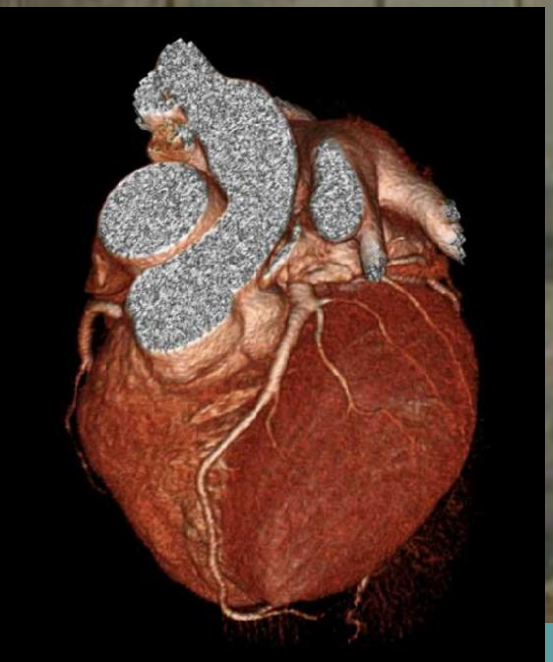
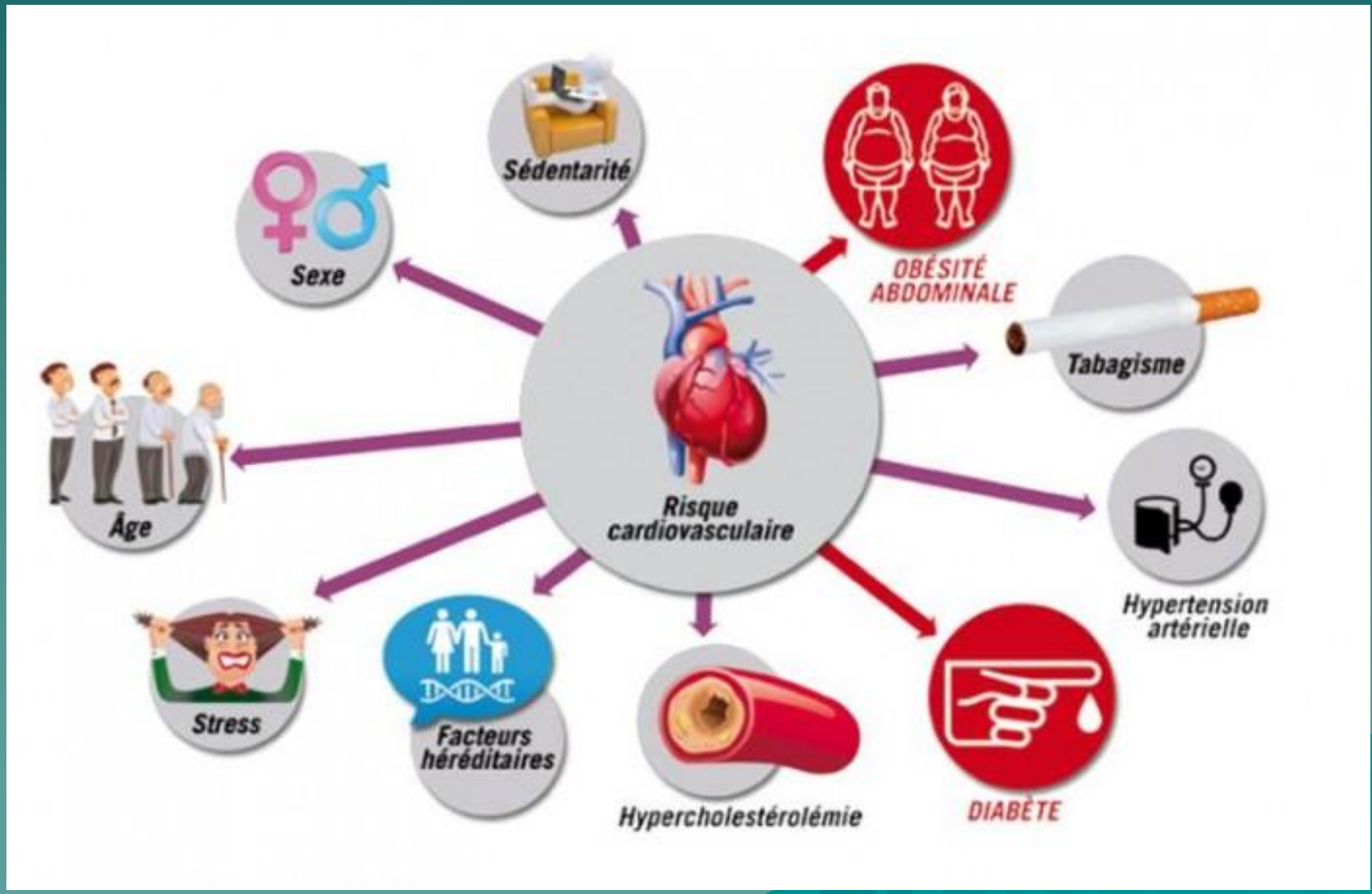
Pollution atmosphérique et complications cardio-vasculaires

