

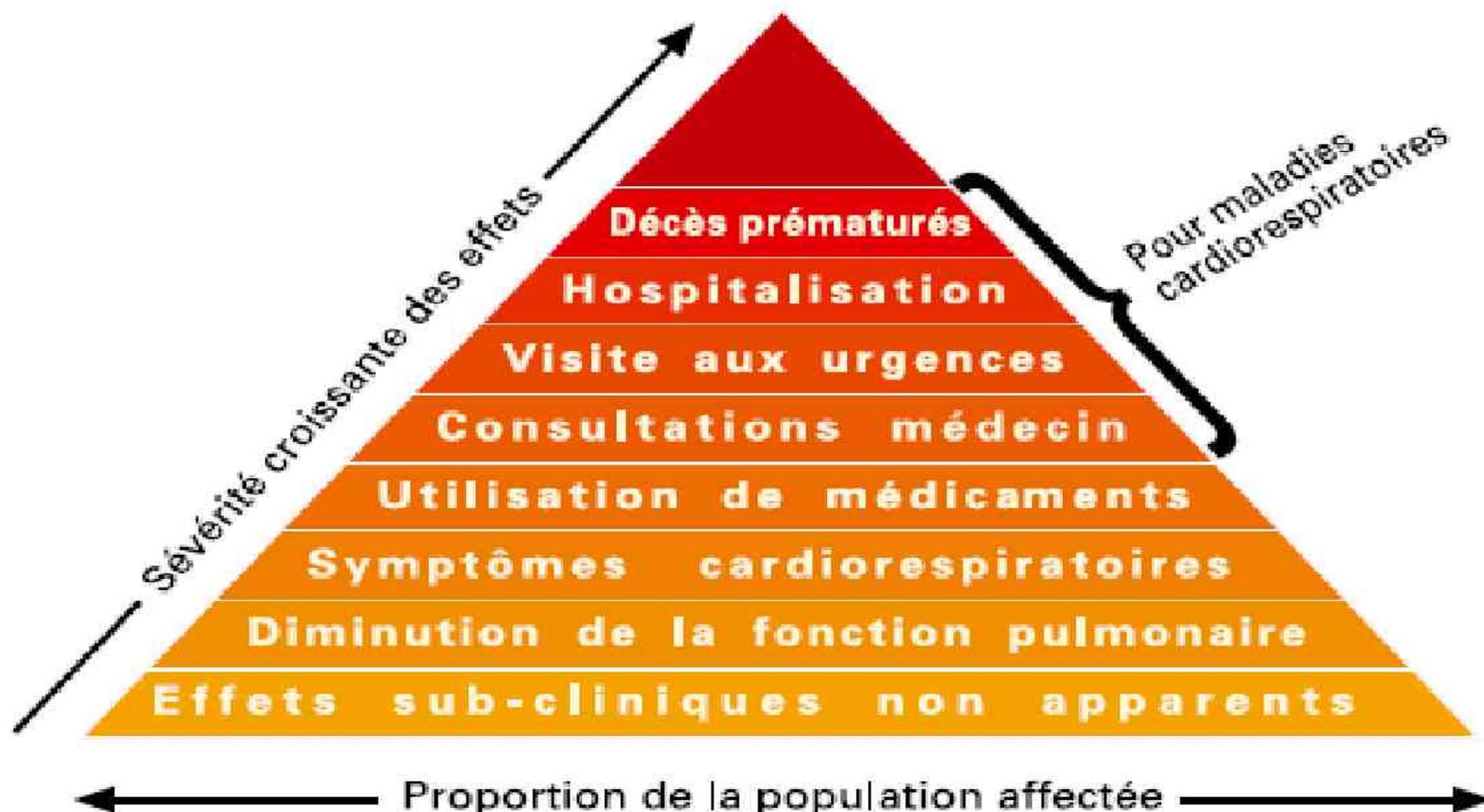
Pollution atmosphérique et Santé

- * *Introduction et pyramide des effets sur la santé* p 1-3
 - * *Retentissement sur les gamètes, les naissances* p 4-9
 - * *Retentissement sur l'appareil respiratoire* p 10-16
 - * *Particules fines et appareil respiratoire* p 17-21 et *système cardio-vasculaire* p 22-24
 - * *Grandes études sur l'effet des particules à court et long terme* p 25-32 et 33 (france)
 - * *Effet de l'Ozone sur l'appareil respiratoire et cardiaque* p 34-39
 - * *Effet des Nox (No et NO2) sur la santé* p 40-44
 - * *Effet du Benzène* p 45
 - * *Etudes sur la proximité d'une voie à grande circulation* p 47-53 (AVC 53, périphérique toulousain 54-55)
 - * *Synthèses* p 57-62 (France: 59)
 - * *Sociétés savantes, commission européenne, experts* p 64-70
 - * *Coût d'un décès secondaire à la pollution* p 71
-
-

Effets de la pollution atmosphérique sur la santé

- Il existe des *effets respiratoires et allergiques* nombreux et variés débouchant sur *des visites auprès de médecins et aux urgences* et sur la *prise plus fréquentes de médicaments; le développement pulmonaire de l'enfant sera entravé définitivement*
 - Certains patients cardiaques connus ou non pourront faire des *accidents coronariens aigus ou rythmiques mortels*
 - Enfin, les patients âgés , insuffisants respiratoires ou diabétiques, pourront faire des *infections respiratoires létales*
-
-

Effets de la pollution atmosphérique



Pyramide des effets aigus associés à la pollution atmosphérique

Source : Direction de la santé publique de Montréal, 2003

Effets de la pollution atmosphérique sur la santé

Retentissement sur les naissances



Polluants atmosphériques et spermatogénèse

Effets de certains polluants de l'air sur des caractéristiques du sperme (Ozone , Plomb)

En Italie entre 2000 et 2002, 115 hommes *travaillant sur des péages d'autoroute*, ont été comparés à des témoins de la même zone géographique:

Le délai pour avoir un enfant est allongé de 7 mois avec diminution de la mobilité et vitalité spermatique

(Envir Health Perspectiv 2006;114:360-365)

Particules et pathologie néonatale

La mortalité néonatale augmente de 10% entre ceux qui ont eu, pendant la grossesse une

*** faible exposition** ($23,6\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM 10)

*** et une forte exposition** ($45,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM 10)

(Envir Health Perspect 1997;105:608-612)

Pollution et pathologie néonatale

- L'**Ozone** provoque un stress oxydatif
- Le **CO** crée une toxicité foetale chez le rat et retard de croissance intra utérine
- En 1997, *pour un accroissement de 10 µg/m³ de PM 10 on note une augmentation de*
 - *4% de la mortalité néonatale*
 - *12% de la mort subite du nourrisson*
 - *5% de la mortalité respiratoire des hypotrophiques*

(Envir Health Perspect 1997;105:608-612)

Polluants de l'atmosphère et Prématurité-Hypotrophie

- **Pour une augmentation des PM 2.5 de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$,** en Californie on montre une **baisse moyenne de 38,2 gr du poids de naissance,** avec un niveau faible d'exposition de $15,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$

(Pediatrics 2005;115:121-128)

- On observe une **augmentation des fausses couches**

(Sao Paulo Pereira LA Envir Health Perspect 1998;106:325-329)

Retard mental et développement psychomoteur après exposition prénatale aux hydrocarbures aromatiques polycycliques

Pour des taux de polluants élevés,
à 3 ans

- **Diminution** pour le quartile supérieur, **du développement mental:**
index diminué : Béta – 5,69
- **Le développement cognitif est aussi altéré:**
troubles du langage, de lecture, retard en mathématiques.

