

# Jifa 2015

Actualités des impacts  
environnementaux en  
pathologies cardiovasculaires.

# Deux grands sujets d'actualité environnementale

1. Le réchauffement climatique
2. La qualité de l'air dans les mégalofoles.

## Dans un contexte particulier:

Celui des Inégalités sociales de santé , dont la cause pourrait être celle de l'exposition à l'environnement, avec la mise en évidence d'un différentiel d'exposition et d'un différentiel de vulnérabilité.( qualité de l'air +++)

# 1-Réchauffement climatique

- Les faits
- Effets sur la qualité de l'air
- Air intérieur, air extérieur
- Impacts sanitaires
  - Généraux
  - cardiovasculaires

# Réchauffement climatique

- Le **réchauffement climatique**, également appelé **réchauffement planétaire**, ou **réchauffement global**, est un phénomène d'augmentation de la température moyenne des océans et de l'atmosphère terrestre, mesuré à l'échelle mondiale sur plusieurs décennies, et qui traduit une augmentation de la quantité de chaleur de la surface terrestre.
- On observe un réchauffement global depuis le début du  $xx^e$  siècle.

# les principaux gaz à effet de serre

- Le **dioxyde de carbone** est émis principalement par la combustion de combustibles fossiles (pétrole, gaz naturel et charbon), les déchets solides, les arbres et les produits du bois.
- Le **méthane** est émis lors de la production et du transport du charbon, du gaz naturel et du pétrole. Les émissions de méthane aussi résulter de l'élevage et des pratiques agricoles et de la décomposition de matières organiques dans les décharges municipales de déchets solides.
- L'**oxyde nitreux** est émis au cours des activités agricoles et industrielles, ainsi que lors de la combustion des combustibles fossiles et des déchets solides.
- Les **gaz Fluorés**, tels que les hydrofluorocarbones, chlorofluorocarbones(CFC).

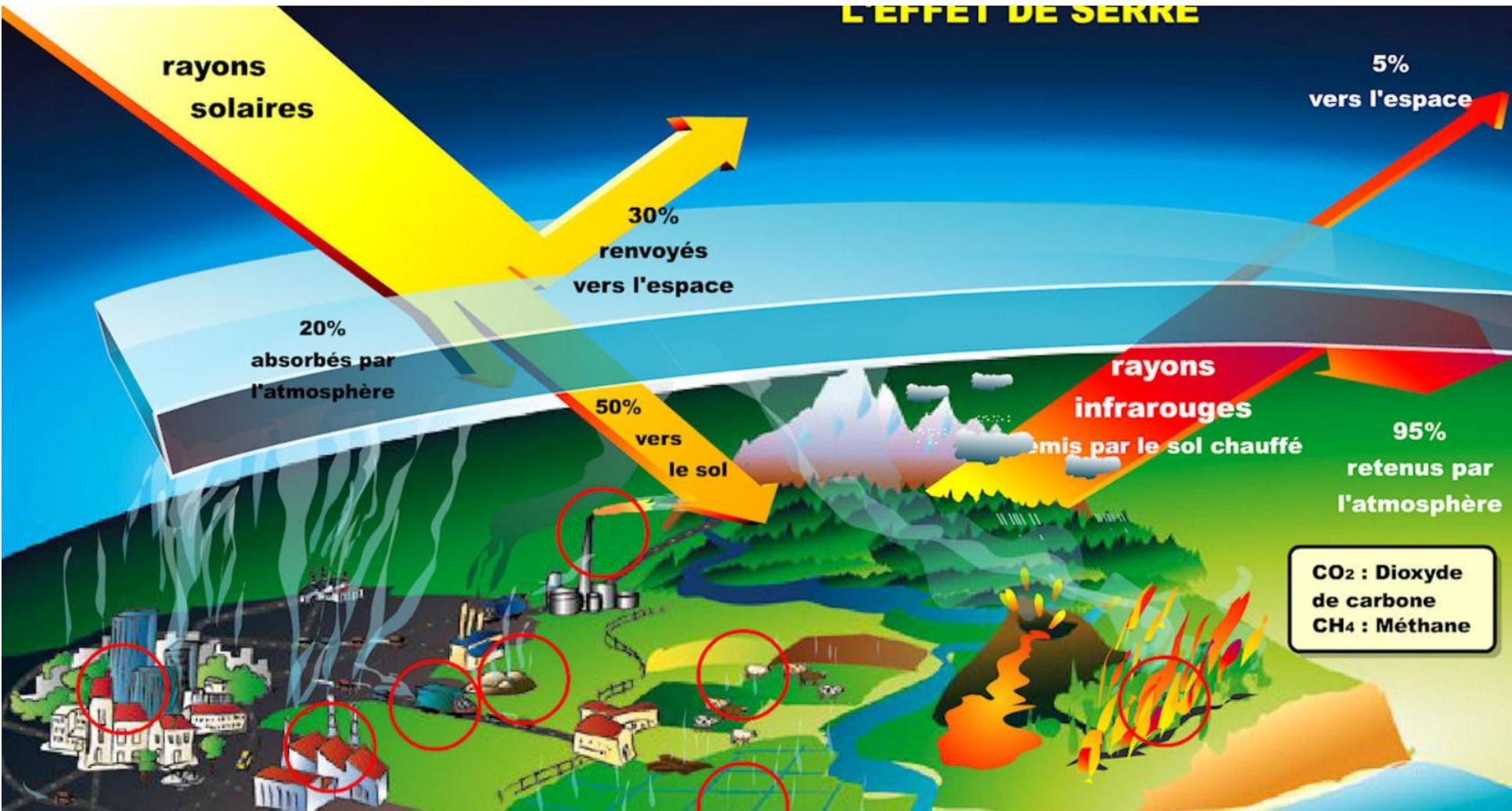
## **Dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)**

Le CO<sub>2</sub>, gaz incolore, inerte et non toxique, est le **principal gaz à effet de serre** à l'état naturel, avec la vapeur d'eau. Sa durée de vie dans l'atmosphère est d'environ 100 ans. Il est produit lorsque des composés carbonés sont brûlés et en présence d'oxygène.

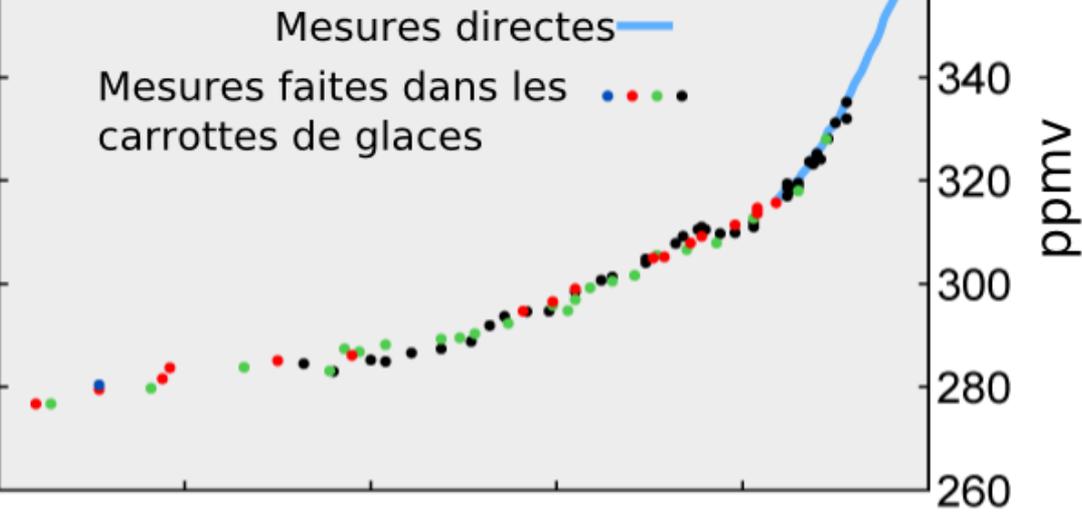
Ses sources naturelles sont très nombreuses : éruptions volcaniques, respiration des plantes, des animaux et des hommes, incendies naturels de forêts, décomposition de la matière organique morte de plantes et d'animaux...

Sous l'action de l'homme, le taux de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère augmente régulièrement et notamment de 30% au cours des deux derniers siècles. En France, au cours des 20 dernières années, **70% à 90% des émissions de dioxyde de carbone proviendraient de la combustion des carburants d'origine fossile**. L'agriculture et la sylviculture contribueraient pour 12% des émissions de dioxyde de carbone.

