# Observatoire des Nuisances Aériennes

Bureau d'études des nuisances aériennes

(Association loi 1901)

# **Germain Gaston**

1 bis rue Gustave Pitiot 77380 Combs la Ville Tél: 01 60 60.64.72

E-mail: ggermain77@wanadoo.fr





#### RAPPEL DES OBJECTIFS DE NOTRE ASSOCIATION

#### « OBSERVATOIRE DES NUISANCES AERIENNES »

Article 2 – Objet : (Extrait des statuts)

L'association a pour objectif général de contribuer à la recherche de la diminution des nuisances aériennes sur la France et à procurer une information indépendante sur les problèmes liés au Transport Aérien. Dans cette perspective, elle pourra notamment procéder :

- Aux interventions nécessaires auprès des autorités gouvernementales, régionales, préfectorales ou administratives, en vue de la création ou de modifications du dispositif de la circulation aérienne.
- A la réalisation d'expertises sur ces sujets, au profit de riverains, élus et associations.
- *A l'information du public sur les problèmes techniques et économiques du Transport Aérien.*

#### Préambule

Bien que nous soyons des professionnels de l'aviation (Ingénieur du contrôle de la navigation aérienne et ingénieur motoriste pilote) avec plus de 40 ans d'activité dans ce domaine, nous n'avons pas les compétences nécessaires pour émettre une opinion sur les conséquences de la pollution atmosphérique sur notre santé.

Après le bruit des avions, la pollution atmosphérique est la nuisance la plus ressentie par les riverains des aéroports (nuisances olfactives, dégradation de la qualité de l'air) et depuis quelques temps par les habitants des boulevards périphériques des grandes agglomérations.

Actuellement, de nombreuses associations, bureaux d'études et organismes officiels traitent indépendamment des phénomènes de pollution chacun dans leur domaine respectif (santé, aéronautique, industrie, domaine agricole, etc ) sans aucune coordination ni recoupement entre eux, avec des moyens de mesures et des normes qui ne sont pas toutes communes à l'échelle européenne et encore moins à l'échelle internationale.

Il est bien difficile dans ces conditions de se faire une opinion claire quand on parle de pollution.

J'ai consulté de nombreuses publications et rapports officiels pour rédiger ce document de synthèse qui peut servir de support dans nos discussions avec les élus et les associations.

Nous souhaitons vivement que dans un futur pas très lointain il y ait des indices précis pour quantifier la pollution atmosphérique, en prenant pour exemple ce qui a été fait pour les avions : l'indice unique retenu par l'ACNUSA permet de réaliser des comparaisons avec d'autres moyens de transport.

Des personnes et organismes qualifiés ont publié différents rapports sur ce sujet, chacun peut s'y référer pour approfondir ses connaissances.

Le 22 février 2006 **GERMAIN Gaston** Vice-Président ONA

# **POLLUTION ATMOSPHERIQUE**

#### L'AIR

L'encyclopédie Encarta donne cette définition de l'air : fluide gazeux qui constitue l'atmosphère. L'air est indispensable à la vie car il participe au processus de la respiration et à la photosynthèse des végétaux.

L'air que nous respirons est indispensable à la vie, ce n'est pas un élément simple, mais un mélange de plusieurs gaz, dont les deux principaux sont l'oxygène et l'azote.

L'air est principalement composé :

- → D'azote (78% en volume).
- → D'oxygène (21% en volume).
- → 1% d'autres gaz, (argon, gaz carbonique, ozone, hydrogène, hélium...). Ce mélange gazeux, auquel il faut rajouter une fraction marginale de vapeur d'eau et de particules solides en suspension, définit la composition de l'atmosphère.

Sa pression dans l'atmosphère a été pour la première fois évaluée par Torricelli en 1643. Au niveau de la mer, une colonne de mercure de 76 cm de haut est équilibrée par celle-ci.

L'air est un mélange gazeux inodore et incolore sur une faible épaisseur. Sur des volumes plus grands, il devient bleu à cause du phénomène de diffraction de la lumière par les atomes qui le constituent.

S'organisant en plusieurs couches superposées jusqu'à une altitude de plus de 500 km, l'atmosphère joue également un rôle de protection contre les agressions en bloquant les dangereuses particules énergétiques éjectées par le soleil, en freinant les météorites, ainsi qu'en absorbant les rayonnements ultraviolets nocifs

De prime abord, il semble paradoxal de considérer l'air, source de vie, comme un danger. En fait, l'air sert de véhicule aux polluants, qui sont les véritables responsables à incriminer.