(Envir Health Perspect 2006;114:1287-1292)

Effets de la pollution atmosphérique sur la santé

Appareil respiratoire



Poumons de l'enfant et pollution atmosphérique

- * De la naissance à 4 ans, **les alvéoles passent de 24 millions à 257 millions**
 - * **L'immunité est immature à la naissance** , mais aussi les premières années
 - * Les enfants sont dehors plus souvent que les adultes: l'été et les après-midis; **leurs activités accroissent davantage leur respiration**
 - * Ils sont donc **davantage exposés aux polluants intérieurs et extérieurs**
-
-

Pollution atmosphérique en France

Appareil respiratoire

30% de la population présente une allergie respiratoire

- **Deux millions de personnes souffrent d'asthme**
Entre 20 et 24 ans, 10 à 14% des jeunes ont fait une crise d'asthme
50 000 personnes souffrent d'insuffisance respiratoire grave
 - **Un accroissement de la pollution à court terme** entre 1987 et 1992, provoque une **surmortalité de 8%**, une **augmentation des hospitalisations de 6%**, des **arrêts de travail de 9%** (ERPURS 1994)
 - **6 à 11% des cancers du poumon, chez les plus de 30 ans sont secondaires aux particules polluantes** (surtout entre 60 et 69 ans) soit 670 à 1713 victimes/an (Afsse)
 - **7% des décès cardio-respiratoires sont imputables à la pollution urbaine** (Afsse)
 - **3 à 5% des décès de 30 ans seraient imputables à la pollution urbaine**, soit entre 6453 et 9513 morts (Afsse)
-
-

Le dioxyde d'azote et appareil respiratoire

Le NO², pénètre aussi dans les ramifications les plus fines, et entraîne chez les adultes *à partir de 40 µg/m³*

- * une *altération de la fonction respiratoire avec hyperréactivité bronchique* (asthme)
- * *chez les enfants*, il augmente la *sensibilité des bronches aux infections*
- * peut créer à long terme un *cancer du poumon*
- * toujours à long terme créer des *bronchites chroniques*

**Le diesel rejette trois fois plus de NO_x que l'essence , les
filtres à particules n'y font rien actuellement**

Pollution de l'air par le trafic dans les écoles , en chemin , à la maison: Asthme, Allergie, Infection

- Les concentrations de **NO²** , **PM 2.5** sont reliées (par quartile de pollution) avec ***les bronchospasmes*** (+ 20%), ***les crises d'asthme*** (+30%), les ***infections ORL et respiratoires*** (+20%)
Rhinites allergiques (+20%)

Dès le taux de 12 µg/m³ de particules fines, asthme et allergie sont déclenchés

(Seuil OMS 10 µg/m³ et USA 25µg/m³ !)

- Il y a trois ***fois plus d'enfants porteurs d'un eczéma*** dans les zones les plus polluées

Volet français d'une enquête internationale
dans 56 pays: Eur Respir J 2007;29:879-888

Fines particules et NO₂ : cancers du poumon

* **Particules:** Suivi de 16 années de 1,2 million d'adultes de 50 états: une *augmentation des PM_{2,5} à long terme de 10 µg/m³* est associée à une *augmentation de cancer du poumon de 8%*

(Lancet Oncologie 2002;3:261)

* **NO₂ et SO₂:** *10% des cancers du poumon sont secondaires à la pollution atmosphérique (NO₂ et SO₂) et les personnes fortement exposées au trafic routier ont un risque de cancer pulmonaire augmenté de 50%*

(Epidemiology 2000;11(5):487-95)

Composés organiques volatils et appareil respiratoire

Les composés organiques volatils (COV) peuvent

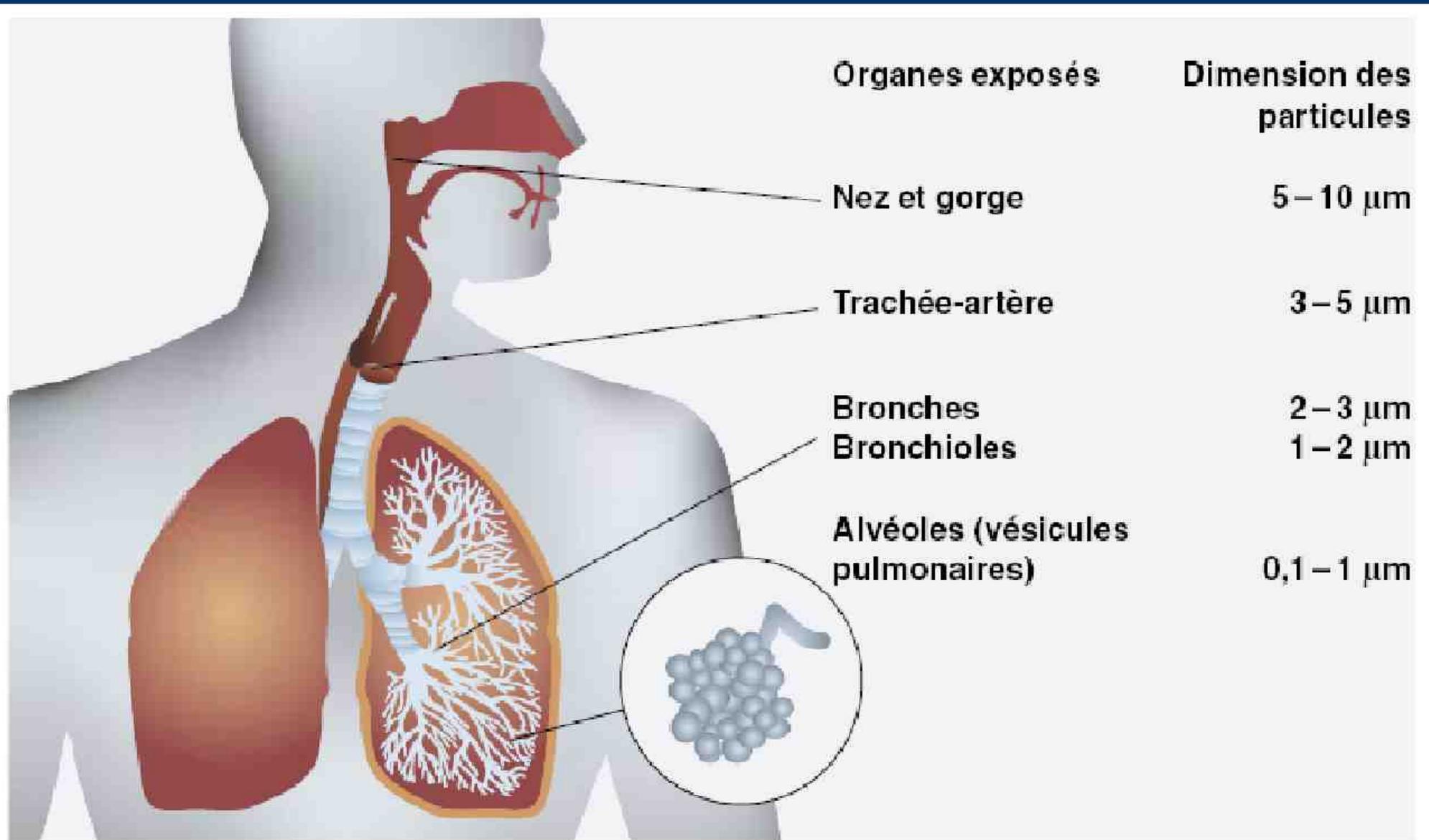
- * **irriter, diminuer la capacité respiratoire**
- * **certains (benzène)** sont toxiques et cancérigènes
leucémies (6 à 20 pour 1 million d'habitants)

Effets de la pollution atmosphérique sur la santé

Les particules fines



Pénétration des particules dans voies respiratoires



Organes respiratoires exposés aux poussières fines: plus les particules sont petites, plus elles pénètrent profondément dans l'appareil pulmonaire.