# L'EFFET DE SERRE.

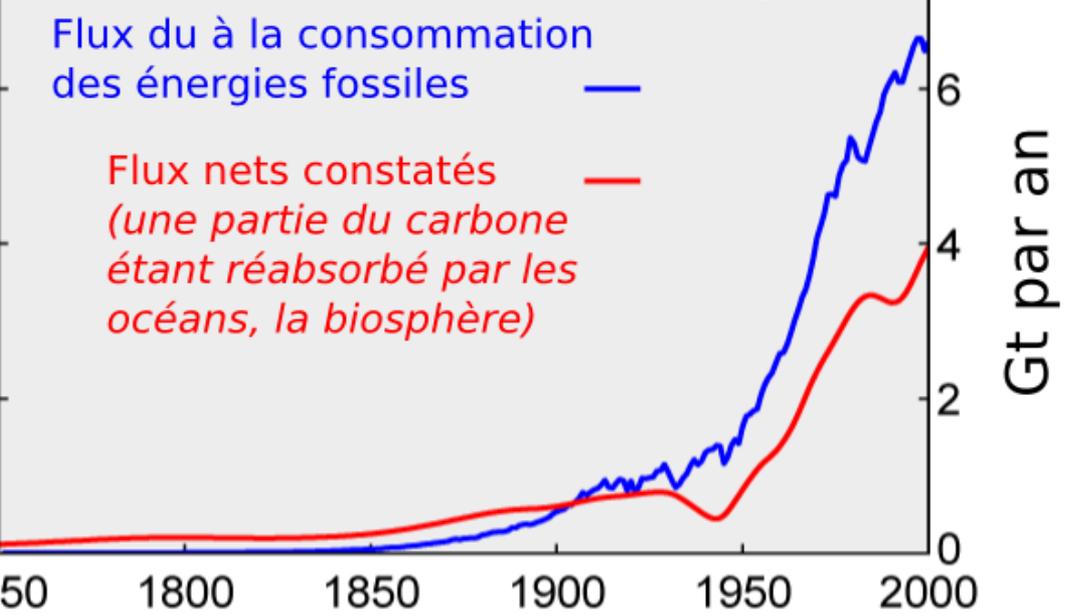


# Concentration en dioxyde de carbone atmosphérique



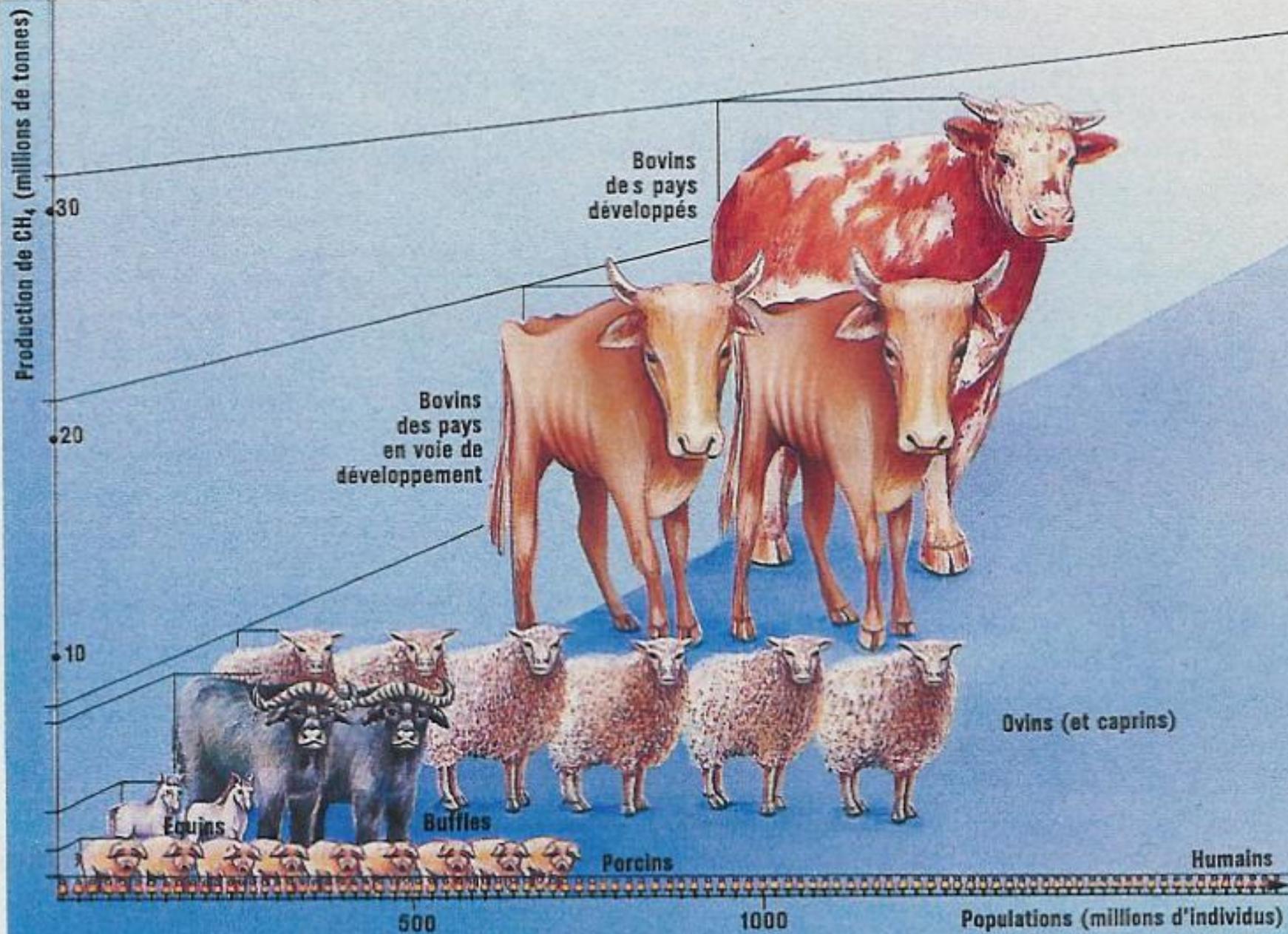
Partie par million en volume

# Flux de carbone vers l'atmosphère

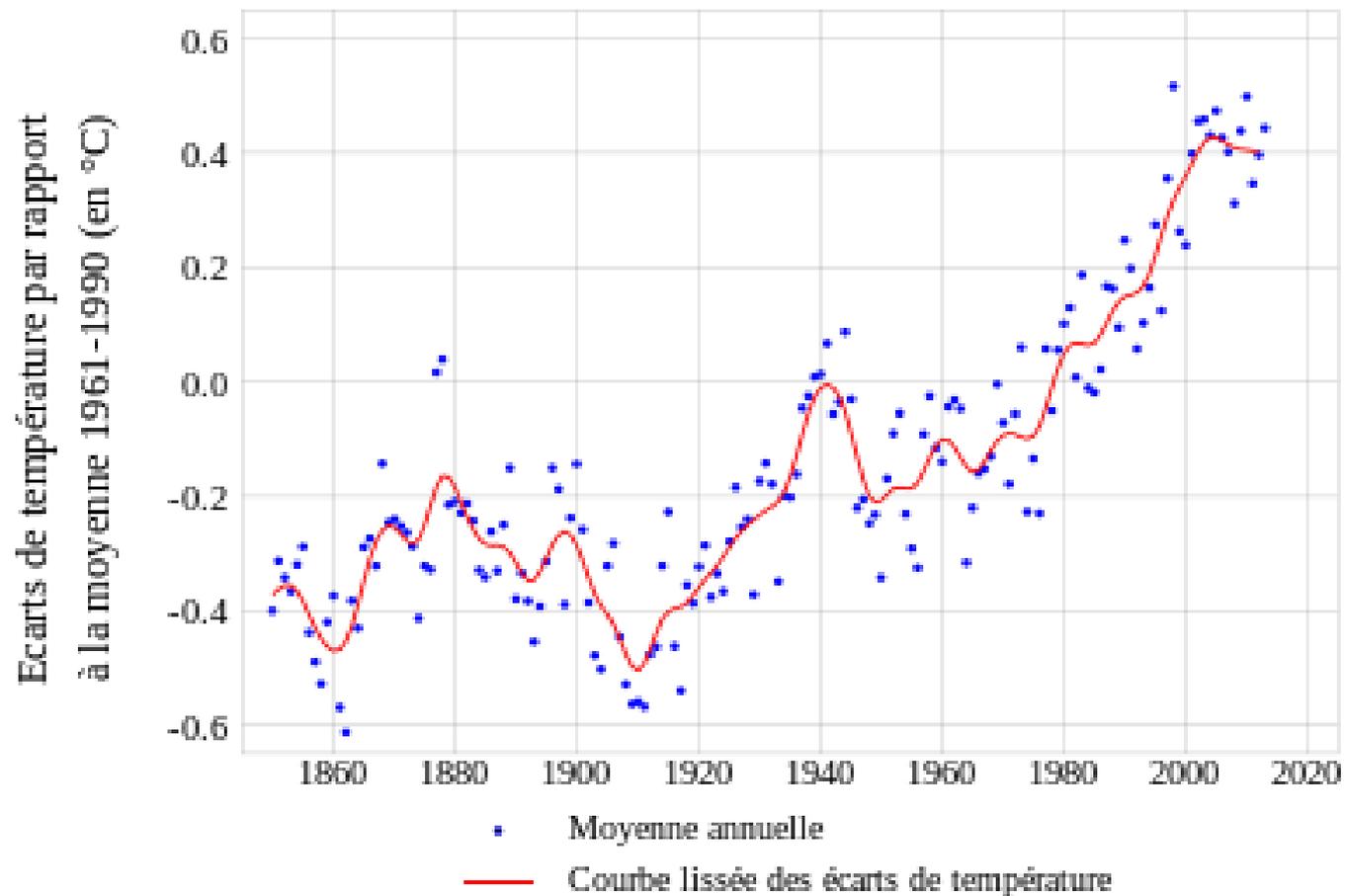


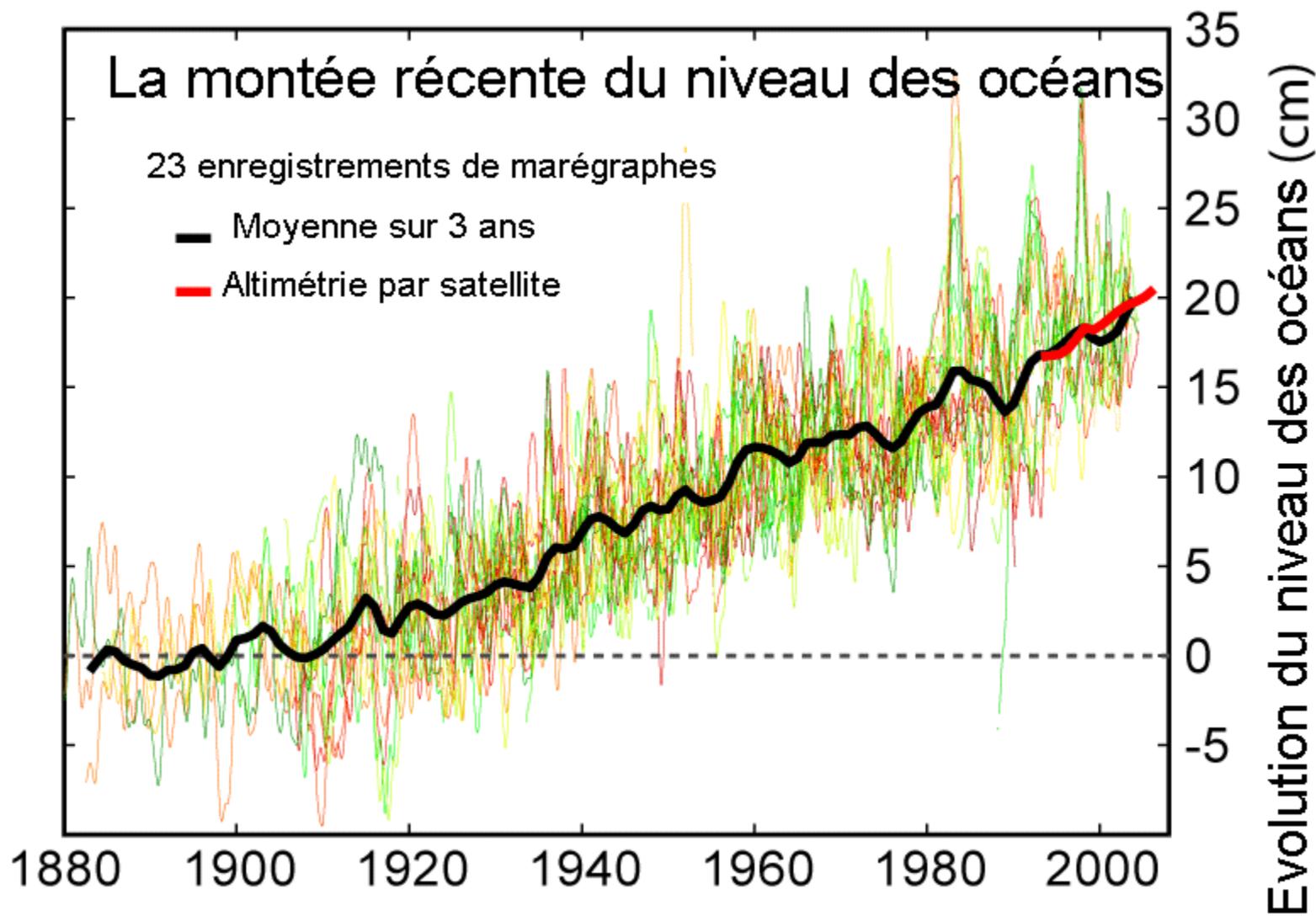
Giga tonnes

# LES BŒUFS RICHES POLLUENT PLUS QUE LES PAUVRES...



## Écarts des températures globales de surface (1850-2013)





# Rapport du GIEC

- Les projections des modèles climatiques présentées dans le dernier rapport du Giec (groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) indiquent que la température de surface du globe est susceptible d'augmenter de **1,1 à 6,4 °C** supplémentaires au cours du XXI<sup>e</sup> siècle.

# Impacts sanitaires

## Généraux

Modification des distributions géographiques des vecteurs de maladies infectieuses et parasitaires  
paludisme, leishmaniose, fièvre du Nil,

Déplacement d'espèces végétales plus ou moins allergisantes et de leurs pollens

Une prévalence des lithiases urinaires prématurité et mortalité périnatales

Risques psychiatriques (dont les effets secondaires des médicaments) contaminations des systèmes de climatisation (légionellose)°

Autres impacts...  
Bienvenue dans la  
complexité...

Polluants de l'air  
air intérieur air extérieur

# Les sources de la pollution de l'air des villes

## Agriculture nature

Elevage, culture

- Composés organiques volatils, poussières

## Electricité thermique

Centrales thermiques

- $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , poussières

## Activités industrielles

Chimie. Construction automobile. Const. électrique, électronique. Matériaux de construction. Agroalimentaire.

Raffinage. Métallurgie

- $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$ , plomb, poussières.

## Résidence tertiaire

Chauffages Industriels

Chauffages collectifs ou individuels (fuel ou charbon)

- $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x$ , composés organiques volatils, poussières

## Transports

Trafic routier. Trafic aérien.