Dr REEB Thierry
Cardiologue



FACTEURS DE RISQUE CV



Un peu d'histoire

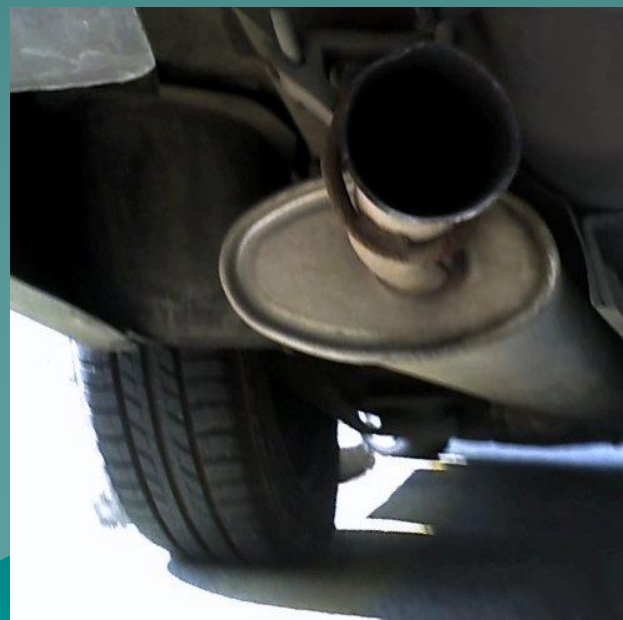
- Grand smog de Londres 1952 est la pire pollution atmosphérique de l'histoire du Royaume Uni : Importante augmentation de décès (4000) par maladie respiratoire mais également cardio-vasculaire

Un peu d’histoire

- Charbon à usage domestique
- Centrale électrique au charbon
- Fumées produites par l'échappement des voitures — tout particulièrement celles qui venaient des autobus fonctionnant au diesel, qui venaient de remplacer le système de tramways récemment mis à la ferraille —

C’est quoi la pollution de l’air?

- Polluants d’origine naturels
  - émissions volcaniques, plantes produisant des pollens, foudre…
- Polluants d’origine humaine
  - - transports
    - industrie
    - chauffage des bâtiments
    - agriculture avec l’utilisation d’engrais azotés, des pesticides et les émissions animales
    - incinération des déchets



C’est quoi la pollution de l’air?

- Espaces clos :
  - produits d’entretien,
  - les colles de moquette,
  - certains meubles en agglomérés,
  - les activités domestiques comme le bricolage…

C’est quoi la pollution de l’air?

Polluants	Substances	Facteurs de Risques	Effets Sanitaires
Aldéhydes	Acétaldéhydes	Tabac, panneaux de particules de bois, isolants, photochimie atmosphérique	Cancer nasal et du larynx
	Formaldéhydes	Panneaux de particules, isolants, livres et magazines neufs, peintures à solvants, produits de traitement du bois	Cancer nasal et du larynx
Ethers de Glycol	Butoxy-ethanol, butoxy-éthylacétate, métoxypropanol	solvants, peintures, encres, colles, vernis, diluants, produits d'entretien	Effets hémathologiques et testiculaires
Gaz	CO, NO2, O3, CO2	Appareil de chauffage-tabac-transport-Industrie	Effets respiratoires, cardiovasculaires et neurologiques
Hydrocarbures	Benzène	Produits de bricolages, de construction ou de décoration, carburants ,ameublements	Effets neurologiques et immunologiques, leucémies
	Dichlorobenzène	antimites, désodorisants, taupicides	effets rénaux
	Ethybenzène	Cires	Effet sur le développement de l'organisme
	N-décane, N-undécane	White spirit, colles pour sols, cires, vernis à bois, nettoyants sol, moquettes	Non évalués
	Styrène	matières plastiques, isolants, tabac	Effets neurologiques, cancer pulmonaire possible chez l'homme
	Tétrachloroéthylène	Textiles, moquettes, tapis	Effets rénaux et neurologiques, cancer de l'œsophage et lymphatique probable
	Toluène	Peintures, vernis, colles, encres, moquettes, tapis	Effets neurologiques
	Trichloréthylène	Peintures, vernis, colles, dégraissants, métaux	Effets neurologques, cancer des testicules, du foie ou lymphatique.
	Triméthylbenzène	Solvants pétroliers, goudrons, vernis	Non évalués
	Xylène	Peintures, vernis, colles, insecticides	Effets neurologiques
Moisissures	Spores dans l'air, allergisants et toxiques	milieux humides et confinés	rhinite, dermatite, bronchite allergique, asthme, mycoses broncho-pulmonaires allergiques
Particules PM 2.5	particules fines dont le diamètre est inférieur à 2.5 microns	pollutions extérieurs, pollens, tabac, cuisine, ménage, combustion	Effets respiratoires et cardiovasculaires

- http://www.encyclo-ecolo.com/Polluants_atmosph%C3%A9riques

C’est quoi la pollution de l’air?

