

Effets des polluants sur la santé humaine



Effets

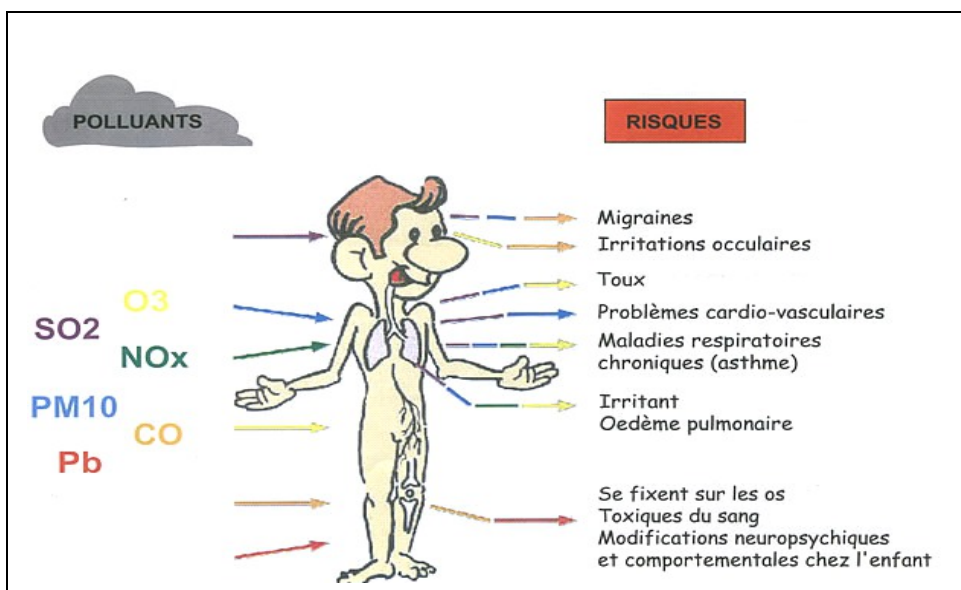
Fiche détaillée

Niveau ★★☆

(A partir de la 2nd)

I. Les principaux polluants et leurs effet sur la santé

L'air que nous respirons peut contenir des centaines de polluants, préjudiciables pour notre santé, sous forme gazeuse, liquide ou solide. Les polluants tels que SO₂, HAP, métaux lourds, oxydes d'azote, radon, CO, O₃, amiante, COV et formaldéhydes, polluants allergéniques) sont considérés comme des indicateurs de pollution de l'air nuisibles pour la santé. Ils font donc l'objet d'une réglementation. Il faut distinguer les épisodes pollution intenses et de courte durée des effets chroniques liés à la pollution atmosphérique. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, la maladie chronique est "un problème de santé qui nécessite une prise en charge sur une période de plusieurs années ou plusieurs décennies."



I.I. Le dioxyde de soufre SO₂

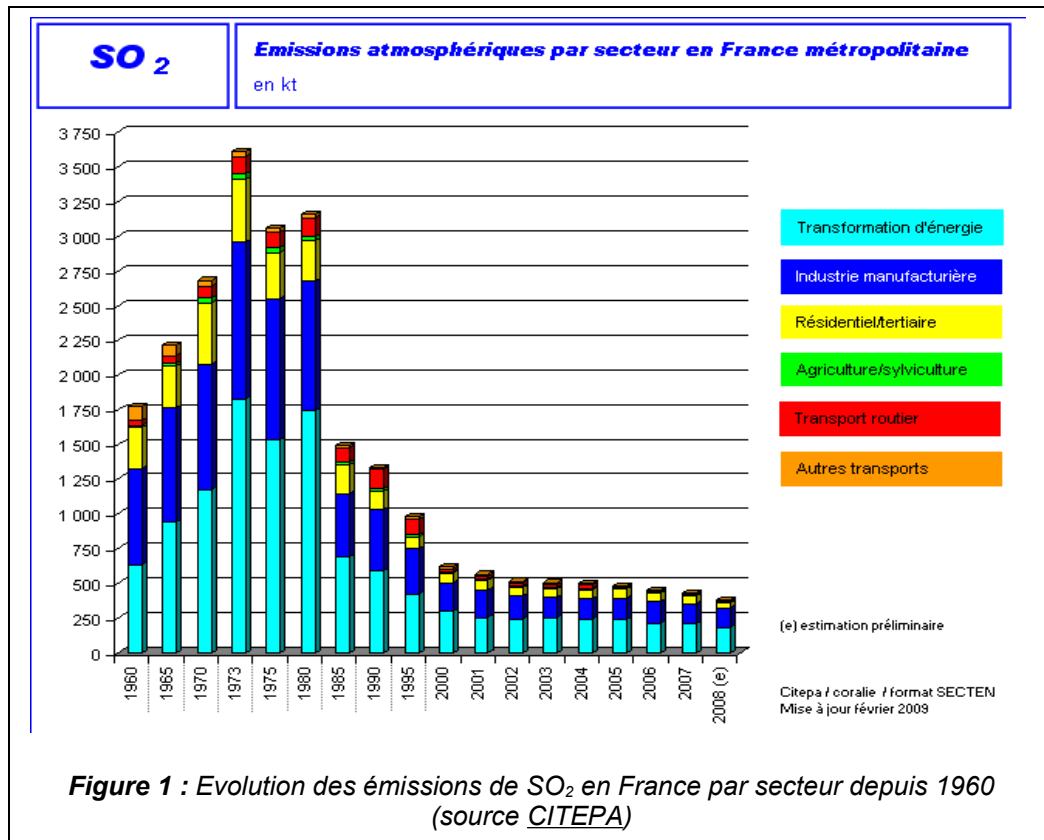
Le SO₂, tout comme les particules, a été fortement impliqué dans les épisodes historiques de pollution atmosphérique qui ont entraîné un nombre élevé de décès, ceux de la Vallée de la Meuse en 1930, de Donora, en Pennsylvanie, en 1948, où à la faveur d'une inversion du gradient de température qui a plaqué au sol les émissions des combustions industrielles locales, 43% de la population s'est trouvée affectée et 19 décès ont été enregistrés. A Londres, en décembre 1952, une situation anticyclonique est à l'origine d'une augmentation brutale des concentrations ambiantes de SO₂ et de particules, augmentation associée à 4 000 décès supplémentaires. Il s'agit là de l'un des événements historiques qui a le plus contribué à faire prendre conscience de la gravité du phénomène "pollution atmosphérique".

Le SO₂ provient surtout de l'utilisation des combustibles fossiles qui contiennent du soufre, tels que le fioul, le charbon, le gazole, l'essence; par l'activité des industries et le chauffage et dans une moindre mesure par le trafic automobile.