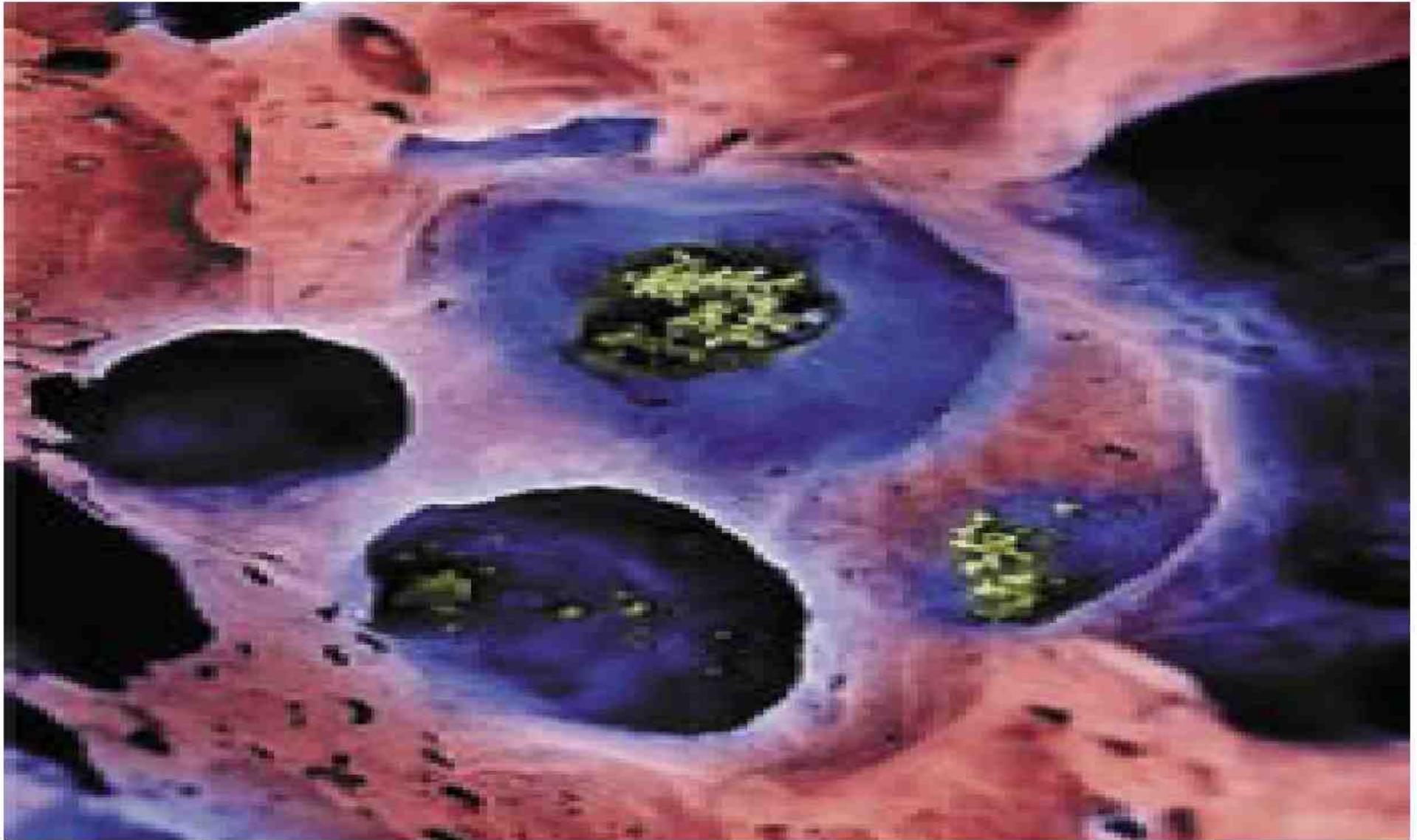
Particules et appareil respiratoire

- **Les particules**, les plus fines pénètrent dans les voies respiratoires inférieures en transportant des composés toxiques entraînant (surtout chez les enfants):

- * *irritation aiguë ou chronique des muqueuses bronchiques*
- * *hyperréactivité bronchique (Asthme)*
- * *aggravation des allergies et des pathologies respiratoires préexistantes.*

Certaines particules en suspension contiennent des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) qui ont des propriétés mutagènes et cancérigènes (cancer du poumon)

Particules dans du tissu pulmonaire

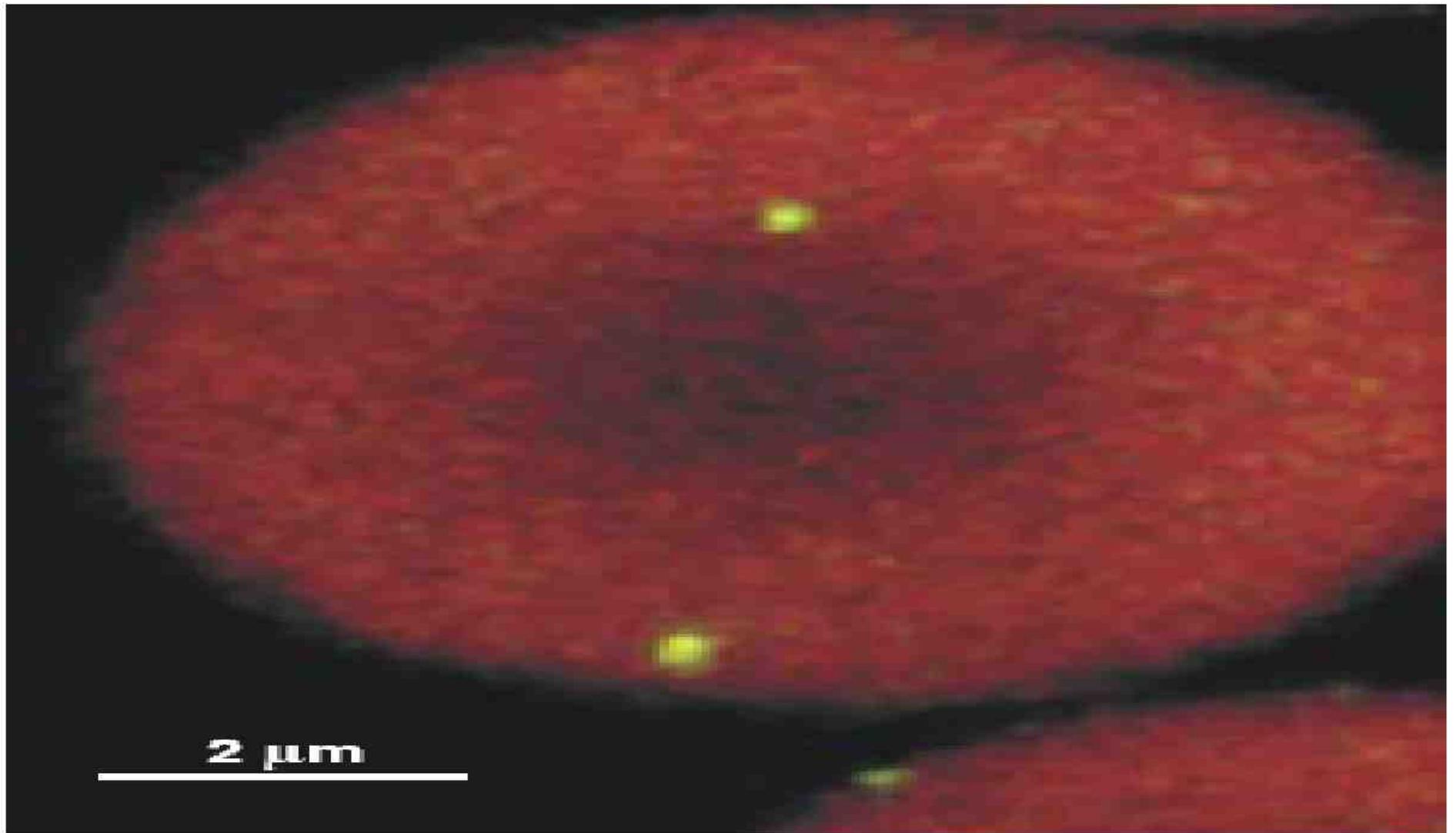


Particules de suie déchiquetées (en vert) dans le poumon humain.

Particules et voies respiratoires

- Les particules entraînent *dès la sixième heure une bronchoconstriction*, et une *augmentation des globules blancs* neutrophiles et des lymphocytes avec une *inflammation locale et générale* (MAP Kinases, NF-béta, AP-1)
 - Elles *augmentent la sévérité des réponses allergiques*, comme la réponse à la fumée de tabac
-
-

Transport de fines particules dans un Globule rouge



Les poussières fines pénètrent aussi dans le sang: vue au microscope de particules (en jaune) dans les globules rouges.

