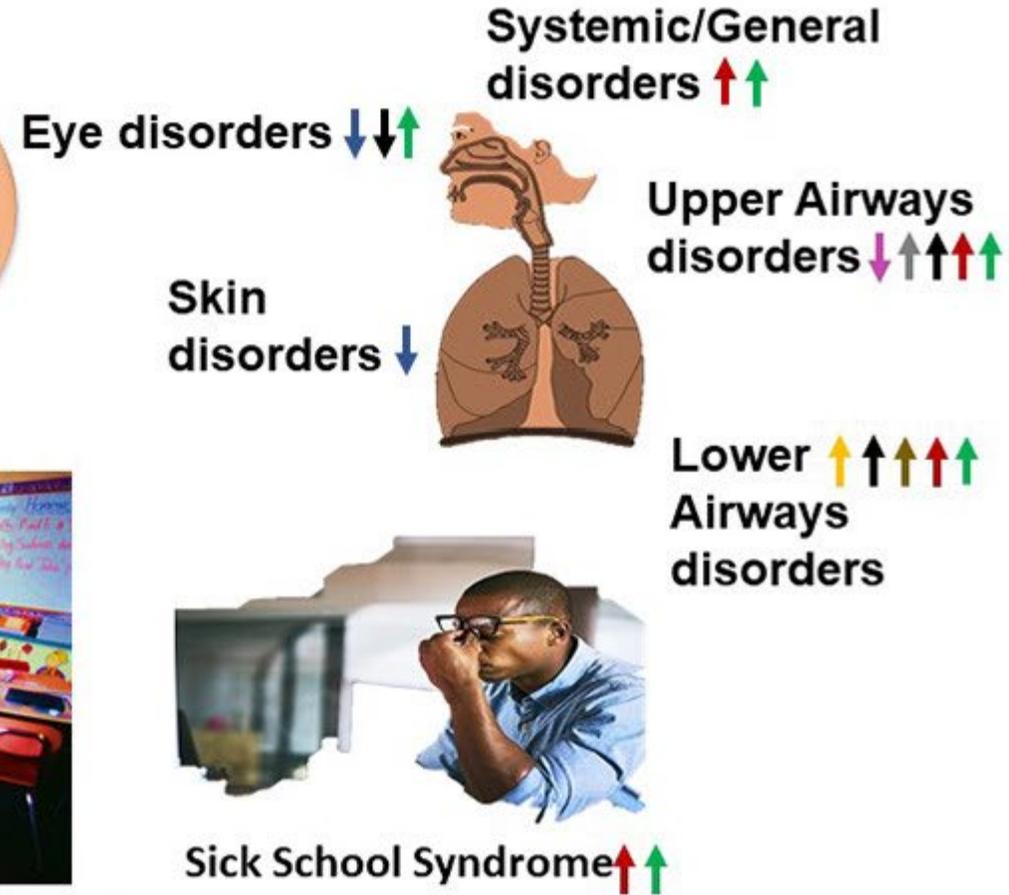
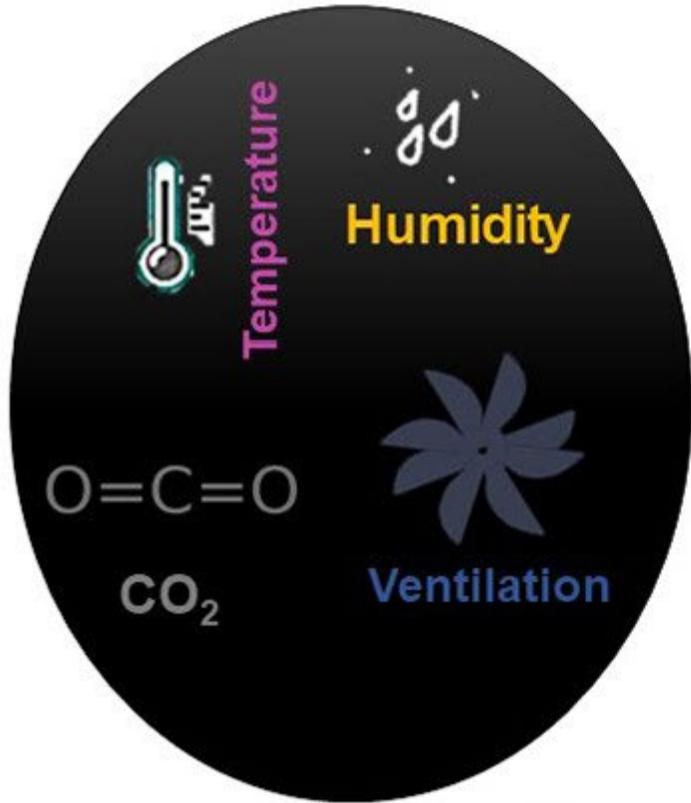