Le SO₂ est avant tout un gaz irritant, notamment au niveau des yeux, de la peau et des poumons. Il faut préciser que pour les sujets sains, à moins d'une très forte exposition (plus de 1000µg/m³) il n'y a aucun effet immédiat. En revanche, pour les personnes asthmatiques et les

enfants, une exposition à partir de $715\mu\text{g}/\text{m}^3$ suffit à altérer la fonction pulmonaire des asthmatiques avec un risque d'augmentation des bronchites chroniques, des excès de toux, des crises d'asthme et une baisse de la capacité respiratoire. Pour ces personnes, les effets dus au SO_2 sont ressentis dès les 5 premières minutes d'exposition et ils se dissipent une heure après la fin de l'exposition avec un risque très minime de crise retardée. Sur le long terme, on constate que le fait de vivre dans un milieu riche en SO_2 augmente la probabilité de contracter le cancer du poumon.

En France La concentration de SO_2 a diminué de plus de 50% depuis 15ans du fait du développement de l'énergie électronucléaire, la régression du fuel lourd et du charbon, une bonne maîtrise des consommations énergétiques et la réduction de la teneur en soufre des combustibles. Aujourd'hui, les niveaux ambiants couramment observés vont de 30 à $150\mu\text{g}/\text{m}^3$.



II. Les oxydes d'azote

II.1. Le monoxyde d'azote NO.

Le NO est principalement émis lors des phénomènes de combustion à haute pression mais ce dernier s'oxyde assez rapidement en NO_2 sous l'action d'oxydants tels que l'ozone.

Il n'y a aucune connaissance de cas graves d'intoxication lié au NO. Pour de fortes concentrations en NO, il y a transformation de l'hémoglobine en méthémoglobine ce qui peut entraîner une diminution de la capacité de transport de l'oxygène par l'hémoglobine.

Aux concentrations présentes dans l'atmosphère, NO n'a pas d'effets pathogènes mais, vraisemblablement, un effet bénéfique sur la fonction respiratoire ! Voici plusieurs années que

NO est utilisé, en techniques de réanimation à Paris, à l'hôpital Lariboisière, avec des concentrations relativement élevées. Inhalé à des concentrations de 30 à 100 mg par m³ d'air, NO provoque une vasodilatation et abaisse la pression artérielle pulmonaire. Il agit efficacement contre le syndrome de détresse respiratoire aiguë (SDRA) car il favorise l'oxygénation du sang en améliorant les échanges gazeux dans les poumons.

II.II. Le dioxyde d'azote NO₂.

Les effets pathologiques de NO₂ ont été mis en évidence dans des circonstances accidentelles de travail. Exposés à une concentration de 10 mg de NO₂ par m³, des travailleurs ont présenté des troubles respiratoires très marqués mais transitoires ; ces troubles disparaissant après arrêt de l'exposition. Pour une exposition prolongée à des concentrations supérieures à 100 mg de NO₂ par m³, il se produit des irritations pulmonaires et une diminution persistante de la fonction respiratoire.

Les véhicules sont responsables à près de 60% du rejet de NO₂. Il y a également beaucoup de rejets dus aux installations de combustion comme les centrales thermiques ou les chauffages.

Le NO₂ est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Dès que sa concentration atteint 200µg/m³, il peut entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyperréactivité bronchitique chez l'asthmatique et une augmentation de la sensibilité des bronches aux infections microbiennes chez l'enfant. Les effets chroniques sont difficiles à prouver, mais il n'a pas de rôle cancérigène connu. Pour une exposition prolongée, les signes suivants peuvent se manifester : larmolement, irritation, œil rouge, éternuement, toux, difficultés respiratoires, crises d'asthme, œdème aigu pulmonaire en cas de très forte exposition.

L'installation de pots d'échappement catalytiques sur les voitures a permis, depuis 1993, une diminution des émissions des véhicules à essence. Néanmoins, l'effet reste encore peu perceptible compte tenu de l'âge des véhicules et de l'augmentation importante du trafic automobile.

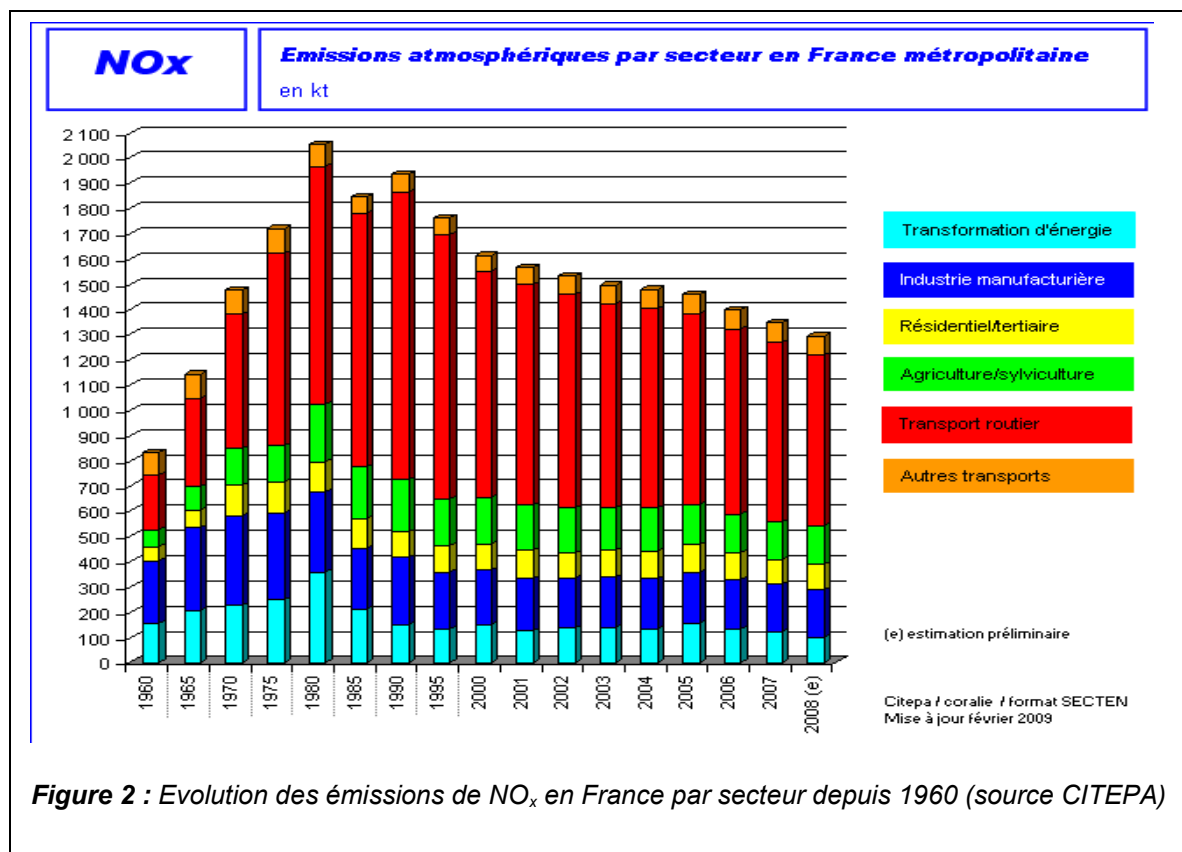


Figure 2 : Evolution des émissions de NO_x en France par secteur depuis 1960 (source CITEPA)