Polluants	Substances	Facteurs de Risques	Effets Sanitaires
Aldéhydes	Acétaldéhydes	Tabac, panneaux de particules de bois, isolants, photochimie atmosphérique	Cancer nasal et du larynx
	Formaldéhydes	Panneaux de particules, isolants, livres et magazines neufs, peintures à solvants, produits de traitement du bois	Cancer nasal et du larynx
Ethers de Glycol	Butoxy-ethanol, butoxy-éthylacétate, méthoxypropanol	solvants, peintures, encres, colles, vernis, diluants, produits d'entretien	Effets hématologiques et testiculaires
Gaz	CO, NO2, O3, CO2	Appareil de chauffage-tabac-transport-Industrie	Effets respiratoires, cardiovasculaires et neurologiques
Hydrocarbures	Benzène	Produits de bricolages, de construction ou de décoration, carburants ,ameublements	Effets neurologiques et immunologiques, leucémies
	Dichlorobenzène	antimites, désodorisants, taupicides	effets rénaux
	Ethybenzène	Cires	Effet sur le développement de l'organisme
	N-décane, N-undécane	White spirit, colles pour sols, cires, vernis à bois, nettoyants sol, moquettes	Non évalués
	Styrène	matières plastiques, isolants, tabac	Effets neurologiques, cancer pulmonaire possible chez l'homme
	Tétrachloroéthylène	Textiles, moquettes, tapis	Effets rénaux et neurologiques, cancer de l'œsophage et lymphatique probable
	Toluène	Peintures, vernis, colles, encres, moquettes, tapis	Effets neurologiques
	Trichloréthylène	Peintures, vernis, colles, dégraissants, métaux	Effets neurologques, cancer des testicules, du foie ou lymphatique.
	Triméthylbenzène	Solvants pétroliers, goudrons, vernis	Non évalués
	Xylène	Peintures, vernis, colles, insecticides	Effets neurologiques
Moisissures	Spores dans l'air, allergisants et toxiques	milieux humides et confinés	rhinite, dermatite, bronchite allergique, asthme, mycoses broncho-pulmonaires allergiques
Particules PM 2 5	particules fines dont le diamètre est inférieur à 2.5 microns	pollutions extérieurs, pollens, tabac, cuisine, ménage, combustion	Effets respiratoires et cardiovasculaires

- http://www.encyclo-ecolo.com/Polluants_atmosph%C3%A9riques

C’est quoi la pollution de l’air?

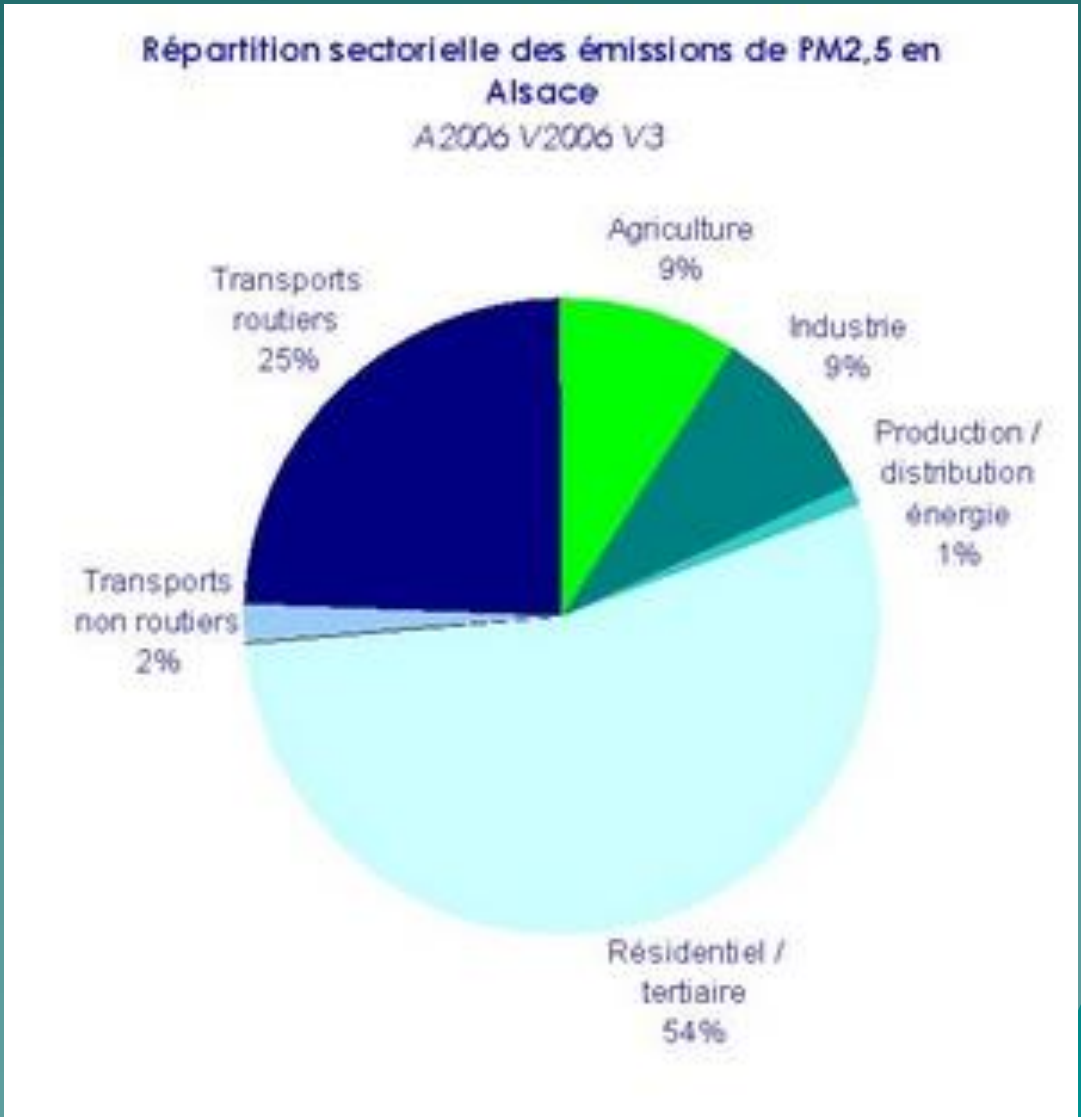
MICROPARTICULES :