Trafic ferroviaire. Trafic fluvial

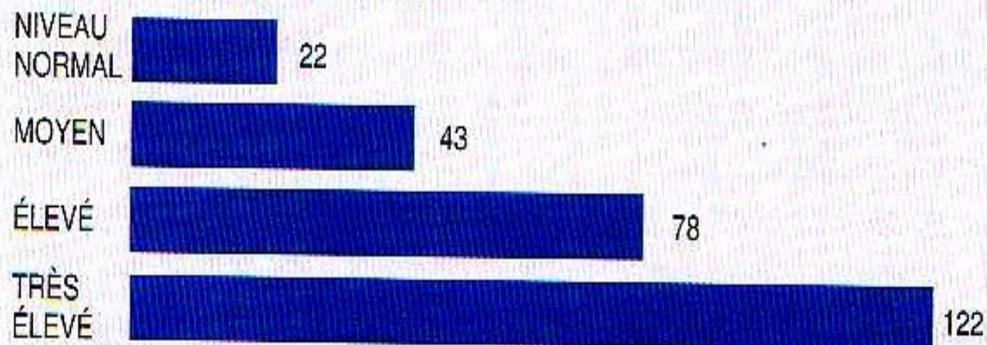
- $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ , composés organiques volatils, poussières

$\text{CO}$  : monoxyde de carbone

$\text{NO}_x$  : oxyde d'azote

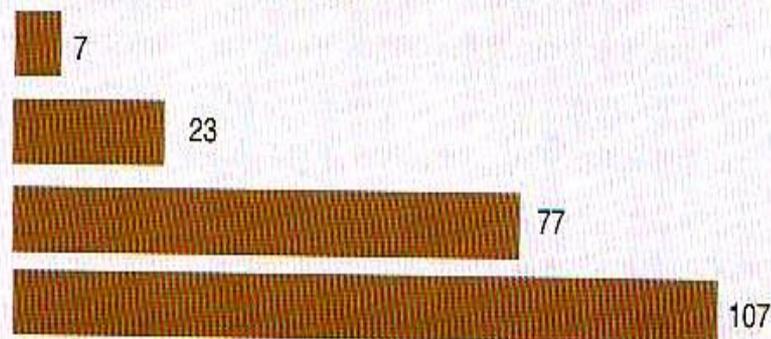
$\text{SO}_2$  : dioxyde de soufre

### OXYDES D'AZOTE (NO<sub>x</sub>)



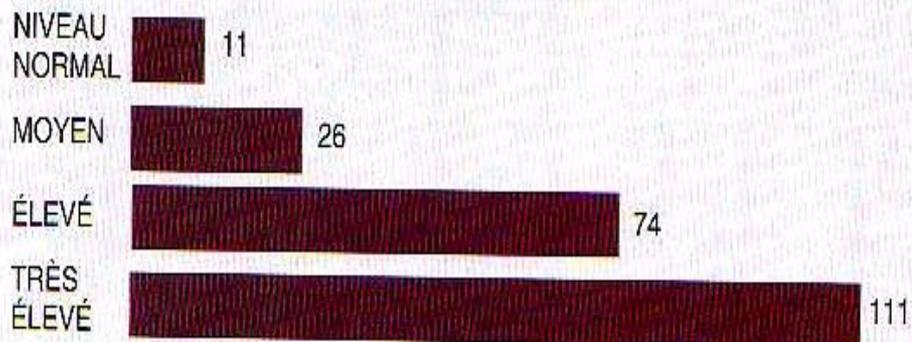
EFFETS : Maux de tête, affections des voies respiratoires inférieures, asthme

### DIOXYDE DE SOUFRE (SO<sub>2</sub>)



EFFETS : Affections respiratoires, maux de tête, asthme, accidents cardio-vasculaires

### PARTICULES FINES OU FUMÉES NOIRES



EFFETS : Asthme, maux de tête, accidents cardio-vasculaires

### OZONE (O<sub>3</sub>)



EFFETS : Maladies respiratoires, pathologies de l'œil

**1. Concentrations de polluants (en microgrammes par mètre cube) mesurées en Île-de-France lors de situations normales ou de pollution moyenne, élevée et très élevée.**

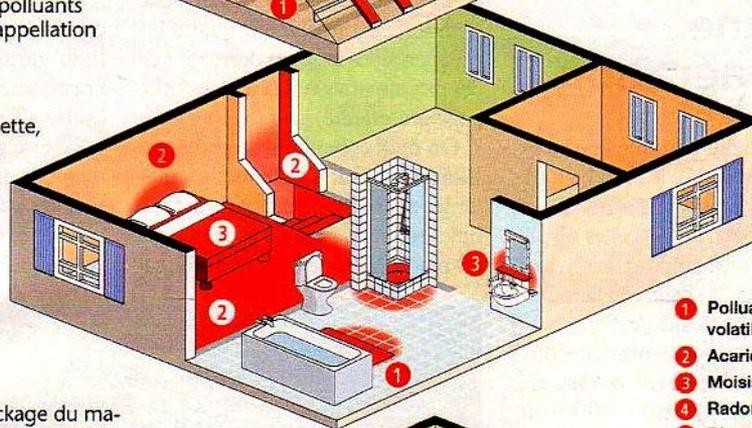
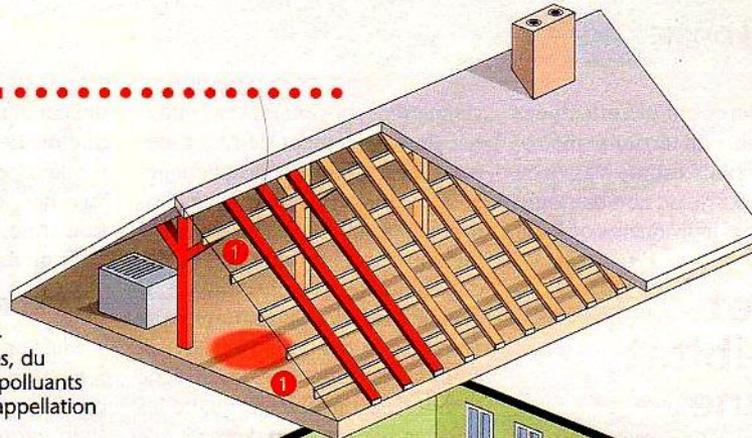
**On indique également les effets sur la santé, par ordre d'importance décroissante (d'après l'Observatoire régional de santé d'Île-de-France).**

## DANGERS À TOUS LES ÉTAGES

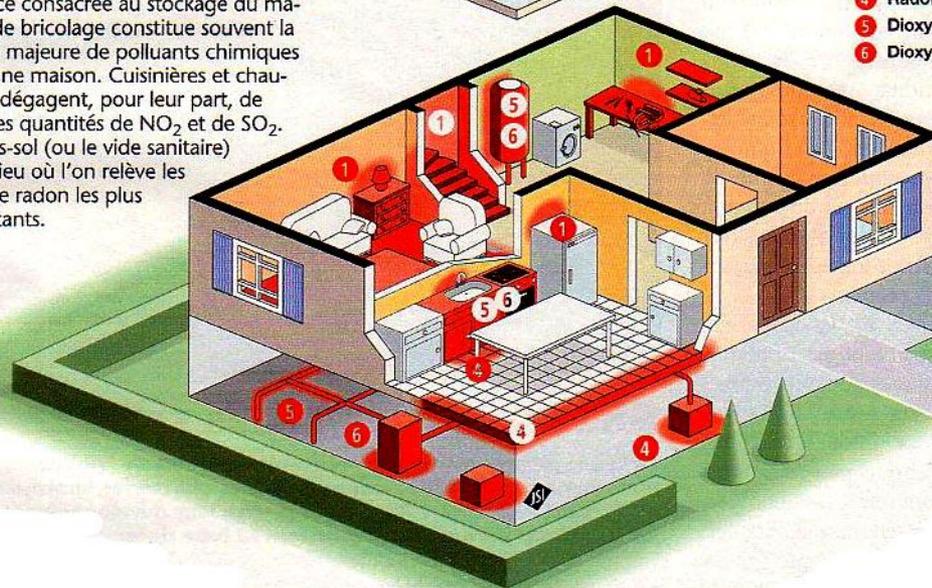
■ Dans les combles, produits de traitement de la charpente et mousses d'isolation dégagent des formaldéhydes, du benzène et bien d'autres polluants volatils, regroupés sous l'appellation de COV.

Dans les chambres, moquette, literie, tentures murales et cloisons constituent le royaume des acariens et des moisissures. Ceux-ci n'épargnent pas non plus les salles de bains mal ventilées, où joints et colles synthétiques chargent l'air de COV.

La pièce consacrée au stockage du matériel de bricolage constitue souvent la source majeure de polluants chimiques dans une maison. Cuisinières et chaudières dégagent, pour leur part, de grandes quantités de  $\text{NO}_2$  et de  $\text{SO}_2$ . Le sous-sol (ou le vide sanitaire) est le lieu où l'on relève les taux de radon les plus importants.

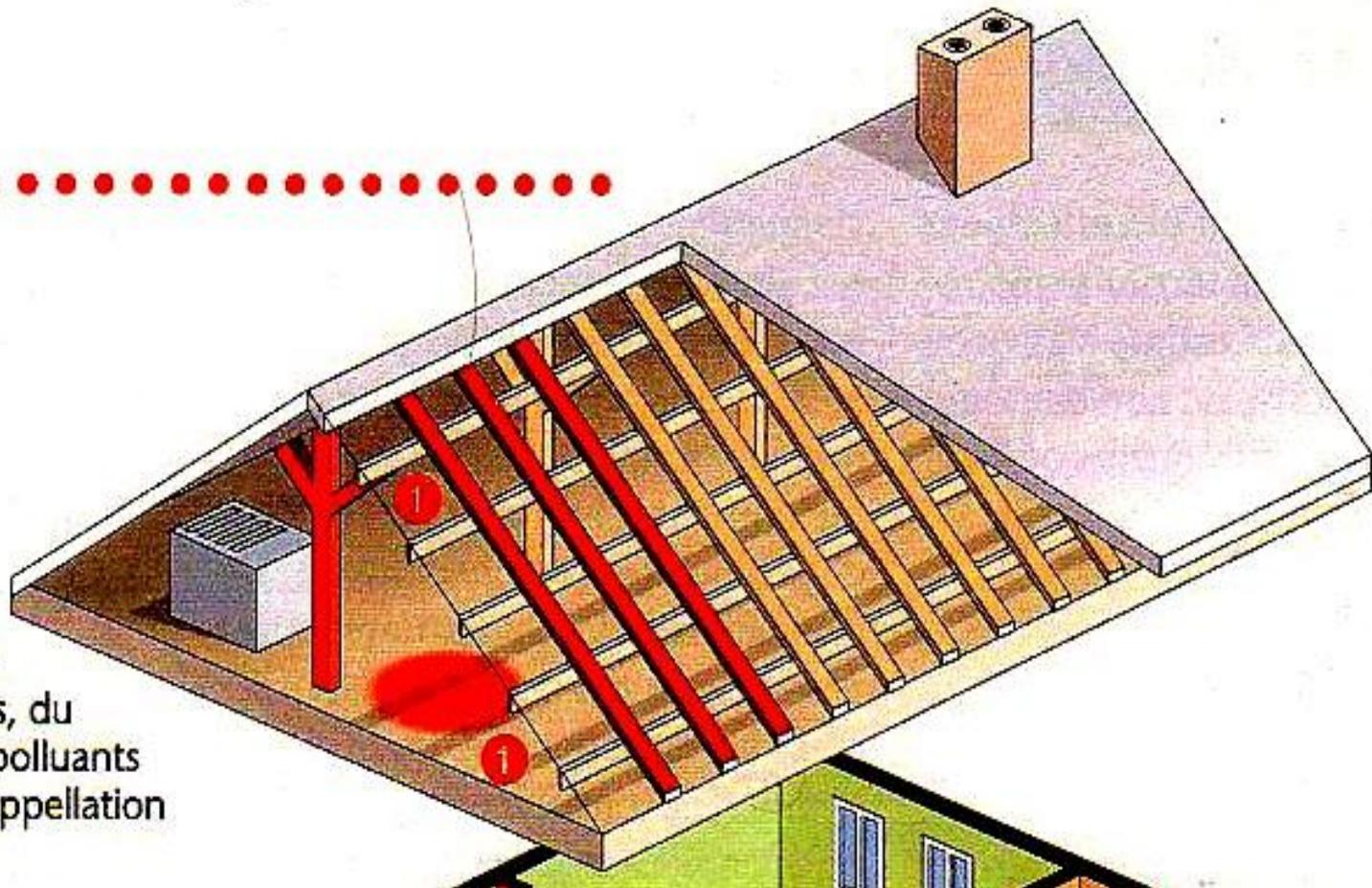


- 1 Polluants chimiques volatils (COV)
- 2 Acariens
- 3 Moisissures
- 4 Radon
- 5 Dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ )
- 6 Dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ )