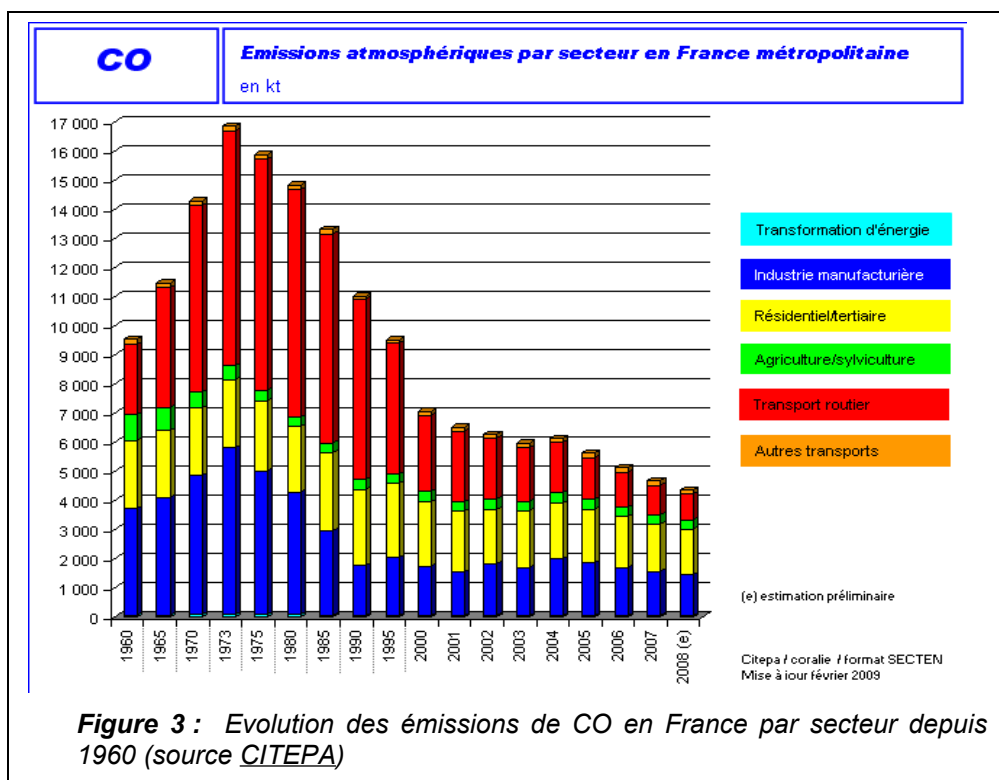
II.III. Le monoxyde de carbone

Le CO, un gaz inodore et incolore est un très dangereux poison pouvant être mortel à fortes doses. Le CO se forme lorsque la combustion de matières organiques (gaz, charbon, fioul ou bois, carburants, ...) est incomplète par suite d'une insuffisance en O₂. La source principale du CO est le trafic automobile : ainsi, des taux importants de CO sont rencontrés quand un moteur tourne au ralenti dans un espace clos (garage...) ou en cas d'embouteillage dans des espaces ouverts (tunnels...). Ainsi, les concentrations de CO loin des axes routiers sont inférieures à 1ppm, elles peuvent atteindre 3 à 4ppm à proximité des grands axes routiers ou dans des parkings et il a été observé des pics à 50 ppm lors de trafic très dense. Le mauvais fonctionnement d'un appareil de chauffage domestique peut entraîner une intoxication au CO.

Le CO se fixe sur l'hémoglobine du sang à la place de l'O₂ pour former la carboxyhémoglobine ce qui conduit à un manque d'oxygénation du système nerveux, du cœur et des vaisseaux sanguins.

Les premiers symptômes dus à une exposition au CO sont des maux de tête et des vertiges. Ces symptômes augmentent avec la concentration en CO puis peuvent apparaître des nausées, des vomissements et peuvent, si l'exposition est prolongée, aller jusqu'à la mort ou laisser des séquelles neuropsychiques irréversibles. Cependant, lors d'expositions brèves, le phénomène est réversible après quelques heures.

Précisons qu'à l'inverse de nombreux autres polluants atmosphériques, une intoxication au CO n'affecte pas directement les voies respiratoires et ne provoque pas de bronchites chroniques ou d'autres maladies liées aux poumons.



II.IV. L'ozone

Rappelons que l'ozone n'est pas directement émis par les sources comme peuvent l'être la majorité des polluants atmosphériques. Il se forme surtout à partir d'interactions entre les rayons

UV solaires et d'autres polluants comme le NO, le CO, les COV (composés organiques volatils) présents entre autre dans les gaz d'échappement.

Les plus fortes concentrations se rencontrent lors des conditions de fort ensoleillement et de stagnation de l'air. Il se forme dans les zones polluées puis est transporté. De plus, dans les villes, il est détruit par réaction avec le monoxyde d'azote: les pointes de pollution sont donc plus fréquentes en-dehors des villes.

L'ozone est un gaz agressif pour les muqueuses oculaires et respiratoires. Pénétrant aisément jusqu'aux voies respiratoires les plus fines, il peut entraîner des irritations du nez, des yeux et de la gorge, des altérations de la fonction pulmonaire, des essoufflements et des toux. Il exacerbe les crises d'asthme. Ses effets sur la santé dépendent du niveau et de la fréquence des expositions, mais chez les personnes sensibles (enfants, asthmatiques, insuffisants respiratoires, allergiques), les symptômes (picotements et irritation des yeux, coryza, gêne respiratoire) apparaissent plus nettement à partir de $180\mu\text{g}$ d'ozone par m^3 d'air. Il ne semble pas possible de déterminer un seuil en dessous duquel ce polluant serait totalement inoffensif. De plus, les effets d'une exposition chronique sur le long terme restent encore mal connus.

Ces effets sont influencés par :

- La durée : plus l'exposition d'une personne à des concentrations élevées se prolonge, plus les réactions seront fortes.
- L'intensité du travail ou de l'exercice physique : plus les efforts physiques sont intenses, donc plus la demande en oxygène sera importante, donc plus les réactions seront fortes.
- Les concentrations : plus les valeurs d'ozone sont élevées, plus le nombre de personnes affectées augmente.