A l'origine de la pollution atmosphérique, s'il existe des sources naturelles comme les éruptions volcaniques, l'érosion des sols ou les feux de forêt, la plupart des polluants menaçants sont liés à l'homme, à son mode de vie et à ses activités

La pollution atmosphérique est clairement définie par la loi (article 2 de la loi no 96-1236 du 30 décembre 1996) :

«Constitue une pollution atmosphérique l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels, à provoquer des nuisances olfactives excessives »

Bien que cette définition fasse référence aux polluants introduits par l'être humain, il faut considérer que certains polluants atmosphériques peuvent provenir de sources naturelles comme par exemple le radon, gaz radioactif émis notamment dans les roches granitiques.

Tout le monde comprendra qu'il n'est pas aisé de déterminer dans notre espace de respiration, la part de responsabilité ni l'impact isolé de chacun des polluants alors même qu'ils sont le plus souvent mélangés, en proportions variables dans le temps.

Certains polluants sont plus dangereux que d'autres, certains sont plus facilement évitables que d'autres, certains encore agissent de façon plus insidieuse et sournoise que d'autres.

#### PRINCIPALES POLLUTIONS DE L'AIR

On distingue trois types de pollutions : planétaire, régionale et locale. La pollution locale est principalement incriminée car elle a un impact sur l'homme et sur sa santé à plus ou moins long terme, en raison notamment de sa propension à favoriser de nombreuses maladies que nous essaierons d'inventorier dans le paragraphe « La pollution et la santé »

#### 1. Au niveau planétaire

La dégradation de la couche d'ozone à très haute altitude (stratosphère), observée depuis quelques années, diminue la protection contre les rayons solaires nocifs et augmente la fréquence d'apparition des mélanomes et autres cancers de la peau. Par ailleurs, l'accroissement de l'effet de serre, dû à l'accumulation de certains gaz (dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote...), est responsable du réchauffement climatique.

# 2. Au niveau régional

La pollution photochimique avec la formation d'ozone à partir de polluants primaires, sous l'effet du rayonnement solaire et la pollution acide (liée au dioxyde de soufre, et aux oxydes d'azote...) est à l'origine des pluies acides qui entraînent le dépérissement des forêts et la dégradation des sols. La pollution régionale peut être constatée jusqu'à plus de mille kilomètres autour de sa source.

#### 3. Au niveau local

La pollution urbaine agit sur quelques kilomètres. Son impact sur la santé dépend de la durée d'exposition, de l'état général et de l'âge des personnes concernées.

La pollution atmosphérique urbaine est généralement caractérisée en France par des niveaux d'exposition à la fois relativement faibles, permanents, diffus et relevant de polluants très divers. L'étude de l'impact sanitaire de cette pollution est ainsi confrontée à l'évaluation de risques individuels faibles mais portant sur de larges populations. Un risque faible peut dans ces conditions avoir d'importantes conséquences en termes de santé publique.

#### PRINCIPAUX PHENOMENES

La pollution atmosphérique correspond à des gaz ou particules positionnés dans les basses couches de l'atmosphère (troposphère et stratosphère). L'air est plus ou moins contaminé par des polluants gazeux, liquides ou solides ou produits par les activités humaines (cheminées d'usines, pots d'échappements...).

Le taux de ces polluants étant quantitativement extrêmement faible, leur concentration s'exprime habituellement en microgramme par mètre cube d'air  $(\mu g/m^3)$  ou en nombre de parties par million (ppm) pour les particules. Malgré la faible teneur des constituants mis en jeu, ces polluants sont néfastes pour l'environnement et les êtres vivants.

La liste des polluants atmosphériques est longue. Aux classiques habituels mais toujours réels polluants tels que :

- →Les <u>poussières</u>, le <u>SO<sub>2</sub></u> (dioxyde de soufre), les <u>NOx</u> (oxyde d'azote), le <u>CO</u> (<u>monoxyde de carbone</u>), les <u>métaux lourds</u> (plomb, nickel, cadmium, mercure etc..) les <u>composés organiques volatils</u>, le fluor, l'acide chlorhydrique, etc...
- →Sont venus s'ajouter progressivement d'autres substances telles que les gaz à effet de serre: le  $\underline{CO_2}$  (dioxyde de carbone ou gaz carbonique), le  $\underline{CH_4}$  (le méthane), le  $\underline{N_2O}$  (protoxyde d'azote), les  $\underline{CFC}$  (chlorofluorocarbures),  $\underline{HFC}$  (hydro fluorocarbures),  $\underline{PFC}$  (perfluorocarbures),  $\underline{SF_6}$  (hexafluorure de soufre), et d'autres substances telles que l'ozone, les organochlorés (dioxines et furannes), les  $\underline{HAP}$  (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques), etc.