- Grossières (coarse) : <10 et ≥ 2.5 µm (PM10)
- Fines : < 2.5 et ≥ 0.1 (PM2.5)
- Ultrafine : < 0.1 µm très peu prises en compte dans les systèmes de mesures actuelles qui tiennent compte uniquement de la masse particulaire(Diesel notamment récents avec filtres à particules), mais participe grandement (et probablement sous-estimée) au stress oxydatif/Inflammation systémique

Et l’avion?

- le carburant utilisé est du kérosène qui semble davantage proche de l'essence que du diesel de part sa composition
- les émissions sont des PM fines et ultrafines, NO2, CO, CO2..
- Les déplacements au sol des avions engendrent le plus de pollution mesurable, le reste étant émis dans différentes couches atmosphériques (et semble y rester, jouant un rôle dans le réchauffement et l'effet de serre mais moins sur la qualité de l'air que l'on respire au sol)

Les sources de pollution atmosphérique en ALsace



Pollution et décès

- OMS : Pollution par particules fines est responsable de 3.1% d'années perdues, 7 millions/ans

Muzel T et al, Eur Heart J, 2015, 36 : 1777 - 1779

Pollution et complications cardio-vasculaires

- Etudes épidémiologiques

- Effets long terme: étude effets /**concentration moyenne en** polluants sur plusieurs années a proximité **lieu habitation.**

- Effets court terme: en fonction variation **heures ou jours précédents l'accident cardiovasculaire.(*Time-series ou cross* over study)**

- Etude association **trafic routier** (**sans tenir compte** directement de la concentration en polluants) et patho cardiovascul: distance habitation/axe routier, temps passé dans trafic heures (ou jours) précédents l'infarctus (voiture, transp commun, velo..)

Pollution de l'air et Mortalité globale

- *Effet à court terme sur la mortalité* :

Une élévation de 10 µg/m3 de pollution particulaire (PM2,5) augmente la mortalité toutes causes confondues de 1% (Aktinson,Thorax 2014; 69 : 660-665)

Seuil d'alerte en France : moyenne journalière de 80 µg/m3 (Loi LAURE sur l'air, 1996)