Nous pouvons classer ces concentrations et les effets qu'elles provoquent :

- Entre 120 et $180\mu\text{g}/\text{m}^3$: il s'agit d'une pollution marquée, les personnes sensibles souffriront probablement d'irritation des muqueuses (yeux, nez, gorge). En cas d'activité physique à l'extérieur, les enfants, les jeunes et les adultes sensibles risquent de subir une faible réduction de leur fonction pulmonaire.
- Entre 180 et $240\mu\text{g}/\text{m}^3$: il s'agit d'une pollution élevée, il y a une très grande probabilité que la population souffre d'irritation des muqueuses. En cas d'activité physiques à l'extérieur, une réduction de 5 à 10% de la fonction pulmonaire des enfants, des jeunes et des adultes sensibles est prévisible.
- Pour les valeurs supérieures à $240\mu\text{g}/\text{m}^3$: il s'agit d'une pollution très élevée, il y a une très grande probabilité que la population souffre d'irritations des muqueuses. En cas d'activité physique à l'extérieur, la fonction pulmonaire de la population est réduite de 15% en moyenne. La fonction pulmonaire des personnes sensibles peut même être réduite de 30% ou plus.

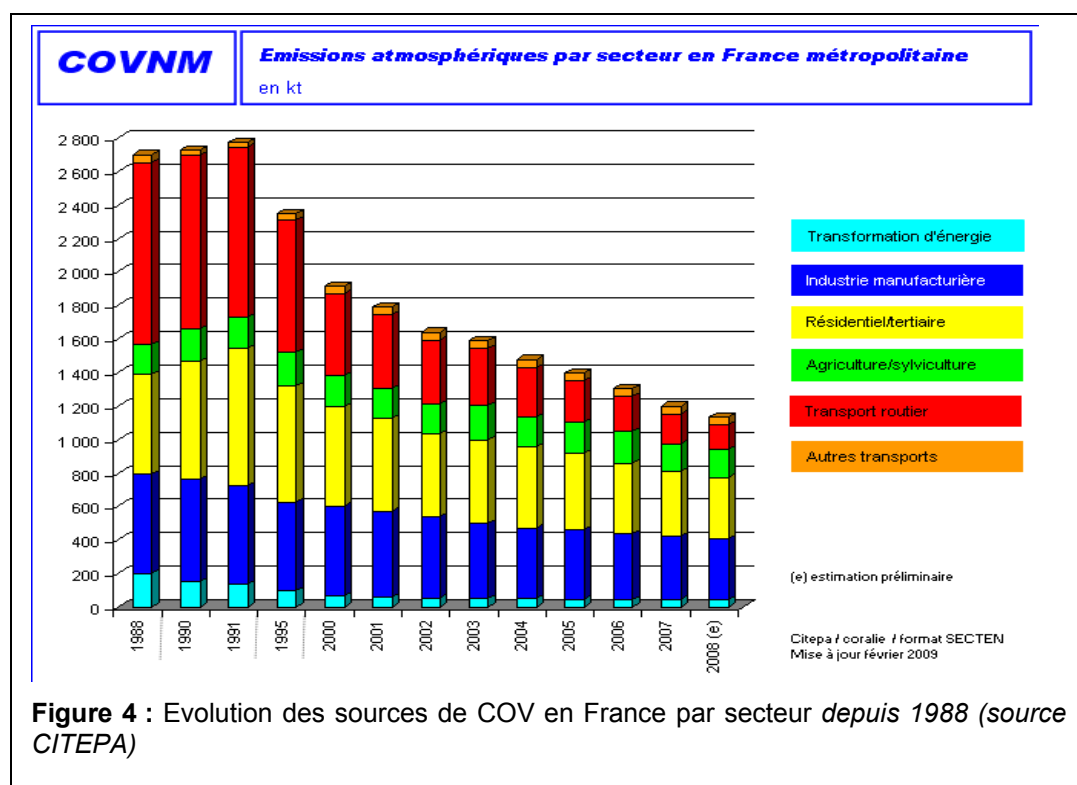


Photo 1 : Aspect brumeux caractéristique d'une ville polluée en été

II.V. Les composés organiques volatils

Les COV sont très nombreux : de l'ordre de 50 à 300 composés organiques volatils ont été identifiés dans l'air dont beaucoup dans l'air intérieur. Conventionnellement, le formaldéhyde et autres aldéhydes ne font pas partie des COV ; cependant, en raison de leur importance, ils sont souvent considérés avec les COV. Les COV rentrent dans la composition des carburants mais aussi dans de nombreux produits courants comme la peinture, l'encre la colle, les détachants, les cosmétiques, les solvants...

Des COV (terpène, isoprène...) sont également émis par le milieu naturel (végétation méditerranéenne avec pins, les landes, ...) et certaines aires cultivées. Les COV les plus mesurés sont : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, m,p-Xylène, o-Xylène, Styrene, Trichloroéthylène, Tétrachloroéthylène, n-décane, n-undécane. Les autres COV regroupent les aldéhydes, les cétones et les hydrocarbures halogénés de faible poids moléculaire. Les effets sur la santé sont différents suivant la nature du polluant : certains peuvent générer une gêne olfactive, des irritations ou une baisse de la capacité respiratoire mais d'autres peuvent avoir un effet cancérigène ou mutagène.



II.VI. Les hydrocarbures aromatiques monocycliques

Les Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques sont une famille de composés parmi lesquels ne sont analysés actuellement que le benzène, le toluène et les ortho-méta et para-xylènes (BTX).

Le benzène peut être émis par les volcans et les feux de forêts, mais il est surtout présent dans les mélanges élaborés des raffineries de pétrole, dans les gaz d'échappement et dans les émanations des réservoirs d'essence.

Le benzène possède des effets propres à tous les COV : somnolence, maux de tête, irritations de la peau et des muqueuses. Une exposition chronique s'accompagne d'une grande

toxicité pour les cellules sanguines et les organes qui les produisent (moelle osseuse...) ; ainsi, le benzène peut provoquer une chute de l'immunité cellulaire, des atteintes du système nerveux et des leucémies pour des expositions répétées à des concentrations de quelques ppm pendant plusieurs années. Ceci vient du fait que le benzène possède une très faible solubilité dans l'eau et est donc distribué, après inhalation, dans les tissus riches en graisse et dans la moelle osseuse ce qui peut créer des cancers et des mutations sur le long terme.

Ainsi, des statistiques ont été faites, notamment aux Etats-Unis où on estime que 70 décès par cancer et par an sont imputables au benzène dans l'environnement pour des gens qui ont été exposé à une concentration de 1 mg/m³ pendant toute leur vie. Les concentrations moyennes sont de l'ordre du µg/m³ mais on peut atteindre des concentrations de quelques dizaines de µg/m³ dans l'air ambiant.

Le toluène est surtout présent à l'intérieur des bâtiments mais on en trouve également expulsé par les automobiles et les industries. Il en est de même du xylène. Le toluène et le xylène peuvent provoquer des irritations cutanées et provoquer des troubles du système nerveux : insomnie, troubles de mémoire, baisse des performances intellectuelles, troubles de la personnalité.

En 2000, la teneur maximale en benzène des carburants est passée de 5% à 1% , en particulier grâce à l'installation de pots catalytiques sur les voitures. L'objectif pour l'avenir est de ne pas dépasser 2 µg/m³ en moyenne annuelle.