Bien entendu les sources émettrices de polluants dans l'atmosphère sont fort nombreuses et concernent tous les secteurs relatifs aux activités humaines (domestique, industrie, agriculture, transports, etc.) d'origine naturelle (émissions par la végétation, les océans, les volcans, etc...).

On constatera que la part des émissions dévolue à chaque secteur varie considérablement selon les constituants, notamment en ce qui concerne les secteurs principalement consommateurs d'énergie.

En final, la qualité de l'air résulte d'un équilibre complexe entre les apports de polluants et les phénomènes de dispersion et de transformation dans l'environnement.

# LES FAMILLES DE POLLUANTS

Les principaux polluants atmosphériques se classent dans deux grandes familles bien distinctes : les polluants primaires et les polluants secondaires.

#### 1) Les polluants primaires

Les polluants primaires sont directement issus des sources de pollution, qu'elles soient d'origine industrielle ou automobile. On y trouve des gaz tels que :

- → Des oxydes de carbone (CO).
- $\rightarrow$  Des oxydes de soufre (SO<sub>2</sub>).
- $\rightarrow$  Des oxydes d'azote (NOx).
- → Des hydrocarbures légers.
- → Des composés organiques volatils (COV).
- → Des particules contenant ou non des composés métalliques (plomb, mercure cadmium...) ou organiques (PM10 et PM2.5).

Ces polluants primaires peuvent se transformer dans la basse atmosphère, sous l'action des rayons solaires et de la chaleur, en polluants dits secondaires tels que l'ozone et autres polluants photochimiques (les PAN ou nitrates de péroxyacétyle, aldéhydes, cétones, etc.).

Ces composés constituent le smog photochimique, donnant naissance à ce nuage brunâtre qui stagne parfois au-dessus des grandes villes comme Paris.

Par exemple, l'ozone (O<sub>3</sub>) résulte de la transformation chimique de l'oxygène au contact d'oxydes d'azote et d'hydrocarbures, en présence de rayonnement ultra-violet solaire et d'une température élevée.

# 2) Les polluants secondaires

La formation de polluants secondaires nécessite un certain temps durant lequel les masses d'air se déplacent. Ce qui explique pourquoi les pointes de polluants secondaires concernent des territoires souvent plus étendus que les pointes de polluants primaires.

La couronne rurale autour de la région parisienne, lorsqu'elle se trouve sous le vent de l'agglomération, n'est pas épargnée par la pollution en ozone. Bien au contraire, on y observe des niveaux bien plus élevés qu'en plein Paris.

# **QUELS POLLUANTS SURVEILLER?**

Les polluants atmosphériques sont trop nombreux pour être surveillés en totalité. Certains d'entre eux sont choisis parce qu'ils sont caractéristiques de type de pollution (industrielle ou automobile) et parce que leurs effets nuisibles pour l'environnement et/ou la santé sont déterminés.

Ces espèces sont regroupés sous de nom « **Indicateurs de pollution atmosphérique** ». Six polluants ont été choisis :

- $\rightarrow$  Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>).
- $\rightarrow$  Les particules fines (PM10 et PM2.5).
- $\rightarrow$  Les oxydes d'azote (NOx).
- $\rightarrow$  L'ozone (O<sub>3</sub>).
- → Le monoxyde de carbone (CO).
- → Les composés organiques volatils (COV).

Aujourd'hui, le plomb n'est plus un indicateur de pollution automobile car ses concentrations ont considérablement baissé depuis l'utilisation, bien généralisée en Ile-de-France, de l'essence sans plomb.

# QUEL DISPOSITIF DE SURVEILLANCE DE LA QUALITE DE L'AIR EN FRANCE?

#### La surveillance de la qualité de l'air

De nombreux pays ont établi des normes de qualité de l'air à l'égard des substances dangereuses. Ces normes fixent les niveaux de concentration jugés acceptables pour garantir la protection de la santé publique.

En France, conformément à la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (LAURE) de 1996, la surveillance de la qualité de l'air est assurée par des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA), comme AIRPARIF en Ile-de-France. Elles sont au nombre de 40 et regroupées au sein de la fédération ATMO.

# Ou'est ce que l'Indice ATMO?

L'indice Atmo et son mode de calcul sont définis par une réglementation nationale pour toutes les grandes agglomérations de plus de 100 000 habitants.

C'est un indicateur synthétique qui décrit la qualité de l'air de l'agglomération de Paris par un chiffre variant de 1 (très bonne qualité de l'air) à 10 (très mauvaise qualité de l'air).

Cet indice journalier est déterminé à partir des niveaux de pollution mesurés au cours de la journée par les stations de fond \* de l'agglomération et prend en compte les concentrations de quatre polluants atmosphériques traceurs des activités de transport, urbaines et industrielles:

- $\rightarrow$  Trois polluants primaires : dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), particules en suspension.
- $\rightarrow$  Un polluant secondaire : l'ozone (O<sub>3</sub>).

