

RENCONTRES SCIENTIFIQUES



Recherche sur l'air : sources, effets sanitaires et perspectives

17 octobre 2019 – Cité universitaire de Paris





La pollution de l'air

Histoire, connaissances actuelles et défis de demain

Rachel Nadif, Inserm

Présidente du CES « Evaluation des risques liés aux milieux aériens »



La pollution en quelques dates

Evolution du concept de pollution









- Ni un problème récent ni un phénomène épisodique
 - Epoque protohistoriques «*période intermédiaire entre la préhistoire et l'histoire, 3^{ème} au 1^{er} siècle av. JC* [1]», avec premières cités souillées, pollution urbaine chronique
 - Plusieurs millénaires, causes de pollution peu nombreuses et limitées en importance, contaminations eaux et nappes phréatiques.
- Mutation industrielle du XIX^{ème}, combustibles fossiles
 - Pollution de **l'air**.
- Développements technologiques : chimie organique de synthèse et énergie nucléaire.













[1] d'apr. Perraud 1963 et Graw. 1981.

Voir <https://www.universalis.fr>, Pollution, F. Ramade, Professeur Emérite d'Ecologie.











Image : Hardie, D.W.F., A History of the Chemical Industry in Widnes, ICI Ltd, 1950.

1661		John Evelyn, écrivain et chroniqueur anglais : tract Fumifugium « <i>Inconvénients de l'air et de la fumée dans Londres</i> » → effet corrosif de la pollution acide sur le marbre
1810		Décret Impérial relatif aux manufactures et ateliers qui répandent une odeur insalubre ou incommode
1827		Première description du phénomène du réchauffement climatique par effet de serre : le mathématicien et physicien français Jean-Baptiste Fourier
1839		Découverte de l'ozone par le chimiste suisse-allemand Christian Friedrich Schönbein
1896		Premiers calculs de l'effet de serre : « <i>Sur l'influence de l'acide carbonique [CO₂] dans l'air sur la température à la surface de la Terre</i> », article du chimiste suédois Svante Arrhénius à la Société Physique de Stockholm
1917		Loi (19/12/1917) relative aux établissements dangereux, insalubres et incommodes → texte à l'origine de la législation sur les installations classées
1932		Loi (20/04/1932) tendant à la suppression des fumées industrielles (dite loi Morizet) introduisant pour la première fois la notion de pollution atmosphérique
1952		Smog (<i>Smoke + fog = pollution photochimique</i>) de Londres → 4000 morts

Voir <https://www.citepa.org/fr/air-et-climat/histoire-de-la-pollution-de-l-air>

1956		1^{ère} loi sur l'air propre (Clean Air Act)
1956		Le physicien canadien Gilbert Plass prédit que le doublement des concentrations atmosphériques de CO ₂ → hausse de la température de 3,8°C
1966		Premières mesures de l'ozone par satellite
1971		Syukuro Manabe et Richard T. Wetherald, météorologues japonais et américain prédisent que le doublement des concentrations atmosphériques de CO ₂ au début du XXI ^{ème} → hausse des températures moyennes à la surface de la Terre de 2,3°C
1972		1 ^{ère} Conférence des Nations Unies sur l'environnement à Stockholm
1975		Premier avertissement international sur le risque d'une forte diminution de l'ozone
1979		1 ^{ère} Conférence mondiale sur le climat à Genève
1987		1 ^{ère} édition des lignes directrices (guidelines) en matière de qualité de l'air pour l'Europe, publiée par l'OMS. Le rapport évalue les risques sanitaires de 28 polluants atmosphériques
1988		Création du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)
1996		Loi n° 96-1236 (du 30 décembre) sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE)


Voir <https://www.citepa.org/fr/air-et-climat/histoire-de-la-pollution-de-l-air>

1956		1^{ère} loi sur l'air propre (Clean Air Act)	
1956		Le physicien canadien Gilbert Plass prédit que le doublement de la concentration des gaz à effet de serre entraînera une hausse de la température de 3,8°C	atmosphériques de CO ₂ →
1966		Premières mesures de l'ozone par satellite	
1971		Syukuro Manabe et Richard T. Wetherald prédisent que le doublement des concentrations atmosphériques de CO ₂ entraînera une hausse des températures moyennes à la surface de la Terre de 2,3°C	
1972		1 ^{ère} Conférence internationale sur la pollution de l'air à Stockholm	
1975		Premier avertissement de l'OMS d'une forte diminution de l'ozone	
1979		1 ^{ère} Conférence internationale sur la pollution de l'air à Genève	
1987		Publication des guidelines en matière de qualité de l'air pour l'Europe, publiée par l'OMS. Le document énumère 28 polluants atmosphériques	
1988		Création du groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)	
1996		Loi n° 1236 (du 30 décembre) sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LAURE)	



Centre international de Recherche sur le Cancer
 2013 : Pollution de l'air classée cancérogène

Organisation mondiale de la Santé



Voir <https://www.citepa.org/fr/air-et-climat/histoire-de-la-pollution-de-l-air>

1956		1 ^{ère} loi sur l'air propre (Clean Air Act)	1954 CIEPA		
1959		Physicien canadien Gilbert P. Keenan découvre la prise de la température de 3,2°C			
1961			1961 CITEPA		
1971			1971 Min E		
1972		1 ^{ère} Conférence internationale sur la pollution de l'air			
1977		Premier rapport de l'OMS sur la pollution de l'air			
1991			1991 IFEN		
1997			1997 CNA		
1996		Loi (n° 103-1000 du 10 août 1996) sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie			
1990			1990 AQA	1990 AEE	1990 ADEME
2000			2000 ATMO		
2001				2001 AFSSE	2001 OQAI

Voir <https://www.citepa.org/fr/air-et-climat/histoire-de-la-pollution-de-l-air>

1956		1 ^{ère} loi sur l'air propre (Clean Air Act)	1954 CIEPA			
1959		Physicien canadien Gilbert P. Keenan découvre l'effet de serre (hausse de la température de 3,5°C)				
1961			1961 CITEPA			
1971			1971 CNA			
1972		1 ^{ère} Conférence internationale sur la pollution de l'air (ICAP)				
1977		Premier Plan National de l'Air (1 ^{er} Plan AIR)	2003 Plan AIR			
1991			1991 IFEN			
1996		Loi (n° 1033 du 10 octobre 1996 relative aux nitrates (engrais) sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'azote)				
1990			1990 AQA			
1990			1990 AEE			
1990			1990 ADEME			
2000			2000 ATMO			
2001			2001 AFSSE			
2001			2001 OQAI			

Voir <https://www.citepa.org/fr/air-et-climat/histoire-de-la-pollution-de-l-air>

1956		1 ^{ère} loi sur l'air propre (Clean Air Act)	1954 CIEPA
1959		Physicien canadien Gilbert P. Keenan, mesure de la température de 3,2 km d'altitude	1981 AQPA
1961			1990 ADEME
1966			2004 Plan CLIMAT
1971			2001 AFSSE
1977		1 ^{ère} Conférence internationale sur la pollution de l'air	2001 OQAI
1991		Premier Plan National de l'Air (PNA)	1999 CNA
1996		Loi (n° 30 du 10 mai 1996) sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie (LNE)	2000 ATMU

Voir <https://www.citepa.org/fr/air-et-climat/histoire-de-la-pollution-de-l-air>

Pollution de l'air : définition

- OMS : Contamination de l'environnement **intérieur** ou extérieur par un agent chimique, physique ou biologique qui modifie les caractéristiques naturelles de l'atmosphère.
- Loi LAURE (Art. 2) : Constitue une pollution atmosphérique au sens de la présente loi l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives.
- Les polluants : le dioxyde d'azote (NO₂), l'ozone (O₃), les matières particulaires (PM10, PM2.5, PM0.1), le dioxyde de soufre (SO₂), et le monoxyde de carbone (CO), mais pas les seuls (composés organiques volatiles (COV), ammoniac (NH₃), hydrocarbures polycycliques aromatiques ...
- Les appareils utilisés pour la **combustion au sein des foyers**, les **véhicules** automobiles, les établissements industriels et les feux de forêt sont des sources fréquentes de pollution atmosphérique, mais pas les seules ...

Voir https://www.who.int/topics/air_pollution/fr/



Connaissances actuelles : estimation des expositions

Composition de l'air



- L'air est un mélange gazeux constitué de 78 % de diazote (N₂), de 21 % de dioxygène (O₂) mais également d'autres gaz (dioxyde de carbone (CO₂), hélium...), vapeur d'eau.
- Chacun respire environ 400 à 500 litres d'air/heure au repos → 6000 litres athlète de haut niveau.

Source : <http://atmo-france.org/composition-de-lair/>



Sources of air pollution in Europe

Air pollution is not the same everywhere. Different pollutants are released into the atmosphere from a wide range of sources, including industry, transport, agriculture, waste management and households. Certain air pollutants are also released from natural sources.



1 / Around 90 % of ammonia emissions and 80 % of methane emissions come from **agricultural activities**.

4 / **Waste (landfills), coal mining and long-distance gas transmission** are sources of methane.

2 / Some 60 % of sulphur oxides come from **energy production and distribution**.

5 / More than 40 % of emissions of nitrogen oxides come from **road transport**.

Almost 40 % of primary PM_{2.5} emissions come from transport.

3 / Many **natural phenomena**, including volcanic eruptions and sand storms, release air pollutants into the atmosphere.

6 / **Fuel combustion** is a key contributor to air pollution – from road transport, households to energy use and production.

Businesses, public buildings and households contribute to around half of the PM_{2.5} and carbon monoxide emissions.

Les principales sources de pollution de l'air intérieur

Les principales sources de pollution de l'air intérieur

Équipements

- 1 ameublement (bois collés)
- 2 ventilation et climatisation mal réglées
- 3 chaudières, cheminées, poêles mal réglés
- 4 production d'humidité des machines à laver, sèche-linge...
- 5 poubelles, stockage des déchets
- 6 cheminée ou poêle mal réglés

Activités humaines

- 7 bricolage, émanations des voitures, motos...
- 8 produits de toilette et cosmétiques, humidité
- 9 aspirateur, produits d'entretien, parfums d'intérieur, bougies, encens...
- 10 cuisson
- 11 tabagisme

Occupation des locaux

- 12 plantes (allergènes, engrais, pesticides)
- 13 métabolisme
- 14 animaux

Sol

- 15 émanations naturelles (radon), sols contaminés



Matériaux de construction et de décoration

- 16 peintures, vernis, colles
- 17 isolants
- 18 revêtements de sols, murs, plafonds

Air extérieur

- 19 pollution locale (gaz d'échappement, activités industrielles ou agricoles), pollens, bactéries, poussières...

Crédit ADEME / Atelier des giboulées
 extrait du guide ADEME « un air sain chez soi »

L'ARCAD bénéficie du soutien de

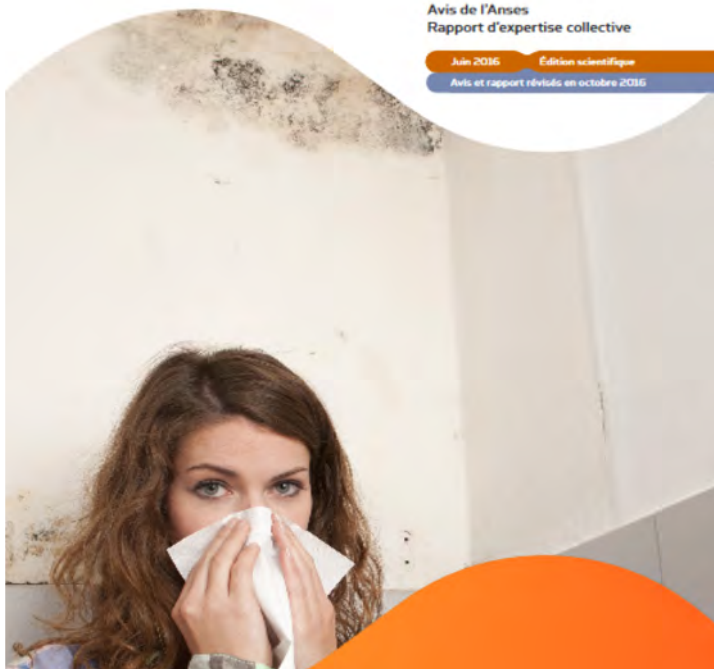




Moissures dans le bâti

Avis de l'Anses
Rapport d'expertise collective

Juin 2016 Édition scientifique
Avis et rapport révisés en octobre 2016



PESTI'HOME UNE ÉTUDE POUR MIEUX CONNAÎTRE L'UTILISATION DES PESTICIDES À DOMICILE



1507

ménages interviewés
dans toute la France
métropolitaine

5408

produits stockés inventoriés
dans les domiciles



Produits concernés par l'enquête



Les produits utilisés contre les nuisibles
insectes, rongeurs, parasites du bois.