II.VII. Le formaldéhyde

Les principaux aldéhydes mesurés en air intérieur sont : Formaldéhyde, Acétaldéhyde, Acroléine, Propanal, Butanal, Benzaldéhyde, Isopentanal, Pentanal, Hexanal. Ce sont des polluants d'intérieur qui sont surtout émis par le tabagisme, le chauffage, les peintures et autres solvants...

Ce sont très souvent des mélanges de COV que l'on rencontre dans l'air intérieur. Les effets des COV et du formaldéhyde sont extrêmement divers. Certains composés (dont le formaldéhyde) sont des irritants de la peau, des muqueuses (yeux, nez, gorge) et de l'arbre respiratoire. Le seuil de détection olfactif du formaldéhyde équivaut à une concentration de 60 à 1200 µg/m³. En dessous d'une concentration de 3000 µg/m³ de COV, il n'y aurait pas d'effet sur la santé humaine.

II.VIII. Les particules en suspension

Les particules constituent un ensemble complexe de substances organiques ou minérales dont les caractéristiques physico-chimiques et/ou biologiques sont influencées par les sources d'émission ou par leur processus de formation dans l'atmosphère. Alors que dans le passé, les fumées des processus incomplets de combustion de charbon, notamment du fait des activités industrielles et du chauffage domestique, dominaient la composition de l'aérosol urbain, les particules en suspension dans l'air sont aujourd'hui principalement issues des véhicules automobiles (surtout de type diesel), des usines productrices d'énergie non nucléaire ainsi que des réactions chimiques entre gaz atmosphériques et l'humidité de l'air. Elles peuvent également être d'origine naturelle (volcan). On distingue les PM_{2.5} (Particulate Matter) dites particules « fines » de diamètre <2,5µm (moteurs diesel et vapeurs industrielles condensées) et les PM₁₀ dites « grosses » particules de diamètre <10µm (combustions et procédés industriels).

La taille des particules va influencer leur degré de pénétration dans les poumons. Plus une particule est fine et plus elle va pénétrer profondément dans les voies respiratoires et donc avoir un impact important sur la santé. Les particules de grande taille vont être précipitées sur la muqueuse du pharynx puis dégluties. Quant aux particules de petite taille, elles vont pénétrer en grand nombre dans les alvéoles pulmonaires et vont être lentement éliminées par phagocytose (quelques jours à quelques semaines). Les inflammations produites vont faciliter le passage des polluants véhiculés par les particules dans les courants lymphatique et sanguin.

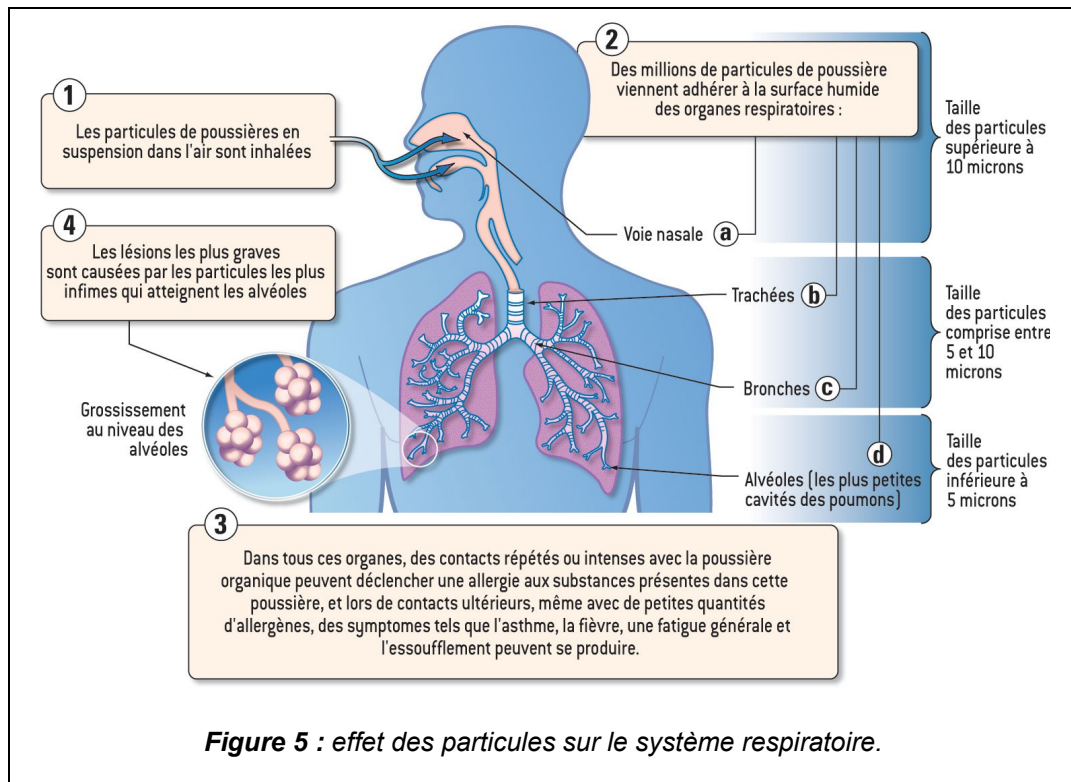


Figure 5 : effet des particules sur le système respiratoire.

Les particules ultrafines sont suspectées de provoquer également des effets cardio-vasculaires. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes (métaux, hydrocarbures aromatiques polycycliques, etc...), surtout celles émises par les voitures diesel.

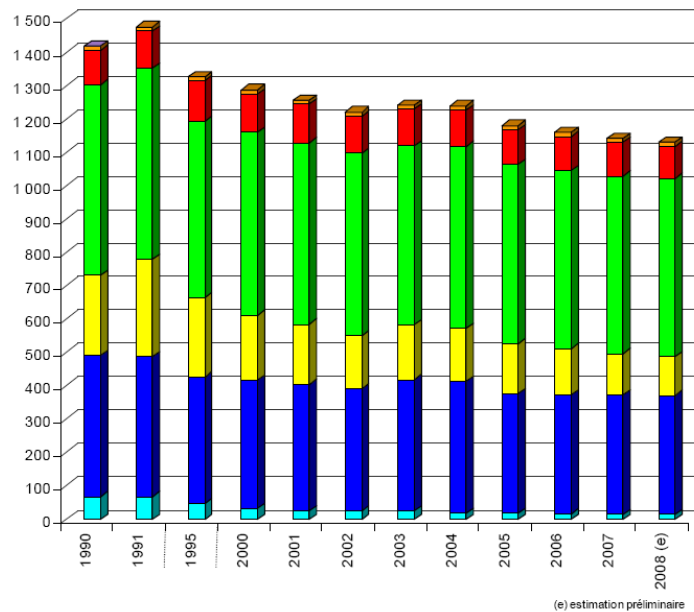
On classe les effets des particules en trois catégories :

- les réactions inflammatoires non spécifiques
- les effets génotoxiques et cancérigènes
- les effets immunotoxiques et allergiques

Des études épidémiologiques à court terme ont montrés qu'il existe un lien entre l'émission de particules et l'aggravation des signes cliniques chez les personnes asthmatiques. De plus, chez les personnes âgées ayant un état respiratoire dégradé, la fréquence des décès par affections respiratoires ou cardio-vasculaires augmente avec les émissions de particules.