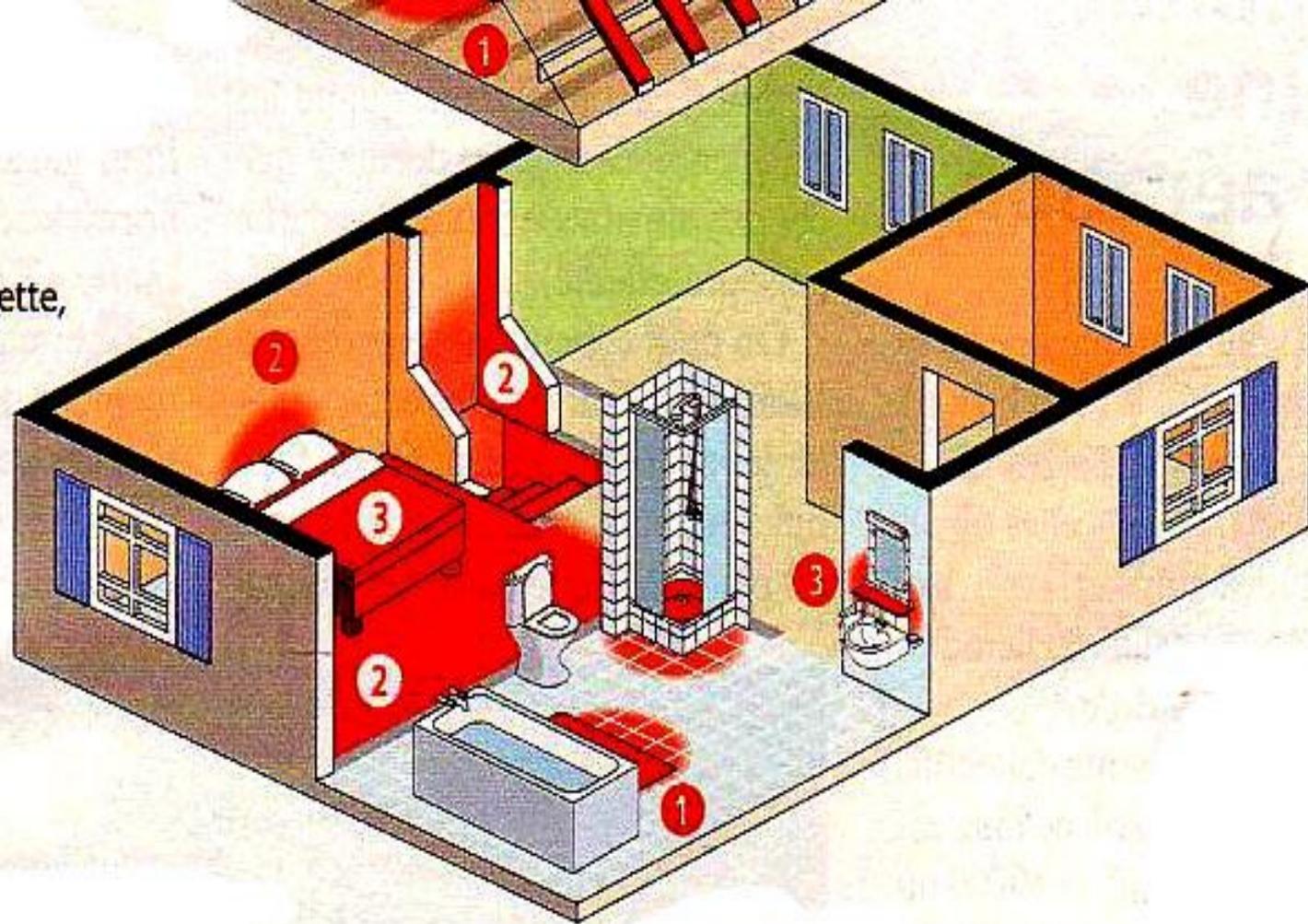


# DANGERS À TOUS LES ÉTAGES

■ Dans les combles, produits de traitement de la charpente et mousses d'isolation dégagent des formaldéhydes, du benzène et bien d'autres polluants volatils, regroupés sous l'appellation de COV.



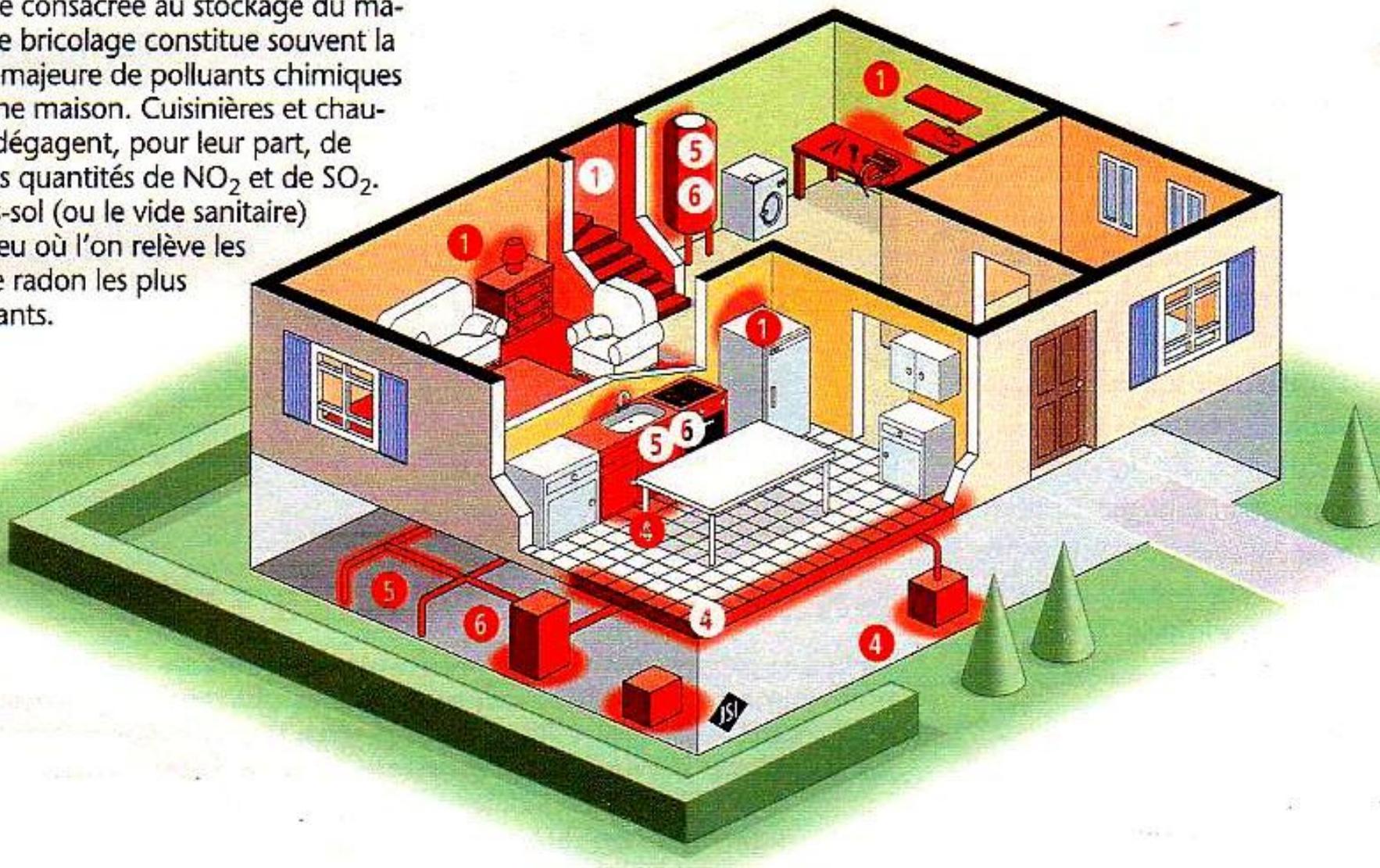
Dans les chambres, moquette, literie, tentures murales et cloisons constituent le royaume des acariens et des moisissures. Ceux-ci n'épargnent pas non plus les salles de bains mal ventilées, où joints et colles synthétiques chargent l'air de COV.



- **1: polluants chimiques volatils (COV)**

- **2 : Acariens**
- **3 : Moisissures**

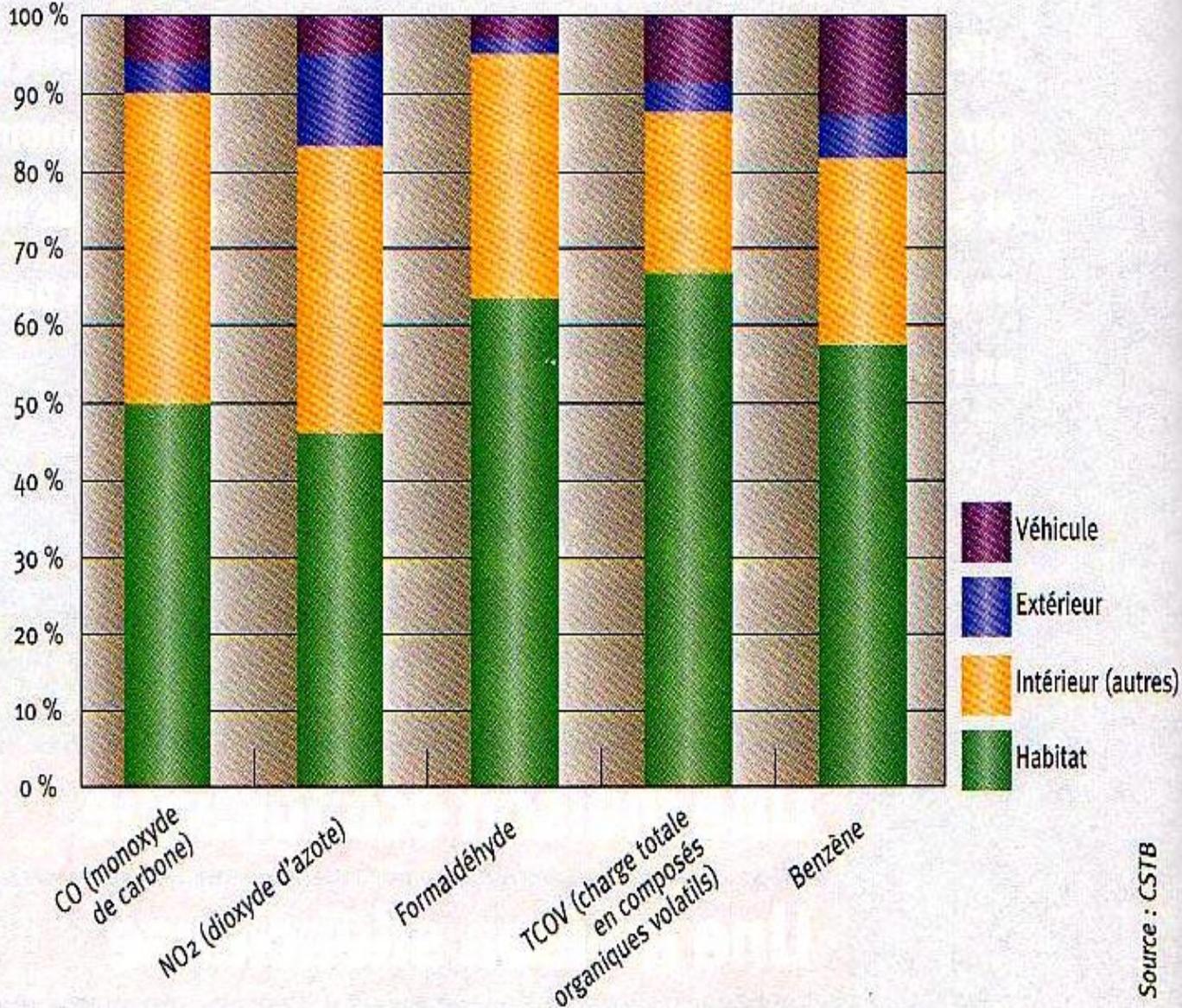
La pièce consacrée au stockage du matériel de bricolage constitue souvent la source majeure de polluants chimiques dans une maison. Cuisinières et chaudières dégagent, pour leur part, de grandes quantités de  $\text{NO}_2$  et de  $\text{SO}_2$ . Le sous-sol (ou le vide sanitaire) est le lieu où l'on relève les taux de radon les plus importants.



# Exposition moyenne à quelques polluants de l'air dans différents environnements

En pourcentage

Les mesures de l'air intérieur montrent qu'il est plus pollué que l'air extérieur.



Particules fines

# Pour mémoire...

## souvenirs... souvenirs...

En 2010 à l'occasion de l'exposition universelle, La Société Francophone d'Angéiologie a animé un cycle de conférences qui ont été prononcées sur place à Shanghai. Le thème général était « Best city, Best life ». Le pavillon de la francophonie qui nous invitait l'avait décliné sous la forme « la ville où il fait bon vivre ». Nous avons développé le sujet sur les relations entre la qualité de l'environnement dans les grandes métropoles et les pathologies cardiovasculaires.