Il est égal à l'indice le plus fort parmi ceux des quatre polluants, déterminés à partir de tables prédéfinies.

\* AIRPARIF dispose de <u>46 stations automatiques</u> (116 instruments de mesure environ) réparties sur un rayon de 100 km autour de Paris ; elles surveillent en continu la qualité de l'air respiré par plus de 11 millions de Franciliens

# Les critères nationaux de qualité de l'air

Les critères nationaux de qualité de l'air résultent du décret, n°2002-213, du **15 février 2002** relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites.

Compte tenu notamment de l'évolution dans le temps de ces valeurs de référence, le décret n° 2002-213 peut être téléchargé dans son intégralité sur le site de Airparif.fr

Les critères nationaux de qualité de l'air résultent du décret, n°2003-1085, du **12 novembre 2003** portant transposition de la directive 2002/3/CE du Parlement européen et du

Conseil du 12 février 2002 et modifiant le décret n° 98-360 du 6 mai 1998 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites.

Compte tenu notamment de l'évolution dans le temps de ces valeurs de référence, le décret n° 2003-1085 peut être téléchargé dans son intégralité sur le site de Airparif.fr

# LES INDICATEURS DE POLLUTION ATMOSPHERIQUE

#### SO<sub>2</sub> – (Dioxyde de soufre)

Les émissions de dioxyde de soufre dépendent de la teneur en soufre des combustibles. Les rejets de SO<sub>2</sub> sont dus en grande majorité à l'utilisation de combustibles fossiles soufrés (charbon, lignite, coke de pétrole, fuel lourd, fuel domestique, gazole). Tous les utilisateurs de ces combustibles sont concernés.

Elles sont principalement libérées dans l'atmosphère par les cheminées des usines (centrales thermiques...) ou par les chauffages.

Quelques procédés industriels émettent également des oxydes de soufre (production de  $H_2SO_4$ , production de pâte à papier, raffinage du pétrole, etc.). Même la nature émet des produits soufrés (volcans).

Les plus gros émetteurs sont généralement les centrales thermiques, les raffineries, les grandes installations de combustion, etc. Le gaz naturel, le GPL, le bois sont des combustibles pas ou très peu soufrés, le secteur automobile Diesel contribue dans une faible mesure à ces émissions.

# Quantités de SO<sub>2</sub> émises à l'atmosphère

#### ♦ <u>Valeurs limites</u>:

En moyenne annuelle (pour les écosystèmes) : 20 μg/m<sup>3</sup>.

En moyenne journalière :  $125\mu g/m^3$  à ne pas dépasser plus de 0,8 % du temps.

En moyenne horaire : 2005 : 350 μg/m³ (<u>décroissant linéairement</u> au cours du temps) à ne pas dépasser plus de 0,3 % du temps.

En moyenne hivernale (pour les écosystèmes) :  $20 \mu g/m^3$ .

- Objectifs de qualité : en moyenne annuelle : 50 μg/m³.
- Seuil de recommandation : 300 μg/m³ en moyenne horaire.
- Seuil d'alerte : 500 μg/m³ en moyenne horaire sur 3 heures consécutives.

#### PS (Les particules fines en suspension -PM10 et PM2.5)

Pour des raisons physiologiques et psychologiques la pollution par les poussières a été très tôt ressentie par les populations et a fait l'objet de réglementations depuis fort longtemps bien que la toxicité soit souvent moindre que de nombreux constituants gazeux.

Cette dernière affirmation doit bien entendu être modulée selon la nature des poussières et leur granulométrie (fines poussières <2,5 µm, fibres et poussières d'amiante,...).

<u>Les principales sources sont</u>: Les installations de combustion industrielles, le chauffage domestique, les incinérations des déchets et les procédés industriels tels que extraction de minéraux, cimenterie, aciérie, fonderie, verrerie, plâtrière, chimie fine, etc....

Mais la plus grande part provient des transports (environ 40%). Les poussières les plus fines sont surtout émises par les moteurs Diesel.

Les particules solides servent de vecteurs à différentes substances toxiques voire cancérigènes ou mutagènes (métaux lourds, les <u>Hy</u>drocarbures <u>A</u>romatiques <u>P</u>olycycliques (HAP) liés à certains phénomènes de combustion. Certains d'entre eux sont reconnus très cancérigènes comme le BaP (Benzo-a-pyrène).

Les particules solides restent de ce fait un sujet important de préoccupation, bien que les émissions de poussières ont très fortement diminué depuis 20 ans.

#### Quantités de PS émises à l'atmosphère

Tous les utilisateurs de ces combustibles sont concernés.