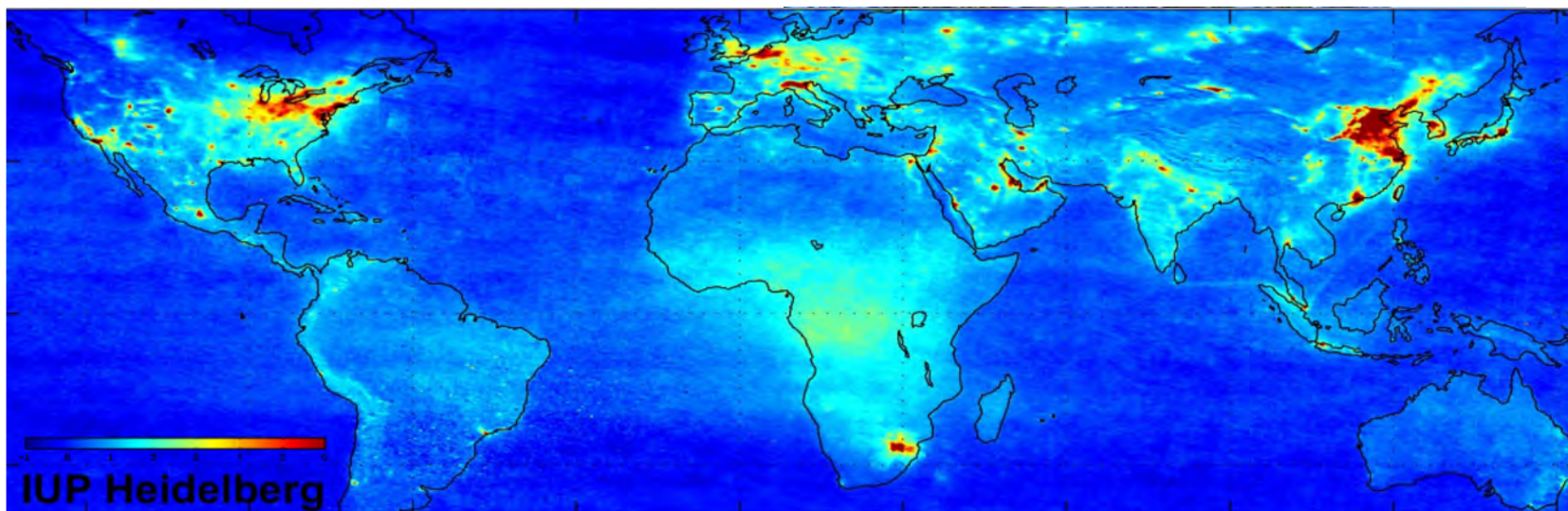
Les produits pour traiter les plantes d'intérieur et d'extérieur
contre champignons, herbes indésirables, etc.



Certains antiparasitaires
traitements anti-poux, anti-acariens et traitements contre les puces ou tiques pour chiens et chats, etc.

Mesure de l'exposition

- Satellite ENVISAT de l'agence spatiale Européenne (2004, NO₂)



http://www.esa.int/fre/ESA_in_your_country/France/Une_carte_mondiale_de_la_pollution_de_l_air_a_pu_etre_etablie_grace_au_capteur_SCIAMACHY_d_Envisat , <http://www.haute-savoie.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Qualite-de-l-air/Fin-de-l-episode-de-pollution-atmospherique> , <https://www.iphon.fr/post/test-avis-flow-plume-connecte-pollution-air-iphone>



Mesure de l'exposition



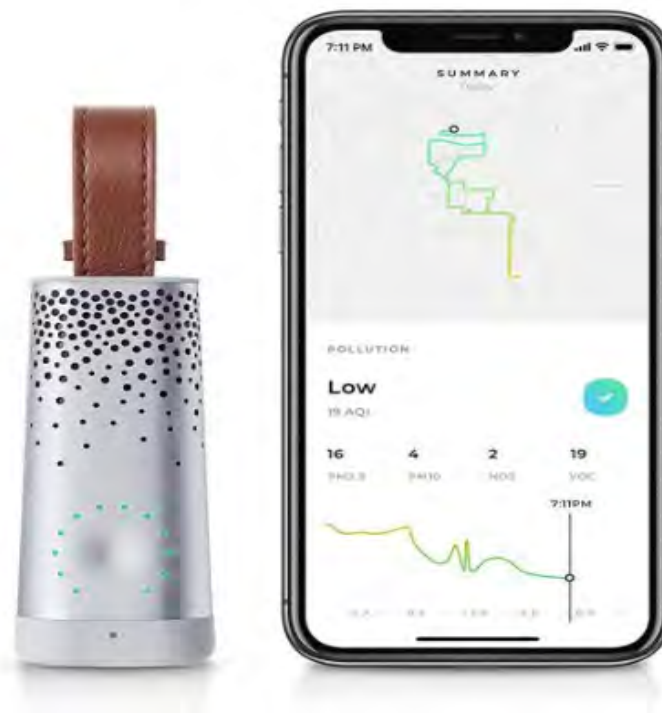
- Satellite ENVISAT de l'agence spatiale Européenne (2004, NO₂)
- Stations de mesure



http://www.esa.int/fre/ESA_in_your_country/France/Une_carte_mondiale_de_la_pollution_de_l_air_a_pu_etre_etablie_grace_au_capteur_SCIAMACHY_d_Envisat , <http://www.haute-savoie.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Qualite-de-l-air/Fin-de-l-episode-de-pollution-atmospherique> , <https://www.iphon.fr/post/test-avis-flow-plume-connecte-pollution-air-iphone>

Mesure de l'exposition

- Satellite ENVISAT de l'agence spatiale Européenne (2004, NO₂)
- Stations de mesure
- Capteurs



http://www.esa.int/fre/ESA_in_your_country/France/Une_carte_mondiale_de_la_pollution_de_l_air_a_pu_etre_etablie_grace_au_capteur_SCIAMACHY_d_Envisat , <http://www.haute-savoie.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Qualite-de-l-air/Fin-de-l-episode-de-pollution-atmospherique> , <https://www.iphon.fr/post/test-avis-flow-plume-connecte-pollution-air-iphone>



Mesure de l'exposition



- Satellite ENVISAT de l'agence spatiale Européenne (2004, NO₂)
- Stations de mesure
- Capteurs
- Lingettes, aspirateurs



http://www.esa.int/fre/ESA_in_your_country/France/Une_carte_mondiale_de_la_pollution_de_l_air_a_pu_etre_etablie_grace_au_capteur_SCIAMACHY_d_Envisat , <http://www.haute-savoie.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Qualite-de-l-air/Fin-de-l-episode-de-pollution-atmospherique> , <https://www.iphon.fr/post/test-avis-flow-plume-connecte-pollution-air-iphone>

Mesure de l'exposition

- Satellite ENVISAT de l'agence spatiale Européenne (2004, NO₂)
- Stations de mesure
- Capteurs
- Lingettes, aspirateurs
- Applications smartphone



[http://www.esa.int/fre/ESA_in_your_country/France/Une carte mondiale de la pollution de l air a pu etre etablie grace au capteur SCIAMACHY d Envisat](http://www.esa.int/fre/ESA_in_your_country/France/Une_carte_mondiale_de_la_pollution_de_l_air_a_pu_etre_etablie_grace_au_capteur_SCIAMACHY_d_Envisat) , <http://www.haute-savoie.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Qualite-de-l-air/Fin-de-l-episode-de-pollution-atmospherique> , <https://www.iphon.fr/post/test-avis-flow-plume-connecte-pollution-air-iphone>

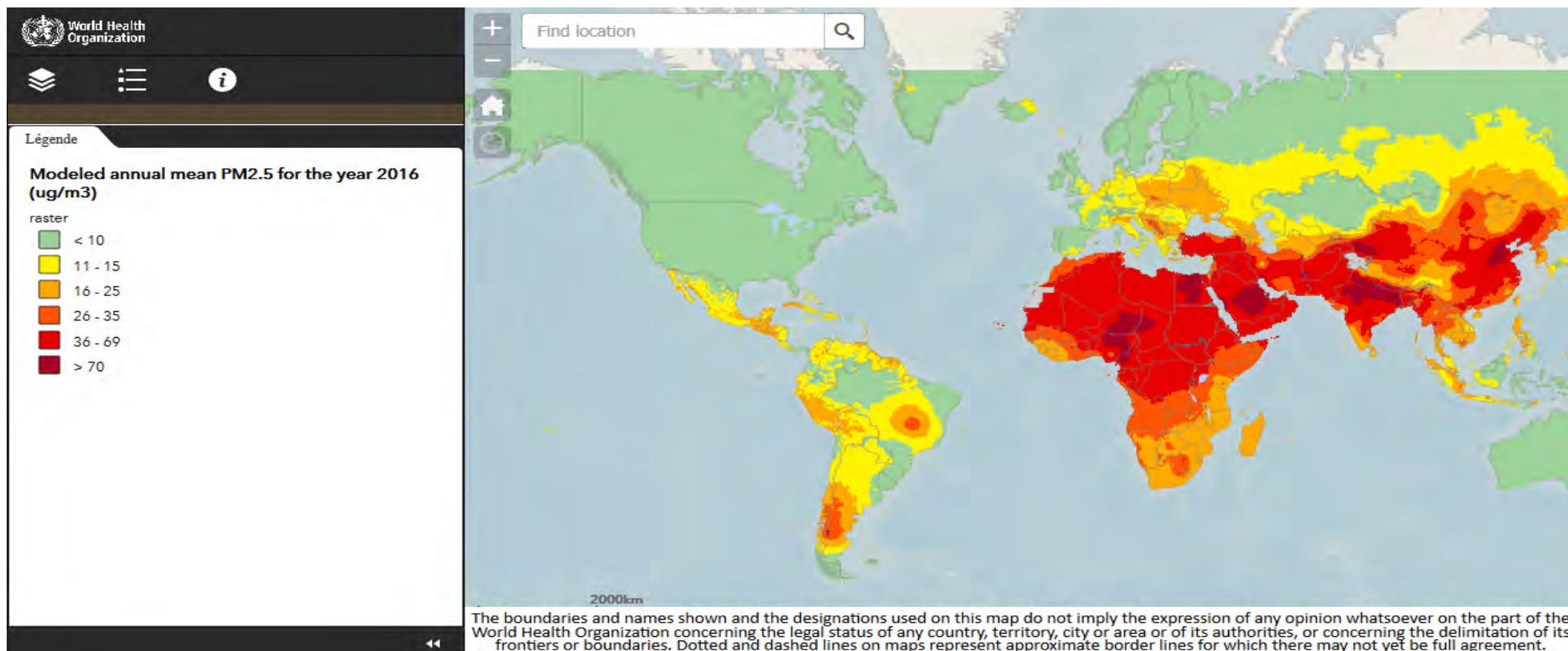


Mesure de l'exposition



- Satellite ENVISAT de l'agence spatiale Européenne (2004, NO₂)
- Stations de mesure
- Capteurs
- Lingettes, aspirateurs
- Applications smartphone
- ➔ Modélisations.

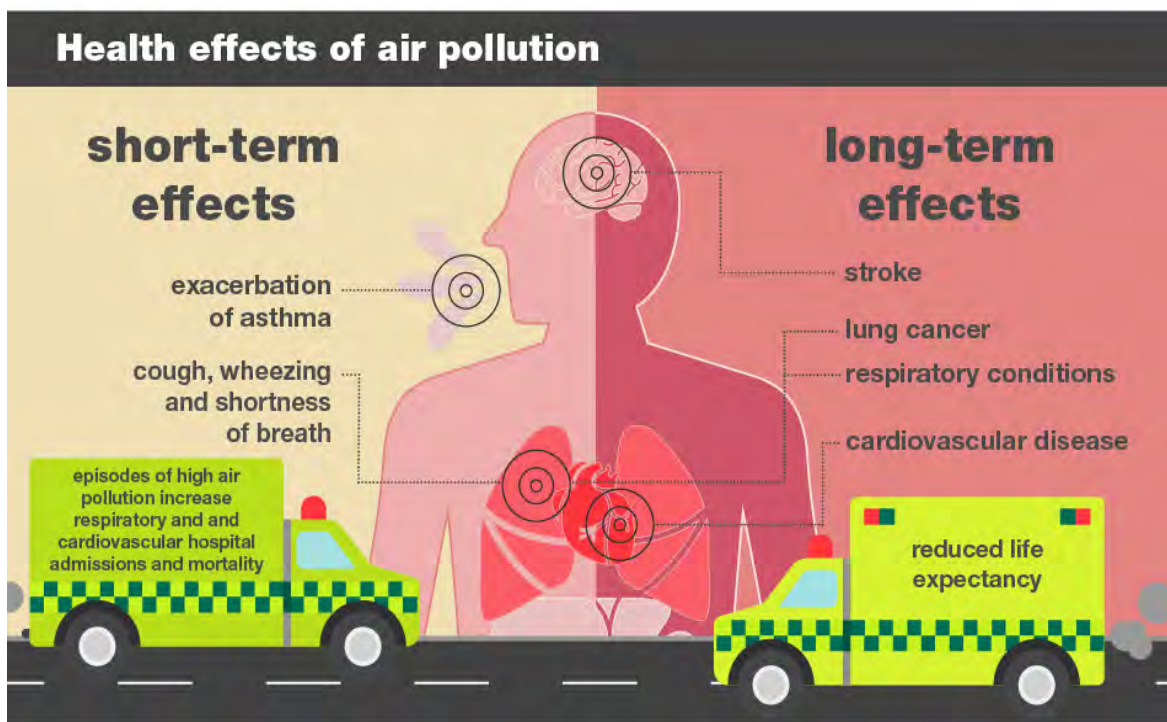
http://www.esa.int/fre/ESA_in_your_country/France/Une_carte_mondiale_de_la_pollution_de_l_air_a_pu_etre_etablie_grace_au_capteur_SCIAMACHY_d_Envisat , <http://www.haute-savoie.gouv.fr/Politiques-publiques/Environnement-risques-naturels-et-technologiques/Qualite-de-l-air/Fin-de-l-episode-de-pollution-atmospherique> , <https://www.iphon.fr/post/test-avis-flow-plume-connecte-pollution-air-iphone>