Actions cardio-vasculaires des particules

la lettre du cardiologue Mai 2007

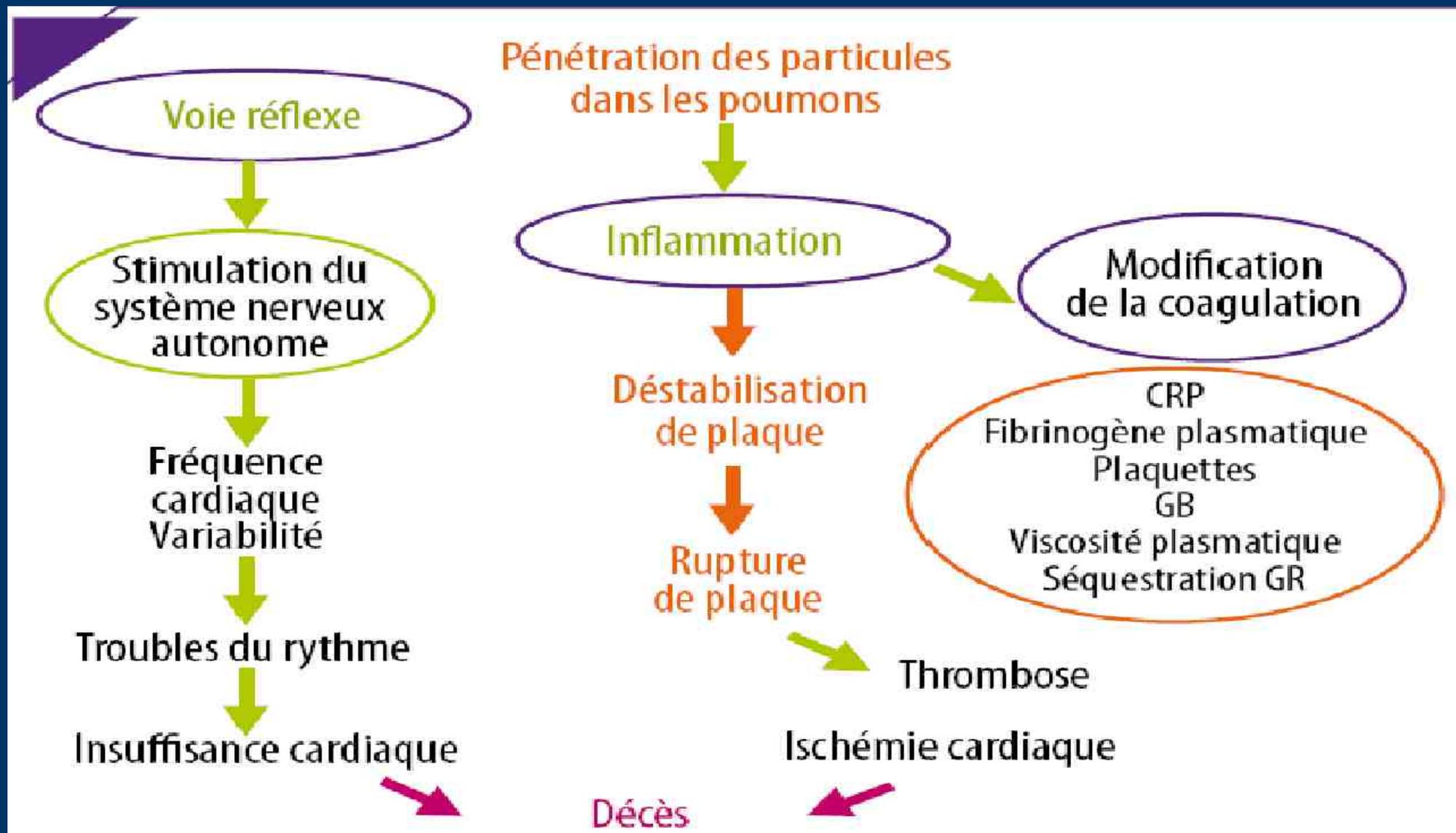
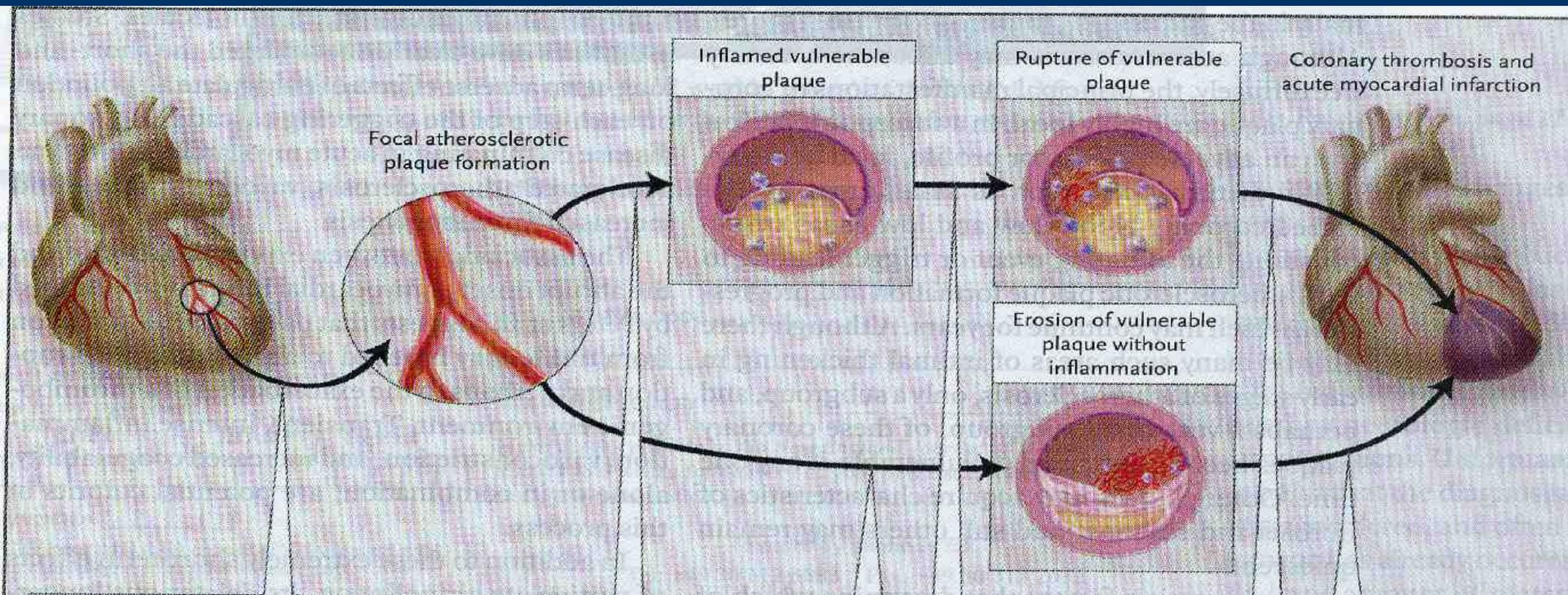


Figure 1. Impact des microparticules sur les phénomènes aigus cardiovasculaires : mécanisme possible.

Rupture d'une plaque d'athérosclérose:

stimulation sympathique, activité physique, émotion, augmentation transitoire de la coagulation, de la viscosité, une inflammation, favorisent la rupture de plaque et l'infarctus



L'inhalation de particules dans les poumons déclenche une inflammation pulmonaire et générale avec cytokines et chemokines, provoquant une oxydation des molécules (stress oxydatif); augmentation du fibrinogène, activation plaquettaire, vasoconstriction.

Les particules déclenchent la fissuration et l'environnement thrombogène

Exposition à court terme aux particules fines

- Chez 12 865 patients vivant en Utah *coronariens connus ou ayant des lésions multiples découverts à la coronarographie*, une élévation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ des PM 2.5 est associée à un *risque d'évènement coronarien aigu de 4.5%*
 - Chez 5 millions d'américains (Boston), *l'augmentation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ des PM 10 est associée à une augmentation de mortalité totale de 0,21% et cardio vasculaire de 0,31%*
 - Parmi 11,5 millions d'*américains de l'est > à 65 ans*, de 204 agglomérations de plus de 200 000 h, proches d'un poste analysant les particules 2.5 microns, on note *en cas d'augmentation du taux de particules PM 2.5 de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$* , une *augmentation des insuffisances cardiaques de 1.28%*
-
-

Effets des fines particules à long terme

-**Altération des fonctions respiratoires à long terme** (Suisse 1997 American J Respir Crit Care Med) avec une dominante obstructive BPCO(1995 Arch Environ health)

-Les fines particules **déclenchent un bronchospasme** chez des sujets sains(1958 J Clin Invest), **réduisent la capacité respiratoire** des BPCO **favorisent les infections**, et favorisent **les décès cardio-vasculaires** (1989 Am Rev Respir Dis)

Curieusement si elles augmentent les infections (Influenza), elles n'aggravent pas la mortalité par bronchopneumopathie chronique

-Les particules **favorisent l'inflammation et l'accélération de l'athérosclérose** (2001 Eur Heart J), et sont un **facteur indépendant d'un premier événement cardio-vasculaire** (NEJM 2002), **d'infarctus du myocarde** (2001 Circulation), **d'inflammation et de lésions pulmonaires** (2001 Am J Respir Crit care Med -1998 Chest)