♦ <u>Valeurs limites</u>:

En moyenne annuelle (<u>décroissant linéairement</u>) à partir du 01/01/05 : 40μg/m<sup>3</sup>.

En moyenne journalière (<u>décroissant linéairement</u> au cours du temps) à ne pas dépasser plus de 9,6 % du temps : 2005 : 50 μg/m<sup>3</sup>.

• Objectifs de qualité: En moyenne annuelle: 30 μg/m³.

\*\*\*\*\*\*

#### NOx – (Oxydes d'azote)

Les oxydes d'azote (communément définis comme NOx = NO (monoxyde d'azote) +  $NO_2$  (dioxyde d'azote) proviennent comme le  $SO_2$  (dioxyde de soufre) essentiellement dans toutes les grandes installations de combustions à hautes températures de combustibles fossiles (charbon, fuel, pétrole...), de quelques procédés industriels (production d'acide nitrique, fabrication d'engrais, traitement de surfaces, etc.). Volcans, orages, feux de forêts contribuent aussi aux émissions d'oxydes d'azote.

Les oxydes d'azote proviennent surtout du secteur des transports automobiles qui sont responsables de plus de 60% des émissions de NOx (il est à noter que les moteurs Diesel en rejettent deux fois plus que les moteurs à essence catalysés d'où une politique de réduction des NOx au moyen de pots catalytiques).

Les oxydes d'azote interviennent également dans la formation des <u>oxydants</u> <u>photochimiques</u> et par effet indirect dans l'accroissement de l'<u>effet de serre</u>.

# Quantités de NOx émises à l'atmosphère :

♦ Valeurs limites : En moyenne annuelle (équivalent NO2) : **30** μg/m³ (protection de la végétation).

\*\*\*\*\*\*

#### NO<sub>2</sub> (dioxyde d'azote)

Le monoxyde d'azote NO se transforme en présence d'oxygène en dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> (de 0,5 à 10 %) dans les chambres de combustion, les pots d'échappement des voitures.

Cette réaction se poursuit lentement dans l'atmosphère et explique dans le cas des villes à forte circulation la couleur brunâtre des couches d'air pollué situées à quelques centaines de mètres d'altitude (action conjointe des poussières).

# **Quantités de NO2 émises à l'atmosphère :**

♦ Valeurs limites :

En moyenne annuelle pour 2005 : 50  $\mu$ g/m³, décroissant linéairement au cours du temps, et en 2010 : 40  $\mu$ g/m³.

En moyenne horaire pour  $2005: 250 \ \mu g/m^3$  (<u>décroissant linéairement</u> au cours du temps) à ne pas dépasser plus de 0,2% du temps.

Jusqu'au 31 décembre  $2009 : 200 \mu g/m^3$  à ne pas dépasser plus de 2 % du temps, pour  $2010 : 200 \mu g/m^3$  à ne pas dépasser plus de 0,2 % du temps.

- Objectifs de qualité : en moyenne annuelle :  $40 \mu g/m^3$ .
- Seuil de recommandation : 200 μg/m³ en moyenne horaire
- ♦ Seuil d'alerte : 400 μg/m³ en moyenne horaire. 200 μg/m³ en moyenne horaire si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain

\*\*\*\*\*\*

# **Pollution photochimique**

La pollution photochimique (ou pollution photo-oxydante) est un ensemble de phénomènes complexes qui conduisent à la formation <u>d'ozone</u> et d'autres composés oxydants (peroxyde d'hydrogène, aldéhydes, peroxyacétyl, nitrate ou PAN) à partir de polluants primaires (appelés précurseurs) : oxydes d'azote et composés organiques volatils (COV) et d'énergie apportée par le rayonnement Ultra Violet (UV) solaire.

La pollution photochimique est un phénomène caractéristique des situations estivales anticycloniques

#### $O_3$ – Ozone

# Comment se forme l'ozone que nous respirons ?

L'ozone est un polluant dit "secondaire" car il n'est pas émis directement par une activité. Il se forme à partir d'autres polluants tels que :

- → Les oxydes d'azote NOx (émis par les transports, les centrales thermiques et le chauffage).
- → De composés appelés composés organiques volatils COV (hydrocarbures que l'on trouve principalement dans l'essence, les peintures, les colles, les solvants et les détachants d'usages domestiques et industriels) et sous l'action du rayonnement solaire et par vent faible (un vent fort aurait permis sa dispersion).

C'est pourquoi on dit également que c'est un **polluant "photochimique"**, qui pose donc problème en été, en période d'ensoleillement intense.