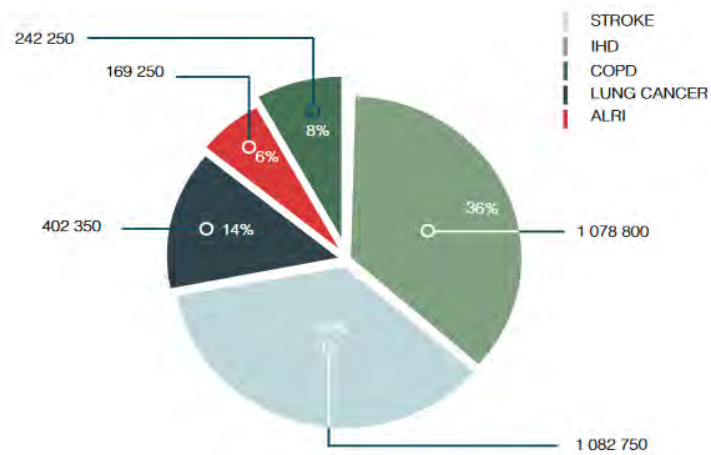


Connaissances actuelles : effets sur la santé

Effets à court et long terme

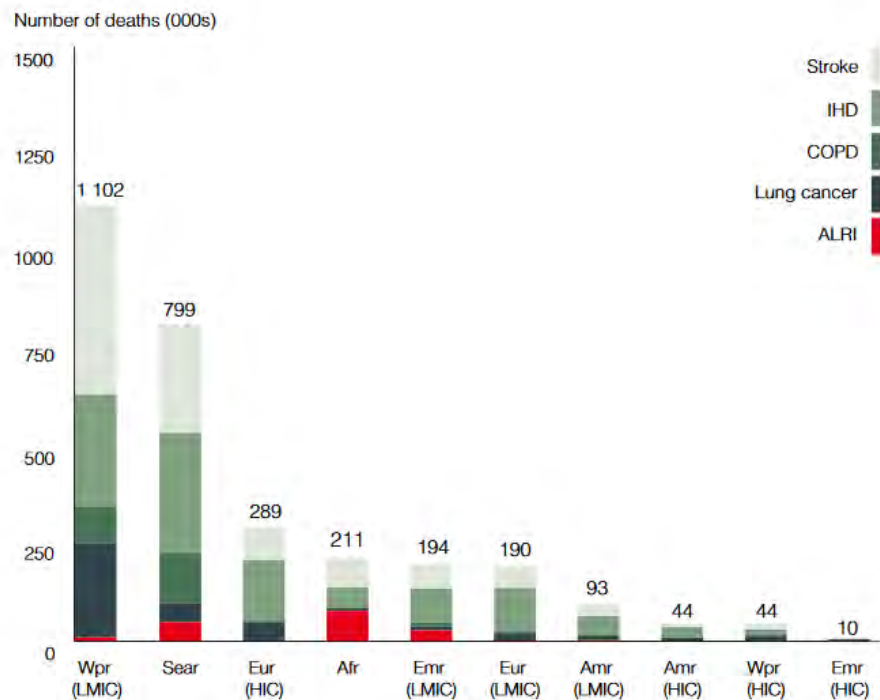


D'après <https://www.gov.uk/government/publications/health-matters-air-pollution/health-matters-air-pollution>



Percentage represents percentage of total AAP burden. AAP: ambient air pollution; ALRI: acute lower respiratory disease; COPD: chronic obstructive pulmonary disease; IHD: ischaemic heart disease.

D'après <https://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/>



AAP: ambient air pollution; Afr: Africa; Amr: Americas; Emr: Eastern Mediterranean; Eur: Europe; Sear: South-East Asia; Wpr: Western Pacific; LMIC: Low- and middle-income countries; HIC: High-income countries

D'après <https://www.who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/>

Clinical reviews in allergy and immunology

Household air pollution from domestic combustion of solid fuels and health

John R. Balmes, MD *San Francisco and Berkeley, Calif*
(*J Allergy Clin Immunol* 2019;143:1979-87.)



FIG 1. Traditional open 3-stone fire in a rural village home in the western highlands of Guatemala, where kitchen 48-hour PM_{2.5} levels are in the range of 600 to 1200 µg/m³.

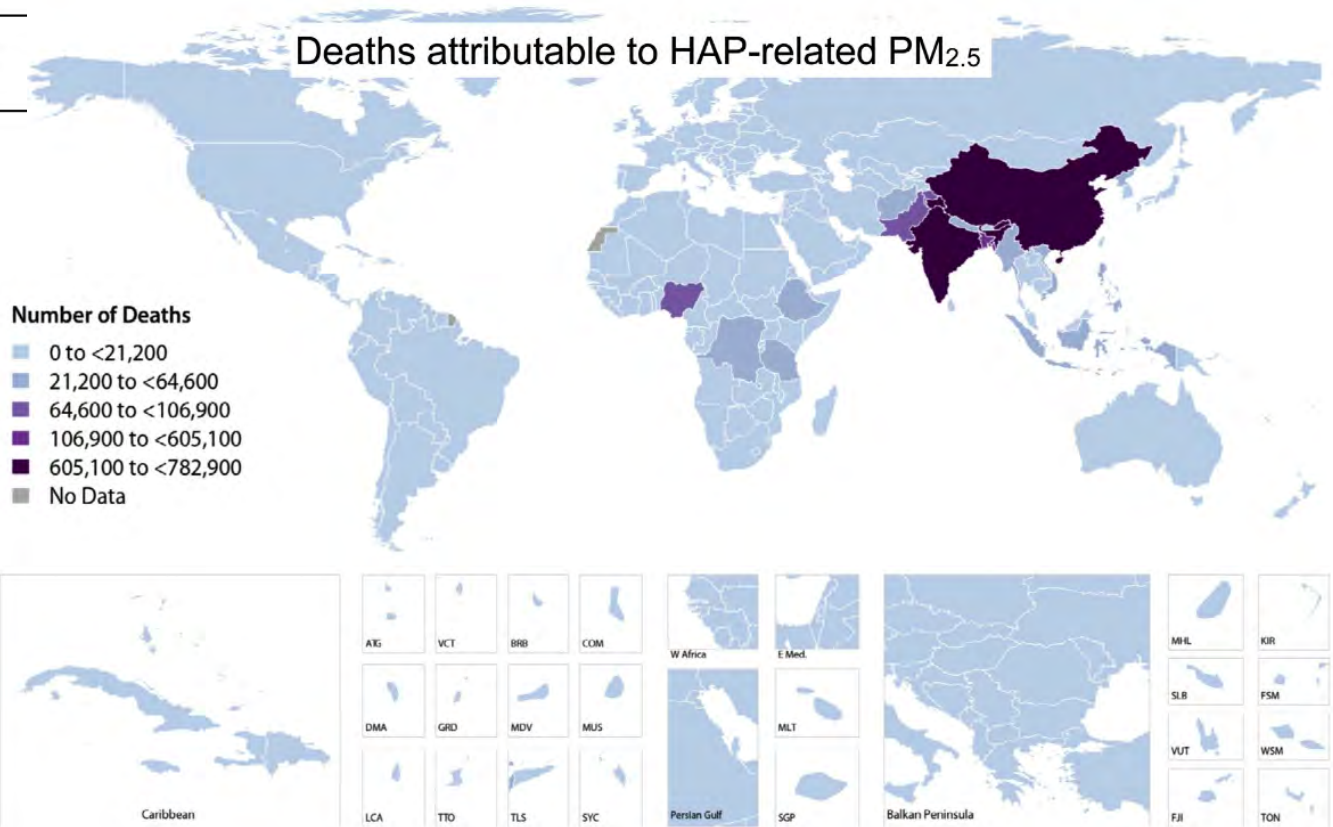


FIG 2. Global map of deaths attributable to household air pollution (HAP)-related PM_{2.5}.



Les organes atteints



[Special Features]



Air Pollution and Noncommunicable Diseases

A Review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 2: Air Pollution and Organ Systems

Check for updates

Dean E. Schraufnagel, MD; John R. Balmes, MD; Clayton T. Cowl, MD; Sara De Matteis, MD, MPH, PhD; Soon-Hee Jung, MD, PhD; Kevin Mortimer, MB, BChir, PhD; Rogelio Perez-Padilla, MD; Mary B. Rice, MD, MPH; Horacio Riojas-Rodriguez, MD, PhD; Akshay Sood, MD, MPH; George D. Thurston, ScD; Teresa To, PhD; Anessa Vanker, MBChB, PhD; and Donald J. Wuebbles, PhD **CHEST 2019; 155(2):417-426**



ARTICLE

<https://doi.org/10.1038/s41467-019-11654-3> OPEN

Ambient black carbon particles reach the fetal side of human placenta

Hannelore Bové^{1,2,3,6}, Eva Bongaerts^{1,6}, Eli Slenders², Esmée M. Bijmens¹, Nelly D. Saenen¹, Wilfried Gyselaers⁴, Peter Van Eyken⁴, Michelle Plusquin¹, Maarten B.J. Roeffaers³, Marcel Ameloot² & Tim S. Nawrot^{1,5}

	Brain: Stroke, Dementia, Parkinson's Disease
	Eye: Conjunctivitis, Dry Eye Disease, Blepharitis, Cataracts
	Heart: Ischemic Heart Disease, Hypertension, Congestive Heart Failure, Arrhythmias
	Lung: Chronic Obstructive Pulmonary Disease Asthma, Lung Cancer, Chronic Laryngitis, Acute and Chronic Bronchitis
	Liver: Hepatic Steatosis, Hepatocellular carcinoma
	Blood: Leukemia, Intravascular Coagulation, Anemia, Sickle Cell Pain Crises
	Fat: Metabolic Syndrome, Obesity
	Pancreas: Type I and II Diabetes
	Gastrointestinal: Gastric Cancer, Colorectal Cancer, Inflammatory Bowel Disease, Crohn's Disease, Appendicitis
	Urogenital: Bladder Cancer, Kidney Cancer, Prostate Hyperplasia
	Joints: Rheumatic Diseases
	Bone: Osteoporosis, Fractures
	Nose: Allergic Rhinitis
	Skin: Atopic Skin Disease, Skin Aging, Urticaria, Dermographism, Seborrhea, Acne

Estimates of the Global Burden of Ambient PM_{2.5}, Ozone, and NO₂ on Asthma Incidence and Emergency Room Visits

Susan C. Anenberg,¹ Daven K. Henze,² Veronica Tinney,¹ Patrick L. Kinney,³ William Raich,⁴ Neal Funn,⁵ Chris S. Malley,⁶ Henry Roman,⁴ Lok Lamsal,⁷ Bryan Duncan,⁷ Randall V. Martin,^{8,9} Aaron van Donkelaar,⁸ Michael Brauer,^{10,11} Ruth Doherty,¹² Jan Eiof Jonson,¹³ Yanko Davila,² Kengo Sudo,^{14,15} and Johan C.I. Kuylenstierna⁶

Environmental Health Perspectives

107004-1

126(10) October 2018

Table 2. Relative risks (RRs), extracted from meta-analyses of epidemiological studies, which were used for estimating asthma impacts [95% confidence intervals (CI) in parentheses]. RRs are reported per 10 µg/m³ for PM_{2.5} and per 10 ppb for ozone and NO₂ (RRs reported per 10 µg/m³ were converted to RRs per 10 ppb assuming ambient pressure of 1 atmosphere and temperature of 25°C).