-**Chez les sujets âgés atteinte du système nerveux autonome** avec risque de **troubles du rythme graves ou de mort subite** (1999 Envir Health Perspect)

-Toutes **ces atteintes** cardio-vasculaires et respiratoires sont **aggravées chez les fumeurs**

Cohorte de Harvard (6 villes): étude à long terme des particules PM 2.5 sur 8 ans

Pour chaque augmentation de PM 2.5 de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour un an d'exposition on note une augmentation du risque
(Ann Epidemiol 2002)

** de décès de 14%*

** de cancer du poumon de 27%*

** de mort cardio-vasculaire de 28%*

Pour une diminution de PM 2.5 de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ la diminution de mortalité serait de 27%

(IC 95 0.57-0.95)

Avec un recul de 16 années, **la mortalité globale augmente de 26% entre la ville la moins polluée et la plus polluée** (Am J Respir Crit Care med 2006)

Particules fines: rapport OMS 2005

Les fines particules PM 2.5 sont la cause de

- * **3%** de **mortalité cardiopulmonaire**
- * **5%** de **mortalité par cancers** de la trachée, des poumons
- * **1%** de **mortalité par infections respiratoires chez les enfants de moins de 5 ans**
- * **1,2%** des **morts prématurées (800 000)**
- * **0,5%** de **vies perdues (6.400 000 années)**

Si on ne fait rien , la mortalité cardio vasculaire va augmenter de 20% à travers le monde et en particulier dans les pays en voie de développement (Inde pour 65%)

(J Toxicol Environ Health A. 2005;68:1301-1307)

Particules fines en Europe 26 Villes

36 millions d'habitants

Si elles étaient *ramenées à 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$* , c'est *16 926 décès prématurés* qui *seraient évités*.

Une personne de 30 ans gagnerait 2 à 13 mois d'espérance de vie

Pour chaque augmentation de particules PM 10 de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la mortalité totale augmente de 5% et cardio-respiratoire de 7%

(Troisième rapport annuel Juin 2005 APHEIS institut de veille sanitaire)

Particules fines en Europe 26 Villes

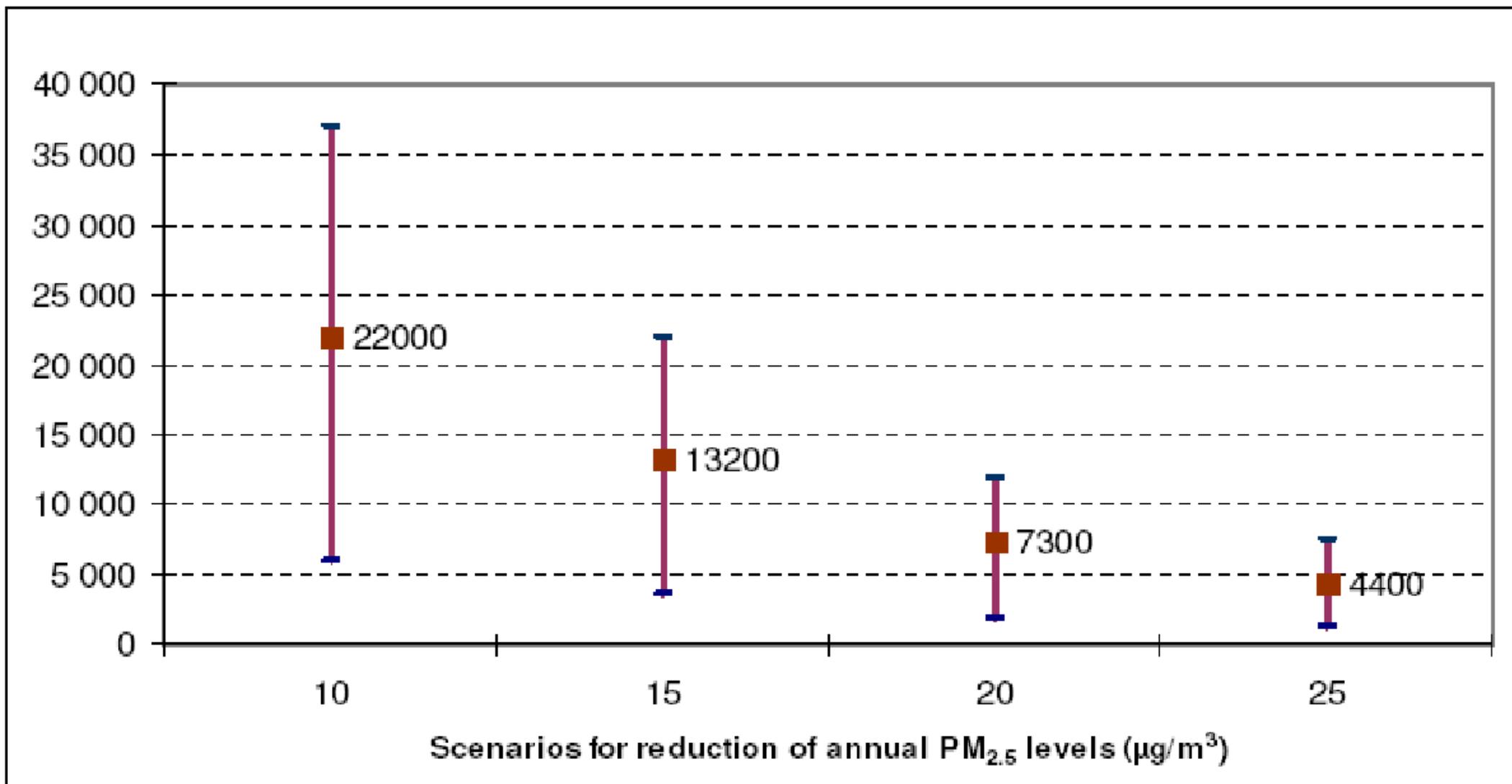
- Pour l'Europe, *100 000 décès et 725 000 années de vies perdues /an* sont attribuables aux *particules fines*

(commission européenne Fév 2005 rapport final du programme CAFE)

- Sur 26 villes européennes en 2004, soit 36 millions d'habitants, *on a estimé à 11 375, le nombre de décès prématurés*, que l'on pourrait prévenir en ramenant l'exposition à long terme des particules *PM 2.5 à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans chaque ville*

Bénéfices de la réduction du Taux de PM 2.5 dans 26 villes Européennes

Réduction potentielle des décès annuels parmi une population âgée de 30 ans dans 26 villes pour des degrés différents de taux de particules PM 2.5



Particules de 10 microns: estimation des conséquences induites en Autriche France Suisse

Une augmentation de 10 microns/m³ de PM10 entraîne des conséquences sur la mortalité, les hospitalisations pour causes respiratoires et cardio-vasculaires, augmente les bronchites chroniques, réduit les journées de travail, contribue aux attaques d'asthme de l'enfant et de l'adulte

- * 6% de 40 000 décès peuvent être attribués à la pollution par an*
- * 25 000 nouveaux cas de bronchite chronique*
- * 290 000 épisodes de bronchite de l'enfant*
- * 500 000 attaques d'asthme*
- * 16 millions de journées de travail*

Environ 50% de la mortalité secondaire à la pollution de l'air est due à la circulation

LANCET 2000; 356 :795-801

Impact des particules en France

groupe d'experts Afsee 2004

- Particules présentes dans l'air de 76 agglomérations françaises (15 millions de personnes)
 - Pour l'année 2002:
 - * **600 à 1100 décès par cancer du poumon** , soit 6 à 11% de la mortalité par cancer du poumon
 - * **3000 à 5000 décès par maladie cardio-vasculaire**, soit 5 à 7 % de la mortalité cardio-vasculaire
 - * **6000 à 9000 décès toutes causes**, soit 3 à 5 % de la mortalité totale pour la population concernée
-
-

Effets de la pollution atmosphérique sur la santé

L'Ozone



L'Ozone polluant secondaire mais dangereux même en dessous du seuil de qualité de l'ORAMIP

- Il provoque une *irritation des muqueuses oculaires et respiratoires*, il déclenche *des crises d'asthme* chez les plus sensibles
 - Il s'agit d'un *oxydant puissant*, perturbant le fonctionnement des cellules des muqueuses, *la fonction respiratoire chez les asthmatiques, mais aussi chez les enfants et adultes sains*
-
-