Pollution de l'air et Mortalité

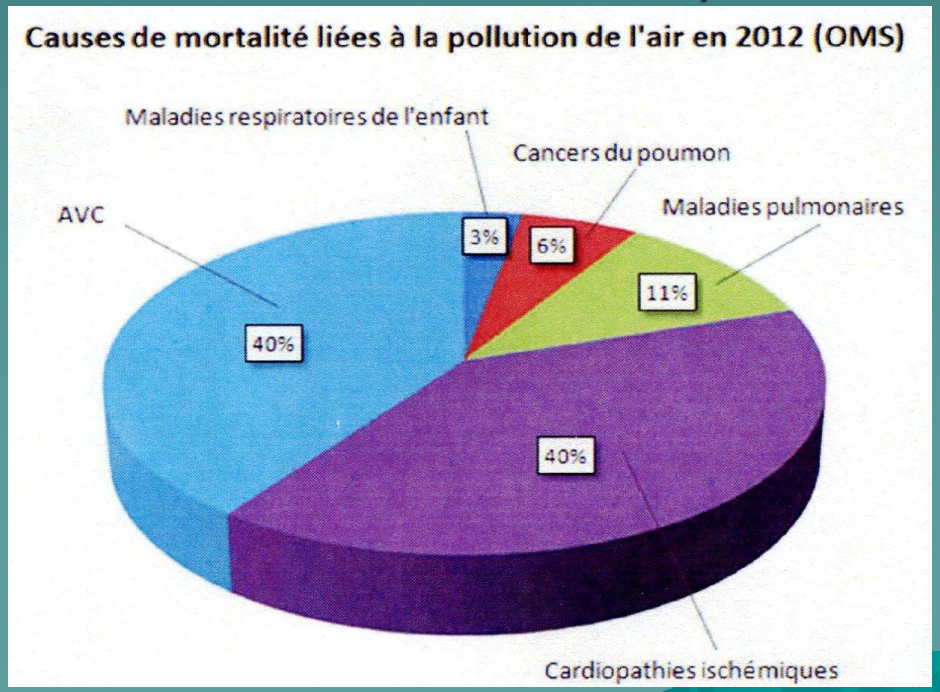
- *Effet à long terme sur la mortalité* :

Une élévation de 10 µg/mm3 de pollution particulaire (PM2,5) augmente la mortalité toutes causes de 6% et de causes cardio-vasculaire de 11%

- Hoek G, Health 2013;12:43

Pollution et complications cardio-vasculaires

- Les maladies mortelles dues à la pollution atmosphérique sont pour les 3/4 des pathologies cardiovasculaires, et pour 1/ 4 des maladies respiratoires dont des cancers du poumon. Lelieveld et al. Nature 525, 367–371



Pollution de l'air et complications cardio-vasculaires

- *Effet à court terme* :

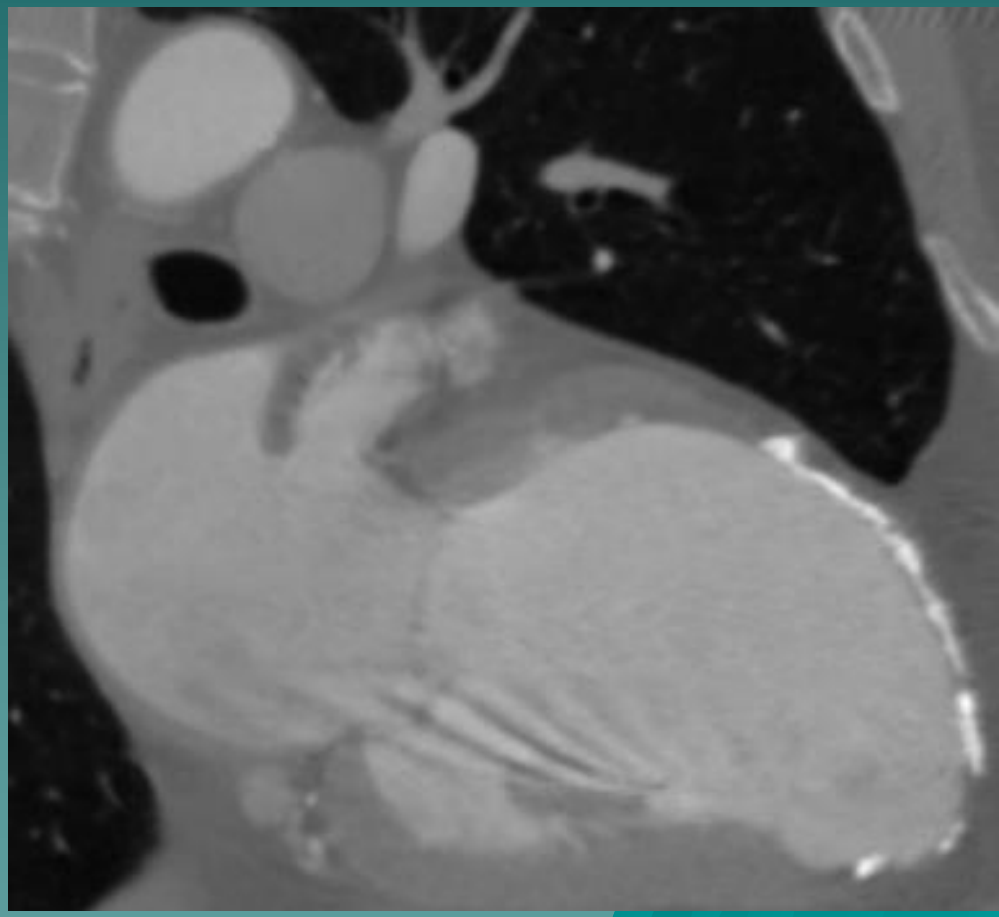
Il existe une très forte corrélation (X3) entre déclenchement d'un infarctus myocardique et l'exposition au trafic routier dans les heures précédentes

Peters et al. *N ENGL J MED* oct 2004 315;17

Pollution et complications cardio-vasculaires

Effet à long terme

- Etude USA 65000 femmes Ménopausées : Augmentation de l'incidence d'évènement coronarien et de décès d'origine coronarienne augmente de 21%, pour toute augmentation de 10µg/m3 de PM2.5. Miller KA, N Engl J Med 2007;356:447–458.
- ESCAPE Study :Etude européenne. Augmentation de 13%, pour toute augmentation de 5µg/m3 de PM2.5.