Pollutant	Study	Concentration range	Relative Risk – all ages	Relative Risk – pediatric (<18 years)	Relative Risk – adult (18–64 years)	Relative Risk – elderly (65 years and older)	Used?
Short-term exposure and asthma exacerbation							
PM _{2.5}	Orellano et al. (2017)	NR	1.03 (1.01–1.05)	–	–	–	Core
	Zheng et al. (2015)	6–45 µg/m ³	1.02 (1.02–1.03)	1.03 (1.01–1.04)	1.03 (1.01–1.05)	1.02 (1.01–1.03)	Core
	Zhang et al. (2016)	21–46 µg/m ³	1.01 (1.00–1.03)	1.02 (1.02–1.03)	1.02 (1.01–1.03)	1.02 (1.01–1.03)	Core
	Fan et al. (2016)	8–115 µg/m ³	–	1.04 (1.02–1.05)	1.02 (1.01–1.03)	–	SA – Pediatric
	Lim et al. (2016)	7–65 µg/m ³	–	1.05 (1.03–1.07)	–	–	SA – Pediatric
Ozone	Orellano et al. (2017)	NR	1.03 (1.01–1.06)	–	–	–	Core
	Zheng et al. (2015)	2–89 ppb	1.02 (1.01–1.02)	1.02 (1.01–1.02)	1.03 (1.02–1.04)	1.02 (1.00–1.03)	Core
	Zhang et al. (2016)	17–100 ppb	1.05 (1.04–1.07)	1.06 (1.04–1.07)	1.05 (1.00–1.11)	1.05 (1.03–1.06)	Core
NO ₂	Orellano et al. (2017)	NR	1.02 (1.01–1.04)	1.04 (1.00–1.08)	–	–	Core
	Zheng et al. (2015)	5–93 ppb	1.03 (1.03–1.04)	1.03 (1.03–1.04)	1.02 (1.01–1.03)	1.04 (1.03–1.05)	Core
	Zhang et al. (2016)	12–77 ppb	1.03 (1.02–1.05)	1.07 (1.05–1.09)	1.02 (0.98–1.07)	1.05 (1.03–1.07)	Core
	Favarato et al. (2014)	2–52 ppb	–	1.12 (1.00–1.22)	–	–	SA – Pediatric
	Weinmayr et al. (2010)	4–90 ppb	–	1.06 (1.00–1.12)	–	–	SA – Pediatric
Long-term exposure and asthma incidence							
PM _{2.5}	Anderson et al. (2013)	NR	1.16 (0.98–1.37)	1.34 (0.96–1.86)	–	–	Core
	Jacquemin et al. (2015)	8–34 µg/m ³	1.08 (0.77–1.51)	–	–	–	Core
	Khreis et al. (2017)	NR	–	1.34 (1.11–1.63)	–	–	Core
	Bowatte et al. (2015)	NR	–	1.93 (1.00–3.71)	–	–	No
	Gasana et al. (2012)	NR	–	1.40 (0.77, 2.56)	–	–	No
NO ₂	Anderson et al. (2013)	NR	1.14 (1.04–1.26)	1.10 (1.02–1.20)	1.93 (1.28–2.96)	–	Core
	Jacquemin et al. (2015)	0–62 ppb	1.20 (0.98–1.43)	–	1.08 (0.96–1.21)	1.02 (0.94–1.12)	Core
					Age <50	Age ≥50	
	Khreis et al. (2017)	NR	–	1.26 (1.10–1.37)	–	–	Core
	Bowatte et al. (2015)	NR	–	1.18 (0.93–1.48)	–	–	No
	Gasana et al. (2012)	NR	–	1.28 (1.12–1.50)	–	–	No
	Takenoue et al. (2012)	NR	–	1.14 (1.03–1.25)	–	–	No

Note: –, no information was collected at that particular examination point; NR, Not Reported; SA, Sensitivity Analysis.

Estimates of the Global Burden of Ambient PM_{2.5}, Ozone, and NO₂ on Asthma Incidence and Emergency Room Visits

Susan C. Anenberg,¹ Daven K. Henze,² Veronica Tinney,¹ Patrick L. Kinney,³ William Raich,⁴ Neal Funn,⁵ Chris S. Malley,⁶ Henry Roman,⁴ Lok Lamsal,⁷ Bryan Duncan,⁷ Randall V. Martin,^{8,9} Aaron van Donkelaar,⁸ Michael Brauer,^{10,11} Ruth Doherty,¹² Jan Eiof Jonson,¹³ Yanko Davila,² Kengo Sudo,^{14,15} and Johan C.I. Kuylenstierna⁶

Environmental Health Perspectives

107004-1

126(10) October 2018

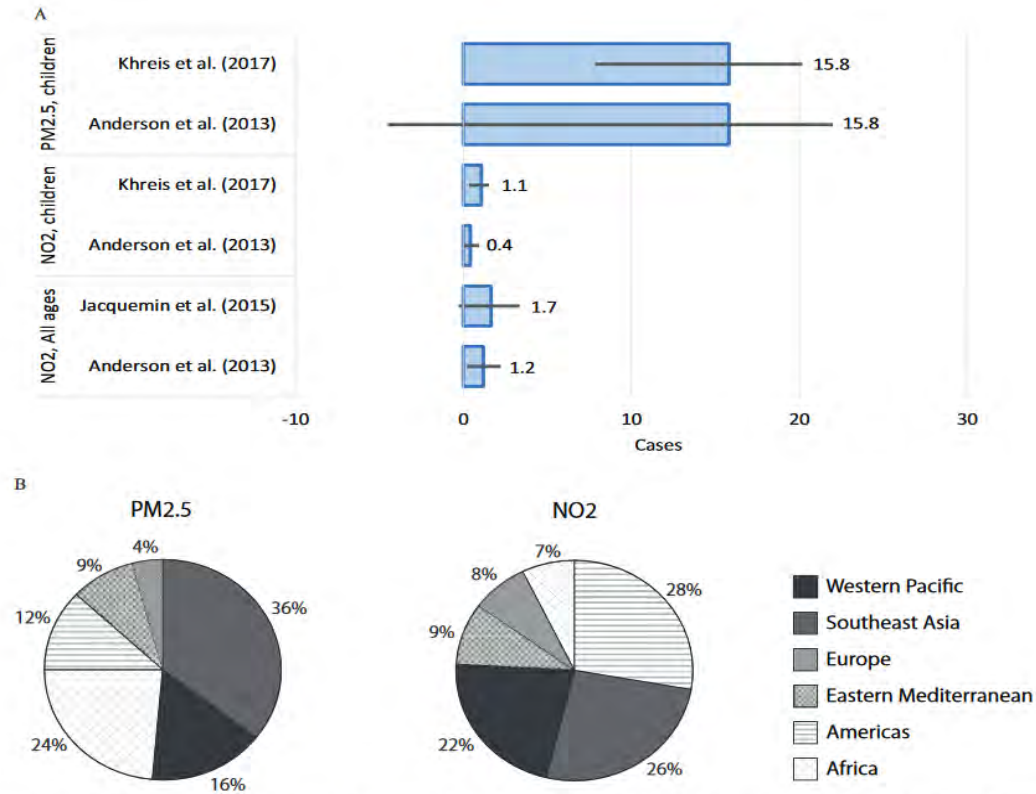


Figure 5. Asthma incidence attributable to anthropogenic PM_{2.5} and NO₂ in 2015. (A) Number of new asthma cases (millions) associated with PM_{2.5} and NO₂ for various age groups using RRs from multiple epidemiological meta-analyses. Confidence intervals (CI) (95%) reflect error in the RR estimate only. (B) Percent of pollution-attributable new asthma cases among children occurring in each region (for each pollutant, results are identical for all RR estimates applied).



Connaissances actuelles : les mécanismes biologiques

Air Pollution and Noncommunicable Diseases

Check for updates

A Review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee, Part 1: The Damaging Effects of Air Pollution

Dean E. Schraufnagel, MD; John R. Balmes, MD; Clayton T. Cowl, MD; Sara De Matteis, MD, MPH, PhD; Soon-Hee Jung, MD, PhD; Kevin Mortimer, MB, BChir, PhD; Rogelio Perez-Padilla, MD; Mary B. Rice, MD, MPH; Horacio Riojas-Rodriguez, MD, PhD; Akshay Sood, MD, MPH; George D. Thurston, ScD; Teresa To, PhD; Anessa Vanker, MBChB, PhD; and Donald J. Wuebbles, PhD **CHEST 2019; 155(2):409-416**

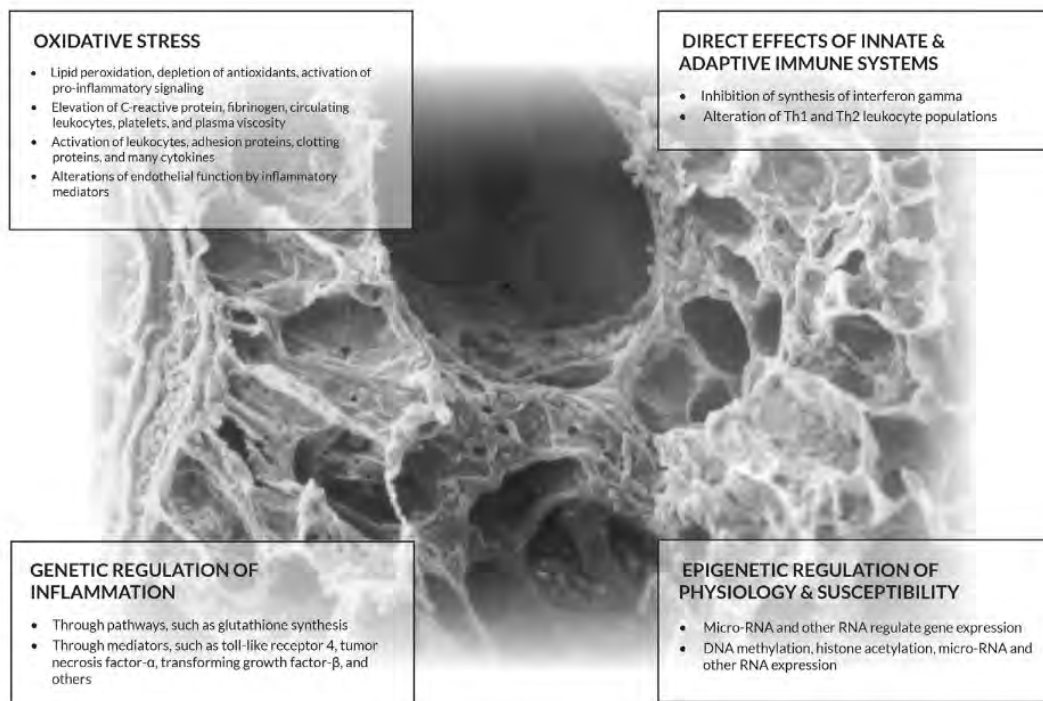


Figure 2 – Pollution damage by systemic inflammation. This scanning electron micrograph of the terminal and respiratory bronchioles are the sites where most material accumulates, making it the area of the lung most vulnerable to pollution. In addition, this figure depicts four ways that pollution can affect all organs through systemic inflammation. Ultrafine particles pass through the alveolar-capillary membrane, are endocytosed, and distributed throughout the body. They induce similar inflammatory reactions in other organs. (Copyright reserved Dean Schraufnagel.)

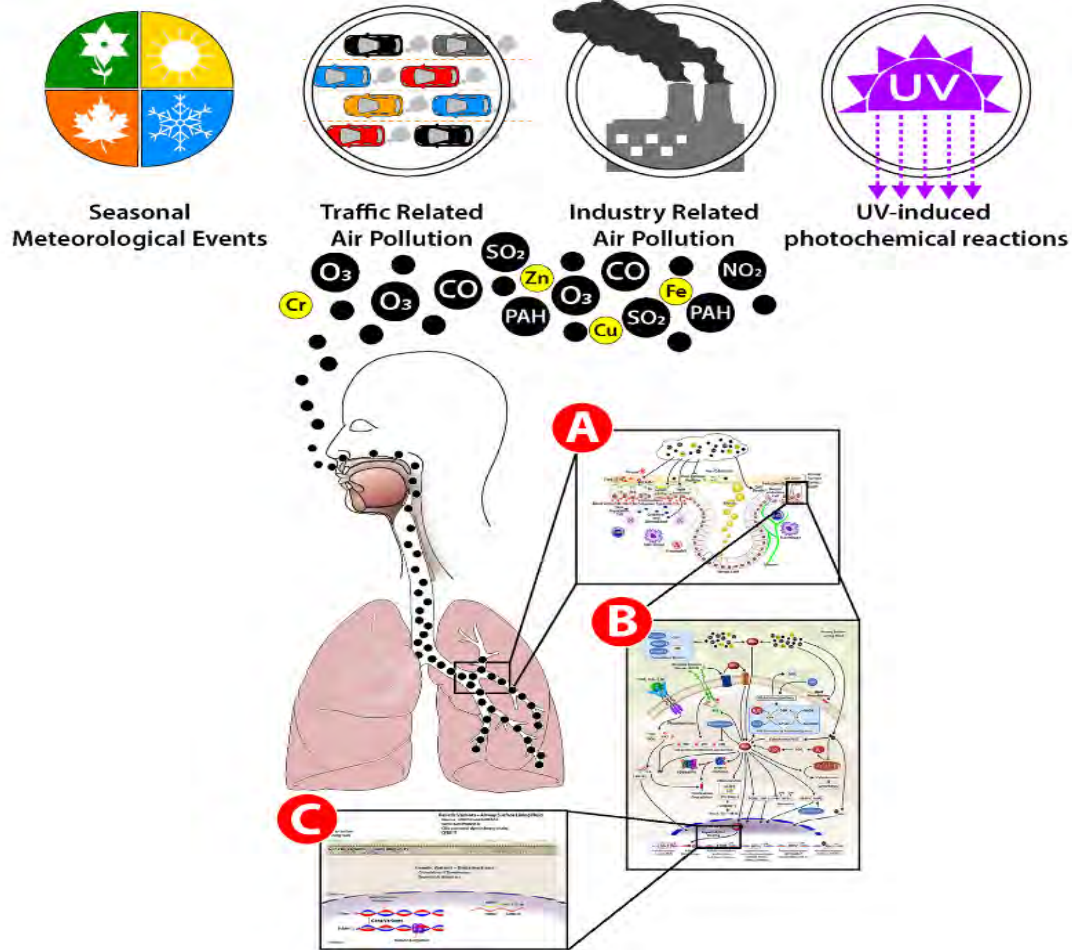
An update on immunologic mechanisms in the respiratory mucosa in response to air pollutants

Check for updates

Ryan D. Huff, MSc,^a Chris Carlsten, MD, MPH,^a and Jeremy A. Hirota, PhD^{a,b,c,d,e}
and Waterloo, Ontario, Canada

Vancouver, British Columbia, and Hamilton

(*J Allergy Clin Immunol* 2019;143:1989-2001.)