Ces phénomènes d'oxydants photochimiques ont lieu dans les couches d'air proche du sol et dans la troposphère libre. L'ozone formé à ce niveau est qualifié de "mauvais ozone" en raison de ses <u>effets</u> néfastes sur la santé humaine et sur les végétaux. C'est un polluant très toxique car il est en contact direct avec l'homme et les autres écosystèmes. A basse altitude, ce gaz est nuisible si sa concentration augmente trop fortement.

L'ozone de la stratosphère (19-30 km d'altitude), au contraire est qualifié de "**bon ozone**" puisqu'il nous protège du rayonnement UV solaire.

L'ozone est un polluant qui voyage et qui présente de ce fait plutôt une problématique régionale que locale. En effet, comme la pollution issue de l'agglomération influence les zones rurales alentours, l'agglomération peut elle même subir d'importants phénomènes d'importation d'ozone en provenance d'autres régions, voire d'autres pays, notamment d'Europe du Nord et de l'Est

De façon surprenante, les concentrations d'ozone mesurées loin des sources émettrices (une agglomération par exemple) sont plus élevées que celles mesurées près des sources. En effet, sur une ville par exemple, les émissions d'oxyde d'azote - NO (liées au trafic notamment) sont élevées.

L'ozone est détruit par l'oxyde d'azote (NO). En effet l'oxyde d'azote agit comme un puits d'ozone puisqu'il le consomme. Si le nuage de polluants formé sur la ville se déplace à la campagne, ou les émissions de NO sont moindres, les concentrations d'ozone augmentent puisque l'ozone n'est plus consommé.

C'est le cas lorsque se produit une réaction chimique entre le dioxyde d'azote (NOx) et les hydrocarbures (polluants d'origine automobile).

Cette réaction nécessite des conditions climatiques particulières :

- → Fort ensoleillement.
- → Températures élevées.
- → Faible humidité.
- → Absence de vent.
- → Phénomène d'inversion de température.

La combinaison du rayonnement solaire, des NOx (oxydes d'azote) et des COV (composés organiques volatils) favorise la production d'ozone troposphérique dans nos régions et de façon plus marquée dans le sud.

C'est un problème complexe car la réduction des oxydes d'azote peut, comme on l'a déjà observé, favoriser l'augmentation des concentrations d'ozone.

L'ozone a des **effets** sur la santé humaine, les écosystèmes forestiers et agricoles, de plus ce phénomène de pollution photo-oxydante est intimement lié à celui des pluies acides.

Il n'y a que très peu de sources industrielles d'ozone. On connaît aussi les petits ozoniseurs domestiques.

L'ozone a été mesuré à Paris pour la première fois dès la fin du 19éme siècle. Ses niveaux sont en augmentation constante à l'échelle de tout l'hémisphère nord où ils ont été multipliés par 5 en un siècle

# Quantités de O3 émises à l'atmosphère

• Objectifs de qualité :

Seuil de protection de la santé : en moyenne sur 8 heures :  $110 \mu g/m^3$ .

Seuil de protection de la végétation : en moyenne sur 24 heures :  $65\mu g/m^3$ 

en moyenne horaire :  $200 \mu g/m^3$ .

- Seuil de recommandation et d'information : 180 μg/m³ en moyenne horaire.
- ♦ Seuil d'alerte :

1er seuil: 240 μg/m³ en moyenne horaire dépassé pendant 3heures consécutives.

2e seuil : 300 μg/m³ en moyenne horaire dépassé pendant trois heures consécutives.

3e seuil : 360 μg/m³ en moyenne horaire.

\*\*\*\*\*\*

#### **CO - Monoxyde carbone**

Le monoxyde de carbone est produit par des combustions incomplètes généralement dues à des installations mal réglées (surtout le cas des toutes petites installations). Il est aussi présent dans les rejets de certains procédés industriels (agglomération de minerai, aciéries, incinération de déchets).

Les émissions de monoxyde de carbone proviennent à 43% environ du trafic routier bien que ce polluant ne représente en moyenne que 6% des gaz d'échappement d'un véhicule à essence et qu'un véhicule Diesel en émet 25 fois moins.

#### Quantités de CO émises à l'atmosphère :

♦ <u>Valeurs limites</u>: en moyenne sur 8 heures: 10.000μg/m<sup>3</sup>.

#### **COV** – (Composés organiques volatils)

Les COV regroupent une multitude de substances et ne correspondent pas à une définition très rigoureuse.

Ils sont émis majoritairement par le trafic automobile (34%), le reste des émissions provenant de processus industriels de combustion.

On notera également que la biomasse (forêts) est fortement émettrice de composés organiques volatils (COV).

Les hydrocarbures appartiennent aux COV et on fait souvent l'amalgame à tort. Ceci est sans doute dû au fait que l'on exprime souvent les COV en hydrocarbures totaux équivalent méthane, ou propane, ou par rapport à un autre hydrocarbure de référence.