Sur la période 1996-2002, les concentrations de particules dans l'air ont diminué en raison notamment des avancées technologiques sur les véhicules.

L'Union européenne a fixé des valeurs de référence pour la qualité de l'air considérablement plus basses que les normes précédentes pour les particules (valeur limite de $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière, et valeur annuelle à $40\mu\text{g}/\text{m}^3$, et $20\mu\text{g}/\text{m}^3$ à échéance 2010), et normalise la mesure des PM_{10} . L'EPA a également fixé une norme pour les particules fines ($15\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, $65\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la moyenne 24 heures). La directive européenne du 22 avril 1999 envisage aussi de reconsidérer les normes de qualité de l'air pour les particules, à la lumière des données scientifiques récentes concernant les $\text{PM}_{2.5}$.

TSP**Emissions atmosphériques par secteur en France métropolitaine**
en kt

(e) estimation préliminaire

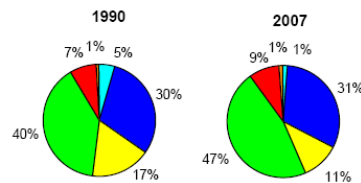


Figure 6 : Emission de particules effet des en France par secteur depuis 1990 (source CITEPA)

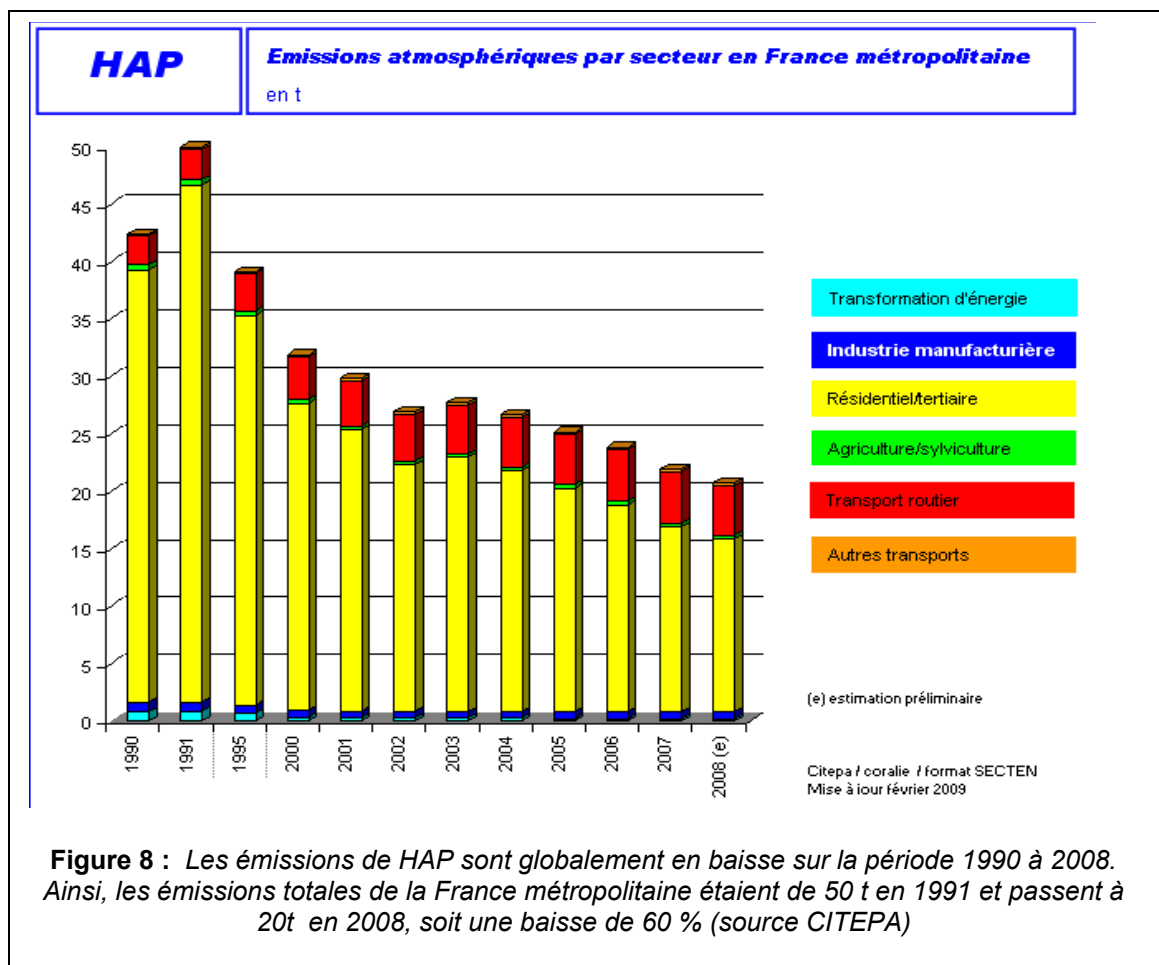
II.IX. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques

Les HAP constituent une vaste famille de quelques centaines de composés de structure chimique commune, à savoir une formation à partir de 4 à 7 noyaux benzéniques. Face à cette multitude de composés, les scientifiques se sont focalisés sur 16 HAP particuliers dont les effets nocifs sont mieux connus : Acénaphène ; Acénaphylène ; Anthracène ; Benzo(a)anthracène ; Benzo(a)pyrène (le plus connu et le plus dangereux) ; Benzo(b)fluoranthène ; Benzo(g,h,i)perylène ; Benzo(k)fluoranthène ; Chrysène ; Dibenz(a,h)anthracène ; Fluoranthène ; Fluorène ; Indéno(1,2,3-c,d)pyrène ; Naphtalène ; Phénanthrène ; Pyrène.

Les HAP sont toujours émis sous forme de mélange ; dont certains sont plus dangereux que d'autres. Les principales sources d'émission sont la combustion des matières fossiles, que ce soit pour le chauffage, le trafic automobile ou les activités industrielles. Une autre source d'émission est l'extraction et le transport de ces matières fossiles, les centres d'incinération des ordures ménagères ou encore les feux de forêts.

Les émissions de benzo(a)pyrène en milieu rural sont en moyenne de 0.2ng/m^3 et elles varient de 1 à 10ng/m^3 dans les villes. Précisons que dans les espaces clos, des pics à plus de 20ng/m^3 ont été observés dus au tabagisme.