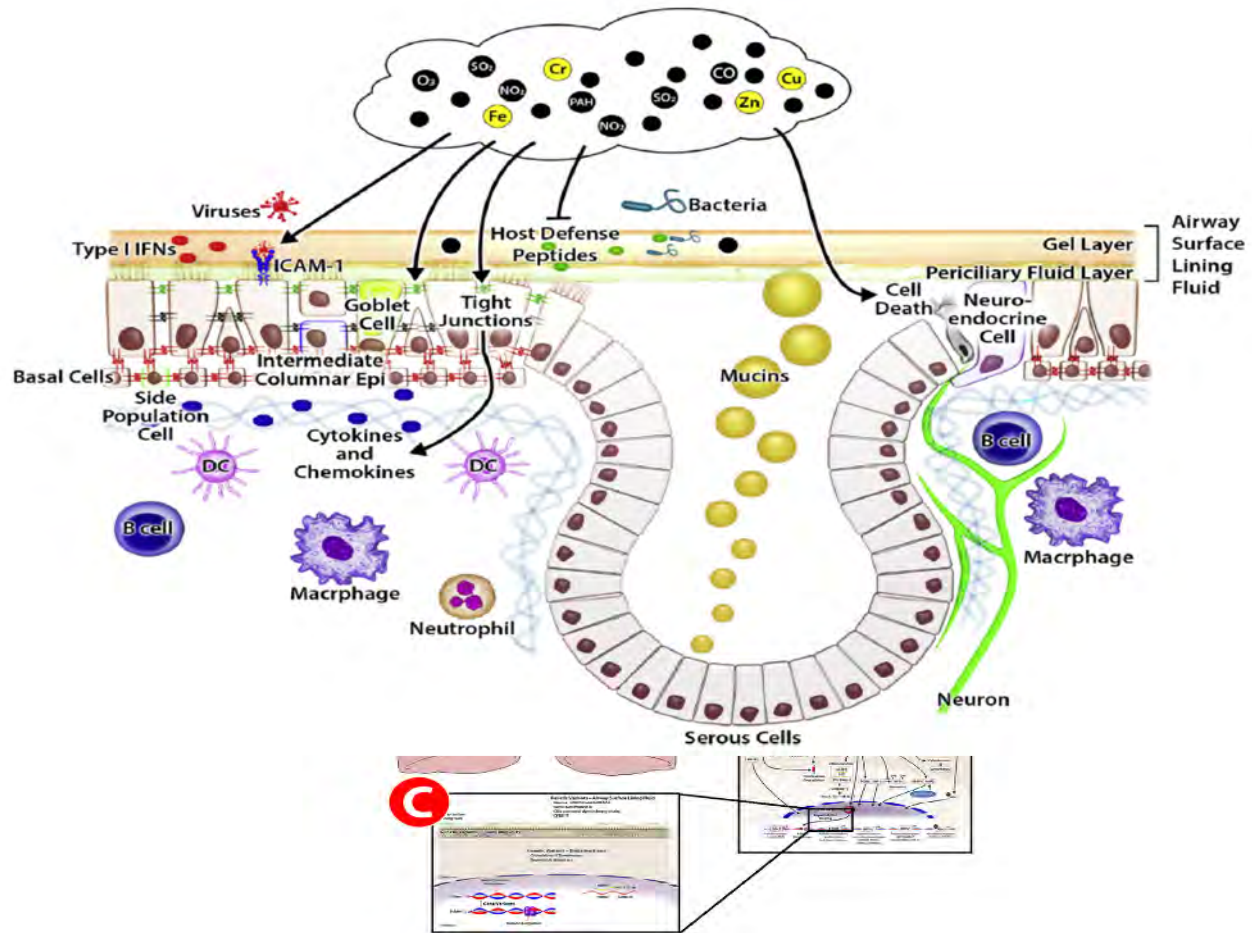
An update on immunologic mechanisms in the respiratory mucosa in response to air pollutants

Check for updates

Ryan D. Huff, MSc,^a Chris Carlsten, MD, MPH,^a and Jeremy A. Hirota, PhD^{a,b,c,d,e}
and Wat

Vancouver, British Columbia, and Hamilton

(J Allergy Clin Immunol 2019;143:1989-2001.)

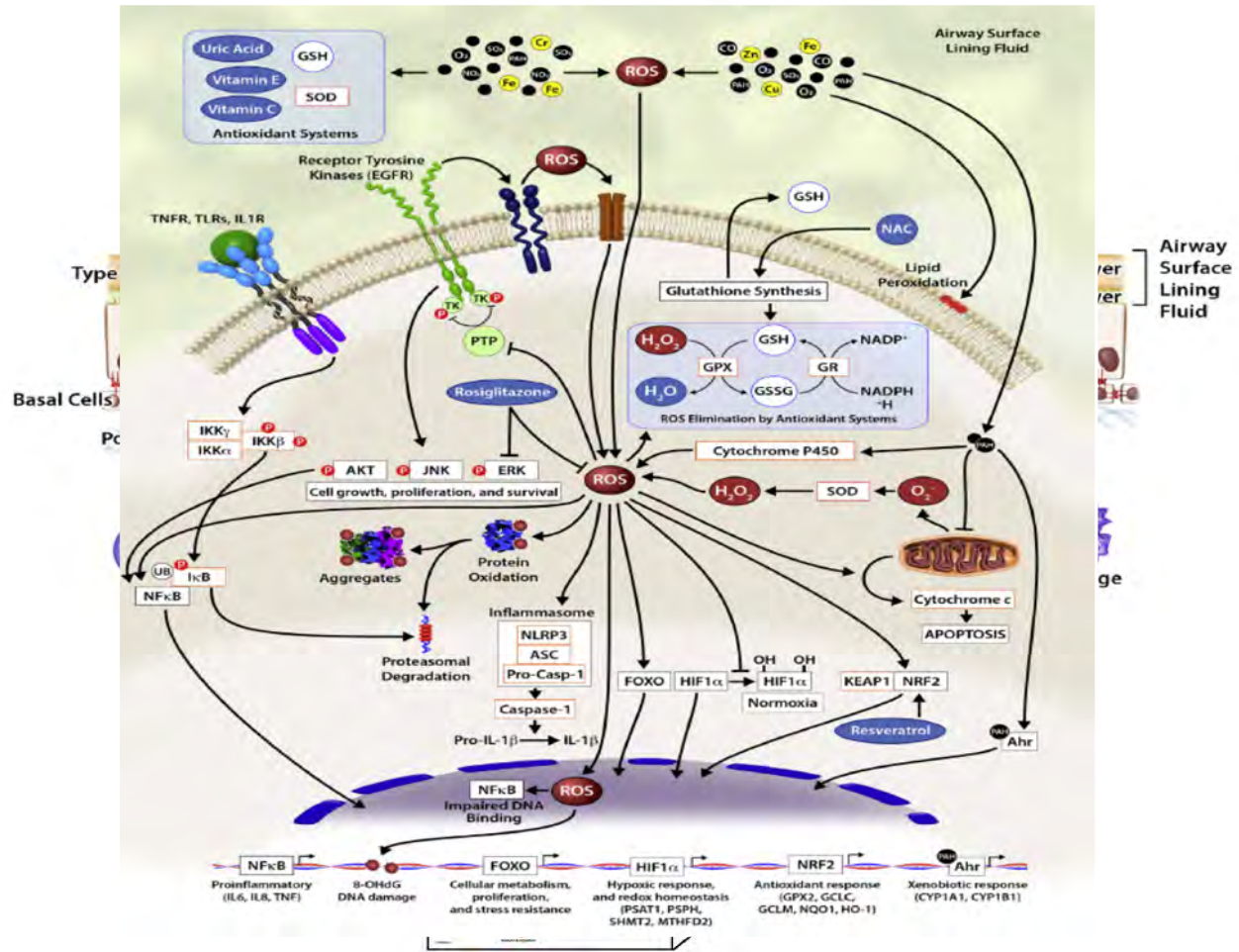


An update on immunologic mechanisms in the respiratory mucosa in response to air pollutants

Check for updates

Ryan D. Huff, MSc,^a Chris Carlsten, MD, MPH,^a and Jeremy A. Hirota, PhD^{a,b,c,d,e} Vancouver, British Columbia, and Hamilton and Wat

(J Allergy Clin Immunol 2019;143:1989-2001.)



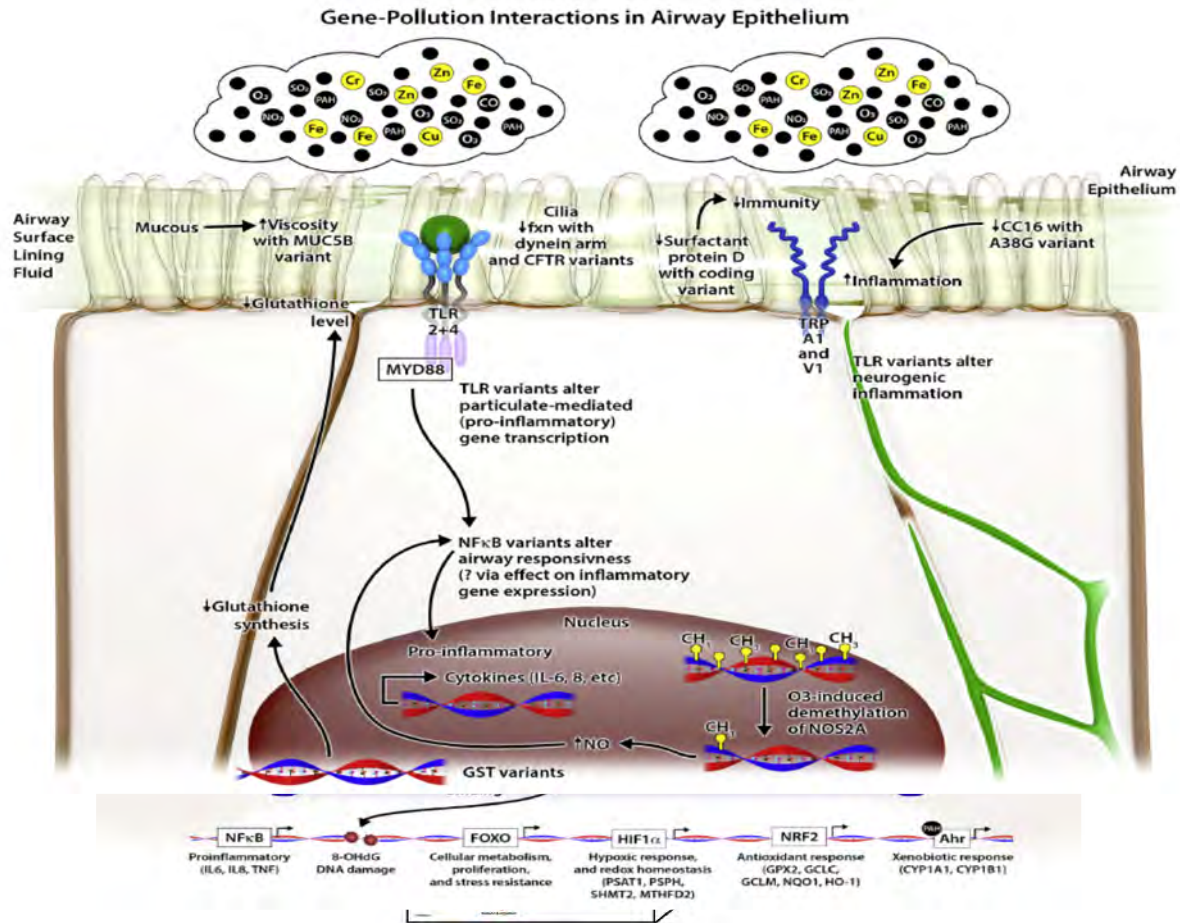
An update on immunologic mechanisms in the respiratory mucosa in response to air pollutants

Check for updates

Ryan D. Huff, MSc,^a Chris Carlsten, MD, MPH,^a and Jeremy A. Hirota, PhD^{a,b,c,d,e}
and Wat

Vancouver, British Columbia, and Hamilton

(J Allergy Clin Immunol 2019;143:1989-2001.)