Preuves expérimentales

- Etudes avec exposition contrôlée

Chambre inhalation: Exposition 300 µg/m3 pdt 1h ↗

Etude randomisee double aveugle chez patients avec ATCD coronariens : Monitoring ECG-exposition 1h Diesel **ou Air** filtre- Exercice velo 15min-Repos 15mim:

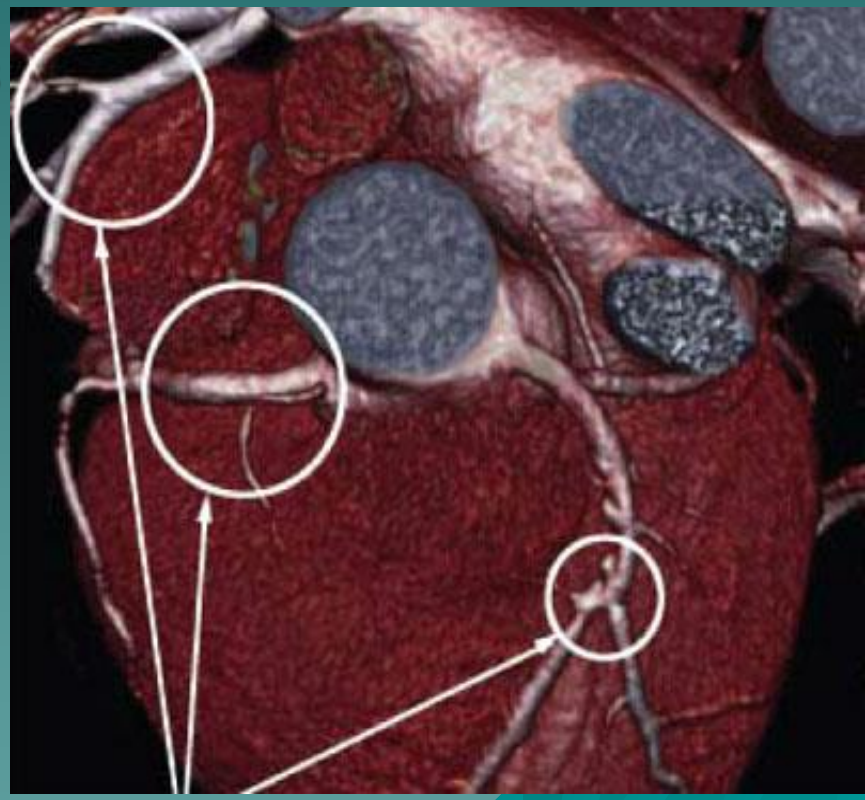
↗ **sous décalage ST chez groupe expose au diesel**

- Mills et al. *N Engl J Med. 2007 Sep 13;357(11): 1075-82*

Pollution et complications cardio-vasculaires

Effet à long terme : LANCET 2016

- Pendant plus de 10 ans, les auteurs ont répété les mesures des calcifications des coronaires par scanner chez près de 6800 participants, âgés de 45 à 84 ans et de conclure qu'un changement de résidence, où l'exposition annuelle moyenne est de 11 µg $PM_{2,5}/m^3$, à une résidence, où elle est de 22 µg $PM_{2,5}$ $/m^3$, aura pour conséquence une accélération de 38 % de la progression annuelle de l'athérosclérose.



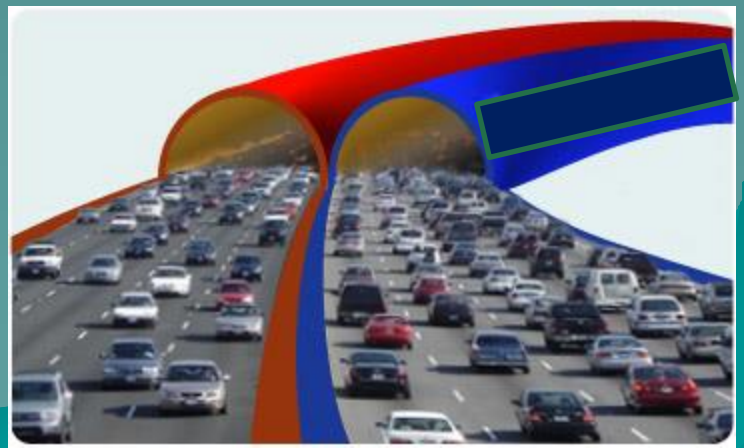
- Kaufman J.D. et coll. : Association between air pollution and coronary artery calcification within six metropolitan areas in the USA (the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis and Air Pollution): a longitudinal cohort study. Lancet, 2016