Les HAP font partie des polluants les plus reconnus sur l'origine des cancers comme celui de la vessie, des voies nasales ou du poumon qui peuvent survenir après une inhalation régulière. Il est très difficile d'attribuer ces cancers à tel ou tel HAP, voire aux HAP en général, car les personnes atteintes sont soumises le plus souvent à un mélange de ces polluants (divers HAP, mais aussi des métaux, surtout en milieu professionnel ...). De plus, les HAP sont très instables dans l'air et peuvent réagir avec d'autres polluants comme l'ozone, le NO_2 , le SO_2 pour donner d'autres pollutions plus ou moins dangereuses. Le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique a proposé en 1997 une valeur limite de $0,7\text{ng/m}^3$ en moyenne annuelle et l'objectif pour l'avenir est d'arriver à $0,1\text{ng/m}^3$



II.X. Les métaux lourds

Les métaux lourds sont les éléments métalliques de masse volumique élevée (supérieure à 5 grammes par cm^3) présents naturellement mais en quantités très faibles dans les sols, l'eau et l'air. Ils sont particulièrement toxiques. On considère essentiellement 4 métaux : plomb, mercure, cadmium, arsenic.

Le Plomb se retrouve dans la métallurgie des non-ferreux, mais est également émis par les véhicules fonctionnant encore au carburant plombé (suppression du Super plombé au 01/01/2000). En milieu urbain, il a fortement diminué depuis l'arrivée des essences sans plomb. Il se retrouve également autour de certains sites industriels.

Il en est de même pour le Cadmium, le Nickel et l'Arsenic émis principalement autour des sites d'activités liées à la métallurgie, les fonderies et certaines installations de combustion (incinérateurs, complexes pétroliers,...).

Les métaux lourds peuvent être absorbés directement par le biais de la chaîne alimentaire et aussi par inhalation et entraînent alors des effets chroniques ou aigus.

La toxicité du plomb est très aiguë. Il est connu pour entraver la fabrication de l'hémoglobine et modifier la composition du sang. Il agit également sur le système nerveux central et les reins. Son intoxication chronique constitue le saturnisme. Les enfants sont particulièrement sensibles et peuvent développer des troubles neurologiques tels que : diminution de l'activité motrice, irritabilité, troubles du sommeil, modifications du comportement, stagnation du développement intellectuel. Une plombémie importante peut entraîner des encéphalopathies aiguës.

Le Cadmium pénètre dans l'organisme par les voies digestives ou respiratoires et peut provoquer des troubles hépato-digestifs, sanguins, rénaux, osseux et parfois mortels : l'exposition chronique induit des néphrologies (maladies des reins) pouvant évoluer vers une insuffisance rénale. L'effet irritant observé dans certains cas d'exposition par inhalation est responsable de rhinites, pertes d'odorat, broncho-pneumopathies chroniques. Le cadmium est considéré comme un agent cancérigène, notamment pulmonaire.

Le Nickel provoque des inflammations des muqueuses nasales, des organes respiratoires et est connu pour être cancérigène (cancer du poumon et des fausses nasales). Les réactions cutanées allergiques constituent les manifestations les plus répandues de l'exposition au nickel, affectant 2 % des hommes et jusqu'à 11 % des femmes en milieu professionnel ; mais les observations sont non concluantes en population générale (OMS 1997). Le nickel est un cancérigène, responsable de cancers du poumon en milieu professionnel. Le bureau européen de l'OMS a établi une valeur d'excès de risque unitaire de $1.5 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ (OMS 1997).

L'Arsenic est quant à lui un poison cellulaire ; les principales atteintes d'une exposition chronique sont cutanées. Des effets neurologiques, hématologiques ainsi que des atteintes du système cardio-vasculaire, des organes digestifs et du foie sont également signalés. Les poussières arsenicales entraînent une irritation des voies aériennes supérieures. L'arsenic et ses dérivés inorganiques sont des cancérigènes pulmonaires.

Pour la France, l'objectif est de limiter ses émissions à des niveaux inférieurs à ceux de 1990. Le protocole est entré en vigueur en le 29 décembre 2003 alors que l'objectif avait déjà été atteint. Plus récemment, la Directive du 15 décembre 2004 a défini des valeurs cibles de concentrations d'arsenic ($6\text{ng}/\text{m}^3$), de cadmium ($5\text{ng}/\text{m}^3$) et de nickel ($20\text{ng}/\text{m}^3$) dans l'air ambiant que les États membres devront respecter à compter du 31 décembre 2012.

II.XI. Le radon

Le radon est un gaz rare radioactif naturellement émis par le sol, il est produit en permanence par désintégration radioactive du radium contenu dans l'écorce terrestre. La nature du sous-sol peut influencer sur les émissions, ainsi selon les régions des niveaux très variables sont observés.

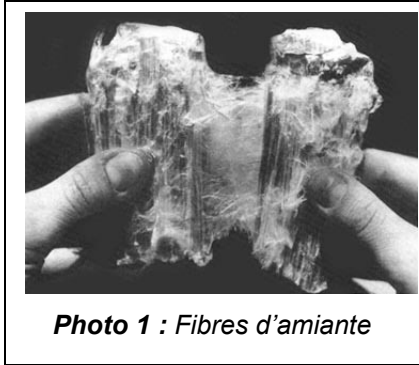
A l'air libre, le radon est en concentration si faible qu'il ne pose pas de risque pour la santé. C'est en milieu clos qu'il faut faire attention. L'effet le plus connu lié aux expositions à des doses élevées de radon est un risque accru de développer un cancer du poumon. Il peut s'écouler plusieurs années entre l'exposition et la manifestation clinique de la maladie. Des données scientifiques attestent que l'usage du tabac augmente le risque lié à l'exposition au radon. De façon générale, le risque de développer un cancer du poumon par suite d'une exposition au radon augmente avec le niveau de radon et la durée de l'exposition. Le risque de cancer du poumon augmente de 16 % par tranche de $100 \text{Bq}/\text{m}^3$. Selon les récentes estimations de l'Organisation mondiale de la santé, 6 à 15% des cancers du poumon sont imputables au radon.

Le radon se diffuse aussi dans le sang ; s'il peut, en principe, accéder à tous les tissus, il présente une nette préférence pour les graisses, dans lesquelles il se dissout particulièrement bien ; c'est le cas de la moelle osseuse riche en graisses. Là, si les dégâts qu'il inflige ne sont pas réparés à temps, il peut dérégler les cellules précurseurs des globules blancs avec comme conséquence, à plus ou moins long terme, la leucémie.

Le radon serait aussi responsable de cancers chez l'enfant, de cancers du cerveau, de la moelle épinière, des os (ostéosarcomes), de mélanomes et de cancers du rein.

De nombreux pays ont fixé à 200-400 Bq/m³ la valeur à partir de laquelle des mesures doivent être prises pour diminuer la concentration en radon dans l'air à l'intérieur des habitations.