Les défis de demain

Améliorer l'estimation de l'exposition

- « Mieux » caractériser l'exposition
 - **Caractéristiques** et composition des particules
 - Historique des expositions
- Prendre en compte d'autres expositions
 - Agricoles, transport maritime
 - La **biomasse**
 - Les poussières du désert, **les brumes de sable...**
- Approche intégrée : exposome.

<https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2014SA0156Ra.pdf>

Published by Oxford University Press on behalf of the International Epidemiological Association.
© The Author 2015. All rights reserved. Advance Access publication 11 January 2015
International Journal of Epidemiology, 2015, 44, 1-11
doi:10.1093/ije/dyq134

REVIEW
The exposome: from concept to utility

Christopher Paul Wild

International Agency for Research on Cancer, 150 cours Albert Thomas, 69626 Lyon, France. E-mail: cwild@iarc.fr

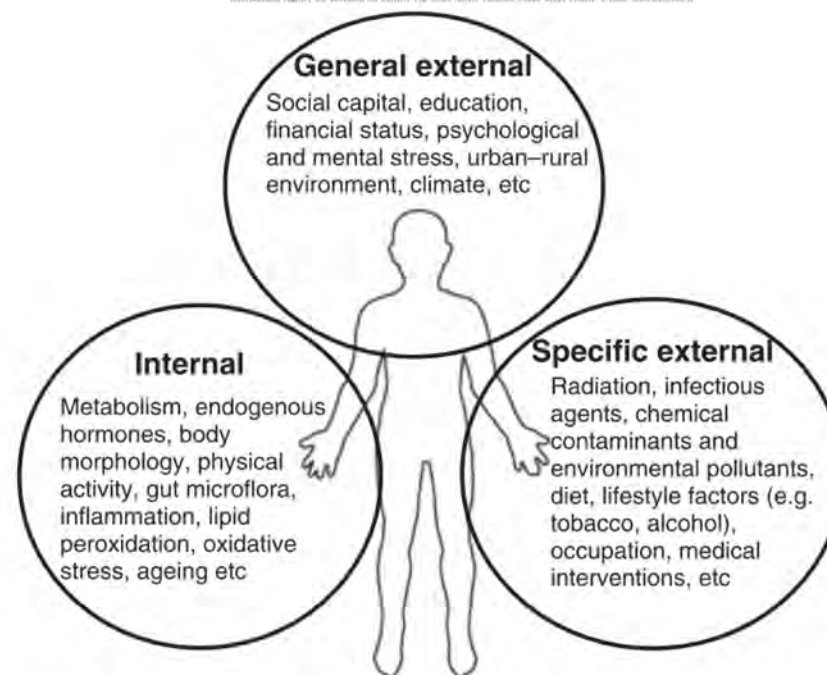
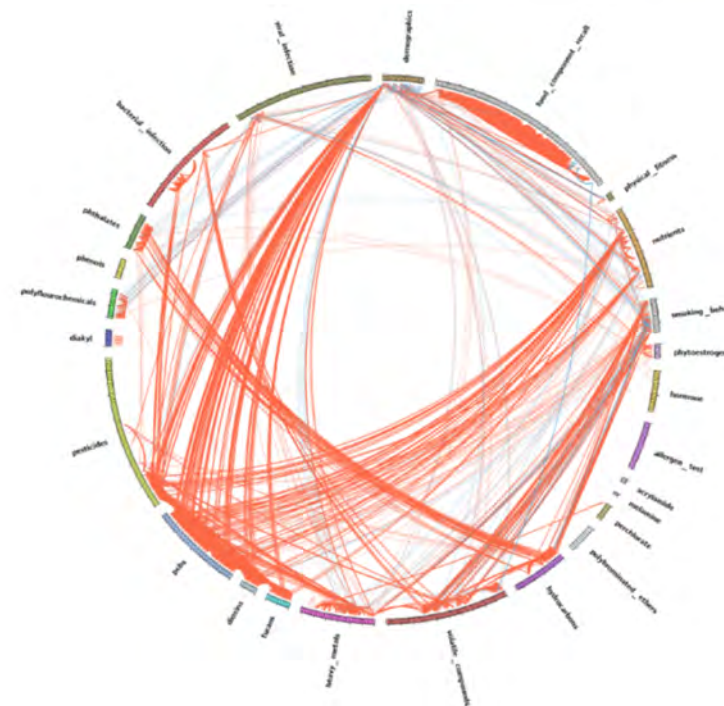


Figure 1 Three different domains of the exposome are presented diagrammatically with non-exhaustive examples for each of these domains



Améliorer l'estimation de l'exposition

- « Mieux » caractériser l'exposition
 - **Caractéristiques** et composition des particules
 - Historique des expositions
- Prendre en compte d'autres expositions
 - Agricoles, transport maritime
 - La **biomasse**
 - Les poussières du désert, **les brumes de sable...**
- Approche intégrée : exposome.



Curr Epidemiol Rep (2017) 4:22–30
DOI 10.1007/s40471-017-0100-5



ENVIRONMENTAL EPIDEMIOLOGY (J BRAUN, SECTION EDITOR)

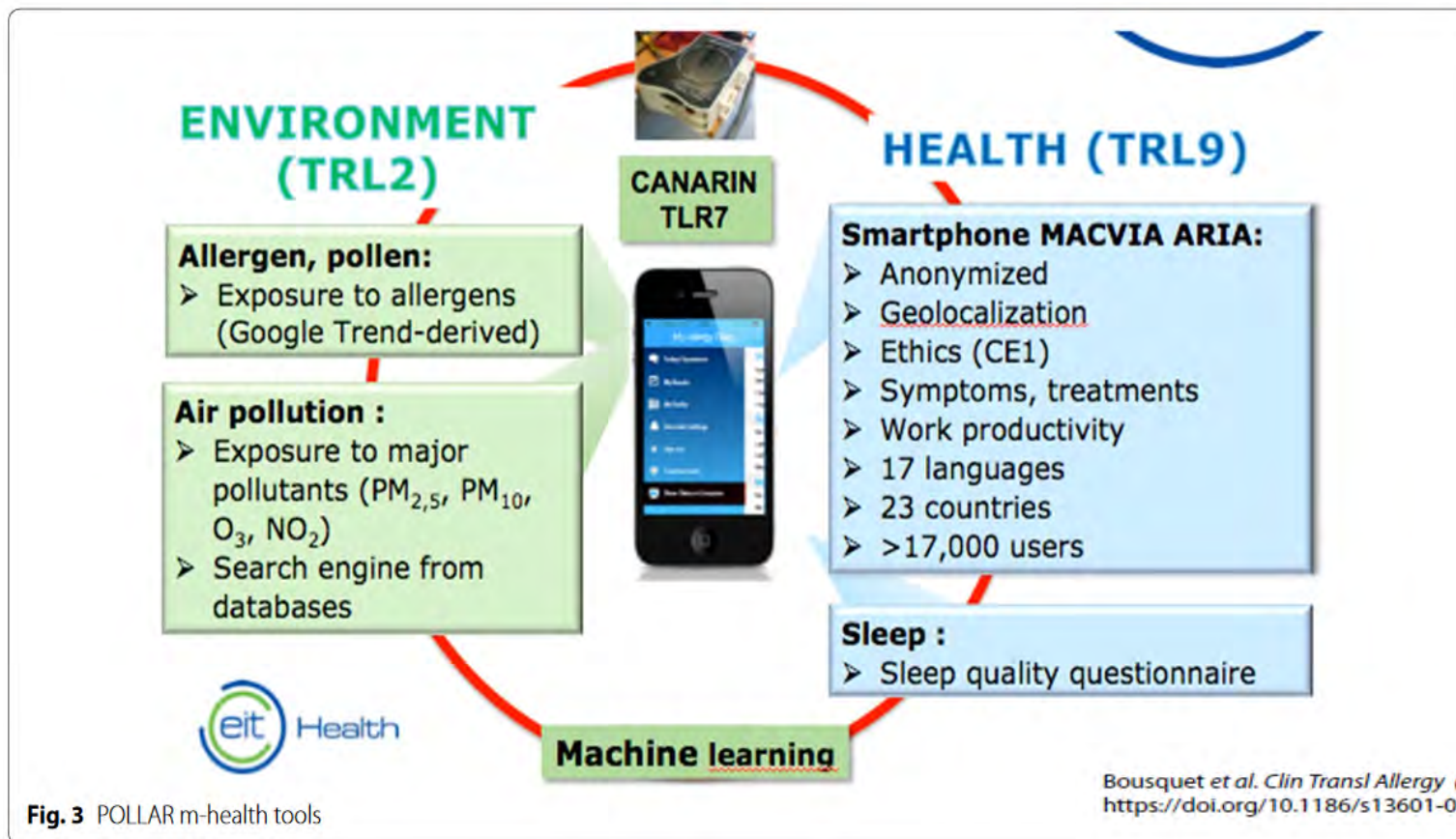
Analytic Complexity and Challenges in Identifying Mixtures of Exposures Associated with Phenotypes in the Exposome Era

Chirag J. Patel¹

<https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2014SA0156Ra.pdf>



Mieux comprendre les effets sur la santé



Intervenir (Fresh Air)

npj Primary Care Respiratory Medicine (2019)29:32 ; <https://doi.org/10.1038/s41533-019-0144-8>

- Evaluer l'acceptabilité et l'efficacité d'une stratégie de mise en œuvre adaptée localement
 - introduction de fourneaux et de chauffages améliorés dans des communautés en Ouganda, Vietnam et Kirgyzstan
 - Adultes et Enfants
 - Mesures CO et PM_{2.5} (individuelles)
 - Santé respiratoire
 - Avant et 2 fois après mise en place
 - Acceptabilité

Table 4. Opinions about the improved cookstoves/heaters in Uganda, Vietnam and Kirgyzstan

	Uganda	Vietnam	Kirgyzstan
N of households (absolute)	90	76	20
Are you satisfied using the new stove/heater? (score 1–10 with 95%CI)	9.3 (9.1–9.6)	8.4 (8.0–8.8)	8.6 (8.0–9.2)
How confident are you using the new stove/heater? (score 1–10 with 95%CI)	9.5 (9.2–9.7)	9.0 (8.8–9.3)	8.6 (8.0–9.2)
How important is it to use the new stove/heater? (score 1–10 with 95%CI)	9.6 (9.4–9.8)	8.0 (7.6–8.5)	8.6 (8.0–9.2)
Do you recommend the new stove/heater?	98.9	89.8	100
Reasons:			
less time cooking	90.0	63.7	100
less fuel needed	90.0	72.5	100
tastes better	49.0	16.3	55.5
less smoke	83.0	67.5	81.0
easier to clean	59.0	58.8	75.0
better for health	76.0	46.3	90.0
not expensive	61.0	13.8	85.0

All data are percentages unless stated otherwise; score 1–10 means 1 = very bad or none at all and 10 = excellent or extremely good
CI confidence interval



Intervenir (Fresh Air)

npj Primary Care Respiratory Medicine (2019)29:32 ; <https://doi.org/10.1038/s41533-019-0144-8>



- Evaluer l'acceptabilité et l'efficacité d'une stratégie de mise en œuvre adaptée localement
 - introduction de fourneaux et de chauffages améliorés dans des communautés en Ouganda, Vietnam et Kirgyzstan
 - Adultes et Enfants
 - Mesures CO et PM_{2.5} (individuelles)
 - Santé respiratoire
 - Avant et 2 fois après mise en place
 - Acceptabilité
- Après l'intervention, les symptômes et les infections diminuent considérablement en Ouganda et au Kirghizistan, et dans une moindre mesure au Vietnam

Intervenir (Fresh Air)

npj Primary Care Respiratory Medicine (2019)29:32 ; <https://doi.org/10.1038/s41533-019-0144-8>

- Evaluer l'acceptabilité et l'efficacité d'une stratégie de mise en œuvre adaptée localement
 - ➔ introduction de fourneaux et de **chauffages** améliorés dans des communautés en Ouganda, Vietnam et Kyrgyzstan
 - ➔ Adultes et Enfants
 - ➔ Mesures CO et PM_{2.5} (individuelles)
 - ➔ Santé respiratoire
 - ➔ Avant et 2 fois après mise en place
 - ➔ Acceptabilité
- Après l'intervention, les symptômes et les infections diminuent considérablement en Ouganda et au Kirghizistan, et dans une moindre mesure au Vietnam
- Diminution de l'exposition.