Pollution et complications cardio-vasculaires

- Atherosclérose/thrombose

Pathologie vasculaire périphérique : AVC, artérite

- Etude USA 65000 femmes Ménopausées : Augmentation de l'incidence d'évènement et décès d'origine neuro-vasculaire (AVC) augmente respectivement de 35% et 83%, pour toute augmentation à long terme de 10µg/m3 de PM2.5. Miller KA, N Engl J Med 2007;356:447–458.



Pollution et complications cardio-vasculaires

- Atherosclérose/thrombose

Pathologie vasculaire périphérique : AVC, artérite

Escape étude prospective européenne:

- 99,446 participants, 3,086 feront un AVC:
- ↗5-µg/m3 PM2.5 annuelle: **↗19% AVC (HR= 1.19, 95% CI: 0.88, 1.62).**

Similaire pour PM10.

- Resultats robustes même apres ajustement FRCV
- **Et meme en dessous des normes europeennes: participants avec expo**
  - PM2.5 annuelle < 25 µg/m3
  - Stafoggia *Environ Health Perspect Sept 2014(122)*

Pollution et complications cardio-vasculaires Insuffisance cardiaque

	% Increase in risk (95% CI)
Gaseous pollutants	
Carbon monoxide (per 1 ppm)	(2.52–4.54)
Sulphur dioxide (per 10 ppb)	2.36 (1.35–3.38)
Nitrogen dioxide (per 10 ppb)	1.70 (1.25–2.16)
Ozone (per 10 ppb)	0.46 (20.10–1.02)
Particulate pollutants	
PM2 · 5 (per 10 mg/m3)	2.12 (1.42–2.82)
PM10 (per 10 mg/m3)	1.63 (1.20–2.07)

Ppm, parts per million; Ppb, parts per billion. Modified from Shah et al. Lancet 2013;382:1039–1048.