II.XII. L'amiante



L'utilisation de l'amiante a commencé au lendemain de la Seconde guerre mondiale en raison de ses qualités physico-chimiques exceptionnelles (incombustibilité, imputrescibilité, résistance à la chaleur et isolation thermique, résistance à la corrosion, résistance mécanique élevée, très grande durabilité, affinité avec le ciment et d'autres liants). On l'utilisait principalement dans les chantiers navals et l'industrie textile. Elle a connu son apogée dans les années 50 à 70 où elle a été fortement utilisée dans le secteur du bâtiment sans connaître ses conséquences sur la santé. Au début des années 80 les risques pour la santé étant plus connus, son utilisation a été contrôlée et réduite. Mais cette utilisation réduite n'est pas suffisante pour la réduction des problèmes de santé causés par l'amiante, c'est pourquoi à

dater du 1^{er} janvier 1997, l'interdiction de l'amiante a été mise en place.

L'amiante est une matière organique d'origine naturelle. Il s'agit d'un groupe de roches fibreuses, de la famille des silicates. Deux grandes familles se détachent : les roches serpentines et les amphiboles. Ces roches se désagrègent et libèrent des fibres microscopiques 2000 fois plus fines qu'un cheveu. Ces fibres très légères restent en suspension dans l'air où, lorsqu'elles sont inhalées, peuvent atteindre les alvéoles pulmonaires.

Les risques pour la santé ont été démontrés clairement dans de nombreuses études épidémiologiques en cas d'exposition professionnelle à l'amiante. Dans des conditions normales d'exposition domestiques, on n'a démontré aucun effet, sauf dans des cas particuliers (Université de Jussieu).

La taille et la géométrie des fibres sont les principaux facteurs qui déterminent la pénétration de l'amiante et sa distribution dans les voies respiratoires. On associe principalement trois types de pathologies à une exposition professionnelle à l'amiante : l'asbestose (fibrose pulmonaire), le cancer broncho-pulmonaire et le mésothéliome. Ces maladies se caractérisent par un temps de latence très long (de 15 à 40 ans).

- L'asbestose est une fibrose interstielle diffuse et progressive qui s'étend des régions péribronchiolaires vers les espaces sous pleuraux, et qui peut apparaître 10 à 20 ans après le début de l'exposition.
- Des manifestations pleurales bénignes peuvent accompagner cette fibrose ou exister seules. Il s'agit de plaques pleurales le plus souvent asymptomatiques, ou de réactions pleurales (épanchement, fibrose) apparaissant 10 à 15 ans après la première exposition à l'amiante.
- Des complications de ces atteintes asbestosiques sont à redouter :
 - o pneumopathies aiguës
 - o insuffisance respiratoire chronique
 - o pleurésies séro-fibrineuses ou séro-hémorragiques d'évolution subaiguë et parfois à rechute
 - o insuffisance ventriculaire droite
 - o cancer bronchique
- Le mésothéliome pleural, péritonéal ou péricardique dont le temps de latence peut atteindre 20 à 40 ans et dont le pronostic est redoutable. Le diagnostic différentiel avec un adénocarcinome métastatique est souvent difficile.
- Le cancer broncho-pulmonaire sans antécédent d'asbestose.

II.XIII. Les polluants allergènes

Les allergènes "aériens" sont les substances que l'on retrouvera dans l'air intérieur ou extérieur et qui sont susceptibles de déclencher des allergies.

Ce sont principalement :

→ Les acariens : arachnides mesurant moins d'un ½ mm se comptant par millions dans les literies. En soi, ils sont inoffensifs pour l'homme, mais ce sont leurs carapaces et leurs déchets qui provoquent des allergies. Ils prolifèrent dans des milieux chauds (entre 26 et 32°C), humides (75% d'hygrométrie) et riches en aliments (poils, peaux mortes...).

→ Les pollens : polluants naturels dont la présence et donc les dangers ont été accentués par les modifications de notre environnement (déforestation, terrains en friche en zone urbaine, gazons, désherbants...)

→ Les moisissures, d'intérieur et d'extérieur : polluants naturels se développant lorsque le temps est chaud et humide.

→ Les poils d'animaux, blattes...

Mais certaines substances chimiques telles que le formol peuvent également avoir des propriétés allergéniques.

Ces allergènes présents dans l'air ambiant pénètrent dans l'organisme par inhalation et déclenchent ainsi des symptômes de conjonctivite, rhume, rhinite, asthme, eczéma, urticaire... en arrivant sur les muqueuses oculaires, nasales et respiratoires. Ils sont considérés comme bénins lorsqu'il s'agit d'une rhinite ou de conjonctivite. Une étude réalisée en 1999 parmi la population française a montré que la rhinite allergique occasionne de la somnolence, des maux de tête et des difficultés à se concentrer. D'autre part, ils peuvent être plus graves, voire mortels quand ils s'accompagnent d'asthme. Le seuil de sensibilisation pour les allergènes d'acariens est de 2µg/g d'allergènes d'acariens par gramme de poussière mais pour certains patients le seuil de sensibilisation est plus bas.

III. Tableau récapitulatif

Polluants	EFFETS	Seuil d'alerte	Objectif qualité
		Moy. horaire	Moy. annuelle
SO ₂	Irritations oculaires, cutanées, pharyngites et bronchites chroniques, affections respiratoires (toux chronique, dyspnée), maladie respiratoire ou cardio-vasculaire	500µg/m ³	50µg/m ³
NO _x	Troubles neurologiques, hématologiques et rénaux et troubles du développement cérébral chez l'enfant, néphrologie, rhinite, perte d'odorat, atteint le système cardio-vasculaire, broncho-pneumopathies chroniques, cancérigène	400µg/m ³	40µg/m ³
CO	Affecte le système cardio-vasculaire et le système nerveux (troubles visuels et dans la coordination des mouvements)		10mg/m ³
O ₃	Affecte les muqueuses oculaires et respiratoires, les bronches et atteint les alvéoles pulmonaires	360µg/m ³	110µg/m ³

COV	Irritations des muqueuses olfactive, oculaire et respiratoire, allergies, baisse du système cellulaire, atteinte du système nerveux central, effets neuro-comportementaux, diminution de la capacité respiratoire		2µg/m ³
Particules	Altère la fonction respiratoire dans son ensemble, effets cardio-vasculaires, mutagène et cancérigène	125µg/m ³	30µg/m ³
HAP	Cancers du scrotum, de la vessie, des voies nasales, du poumon		1ng/m ³
Métaux lourds	Troubles neurologiques, hématologiques et rénaux et troubles du développement cérébral chez l'enfant, néphrologie, rhinite, perte d'odorat, atteint le système cardio-vasculaire, broncho-pneumopathies chroniques, cancérigène		0,25µg/m ³
Radon	Cancer du poumon, leucémie, et chez l'enfant, cancer du cerveau, de la moelle épinière, des os, du rein et des mélanomes	1000Bq/m ³	
Amiante	Asbestose, cancer broncho-pulmonaire, plaques pleurales, mésothéliome, pneumopathies aiguës, insuffisance respiratoire chronique, insuffisance ventriculaire droite, pleurésie sérofibrineuse, cancer bronchique		Interdit depuis le 01/01/97
Allergènes	Atteint les muqueuses oculaire, respiratoire et nasale et provoque rhume, conjonctivite, rhinite, eczéma, urticaire et asthme		