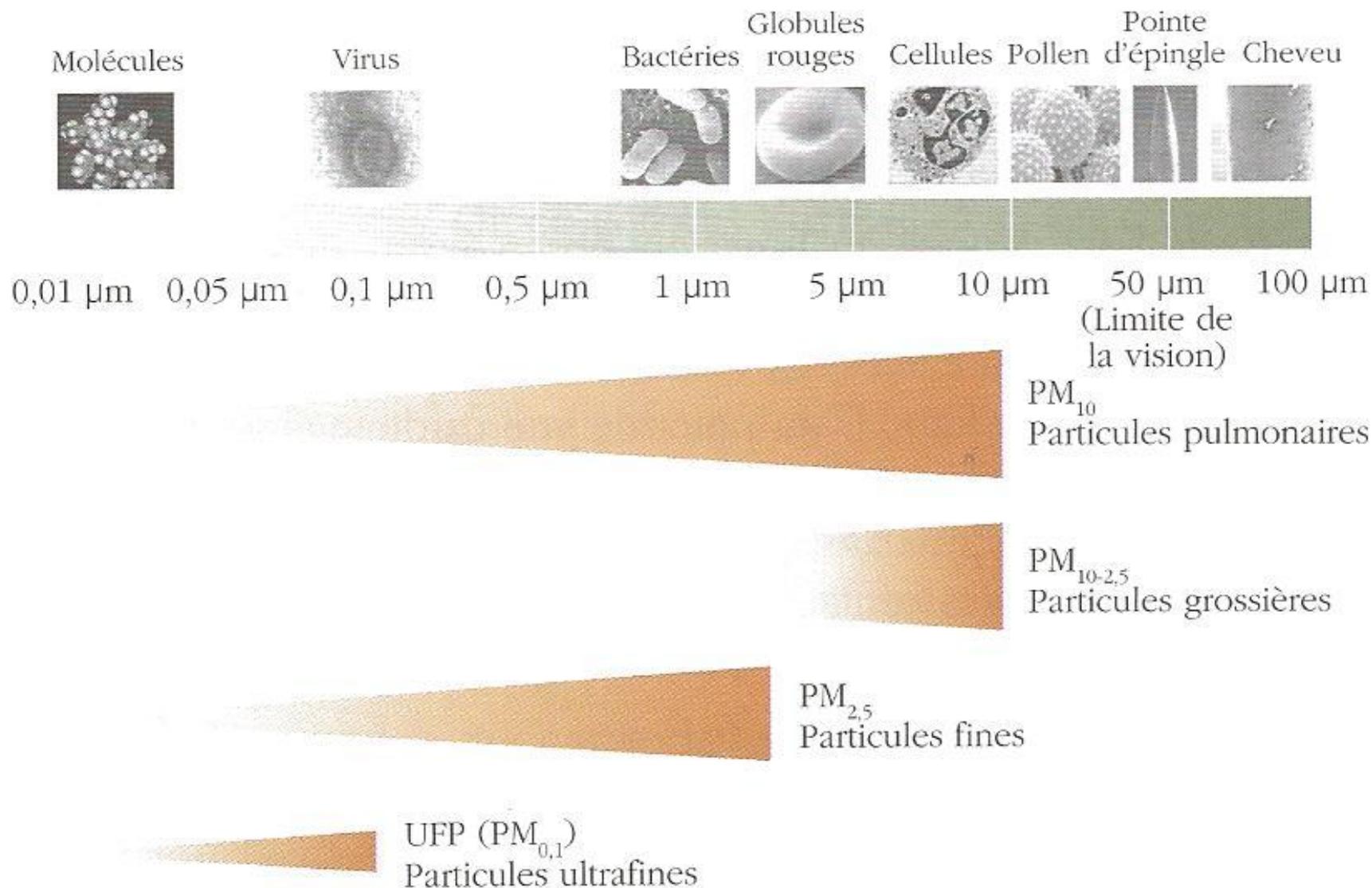
# Airpocalypse

Chine 2013



FIGURE 1

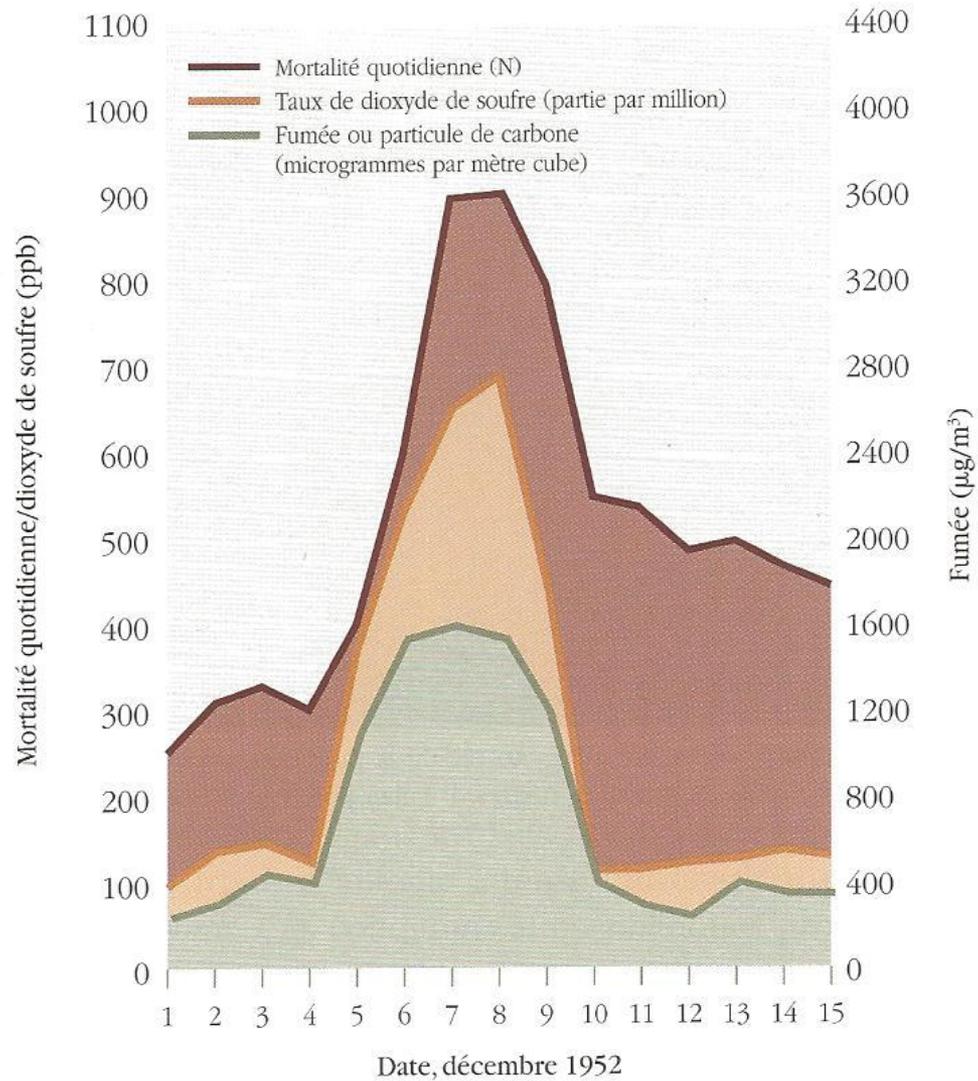
# Particules de fumée selon la taille, en comparaison de structures connues



Source: R.D. Brook *et al.* *Circulation*, 2004,109: 2655-2671

FIGURE 5

Courbe de décès lors du *Great London Smog*, en corrélation avec le taux de fumée et de dioxyde de soufre



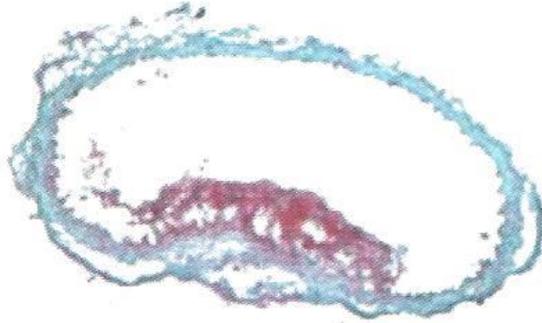
Note: Il y eut plus de 4000 décès immédiats et 12000 au cours de l'année.

Source: *Changing Air Quality & Clean Air Acts*. Air pollution. Enviropedia. Sur le Web: [www.air-quality.org.uk/03.php](http://www.air-quality.org.uk/03.php)