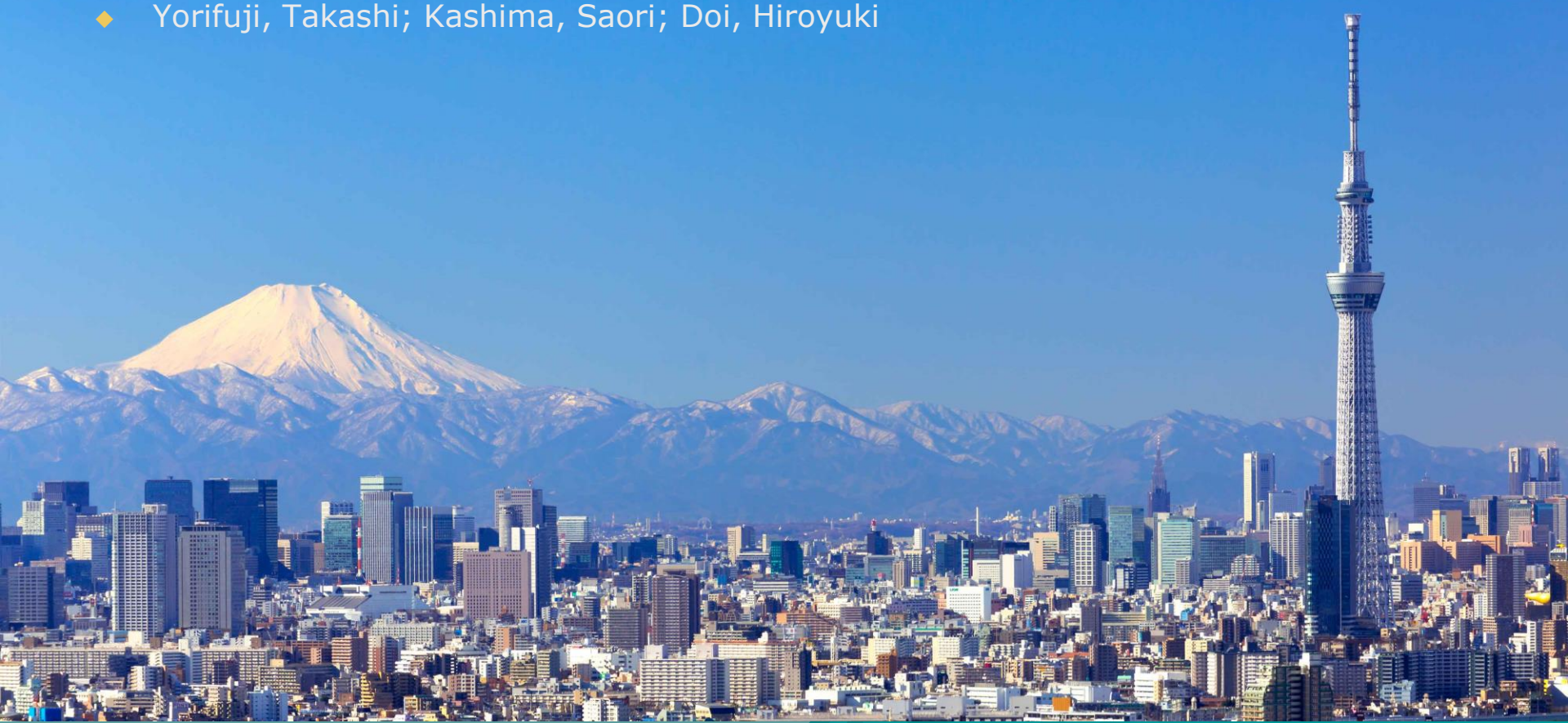
Pollution de l'air et Mort subite

- *Etude association trafic routier* :
- Habiter à moins de 50 m d'un grand axe routier augmente le risque de mort subite d'origine cardiaque de 38% vs habiter à plus de 500 m

Hart et al. *Circulation*. 2014 Oct 21;130(17):1474-82

Des politiques qui marchent!!!

- Epidemiology:July 28, 2016
- Fine-Particulate Air Pollution from Diesel Emission Control and Mortality Rates in Tokyo: A Quasi-Experimental Study.
- Yorifuji, Takashi; Kashima, Saori; Doi, Hiroyuki



Des politiques qui marchent!!!

- Interdiction du Diesel depuis 2003
- Baisse de la mortalité totale de 6%
- Baisse de des accidents cardio-vasculaires de 11%
- Baisse des accidents coronariens de 10%
- Baisse des AVC de 6,2%
- Baisse des maladies pulmonaires de 22%
- Baisse des cancers pulmonaires de 4,9%

L’avion c’est aussi le bruit?

- Noise Health. 2015 Sep-Oct;17(78):328-36. doi: 10.4103/1463-1741.165058.
- **Does exposure to aircraft noise increase the mortality from cardiovascular disease in the population living in the vicinity of airports? Results of an ecological study in France.**
- Evrard AS[1], Bouaoun L, Champelovier P, Lambert J, Laumon B.

Et le bruit?

- Noise Health. 2015 Sep-Oct;17(78):328-36. doi: 10.4103/1463-1741.165058.
- Etude sur 161 communes autours de Paris Charles de Gaulle, Lyon St Ex et Toulouse-Blagnac
- Pour une élévation moyenne du bruit de 10bB les auteurs ont constaté une augmentation de :

- 18% de mortalité CV
- 24% maladie coronarienne
- 8% d'AVC

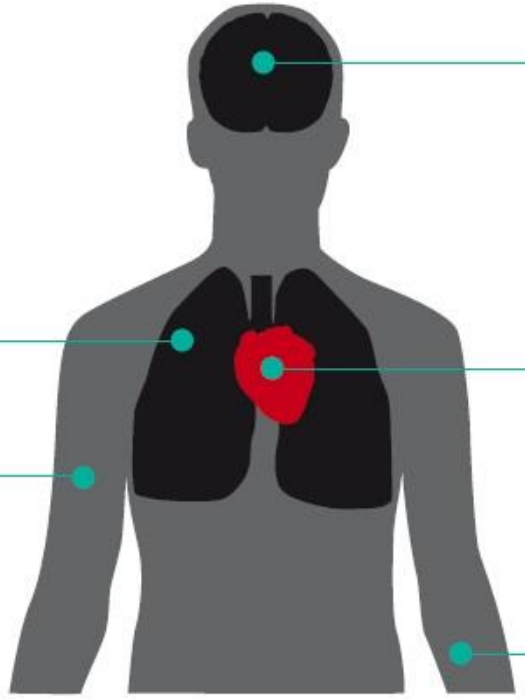
TRIBUNE LIBRE des PNEUMOLOGUES Français en sept 2016

- Pr Bruno HOUSSET :
  - 48000 décès par an en France
  - La pollution coûte 9 mois d'espérance de vie en moyenne
  - « Il est urgent d'agir contre la pollution de l'air »

Effets des particules en suspension sur la santé

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

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



Cerveau :
Augmentation de l'ischémie cérébrale

Cœur :
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

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

Inflammation systémique et stress oxydatif :
Augmentation de C réactive protéine
Augmentation des médiateurs pro-inflammatoires
Activation des leucocytes et des plaquettes

- Air interieur VS exterieur

Toxicite air interieur< air ext sauf si tabagisme, peinture, cuisson non ventilee (Inde..)

- Von Klot. *Eur Heart J. 2008 Aug;29(15):*