Les composés organiques volatils sont libérés lors de l'évaporation des carburants (remplissage des réservoirs), ou par les gaz d'échappement.

Il est fréquent de distinguer séparément le méthane (CH<sub>4</sub>) qui est un COV particulier, naturellement présent dans l'air, des autres COV pour lesquels on emploie alors la notation COVNM (Composés Organiques Volatils Non Méthaniques).

Les sources de COV sont très nombreuses, les émissions sont dues à certains procédés industriels :

<u>Impliquant</u> la mise en oeuvre de solvants :

Chimie de base et chimie fine, parachimie, dégraissage des métaux, application de peinture, imprimerie, colles et adhésifs, caoutchouc, produits d'entretien, parfums et cosmétiques, journaux, tabac, etc..,

#### N'impliquant pas de solvants :

Raffinage du pétrole, utilisation de CFC (chlorofluorocarbures), production de boissons alcoolisées, de pain, etc..

L'utilisation de combustibles dans des foyers contribue un peu aux émissions mais sans aucune comparaison avec les proportions indiquées pour  $SO_2$  (Oxyde de soufre) et NOx (oxydes d'azote).

# LES AUTRES POLLUANTS DE L'ATMOSPHERE

#### <u>CO<sub>2</sub> - Dioxyde carbone</u> (gaz carbonique)

La teneur dans l'air de dioxyde de carbone est très faible (environ 0,03%), mais elle ne cesse d'augmenter au rythme de 0,5 % par an, participant ainsi activement à l'effet de serre.

L'importance attribuée au CO<sub>2</sub> provient de l'accroissement rapide de la concentration de ce gaz dans l'atmosphère par suite d'une augmentation de la consommation d'énergie fossile dans le monde et d'une diminution importante des couverts forestiers.

Une forêt de type tropical absorbe de 1 à 2 kg de  $CO_2$  par  $m^2$ /an tandis qu'une forêt européenne ou un champ cultivé n'absorbe que de 0,2 à 0,5 kg de  $CO_2$  par  $m^2$ /an.

Par ailleurs les océans jouent un rôle essentiel dans le maintien de l'équilibre général en carbone. L'augmentation de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, dans les proportions que nous connaissons, ne poserait probablement pas de problème à l'homme avant très longtemps s'il n'y avait pas le phénomène d'accroissement de l'<u>effet de serre</u> et ses conséquences potentielles d'ordre socio-économique plus ou moins dramatiques selon les experts.

Comparées aux émissions des autres pays, la France se trouve très bien placée avec un peu moins de 2 tonnes de Carbone par habitant et par an.

\*\*\*\*\*\*

#### CH<sub>4</sub> – Methane

Il occupe une place à part parmi les COV. Il participe directement au phénomène d'accroissement de l'<u>effet de serre</u> (sa contribution est estimée à 18 % environ) et sa concentration dans l'air ambiant augmente encore plus vite que celle du CO<sub>2</sub>.

Les principales sources émettrices sont :

L'exploitation des mines de charbon, les décharges d'ordures ménagères, l'élevage, la distribution du gaz, etc.

Une forte corrélation semble exister à l'échelle de la planète entre les émissions de méthane et la population; cette dernière ne cessant de croître.

\*\*\*\*\*\*

# N<sub>2</sub>O - Protoxyde d'azote

Bien que non traditionnellement inclus dans les NOx, le N<sub>2</sub>O ou protoxyde d'azote est un composé oxygéné de l'azote. Il participe au phénomène de l'accroissement de l'<u>effet de serre</u> avec le CO<sub>2</sub>, le CH<sub>4</sub>, etc.

Le N<sub>2</sub>O est émis lors de la combustion des combustibles fossiles, par quelques procédés industriels, par les véhicules automobiles et par les sols (surtout ceux cultivés avec des engrais azotés). Les océans et les sols naturels contribuent aussi aux émissions.

\*\*\*\*\*\*

#### **CFC – Chlorofluorocarbures**

Ils sont totalement artificiels (à l'exception du chlorure de méthyle d'origine marine). Les émissions de CFC provenaient de l'utilisation de ces produits dans les biens de consommation courante (aérosols propulseurs, mousses, extincteurs, réfrigérants, etc.).

A la suite d'accords internationaux, la production de ces substances, qui participent à l'<u>effet de serre</u>, est désormais très fortement réduite voire interdite pour la plupart, mais leur durée de vie (de 60 à 110 ans environ selon les composés) fait que les quantités présentes dans notre atmosphère vont continuer d'agir encore pendant un certain temps.