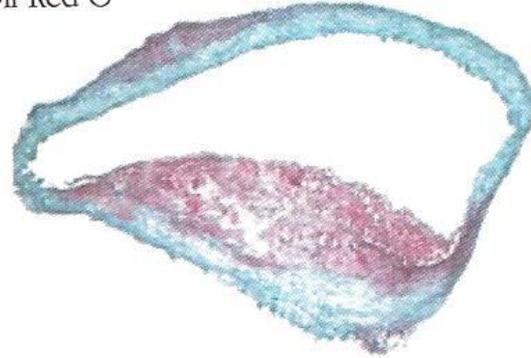
FIGURE 3

Aorte de rat, régime normal. Air filtré contre air pollué aux  $PM_{2,5}$

Coloration Oil Red O



Air filtré

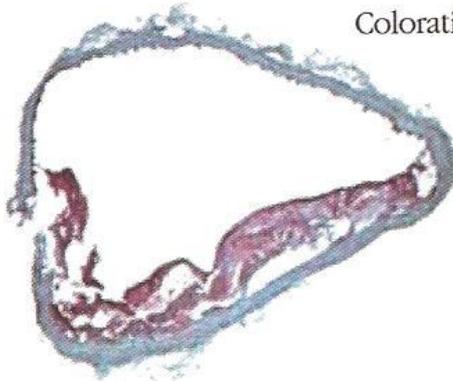


Air chargé en particules fines

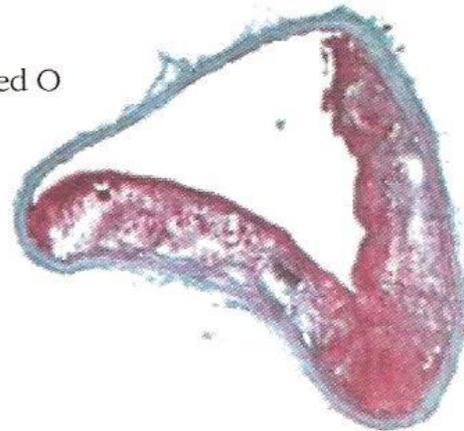
FIGURE 4

Aorte de rat, régime gras. Air filtré contre air pollué aux  $PM_{2,5}$

Coloration Oil Red O



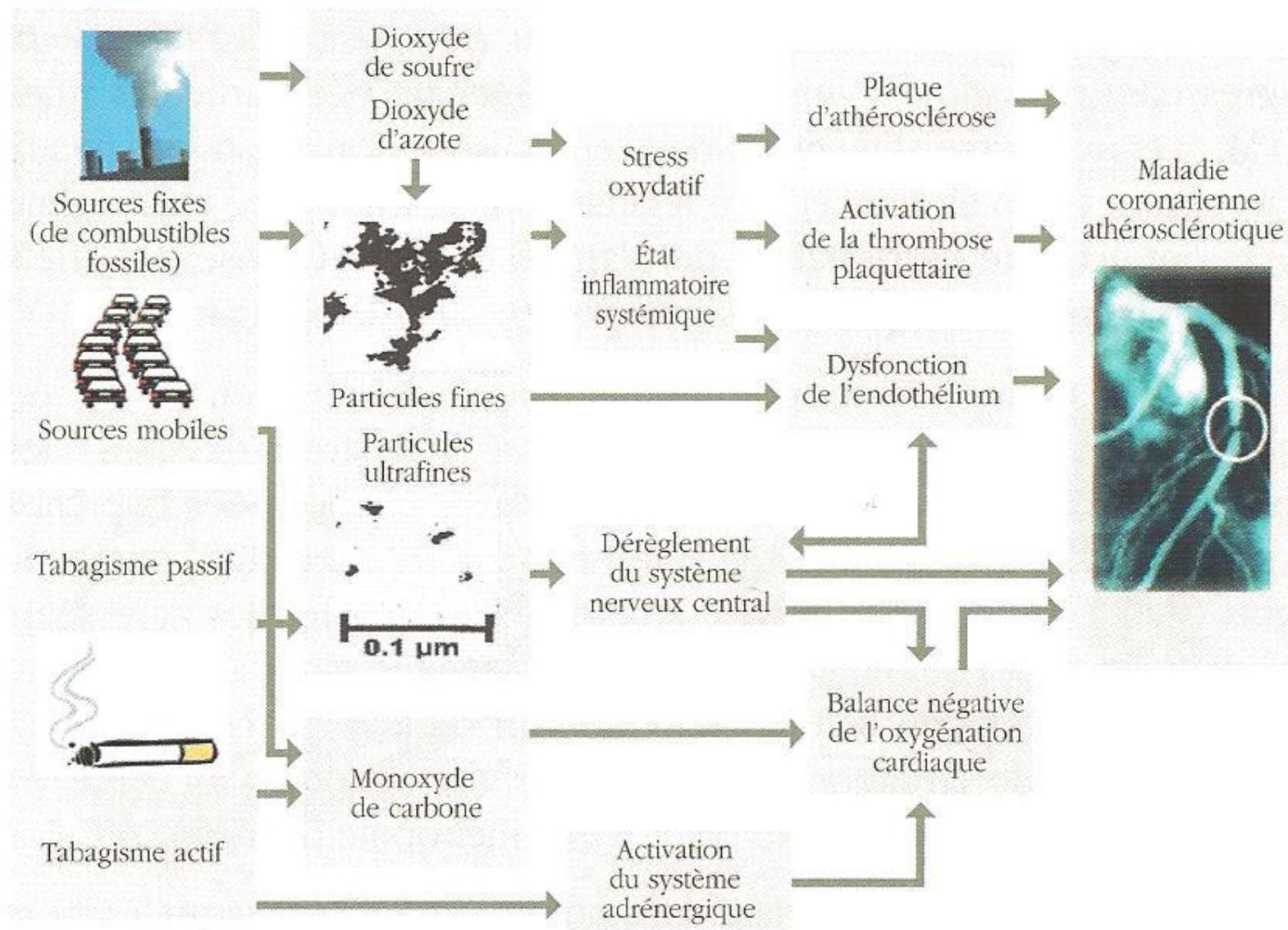
Air filtré



Air chargé en particules fines

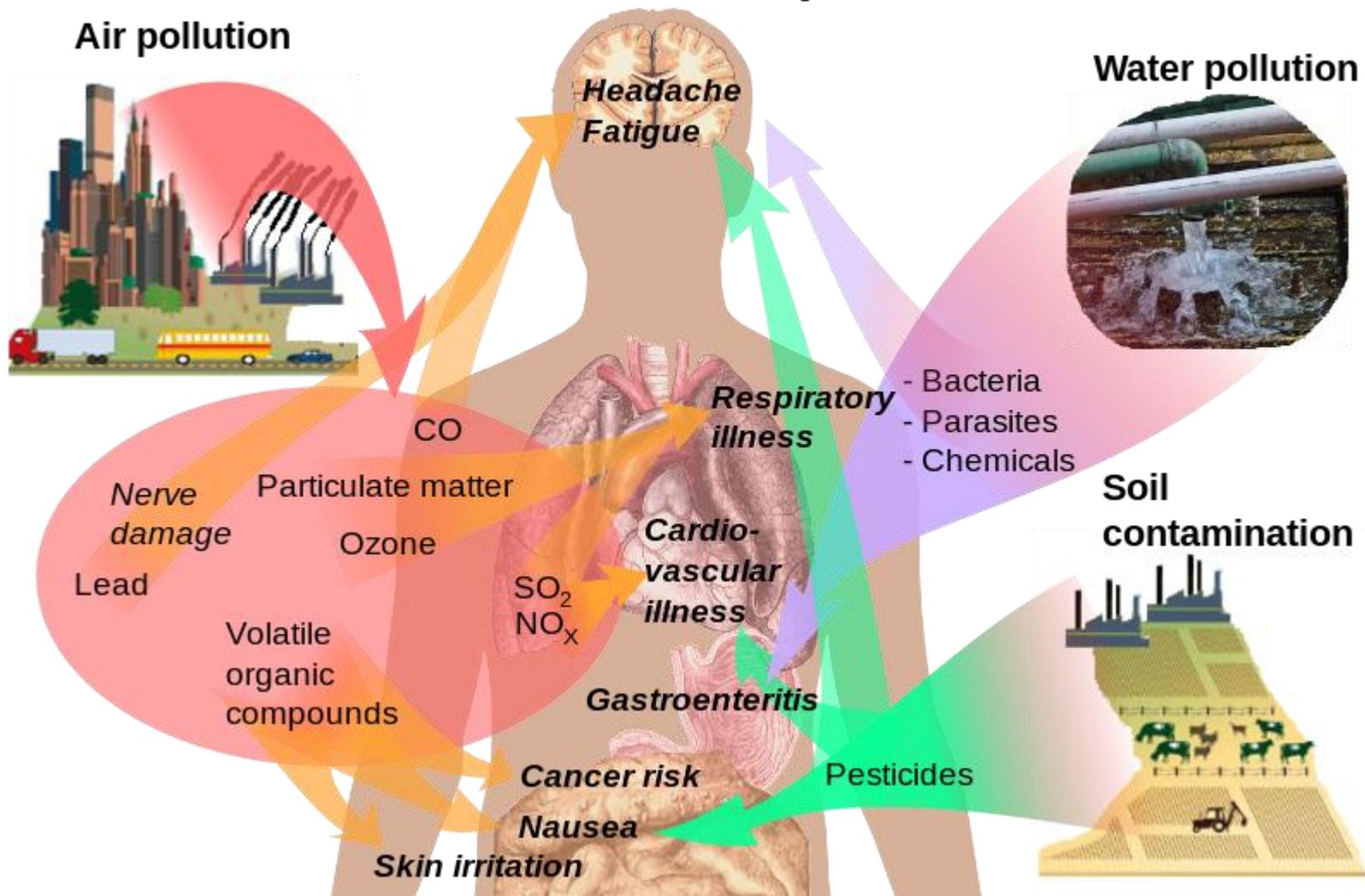
FIGURE 2

## Comment les polluants provoquent la maladie coronarienne



Source: Annette Peters. Voir la note 4 à la page 108

# Health effects of pollution



# Gain espéré d'espérance de vie si diminution exposition aux particules fines

Figure 2. Gain estimé d'espérance de vie (mois) pour les personnes de 30 ans dans les 25 villes Aphekom si les niveaux moyens annuels de PM<sub>2,5</sub> étaient ramenés à 10 µg/m<sup>3</sup> / Figure 2. Predicted average gain in life expectancy (months) for 30 years old persons in 25 APHEKOM cities for a decrease in average annual level of PM<sub>2,5</sub> to 10 µg/m<sup>3</sup>

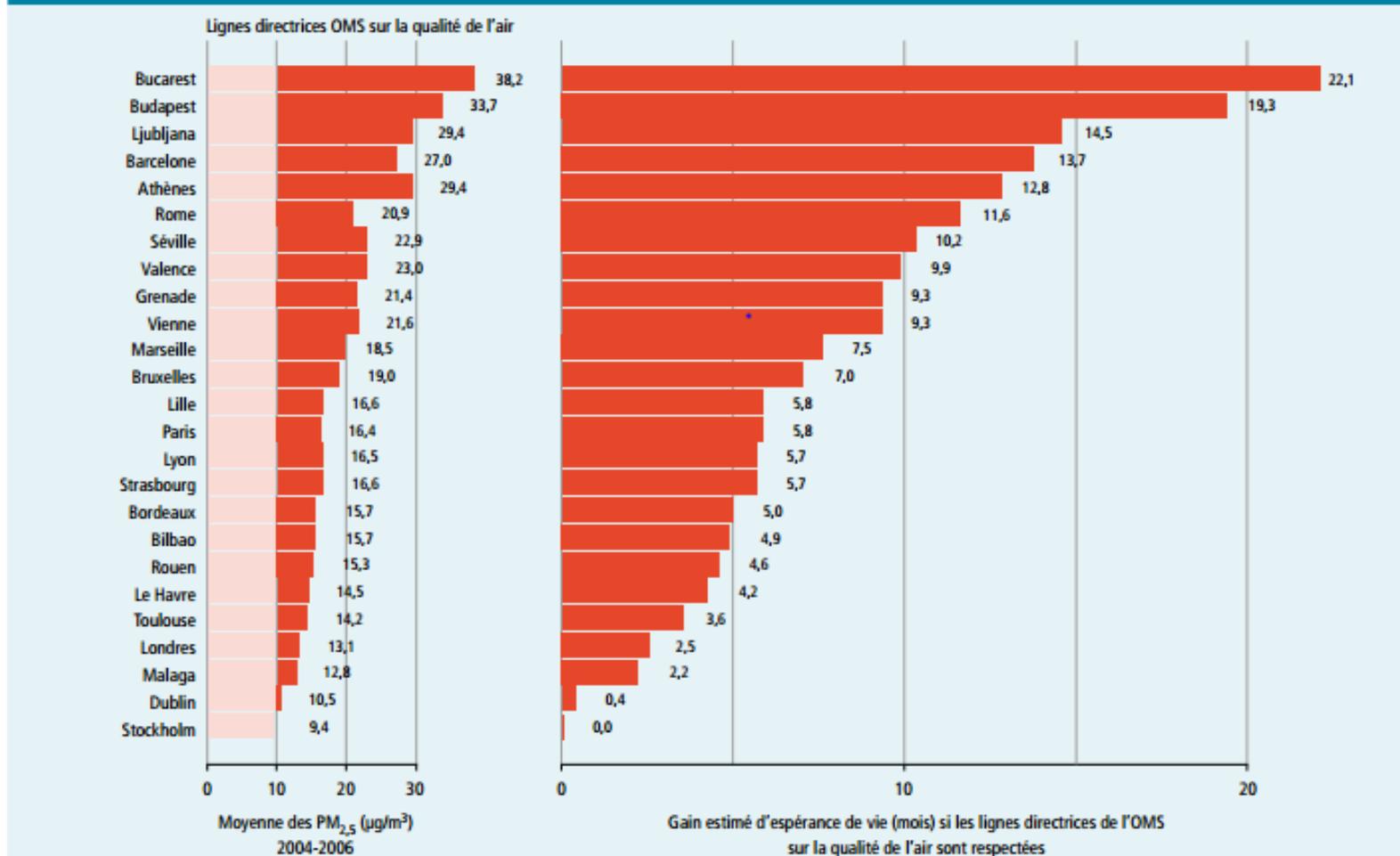




Photo By  
Det. Greg Semendinger  
NYC Police Aviation Unit

Photo By  
Det. Greg Semendinger  
NYC Police Aviation Unit

# Réchauffement climatique et qualité de l'air

# Dégradation de la qualité de l'air

Le dérèglement climatique pourrait avoir des effets synergiques, aggravants et délocalisés à propos de nombreux polluants de l'air, en particulier via le risque d'une érosion hydrique et éolienne accrue et via un risque aggravé d'incendies de forêt et d'une **moindre capacité des milieux à fixer les poussières**. Une **acidification des milieux** risque aussi de rendre **les métaux et métalloïdes toxiques plus mobiles (et plus bio assimilables)**, dont dans le compartiment atmosphérique.

# Qualité de l'air

- la **pollution de l'air** ou **pollution atmosphérique** est un type de pollution caractérisé par une altération des niveaux de qualité et de pureté de l'air.
- Les effets toxiques et écotoxiques sont fonctions des concentration et des durées de présence des polluants dans l'air. Des mélanges des interactions avec la lumière...
- Selon l'OMS, elle est responsable (en 2012) de près de 7 millions de morts prématurées par an,
  - 50% L'air intérieur 50%
    - Dont 60% par maladie cardiovasculaires
      - » 34 % AVC et
      - » 26 % cardiopathies ischémiques suivis par l
    - BPCO 22 %
  - 50% l'air extérieur
    - Par maladies ou accidents cardiovasculaires 80% des cas
      - moitié avc
      - moitié cardiopathie ischémique
    - BPCO 11%
  - Polluants
    - Gazeux
    - particules

# Effet canicule

- **La santé de chacun peut être en danger quand ces 3 conditions sont réunies :**
- **il fait très chaud ;**
- **la nuit, la température ne descend pas, ou très peu ;**
- **cela dure plusieurs jours.**

# Rythme annuel de mortalité.

Le rythme annuel de mortalité hors tropiques est caractérisé par une culmination en saison froide renforcé par hiver rigoureux et un autre maximum en saison chaude augmenté en canicule

Si intensification effet de serre:

- diminution de surmortalité hivernale – de path. Resp. et cardiovasc.

Recul de 5 à 7%

- Surmortalité estivale par maladies cardiovasc. Cérébrovasc. Resp. métaboliques ou psychiques. Augmenté de 12 à 18% (diminution de l'espérance de vie de catégories sociales les moins favorisées et t des femmes . (études controversées...)

Mégalopoles.  
Ilots de chaleurs.  
Climatisation naturelle des villes.

# MEGALOPLES



Pour 2025, l'Onu prévoit 93 villes de plus de 5 millions d'habitants, dont 80 dans les pays en voie de développement.

La température diurne est plus élevée dans le centre car bitume et bâtiments captent la chaleur. Elle est la plus forte en fin d'après-midi : le soleil met longtemps à réchauffer les immeubles.

### Sources de réchauffement dues à l'activité humaine

chauffage, éclairage	25 Kcal/cm <sup>2</sup> /j
circulation	9 Kcal/cm <sup>2</sup> /j
industrie	8 Kcal/cm <sup>2</sup> /j
métabolisme humain	1 Kcal/cm <sup>2</sup> /j

## L'effet d'«îlot de chaleur» urbain

33°C

32°C

31°C

30°C

29°C

Températures de fin d'après-midi d'été par beau temps avec vent faible.