PROBLEMES AVEC CO₂ ET VENTILATION

Exposition des enfants

- Les niveaux de CO₂ (moyenne et médiane) étaient supérieurs à 1000 ppm dans les écoles primaires et maternelles.
 - Les écoles des Cluster 1 (Europe du Nord) et Cluster 2 (Europe de l'Ouest) présentaient le pourcentage le plus élevé de salles de classe avec de faibles niveaux de CO₂ (<1,000 ppm), alors que le groupe 3 (Europe centrale et orientale) et le Groupe 4 (Europe du Sud) avaient des pourcentages plus élevés de salles de classe avec des niveaux de CO₂ supérieurs à 1500 ppm, pouvant réduire la qualité de la performance d'apprentissage des enfants dans ces régions.
- La majorité (86%) des valeurs pour les taux de ventilation était inférieure à la valeur souhaitée de 4 l/s par enfant, en raison de deux facteurs: la forte densité d'occupation dans les salles de classe dans certains pays européens; et la façon inappropriée dont les taux de ventilation sont exprimés (c'est à dire en termes de changements d'air par heure au lieu de litres par seconde par personne [enfant]).

Indoor air parameters and respiratory and allergic symptoms among European schoolchildren



Color coded arrows ↑ ↓ show the increase or decrease in odds for each exposure.

Improvement when at home

Endotoxin	allergy, night
Fungi	episodes
<i>Aspergillus niger</i>	Symptoms improving when home; ever nasal allergy (↓)
<i>Cladosporium herbarum</i>	Sore throat, feel cold/feverish
Bacterial groups	Eye irritation (↓)
<i>Streptomyces</i> spp.	
<i>Mycobacterium</i> spp.	Ever runny/blocked nose

Crise d'asthme à l'école

1,5% des crises d'asthme avait lieu à l'école, i.e. 100000 enfants au niveau de l'enseignement primaire en Europe

Quoi faire?