L'Ozone et appareil respiratoire

L'Ozone, gaz agressif (surtout à l'effort), à fort pouvoir oxydatif, pénètre jusqu'aux voies respiratoires les plus fines:

- * ***Irritation du nez, des yeux, de la gorge, rhumes, maux de tête***
- * ***Toux, essoufflement et altérations de la fonction pulmonaire***
- * ***Il déclenche les crises d'asthme et augmente la sensibilité des asthmatiques aux allergènes en diminuant le seuil de réactivité aux allergènes***
- * ***L'exposition à l'Ozone à des concentrations inférieures aux normes de qualité, réduit le débit expiratoire***

(Environ Health Perspect 2005)

Il n'y a pas de seuil de sensibilité à l'Ozone, en dessous duquel il n'y aurait pas d'effet

Exposition à l'Ozone à court terme

En France *sur 9 grandes villes, pour une augmentation de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$*

- * la mortalité journalière est accrue de 0,7%*
- * la mortalité pour causes respiratoires de 1,2%*
- * et cardio-vasculaire de 1,1%*

(PSAS 9- INVS)

Conséquences à court terme d'une augmentation modérée d'Ozone

- **Chaque augmentation minimale de la moyenne annuelle (de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) a une conséquence sur la pathologie cardio-vasculaire et pulmonaire**, même pour les taux proches de l'objectif de qualité de l'ORAMIP
Ce risque apparaît dans les 24 H suivant l'exposition
- **Pour chaque augmentation de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de la concentration d'ozone mesurée la veille, on observe une augmentation de 5% du risque coronaire aigu** dans une population toulousaine

(Ruidavets Circulation 2005;111:2913-20)

Ce ne sont pas les « alertes pour un pic à 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ » qui comptent le plus, mais l'exposition sur 8 heures glissant et à des taux nettement inférieurs

L'objectif de qualité actuel: pas plus de 25 jours > de 110 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

- * En 2003: 68%** des stations étaient au dessus des 25 Jours
- * En 2004: 35%**
- * En 2005: 42%**

Pendant l'été 2003, cet objectif a été dépassé sur Albi pendant 63 journées!

(Publication ORAMIP 2003)

Mortalité due à la canicule à Albi en 2003 = 18 décès, dont 15 attribuables à l'Ozone et 3 à la chaleur si on se reporte aux données toulousaines (Sylvie Cassadou IVS 9 villes françaises 2003)

Effets de la pollution atmosphérique sur la santé

Les Nox : NO et NO₂

Rôle des NOX (NO et NO₂)

Les hospitalisations dans un service d'urgence pour atteinte coronarienne sont proportionnelles aux taux des NOx

(Envir Res 2003;92(1)/57-63) et (Envir Health 2004;30:293-8)

Nox: étude Norvégienne d'une cohorte de 16 208 sujets pendant 27 ans

- Le *risque de décès* pour une *augmentation de NOx de de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$* (moyenne annuelle) *est accru de 16%*
- Le *risque de développer un cancer du poumon* pour une augmentation de Nox de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est *accru de 30%*

(Thorax 2003;58:1071-76 et Environ Health Perspect 2004;112(5):610-5)

**Les insuffisants respiratoires obstructifs (asthme
bronchite chronique) et les sujets âgés sont plus
sensibles**

Etude sur les NOx en Norvège

(American Journal of epidemiology 2007;165:435-443)

Entre 1992 et 1998 suivi d'une population d'Oslo de 51 à 90 ans

- *Pour les plus jeunes le NO₂ commence à retentir avec un taux > à 40 µg/m³* (objectif de qualité en France !)
- *Pour les plus âgés on retrouve, une augmentation linéaire entre 20 et 60 µg/m³, nettement en dessous de l'objectif de qualité de l'ORAMIP*

(American Journal of epidemiology 2007;165:435-443)

Enfants scolarisés et faible degré de pollution au NO₂ et particules fines

- Une *réduction de 10 µg/m³ de particules et de NO₂* chez des enfants autrichiens âgés de 7 à 10 ans , *améliore la fonction pulmonaire de 1%*
- Un *pic de pollution aux particules et au NO₂ à des taux inférieurs aux limites européennes* admises, a des *conséquences sur la fonction pulmonaire des enfants*

Les auteurs demandent : d'exiger une plus grande diminution d'émission par les véhicules, définies par la directive 99/96/EC et qui prévoyait 20% à horizon 2010

(Eur Respir J 2006;27:1138-1143)

Le benzène est cancérigène

Le Centre International de recherche sur le cancer (CIRC Lyon), estime que les preuves sont suffisantes pour considérer le benzène comme cancérigène:

induction de leucémies

L'OMS : une exposition continue d'un million de sujets pendant une vie (70 ans), peut causer six décès par leucémie

La commission fédérale suisse de l'hygiène de l'air (2002 vu-7024-F) affirme qu'avec la charge actuelle de benzène, le risque en fait est vingt fois supérieur

« Il n'y pas de seuil inoffensif »

Pollution à proximité de rocares-autoroutes



NO2 du trafic et asthme de l'enfant

Proximité d'autoroute et en résidence fermée

Cohorte de 208 enfants de Californie

- Les *crises* sont *augmentées* de 83% *par quartile d'exposition au NO2*.
 - Les *crises*, les *bronchospasmes*, l'*utilisation de médicaments* broncho-dilatateurs sont *augmentés* de 89% pour une *distance proche (150 m) de l'autoroute dans une résidence fermée* et de 122% pour une *résidence ouverte*.
-
-

Etude PIAMA: Enfants et pollution automobile à proximité de voies à fort trafic

- Cohorte de 4146 hollandais suivis de la naissance à 4 ans: ***proportion accrue d'asthme, de sifflements (bronchospasme), d'infections ORL, de rhumes et grippes*** (RR x par 1,2 à 1,3)
- Il apparait, chez les enfants les plus exposés une hypersensibilité à des allergènes alimentaires (dosage des IgE)

La pollution de l'air contribue au développement des maladies respiratoires chez l'enfant et implique la nécessité de séparer les grands axes des lieux d'habitation et de travail

(Eur Respir J 2007;29:879-888)

Pollution atmosphérique automobile et anticipation de mortalité

- Cohorte de 5228 sujets > à 40 ans qui résident à **50 m de voies urbaines et 100 m d'autoroutes** entre 1992 et 2001
 - Un *excès de mortalité de 18% est associé à la proximité du trafic*
 - *Les sujets âgés sont plus sensibles*: les décès attribuables à la proximité du trafic sont de 0,4/1000 entre 40 et 49 ans et de 10,9/1000 entre 70 et 79 ans
-
-

Risque cardio-vasculaire d'une exposition à long terme proche d'un important trafic

3399 sujets allemands, **proches de 150 m d'une voie de circulation importante**, comparativement à des sujets éloignés (deux villes proches industrialisées Essen et Mülheim avec des niveaux de particules similaires: 23,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM 2.5).

Le risque d'être atteint d'une maladie coronarienne est augmenté de 85% , après ajustement sur les autres facteurs de risque, et ***de 133% chez les hommes***

Proximité du trafic et anticipation de mortalité

- Le **décal moyen d'anticipation des taux de mortalité était de 2,5 années**, à comparer avec
 - * 3,1 années (**cardiopathies ischémiques**)
 - * 3,4 années (**pathologies pulmonaires chroniques autres que l'asthme**)
 - * 4,4 années (**diabète**)
 - *Les sujets âgés sont plus sensibles*: les décès attribuables à la proximité du trafic sont de **0,4/1000 entre 40 et 49 ans** et de **10,9/1000 entre 70 et 79 ans**
-
-

Autoroutes et développement du poumon chez l'enfant

L'exposition aux grandes routes et à la pollution de l'air ambiant ont toutes deux des **impacts négatifs et indépendants sur la fonction respiratoire des enfants** de 10 ans en moyenne.