# Des masses de kilocalories humaines

**D**ans les grandes villes, les températures minimales augmentent : c'est le phénomène d'îlot de chaleur urbain. Il existe un écart systématique de température entre le centre et la grande banlieue, qui peut atteindre 10 °C la nuit. Les caractéristiques de la ville, liées à l'urbanisation,

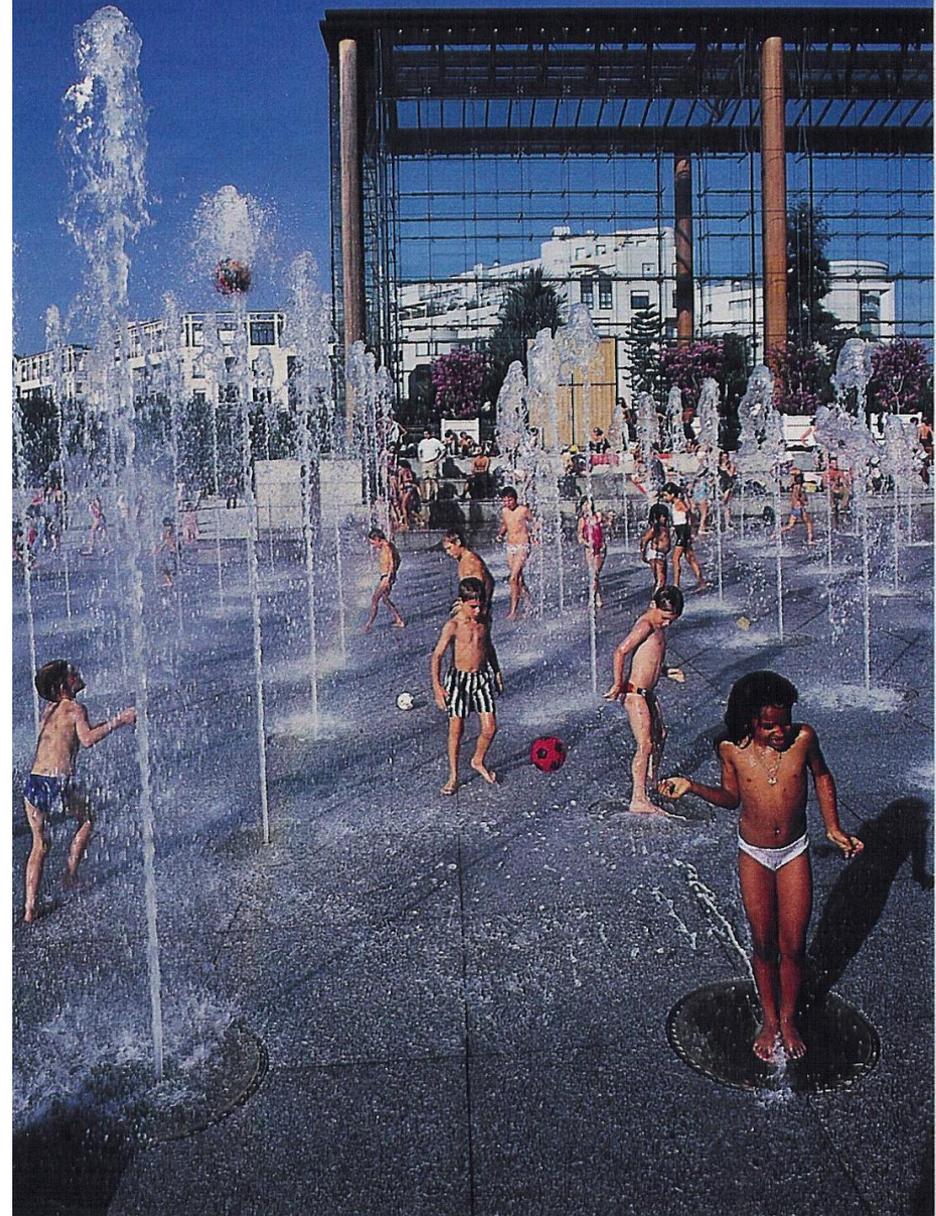
modifient le bilan énergétique normal, c'est-à-dire la quantité d'énergie solaire absorbée. Les bâtiments et les rues captent une plus grande part du rayonnement, et la chaleur est restituée, la nuit, par le sol et les façades. Dans le même temps, les systèmes naturels de refroidissement, notam-

ment les cycles d'évaporation de l'eau, sont en général absents en ville. A cela s'ajoute l'énergie anthropique (liée à l'activité humaine) propre à la ville : le chauffage et l'éclairage libèrent 58% de cette chaleur, la circulation 21 %, les industries 18% et... le métabolisme humain 3%.

## Elles accroissent les canicules

Paris, 11 août 1998

Le phénomène «lot de chaleur », comme l'appellent les scientifiques, génère, entre le centre et la périphérie, des écarts de température de plusieurs degrés sur les moyennes des minimales annuelles. En outre, l'été, nos villes subissent depuis quelques années des vagues de chaleur à répétition. Le 11 août 1998, la température a atteint 37,3°C à Paris.



## Elles augmentent les précipitations

Marseille, 19 septembre 2000

Les villes reçoivent des pluies un peu plus importantes en quantité et en durée que leurs faubourgs. En effet, les poussières et autres constituent des noyaux de condensation qui favorisent la formation gouttes de pluie. En outre, l'imperméabilisation du sol empêche l'eau de s'y infiltrer. Conséquence extrême : un effet de torrent, comme ici, à Marseille



## Elles accélèrent les vents...

Bien que Perpignan, à cause de la tramontane venue du nord-ouest, soit la ville la plus venteuse de France, les dégâts y sont en général limités. Cela est dû au plan circulaire de cette cité médiévale. En revanche, au Havre, les grandes avenues construites après 1945 canalisent le vent d'ouest et augmentent sa vitesse de 5 à 6 mètres par seconde

### Les records de vent

La tempête de décembre 1999 a battu des records un peu partout, notamment à Paris, où des rafales à plus de 216 km/h ont été mesurées au sommet de la tour Eiffel... avant que l'anémomètre se bloque.



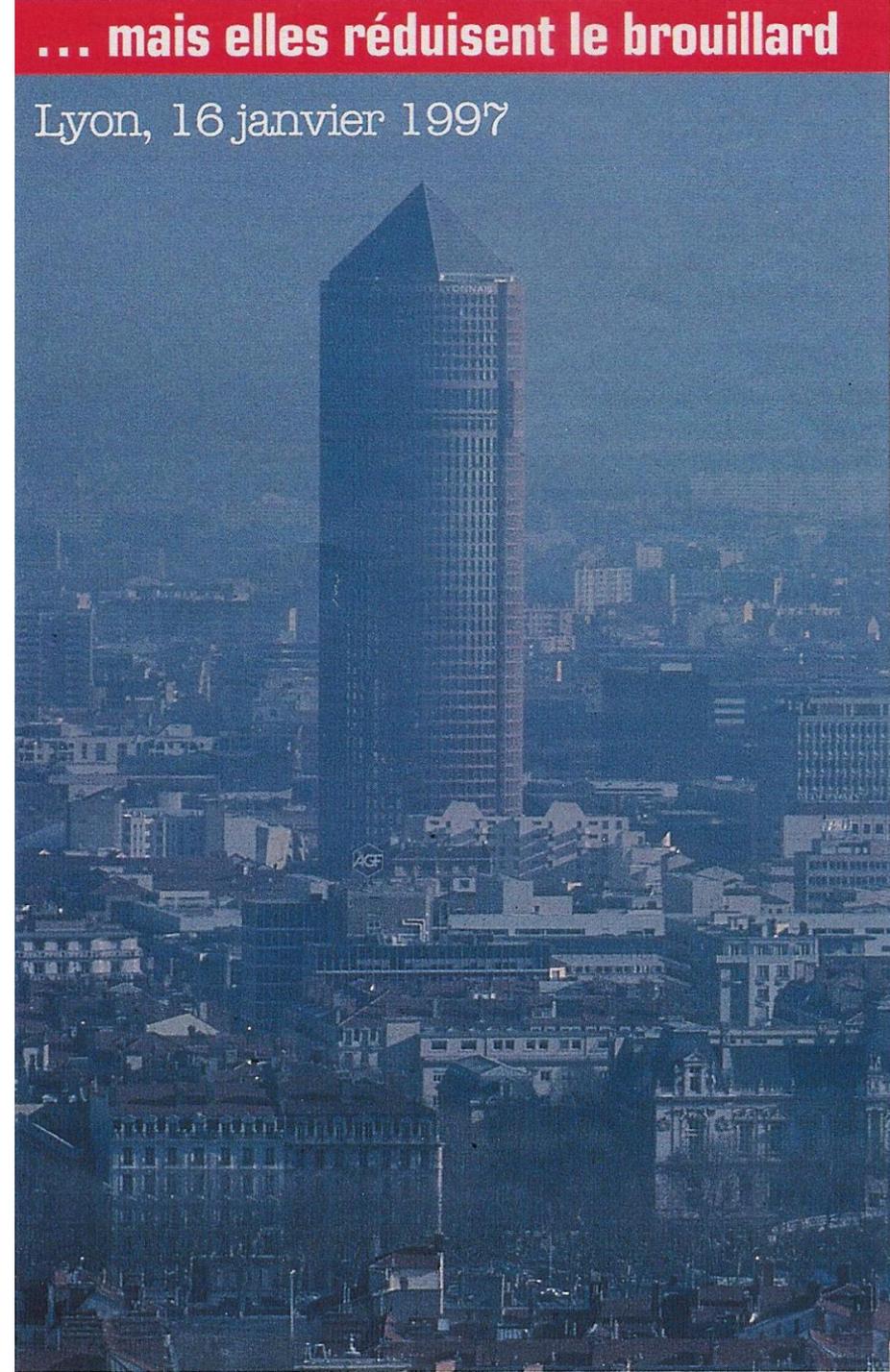
Perpignan,  
30 octobre  
2000

... mais elles réduisent le brouillard

Lyon, 16 janvier 1997

Finis les brouillards matinaux... Toutes les villes enregistrent une baisse spectaculaire du nombre de jours de brouillard par an. Une évolution induite pour l'essentiel par la diminution des températures nocturnes. Au xixe siècle, on engageait des aveugles pour se diriger dans un un Paris plongé, une bonne partie de l'année, dans la purée de pois.

Remplacé par le smog Le brouillard traditionnel laisse la place au smog. En l'absence de vent, cette brume toxique est formée par les gaz polluants maintenus au sol par des particules d'eau qui les empêchent de s'élever dans l'atmosphère



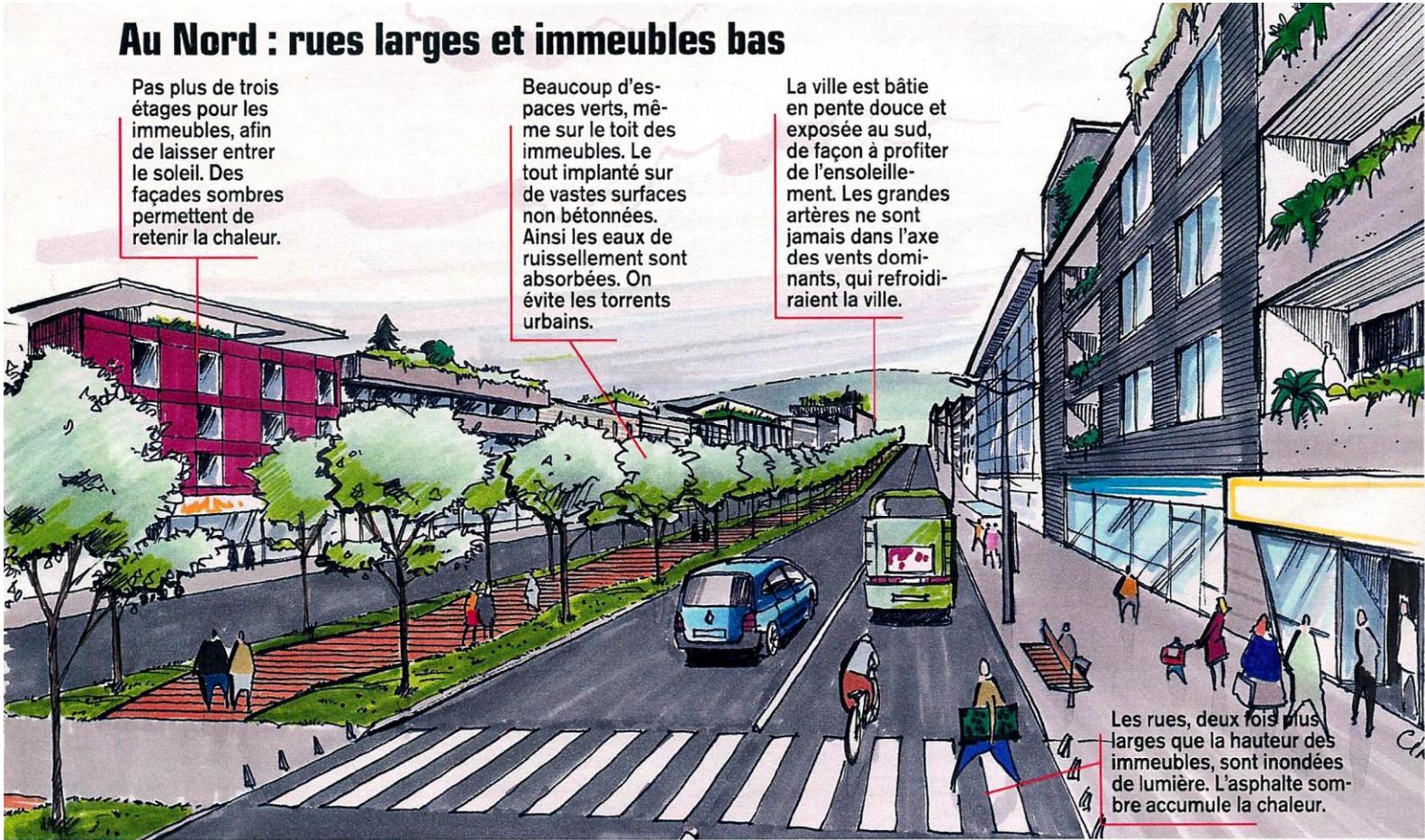
## Au Nord : rues larges et immeubles bas

Pas plus de trois étages pour les immeubles, afin de laisser entrer le soleil. Des façades sombres permettent de retenir la chaleur.