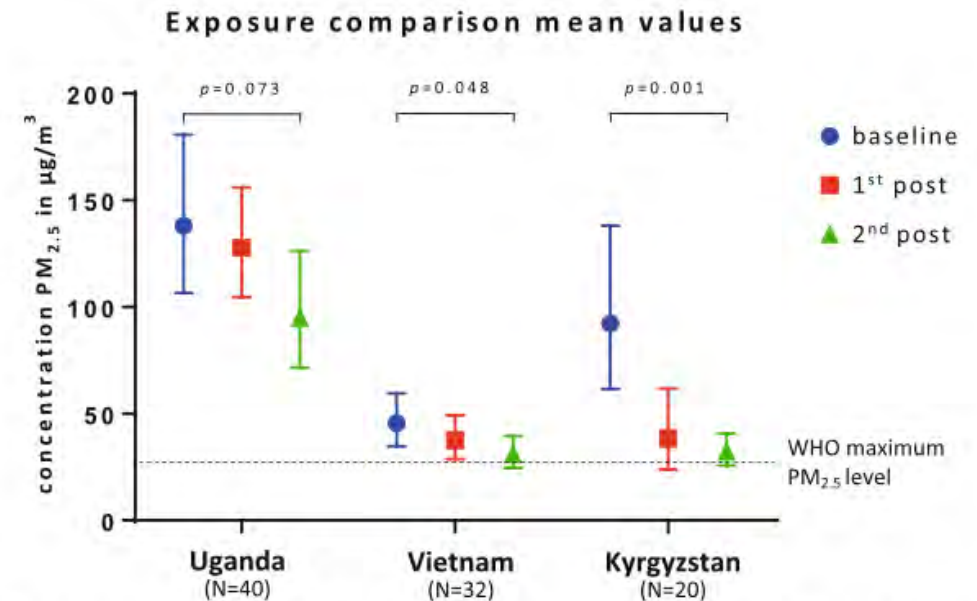


Fig. 1 Mean PM_{2.5} measurements in Uganda, Vietnam and Kyrgyzstan before and after cookstove/heater intervention. The mean PM_{2.5} with 95% confidence interval; baseline measured before intervention, first post 2 months and second post 6 months (in Uganda and Vietnam) or 12 months (in Kyrgyzstan); p-value is measured between baseline and second post

- Evaluer l'efficacité des interventions visant à réduire la pollution de l'air par les particules en réduisant les concentrations de polluants et en améliorant les résultats sanitaires connexes

- 42 études dont 38 interventions uniques
- 79% pays revenus élevés, 76% urbain
- Industries, **véhicules**, résidence, mixte

- Grande difficulté à conclure

- Hétérogénéité entre études : méthodes, interventions et santé
- Relation causale ?
- Pas d'association mise en évidence \neq mise en évidence pas association.



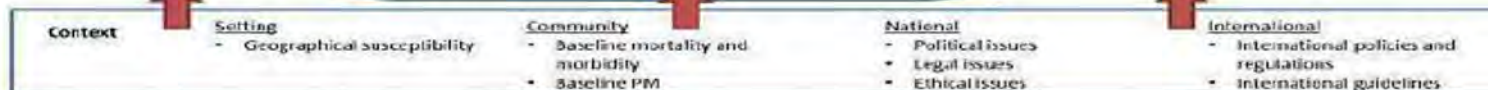
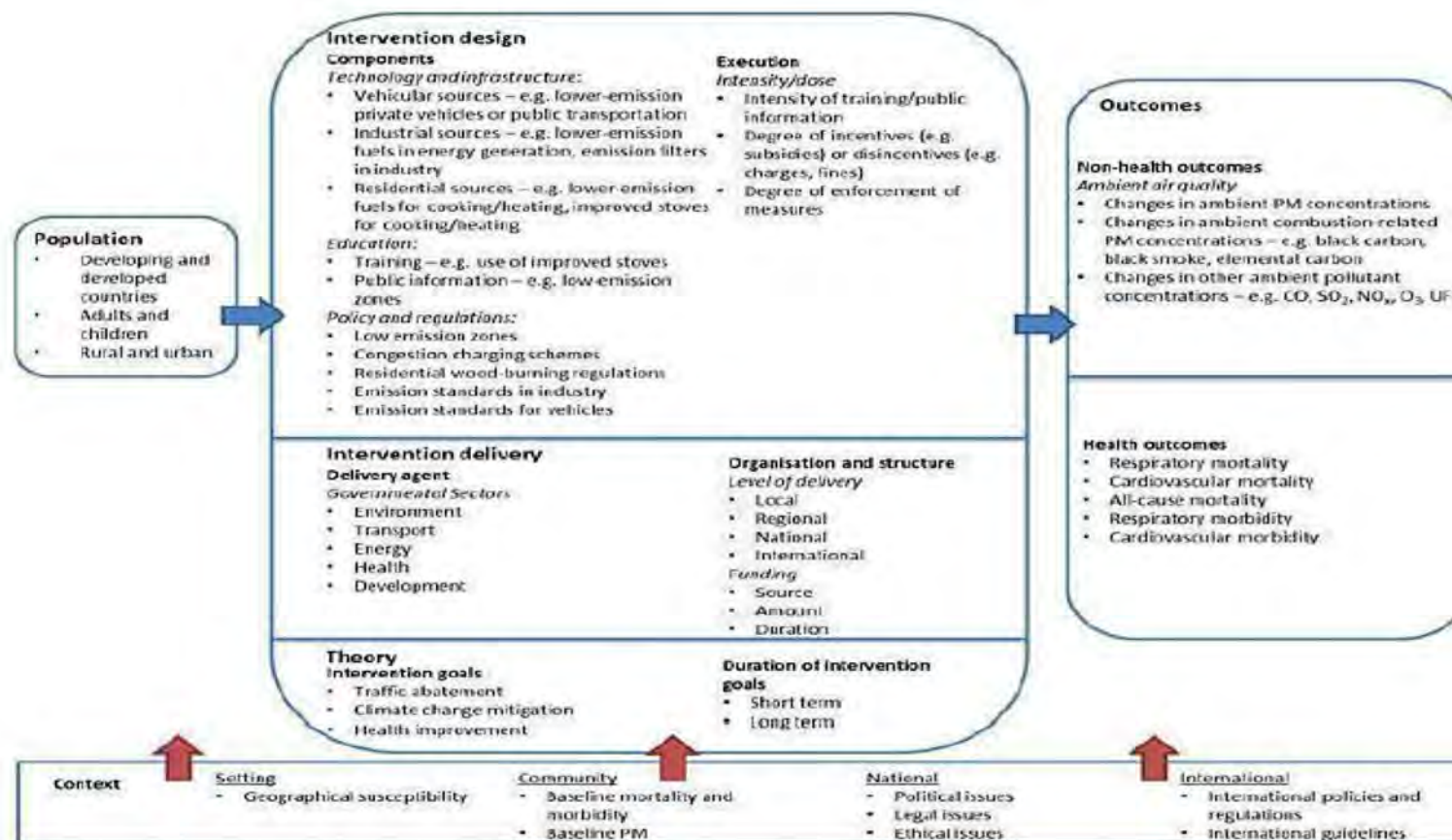


Burns J, Boogaard H, Polus S, Pfadenhauer LM, Rohwer AC, van Erp AM, Turley R, Rehfuss E.
Interventions to reduce ambient particulate matter air pollution and their effect on health.
Cochrane Database of Systematic Reviews 2019, Issue 5. Art. No.: CD010919.
DOI: 10.1002/14651858.CD010919.pub2.



www.cochranelibrary.com

- Les décideurs devraient donner la priorité au développement et à la mise en œuvre d'interventions en Afrique, au Moyen-Orient, en Europe de l'Est et en Asie
- Les chercheurs devraient s'efforcer de tenir suffisamment compte des facteurs de confusion, d'améliorer la présentation des méthodes, la description de l'intervention et le contexte dans lequel elle est mise en œuvre
- A l'avenir, à mesure que de nouvelles politiques seront introduites, les décideurs devraient envisager une évaluation intégrée.





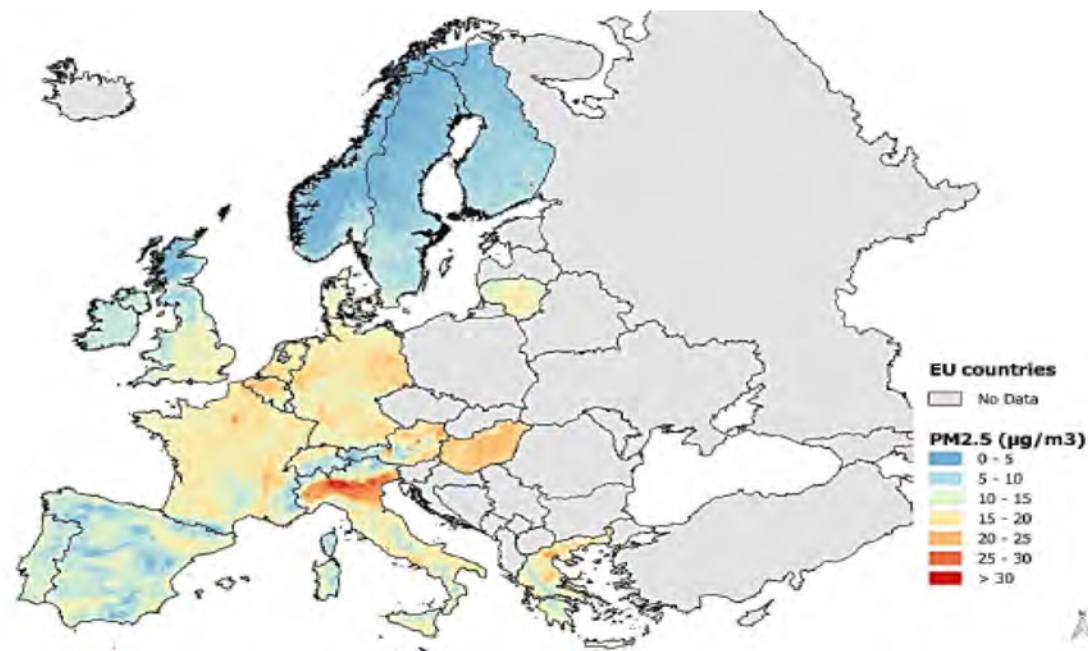
Outdoor Air Pollution and the Burden of Childhood Asthma across Europe

Haneen Khreis, Marta Cirach, Natalie Mueller, Kees de Hoogh, Gerard Hoek, Mark J. Nieuwenhuijsen, David Rojas-Rueda



Please cite this article as: Khreis H, Cirach M, Mueller N, *et al.* Outdoor Air Pollution and the Burden of Childhood Asthma across Europe. *Eur Respir J* 2019; in press (<https://doi.org/10.1183/13993003.02194-2018>).

- 18 pays et 63 442 419 enfants (1-14 ans)
- Exposition 2010 (LUR)
- Incidence de l'asthme 2016 (GBD)
- OMS NO₂ : ↘ 2434 cas incidents (0,4%)
- OMS PM_{2.5} : ↘ 66 567 (11%)
- Niveaux pollutions minimum
 - NO₂ : ↘ 23%
 - PM_{2.5} : ↘ 33%
 - Carbone suie (BC) : ↘ 15%.



Effects of policy-driven hypothetical air pollutant interventions on childhood asthma incidence in southern California

Erika Garcia^{a,1}, Robert Urman^a, Kiros Berhane^a, Rob McConnell^a, and Frank Gilliland^a

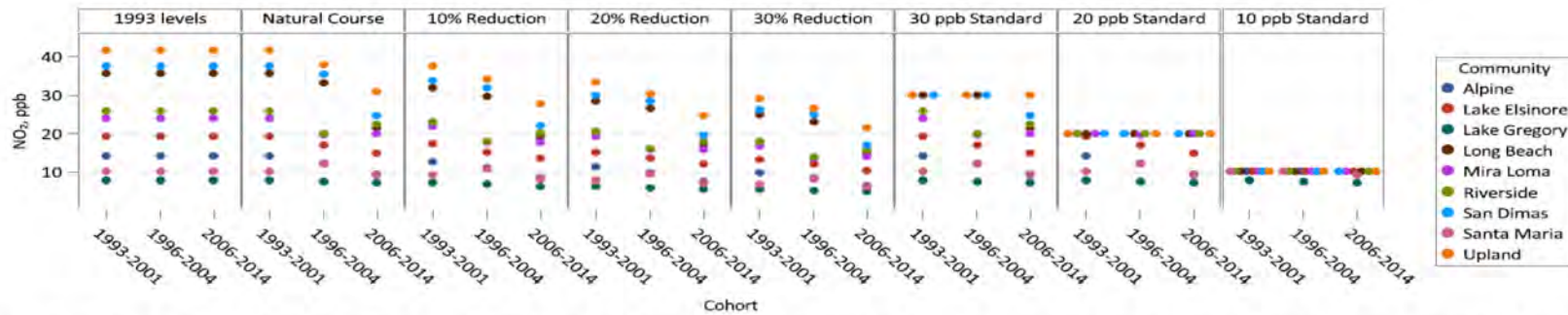


Fig. 1. Distribution of nitrogen dioxide (NO₂) annual average concentrations among the 27 cohort-communities under the natural course of exposure and 7 hypothetical exposure interventions.