3677 enfants d'âge moyen de 10 ans exposés au trafic, vivant en différents endroits des USA

Les enfants à proximité d'une route importante ont une capacité pulmonaire plus faible (force expiratoire maximum) de 81 millilitre/sec (-3%) et un débit expiratoire maximum diminué de 127 ml/sec (-6%)

La présence de l'axe routier, même en présence de faibles niveaux de pollution accroît les risques d'altération des fonctions respiratoires et ceci tout le restant de la vie; ceci affecte aussi les jeunes qui ne souffrent pas d'asthme ou de tabagisme

(The Lancet Janvier 2007; 369:571-577)

La mortalité par accident vasculaire cérébral en Angleterre et Pays de Galles est x par 7 chez les hommes à 200 m d'une avenue principale , comparée à 1000 m

TABLE 4. Rate Ratios for Stroke Mortality (1990–1992) by Distance to the Nearest Main Road, England and Wales

Distance to Nearest Main Road, m	Men	Women	Both*
Adjusted for Age (95% CI)			
<200	1.09 (1.06–1.12)	1.02 (0.99–1.04)	1.04 (1.03–1.06)
200–<500	1.06 (1.03–1.09)	1.00 (0.98–1.02)	1.02 (1.01–1.04)
500–<1000	1.04 (1.01–1.07)	1.00 (0.98–1.03)	1.02 (1.00–1.04)
≥1000	1	1	1
Adjusted for Age and Deprivation† (95% CI)			
<200	1.05 (1.02–1.07)	1.02 (1.00–1.04)	1.03 (1.02–1.05)
200–<500	1.02 (0.99–1.04)	1.01 (0.99–1.03)	1.01 (1.00–1.03)
500–<1000	1.01 (0.98–1.03)	1.01 (0.98–1.03)	1.01 (0.99–1.02)
≥1000	1	1	1
Adjusted for All Confounders‡			
<200	1.07 (1.04–1.09)	1.04 (1.02–1.06)	1.05 (1.04–1.07)
200–<500	1.03 (1.01–1.06)	1.02 (1.00–1.05)	1.03 (1.01–1.05)
500–<1000	1.01 (0.99–1.04)	1.02 (1.00–1.04)	1.02 (1.00–1.03)
≥1000	1	1	1

*Rate ratios for both sexes combined are adjusted for sex.

†Includes adjustment for age-by-deprivation interaction.

‡Adjusted for age, deprivation, age-by-deprivation interaction, metropolitan area, standard region, and population density.

(Stroke 2003;34:27:2776-2780)

Pollution élevée sur le périphérique toulousain

Etude de 2006 ORAMIP Périphérique Nord-Ouest TOULOUSE

- Les mesures sur le périphérique toulousain en 2005, objectivent une **teneur en NO_2 et en particules aussi élevée que celles du trafic en centre ville et le double du centre hors trafic**
(NO_2 : $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rue de Metz)
 - **Le seuil d'information pour le NO_2 ($> 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été atteint** le 19 mai 2005
-
-

Pollution élevée sur le périphérique toulousain

Etude de 2006 ORAMIP Périphérique Nord-Ouest TOULOUSE

- Il en est de même pour les particules avec ***une forte teneur moyenne annuelle : 31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$*** au niveau du périphérique et 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au centre ville hors trafic
- ***La teneur moyenne journalière en PM 10 est supérieure à l'objectif de qualité 14% du temps (> 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)***

“Ces fortes teneurs sont expliquées par le trafic poids lourds” (commentaire ORAMIP)

Retentissement de la pollution atmosphérique

Synthèses



Admission aux urgences de Boston

-15 578 Infarctus et 24 857 pneumonies entre 1995 et 1999

Le risque de pneumonie

- * Pour le carbone: +11,7%
- * Pour les PM 2.5: + 6,5%
- * Pour le CO: +5,5%

Les hospitalisations en urgence pour infarctus:

- * Pour le NO₂: + 12,7%
- * Pour les PM 2.5: + 8,6%
- * Pour le carbone: + 8,3%

(Journal of Epidemiology and Community Health 2006;60:890-895)

Décès prématurés et hospitalisations en Grande Bretagne secondaires à la pollution de l'air

- Entre ***12 000 et 24 000 décès prématurés /an***
 - Entre ***14 000 et 24 000 hospitalisations / an***
 - La répartition des causes pour les décès prématurés:
 - * ***d'ozone = 12 500***
 - * ***des particules = 8100***
 - * ***du S02 = 3500***
-
-

Effets de la pollution de l'air en France

Rapport OMS 1999

Effets sur la santé	Nombre de cas (95%CI) dont la pollution est responsable en France	Nombre de cas (95%CI) dont la pollution routière est responsable en France
mortalité à long terme (adultes \geq 30 ans)	31 700	17 600
hospitalisations pour affections respiratoires (tous ages)	13 800	7 700
hospitalisations pour affections cardiovasculaires (tous ages)	19 800	11 000
bronchite chronique	36 700	20 400
bronchite chez les enfants < 15 ans	450 000	250 000
jours de congés de maladies adultes \geq 20 ans (en millions de journées)	24.6	13.7
crises d'asthme chez l'enfant < de 15 ans	243 000	135 000
crises d'asthme chez l'adulte \geq 15 ans	577 000	321 000

Villes de moyenne importance court et long terme

Poitiers Niort Angoulême en 2005 Pau et Agen en 2001

- Toutes ces études *confirment les résultats des études effectuées dans les 9 grandes agglomérations > à 100 000 habitants*
 - On retrouve un *impact à court terme de la pollution sur la mortalité et les hospitalisations* pour motifs cardio-vasculaires et respiratoires (19 décès à Angoulême, 11 à Niort...)
 - *Mais les effets à long terme sont plus significatifs* (impact du court terme à multiplier par de 2 à 4): 25 décès anticipés à Angoulême et 19 à Niort
- Il est plus rentable de faire baisser les émissions polluantes permanentes que de se polariser sur les pics**
- A Agen, *la diminution de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de particules PM 10 en moyenne annuelle permettrait d'éviter 11 décès*

Les effets sanitaires apparaissent pour des taux inférieurs
au seuil d'information et même de qualité
(particules et ozone)

Conclusions de l'étude à court et long terme en Aquitaine

Les résultats de cette étude montrent que **le risque peut être important** même **pour des niveaux de pollution modérés**. En effet, de **nombreux décès et hospitalisations** attribuables à la pollution surviennent suite à une **exposition à des teneurs inférieures aux objectifs de qualité** fixés par la législation. De plus, les scénarios visant à ramener les niveaux de polluants à ces objectifs de qualité se sont révélés peu efficaces comparés à ceux visant à les réduire au quotidien. **Une diminution ponctuelle des polluants lors des épisodes de pollution est donc insuffisante** et un gain sanitaire ne pourra être obtenu qu'à la condition de **parvenir à une amélioration durable de la qualité de l'air tout au long de l'année**.

En termes de communication, il est donc important de:
sensibiliser la population et les industriels sur la nécessité d'agir au quotidien de manière préventive et non pas uniquement lors des épisodes de pollution.

Etudes de plusieurs polluants associés

Ozone + Particules fines

- *Les effets sur la santé sont amplifiés si les deux pollutions sont simultanées* (fiche du 16 Juin 2006 de l'office fédéral de l'environnement Suisse)
 - Pour protéger durablement la population d'une pollution excessive due à l'Ozone, *il faut diminuer de moitié les émissions de NO², mais aussi les COV.*
 - Pour que la valeur limite des particules fines ne soit pas dépassées, *il faut diminuer de moitié, les émissions actuelles de particules fines primaires*
-
-

***Recommandations
Européennes et protestations
de la Commission et des
Sociétés Savantes***



Commission européenne 2005 (446 final)

Le sixième Programme d'Action communautaire pour l'Environnement (VIème PAE), prévoit une stratégie pour réduire la pollution (*décision 1600/2002/CE-JO L 242 du 10.9.2002*)

La commission dans le cadre du programme « *air pur pour l'Europe-CAFE* com(2001) 245», a constaté que *la pollution atmosphérique continuerait à exercer des impacts négatifs considérables* même si la législation actuelle était effectivement appliquée.