Beaucoup d'espaces verts, même sur le toit des immeubles. Le tout implanté sur de vastes surfaces non bétonnées. Ainsi les eaux de ruissellement sont absorbées. On évite les torrents urbains.

La ville est bâtie en pente douce et exposée au sud, de façon à profiter de l'ensoleillement. Les grandes artères ne sont jamais dans l'axe des vents dominants, qui refroidiraient la ville.

Les rues, deux fois plus larges que la hauteur des immeubles, sont inondées de lumière. L'asphalte sombre accumule la chaleur.



# Dossier

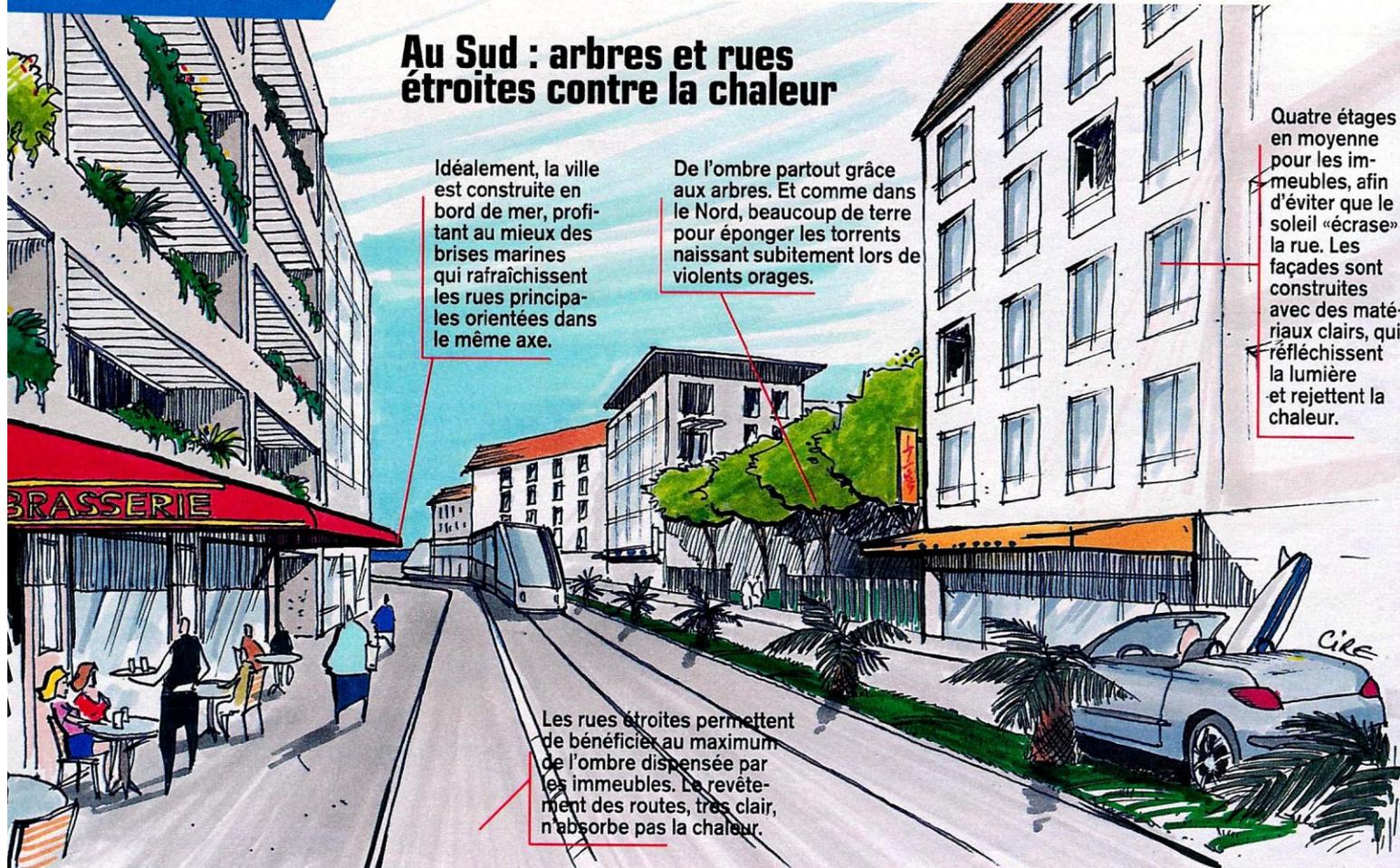
## Au Sud : arbres et rues étroites contre la chaleur

Idéalement, la ville est construite en bord de mer, profitant au mieux des brises marines qui rafraichissent les rues principales orientées dans le même axe.

De l'ombre partout grâce aux arbres. Et comme dans le Nord, beaucoup de terre pour éponger les torrents naissant subitement lors de violents orages.

Quatre étages en moyenne pour les immeubles, afin d'éviter que le soleil «écrase» la rue. Les façades sont construites avec des matériaux clairs, qui réfléchissent la lumière et rejettent la chaleur.

Les rues étroites permettent de bénéficier au maximum de l'ombre dispensée par les immeubles. Le revêtement des routes, très clair, n'absorbe pas la chaleur.

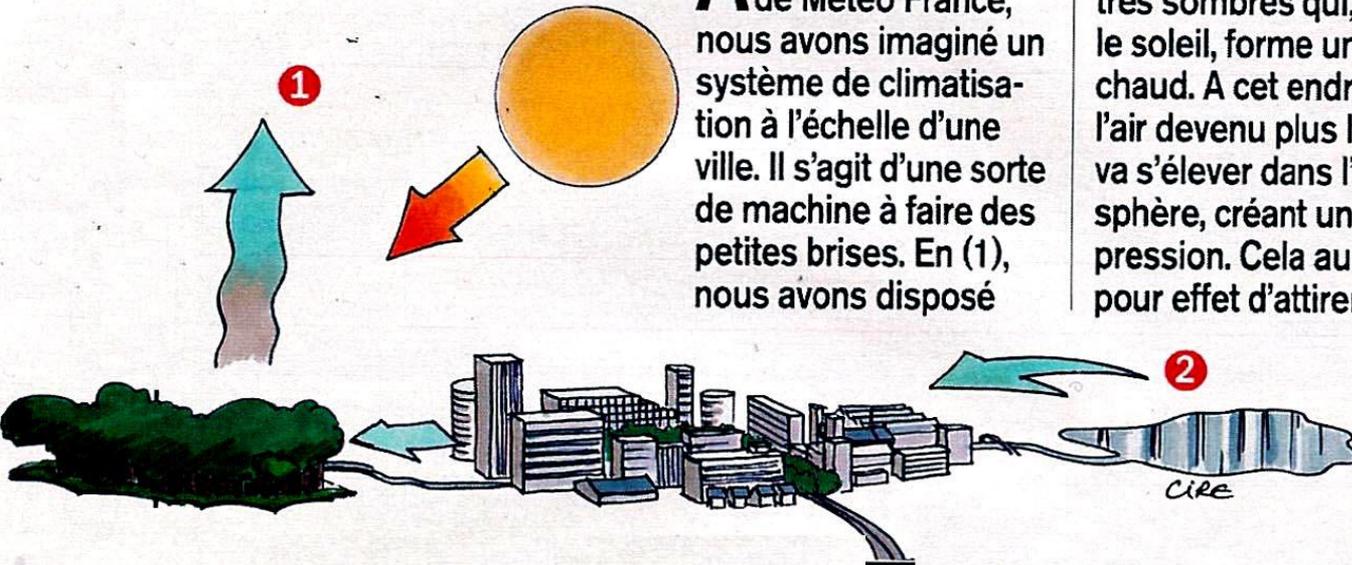


## Le climatiseur géant de « Ça m'intéresse » et Météo France

**A**vec des chercheurs de Météo France, nous avons imaginé un système de climatisation à l'échelle d'une ville. Il s'agit d'une sorte de machine à faire des petites brises. En (1), nous avons disposé

une forêt d'essences très sombres qui, sous le soleil, forme un pôle chaud. A cet endroit, l'air devenu plus léger va s'élever dans l'atmosphère, créant une dépression. Cela aura pour effet d'attirer de

l'air provenant de notre pôle froid (2), un grand lac artificiel. La ville, coincée entre la forêt et le lac, se trouve ainsi sur le passage de cette brise rafraîchissante. La « machine à vent » peut être installée aussi bien en zone tempérée que dans les pays chauds, car elle est régulée par l'intensité du rayonnement solaire.



# Facteurs de risque vasculaire

- l'hérédité,
- le diabète ,
- l'hypertension
- le haut cholestérol et
- le tabac .

- Dans son ouvrage le cardiologue canadien François Reeves décrit les facteurs de risques en **trois triades**:
  1. Celle qui dépend fortement de notre hérédité c'est **ce que je suis** : cholestérol , hypertension diabète
  2. Celle qui dépend de **ce que je fais** : sédentarité, obésité, tabagisme.
  3. Celle qui dépend de **là où je suis**: Environnement , alimentation, urbanisme.

# Inégalités Sociales de Santé

- **Deux mécanismes** principaux, documentés dans la littérature, permettent de comprendre comment l'environnement pourrait jouer un rôle dans les ISS :
- (1) les populations défavorisées pourraient être exposées à un **plus grand nombre de nuisances et/ou à des niveaux d'expositions plus élevés** (différentiel d'exposition)
- et/ou (2) les populations plus défavorisées pourraient être plus vulnérables aux effets de l'environnement (différentiel de vulnérabilité/susceptibilité) en raison **d'un état de santé plus fragile que les populations plus favorisées**. Cet article a pour objectif de présenter l'état des connaissances sur le rôle que pourrait jouer l'exposition à la pollution atmosphérique dans les ISS

# Des plans antipollution.







REUTER

**Même si les Parisiens se mettent au vélo,  
la circulation des véhicules des ménages a augmenté  
de 36 % en dix ans.**

# Mesures envisagées.

- Circulation alternée.
- Vignettes de couleur et limitations ou interdictions par types et catégories d'âge des véhicules. Nb de personnes transportées.
- Feux de cheminées. Foyer ouvert...
- Aide financières à l'achat de vélos, véhicules électriques; vlib autolib etc.

Il y a une **grande part d'incertitude** à prédire l'avenir climatique et ses impacts.

La météo ne suffit pas comme déterminant en terme d'agression climatique .

Les changements à venir

ne seront pas ressentis de même façon selon le contexte économique et culturel et le niveau de vie. Plusieurs modèles de sociétés plus ou moins vivables se présentent : des villes en transition, de la sobriété volontaire et résiliente jusqu'à à la réglementation tatillonne et sécuritaire.

# Conclusion de la conclusion

Lien de plus en plus évident et documenté  
entre :

- Réchauffement climatique
- Qualité de l'air et
- Pathologies cardio. et cérébrovasculaires.