Etude de cas



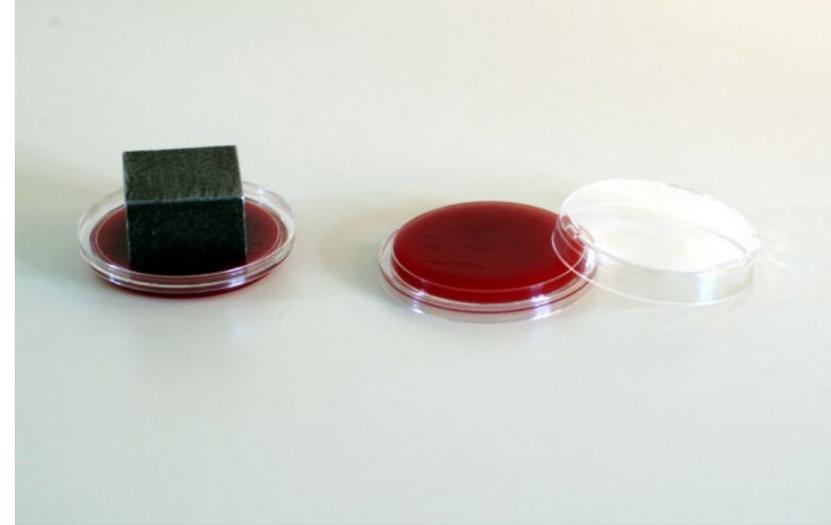
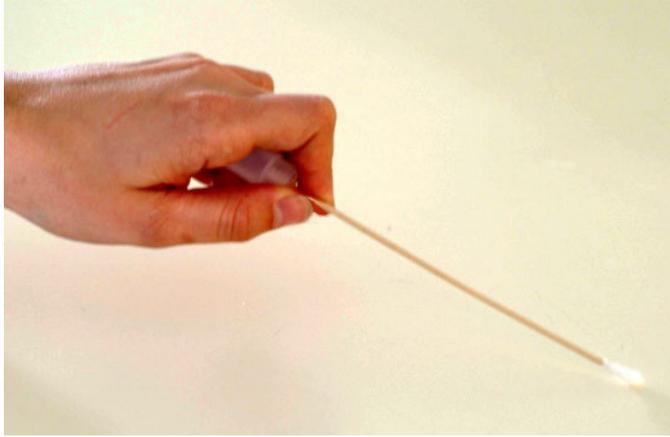
- Louana 5 ans vue pour une crise d'asthme survenue à l'école. Sa mère vous signale un problème d'humidité dans sa classe
- **Quelles hypothèses peut-on formuler ?**
- **Quelles mesures peut-on proposer ?**
- **Quels conseils peut-on donner ?**

Etude de cas

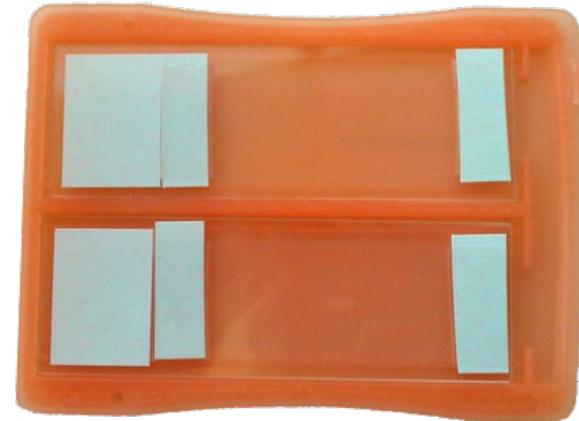


- Vérifier la présence de moisissures visibles
- Vérifier présence de plantes vertes (la terre = végétaux en décomposition = moisissures), pensant dépolluer !
- Dans le matelas accumulation de poussière donc présence de moisissures
- Vérifier aération et système de ventilation
- Vérifier l'utilisation de parfum d'intérieur





Techniques de mesures des moisissures



Les habitudes

Utilisation de parfums pour masquer les odeurs de tabac, cuisine, moisissures...



Conséquence : Libération COV :
irritation des voies respiratoires

Quelles sont les mesures préventives contre la pollution?

Les pratiques de la prévention de la pollution

EVICITION

- Les substances préoccupantes.
- L'utilisation judicieuse des ressources naturelles et leur conservation.
- La réutilisation et le recyclage sur place.
- La substitution de matériaux et de matières premières.
- L'efficacité de l'exploitation.
- La conception des produits.