L'ozone et les particules sont les *polluants les plus préoccupants*

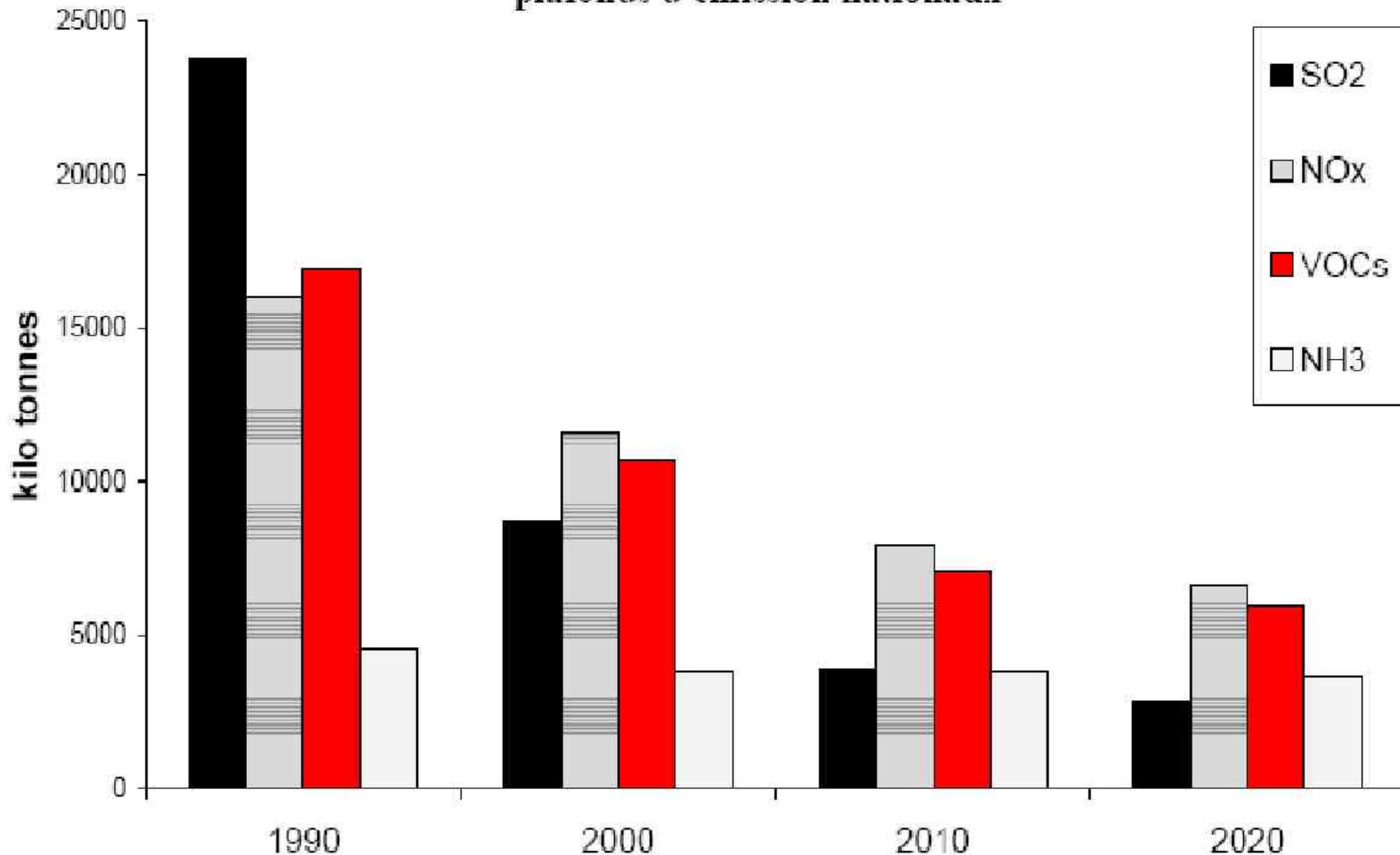
Commission européenne 2005 (446 final): résultats des mesures sur l'écosystème et la santé

- Malgré la réduction importante des émissions des polluants, **55% de l'ensemble des écosystèmes souffrent d'eutrophisation** (perte de la diversité biologique)
 - En cas de pleine application de la législation, on observerait en 2020 que **seulement 14% de réduction des écosystèmes** touchés par les pluies acides.
 - Sur l'UE, **les particules PM 2.5** sont source d'une perte de 3,6 millions d'années de vie
-
-

Réduction des émissions insuffisantes pour la santé

décision 1600/2002/CE

Figure 1. Émissions terrestres de polluants couverts par la directive sur les plafonds d'émission nationaux



Commission européenne 2005 (446 final): résultats des mesures sur l'écosystème et la santé

- En cas de maintien des directives actuelles **2,5 millions d'années de vie, 272 000 décès prématurés** en 2020.
- Toujours à horizon 2020, **l'Ozone causerait 21 000 décès**
- Le **préjudice sur la santé humaine** en terme financier serait de **189 à 609 milliards d'euros.**

« Compte tenu de ces coûts, et des décès engendrés, il est inconcevable de ne pas adopter de mesures supplémentaires »

Conférence de Paris Septembre 2006

ISEE (International Society for Environmental Epidemiology)

ISEA (International Society of Exposure Analysis)

- La réduction de 10 ou 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: éviterait 13 300 ou 22 300 décès prématurés

(European J of Epidemiologie 2006)

- Dans 23 villes européennes, de 11 pays, avec 36 millions d'habitants, une réduction des PM 2.5 de 20 à 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$: éviterait 5 500 décès dont 3 500 cardio respiratoires et 600 cancers du poumon

(APHEIS)

Pas de modifications des Recommandations européennes pour les particules fines PM 2.5 !

- Propositions des députés européens en Septembre 2005

Il est proposé un taux maximum de **PM 2.5 de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** et de **PM 10 à 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à horizon 2010**

- Les ministres européens de l'environnement fin 2006 :

Plafond des **PM 2.5 à 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ repoussé à horizon 2015** avec de nombreuses dérogations ! (pays de l'Est)

- Rappel des normes internationales:

USA -PM 2.5 : 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

OMS -PM 2.5 : 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Europe -PM 2.5: 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ou PM 10 : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Les scientifiques s'insurgent

Les Echos 9 Septembre 2006

Qualité de l'air : les normes de la future directive européenne jugées trop laxistes

ENVIRONNEMENT

Des spécialistes de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique s'insurgent contre Bruxelles

LES PARTICIPANTS à la conférence internationale sur la santé environnementale qui se déroule à Paris jusqu'à mercredi, s'alarment du laxisme de la prochaine directive européenne consacrée à la qualité de l'air. Il s'agit de la directive *Cafe* (Cleaner air for Europe) dont le vote est programmé au 26 septembre prochain. Les scientifiques estiment que les nouvelles normes préconisées pour les particules d'un dia-

mètre inférieur à 10 micromètres (PM10) et les particules fines (PM2,5) sont largement insuffisantes. Ces particules, émises surtout par les voitures et l'industrie, servent aussi d'indicateurs pour mesurer les taux de pollution.

Pour les PM10 dont la norme est fixée à 40 microgrammes par m³ en moyenne sur une année, la future directive renonce à la baisser comme c'était prévu. Elle donne aux Etats un délai de trois ans supplémentaire pour la respecter. Elle prévoit aussi de retrancher du total des PM10 les particules d'origine naturelle, ce qui revient de fait à augmenter la norme réelle. Pour les

PM2,5, émises notamment par les moteurs Diesel et particulièrement nocives car elles pénètrent profondément dans les poumons, la directive balance pour l'instant entre 20 ou 30 g/m³, au lieu de 15 g/m³ aux États-Unis. « *C'est une folie* », estime Denis Zmirou (faculté de médecine de Nancy/Inserm). Une étude menée dans 26 villes européennes, présentée hier, révèle que si la norme des PM2,5 était fixée à 15 g/m³, cela permettrait de diviser par trois le nombre total de décès prématurés dus à la pollution (programme Apheis). En Europe, on estime que, chaque année, elle est à l'origine de 348 000 décès prématurés. Les re-

culs de la Commission sont dus, selon les scientifiques, aux pressions des grands aéroports européens (Schipol en tête, l'aéroport de charters d'Amsterdam) qui n'ont pas envie de se voir obligés de réduire leur trafic. L'Allemagne est aussi accusée de vouloir éviter d'engager des programmes coûteux pour réduire les émissions de particules dans l'ancienne Allemagne de l'Est.

... Trois sociétés savantes ont signé ce texte : la Société internationale pour l'épidémiologie (Isse), la Société internationale d'analyse des expositions (Isea) et l'European Respiratory Society (ERS).

YVES MISEREY

Le coût d'une vie perdue en raison de la pollution atmosphérique

La valeur monétaire associée à chaque cas de mortalité totale à long terme pour les *adultes > à 30 ans*, attribuable à la pollution atmosphérique est de *900 000 Euros* (Valeur 2000)

(Rapport Kûnzli 1999, OMS, cité par l'AFSSE)