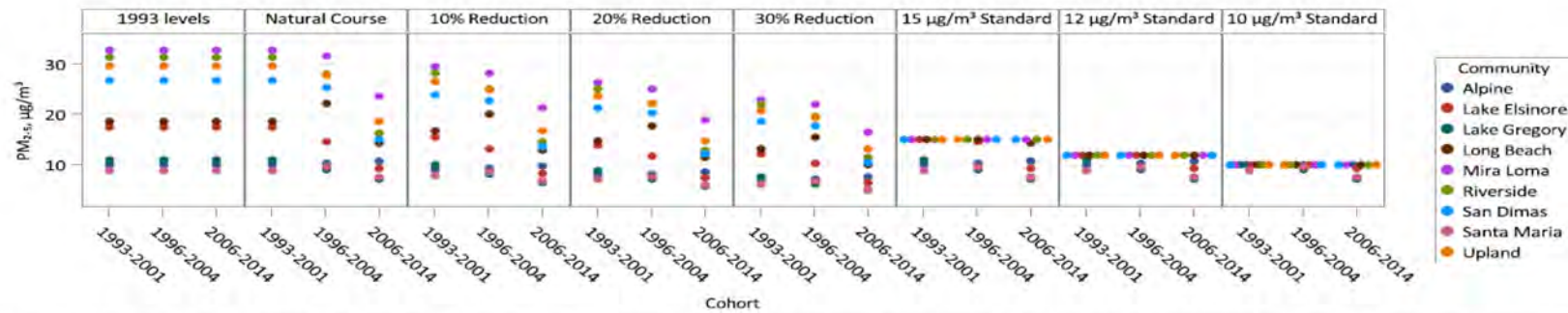


Fig. 2. Distribution of particulate matter $\leq 2.5 \mu m$ (PM_{2.5}) annual average concentrations among the 27 cohort-communities under the natural course of exposure and 7 hypothetical exposure interventions.

Effects of policy-driven hypothetical air pollutant interventions on childhood asthma incidence in southern California

Erika Garcia^{a,1}, Robert Urman^a, Kiros Berhane^a, Rob McConnell^a, and Frank Gilliland^a

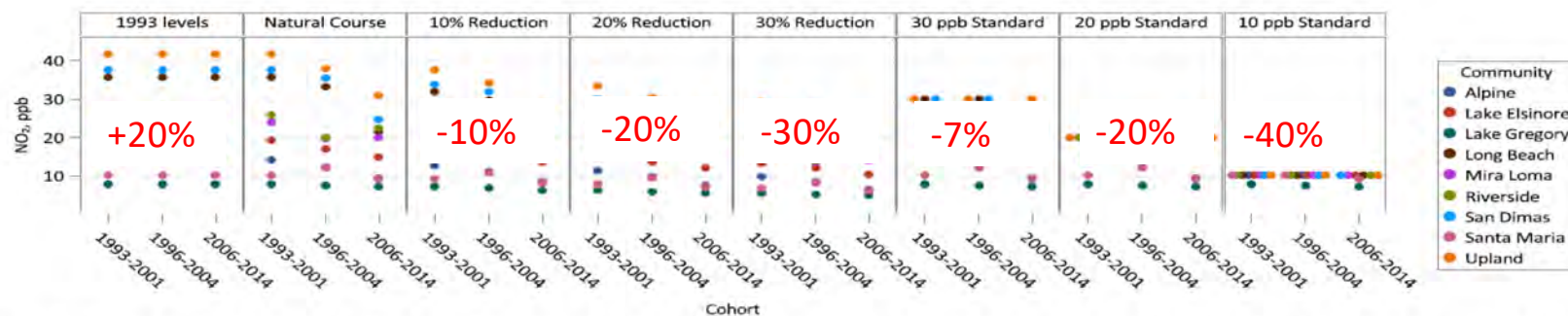


Fig. 1. Distribution of nitrogen dioxide (NO_2) annual average concentrations among the 27 cohort-communities under the natural course of exposure and 7 hypothetical exposure interventions.

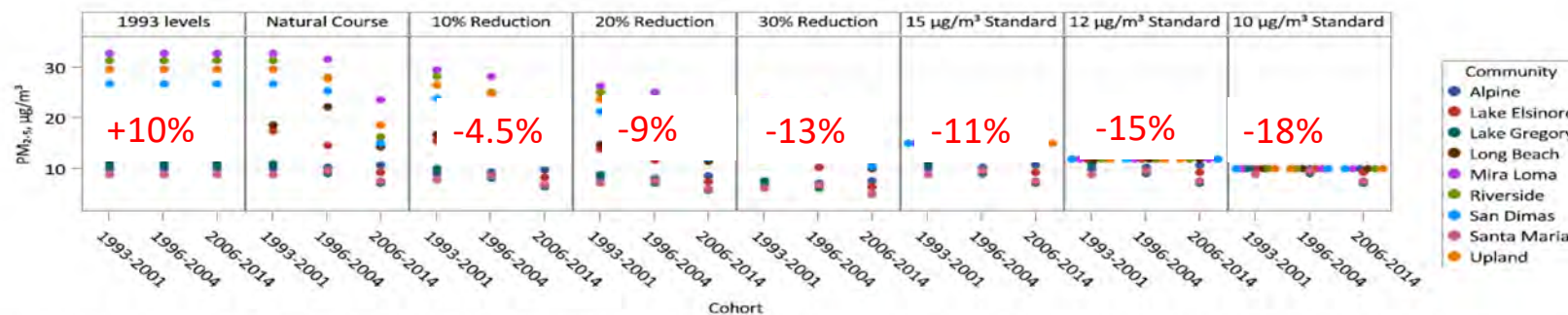
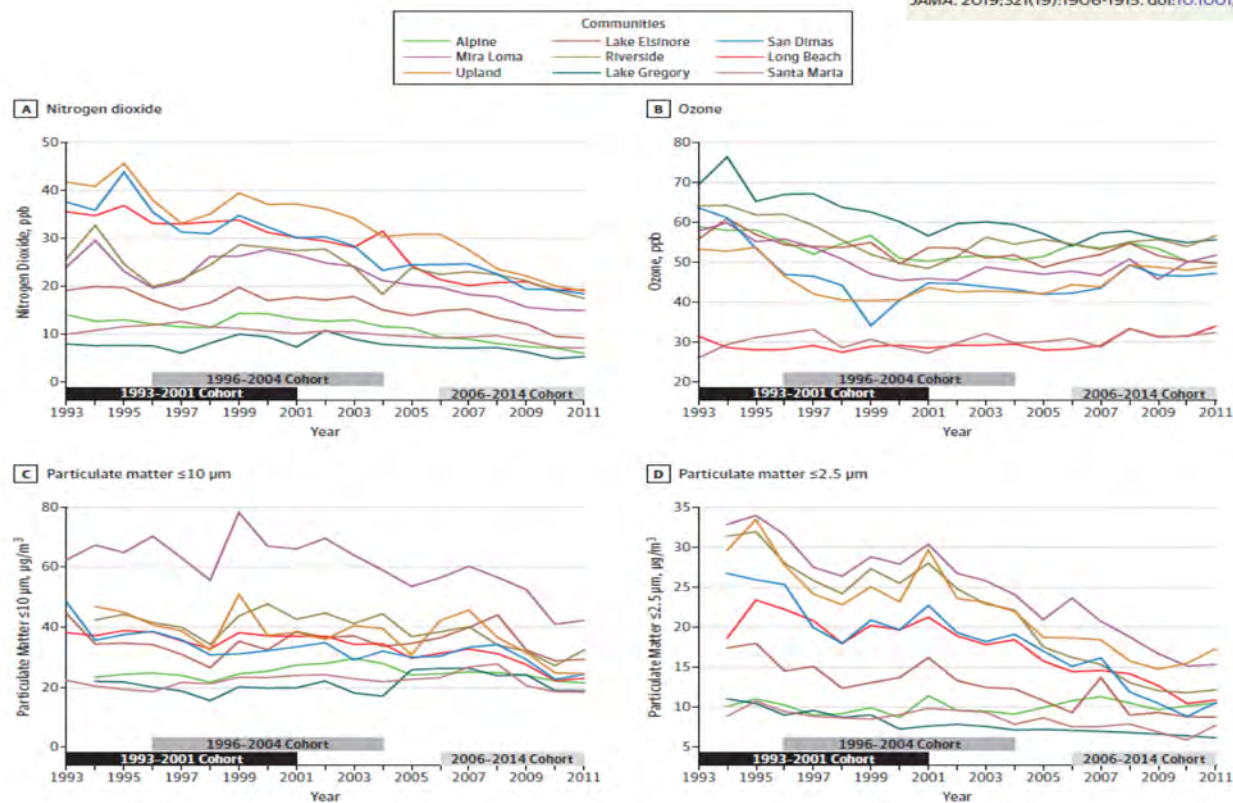


Fig. 2. Distribution of particulate matter $\leq 2.5 \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$) annual average concentrations among the 27 cohort-communities under the natural course of exposure and 7 hypothetical exposure interventions.

Association of Changes in Air Quality With Incident Asthma in Children in California, 1993-2014

Erika Garcia, PhD; Kiros T. Berhane, PhD; Talat Islam, PhD; Rob McConnell, MD; Robert Urman, PhD; Zhanghua Chen, PhD; Frank D. Gilliland, MD, PhD

JAMA. 2019;321(19):1906-1915. doi:10.1001/jama.2019.5357



Black, dark gray, and light gray horizontal bars represent follow-up periods for the 1993-2001, 1996-2004, and 2006-2014 cohorts, respectively. Follow-up for the 2006-2014 cohort is truncated on the graph at 2011, the last year with air pollution data. ppb indicates parts per billion.

Association of Changes in Air Quality With Incident Asthma in Children in California, 1993-2014

Erika Garcia, PhD; Kiros T. Berhane, PhD; Talat Islam, PhD; Rob McConnell, MD; Robert Urman, PhD; Zhanghua Chen, PhD; Frank D. Gilliland, MD, PhD

Table 2. Incidence Rate Ratios (IRRs) and Incidence Rate Differences (IRDs) per 100 Person-Years of Asthma Incidence Associated With Reduction in Regional Air Pollution, 1993-2014^a

Pollutant	Community-Only Adjusted Model (n = 4140) ^b				Fully Adjusted Model (n = 4140) ^c				Fully Adjusted Model With Near-Roadway Pollution (n = 3942) ^d			
	IRR (95% CI)	P Value	IRD (95% CI) ^e	P Value	IRR (95% CI)	P Value	IRD (95% CI) ^e	P Value	IRR (95% CI)	P Value	IRD (95% CI) ^e	P Value
Ozone	0.86 (0.72 to 1.02)	.08	-0.77 (-0.86 to -0.68)	<.001	0.85 (0.71 to 1.02)	.08	-0.78 (-1.44 to -0.12)	.02	0.86 (0.71 to 1.04)	.11	-0.76 (-1.41 to -0.11)	.02
Nitrogen dioxide	0.83 (0.74 to 0.92)	.001	-0.88 (-0.95 to -0.80)	<.001	0.80 (0.71 to 0.90)	<.001	-0.83 (-1.54 to -0.13)	.02	0.81 (0.72 to 0.91)	<.001	-0.82 (-1.52 to -0.12)	.02
PM ₁₀	0.92 (0.81 to 1.05)	.22	-0.47 (-0.67 to -0.28)	<.001	0.93 (0.82 to 1.07)	.32	-0.46 (-0.96 to 0.04)	.08	0.92 (0.81 to 1.04)	.17	-0.48 (-0.90 to -0.06)	.03
PM _{2.5}	0.82 (0.69 to 0.98)	.03	-1.47 (-2.11 to -0.83)	<.001	0.81 (0.67 to 0.98)	.03	-1.53 (-2.95 to -0.11)	.04	0.82 (0.67 to 0.99)	.04	-1.48 (-2.88 to -0.07)	.04

Abbreviation: PM, particulate matter.

^a IRR and IRD are per -8.9 ppb for ozone, -4.3 ppb for nitrogen dioxide, -4.0 µg/m³ for PM₁₀, and -8.1 µg/m³ for PM_{2.5} (median changes in air pollution concentrations observed among the 9 communities between 1993 and 2006).

^b Community-only adjusted model adjusted for community as a fixed effect.

^c Fully adjusted model additionally adjusted for age at baseline, sex, ethnicity,

race, gas stove in home, participation in sports, and community-level mean temperature for baseline year.

^d Fully adjusted model with traffic additionally adjusted for local near-roadway pollution.

^e Models for IRD incorporated weights for communities, based on sample size contribution, to make results interpretable for the entire sample.



Des efforts à plusieurs niveaux



- Au niveau du citoyen : **engagement citoyen**
 - Privilégier les transports en communs
 - Utiliser des produits « verts »
- Au niveau des collectivités territoriales, des états
 - En France : 48 000 décès prématurés/an, 70 à 100 milliards d'€
 - Politiques publiques pour réduire la pollution de l'air
- Plus globalement
 - Promouvoir les technologies alternatives, les énergies durables dites « vertes » ou renouvelables
 - Prendre en compte la dimension du changement climatique.

Voir <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2014SA0156Ra.pdf>;
<https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/politiques-publiques-reduire-pollution-lair>

La devise Shadok de la semaine

QUAND ON NE SAIT PAS DŪ L'ON VA,
IL FAUT Y ALLER...
... ET LE PLUS VITE POSSIBLE.