VENTILATION

FORMATION

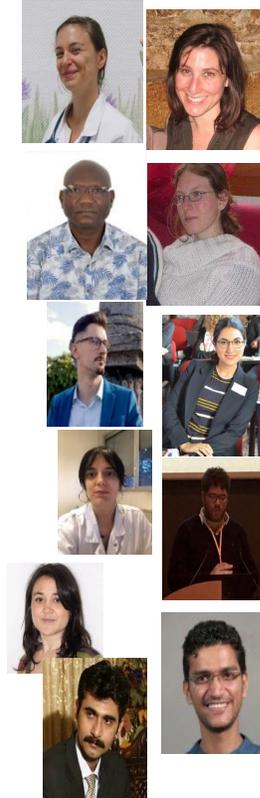
La lutte contre la pollution intérieure en pratique

- Assurer un renouvellement d'air suffisant par l'aération et la ventilation mécanique
- Éliminer la poussière domestique par nettoyage humide
- Entretenir les appareils de combustion
- Limiter l'exposition aux composés organiques volatils par l'aération (meuble neuf, peintures, produits ménagers ou de bricolage, tabagisme,...)

Les avantages de la prévention de la pollution

- Minimiser ou enrayer la production de polluants.
- Éviter le transfert des polluants d'un milieu à un autre.
- Accélérer la réduction ou l'élimination des polluants.
- Réduire au minimum les risques pour la santé.
- Favoriser la mise au point de technologies de prévention de la pollution.
- Utiliser plus efficacement l'énergie, les matières et les ressources.
- Restreindre le recours à des mesures coûteuses d'application de la loi.
- Limiter la responsabilité civile future avec plus de certitude.
- Éviter les opérations coûteuses d'assainissement à l'avenir.
- Promouvoir une économie plus concurrentielle.

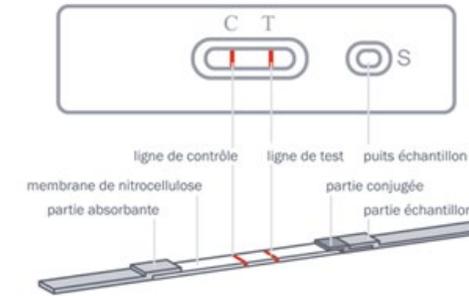
merci



isabella.annesi-maesano@inserm.fr

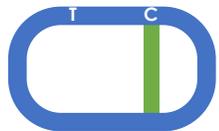


Principe de l'ACAR



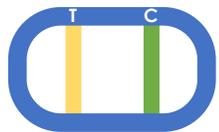
- L'interprétation se fait en comparant l'INTENSITÉ de la ligne test (T) avec l'INTENSITÉ de la ligne contrôle (C)

➔ La ligne T est absente



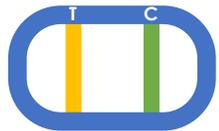
Le résultat est négatif

➔ La ligne T apparaît nettement et elle est moins intense que la ligne C



Présence d'allergènes d'acariens en faible quantité

➔ L'intensité de la ligne T est identique ou plus intense que celle de la ligne C



Présence d'une quantité importante d'allergènes d'acariens

Différentes housses validées

Marque	Prix	Site	Texture	Garantie	Etudes
	90x190				
Dom'Hous	56 €	www.stallergenes.fr	100 % polyester	10 ans pour 2 lavages par an à 60°C	Etudes institut Hohenstein
Dyn'R	73 €	www.dynr.com	Microfilaments (polyester et polyamide) enchevêtrés sous forme de tissus	10 ans pour 2 lavages par an à 60°C	Etudes d'efficacité internes
Acar-Housses	70,13 €	www.acarhousses.com	Polyester- coton Enduction constellée de pores	10 ans pour 2 lavages par an à 60°C	M..J Collof, The control of allergens of dust mites and domestic pets. <i>Clinical and Experimental Allergy</i> , 1992
Immunoctem	91 €	www.immunoctem.fr	Sans chimie, tissage serré 50 % coton + 50 % polyester enduction microporeux Côté matelas, biais	10 ans pour 20 lavages	Étude Pr Leynadier
Protec-som	79,95 €	www.protecsom.com	Tissage haute densité breveté : 100 % coton Depuis 2004, sans chimie	10 ans pour 2 lavages par an à 60°C	Etudes d'efficacité diverses
Acastop	75 €	www.acastop.fr	Polyester- coton	2 à 3 lavages par an à 60°C	Etudes d'efficacité