# <u>HFC – Hydrofluorocarbures</u>

Synthétisés exclusivement par voie chimique les HFC n'avaient pas d'applications importantes avant l'adoption du protocole de Montréal (interdiction des CFC) et des HCFC qui leur ont succédé.

Ces composés qui participent également à l'<u>effet de serre</u> sont aujourd'hui utilisés comme agent de propulsion des aérosols, comme fluides réfrigérants, solvants, agents d'expansion des mousses, etc.

\*\*\*\*\*\*

#### **PFC - Perfluorocarbures**

Synthétisés exclusivement par voie chimique les PFC sont largement utilisés lors des étapes de production des semi-conducteurs.

Ils sont aussi des sous-produits de l'électrolyse de l'aluminium. L'amélioration des procédés a permis de diminuer notablement les émissions de ces gaz à <u>effet de serre</u> depuis 1990.

\*\*\*\*\*\*

#### **SF**<sub>6</sub> - Hexafluorure de soufre

Synthétisés exclusivement par voie chimique le SF<sub>6</sub> est utilisé dans un grand nombre d'applications techniques : agent diélectrique et de coupure dans les équipement électriques, gaz protecteur pour les fonderies de magnésium. Le SF<sub>6</sub> participe également à l'<u>effet de serre</u>.

\*\*\*\*\*\*

#### HF - Acide fluoridrique

Le fluor est surtout émis au cours de la première fusion de l'aluminium; l'électrolyse nécessite l'ajout de cryolithe (Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>) qui donne du HF.

Du fait que le fluor est présent dans de nombreux minéraux (argiles, phosphates naturels, charbon, dolomie, bauxite, etc.), les utilisateurs de ces minéraux sont donc des émetteurs potentiels.

Les plus connus sont les briqueteries, les fabriques de fibre de verre, d'émaux, les aciéries, la sidérurgie, etc. qui épurent généralement leurs gaz avant rejet à l'atmosphère.

\*\*\*\*\*\*

#### H<sub>2</sub>S - Hydrogène sulfure

Très connu pour son odeur et pour sa toxicité très supérieure à SO<sub>2</sub>, il est utile de savoir que l'odeur disparaît avant d'atteindre le seuil de toxicité (le seuil de perception olfactive de H<sub>2</sub>S est de 0,1 ppm).

Le H<sub>2</sub>S est surtout produit par les usines de production de pâte à papier (procédé Kraft) et par les 'unités Claus' des raffineries de pétrole.

# **PS** (Particules en suspension)

Les combustions industrielles, le chauffage domestique et l'incinération des déchets sont parmi les émetteurs de particules en suspension.

Mais la plus grande part provient des transports (environ 40%).

Les poussières les plus fines sont surtout émises par les moteurs Diesel.

# Quantités de PS émises à l'atmosphère

♦ <u>Valeurs limites</u>:

En moyenne annuelle (décroissant linéairement) à partir du 01/01/05 : 40 μg/m<sup>3</sup>.

En moyenne journalière (<u>décroissant linéairement</u> au cours du temps) à ne pas dépasser plus de 9.6% du temps :  $2005:50 \mu g/m^3$ .

• Objectifs de qualité : En moyenne annuelle :  $30 \mu g/m^3$ .

\*\*\*\*\*\*

# <u>L'amiante</u> (cas particulier des particules fines)

Il existe six variétés d'amiante, que l'on peut grouper en deux grandes familles de silicates minéraux suivant leur structure cristalline : les amphiboles et les serpentines.

L'amiante est composé d'un agglomérat de fibrilles élémentaires extrêmement fines allant de quelques microns à quelques centaines de microns. Ces fibres ont des propriétés physiques et chimiques particulières : résistance aux hautes températures, incombustibilité, résistance mécanique élevée à la traction, résistance aux agressions chimiques et aux micro-organismes, résistance électrique élevée, flexibilité, facilité à être filées et tissées, utilisables industriellement..

Les nombreuses propriétés de l'amiante et son faible prix de revient ont favorisé son développement et son utilisation sous des formes multiples, comme isolant thermique, phonique ou électrique.

En dehors du bâtiment, beaucoup d'autres secteurs ont utilisé l'amiante, mais de façon moins massive et de plus en plus restrictive. C'est le cas pour les textiles, les pièces pour missiles et avions à réaction, l'asphalte, certaines peintures, ainsi que dans les produits à friction comme les garnitures de freins et des ustensiles ménagers. L'amiante est aujourd'hui interdite dans de nombreux pays.

(Encyclopédie Encarta 2005)

\*\*\*\*\*\*

# L'ammoniac (NH<sub>3</sub>)

Les activités agricoles constituent l'essentiel des sources émettrices d'ammoniac.

# Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les hydrocarbures sont liés à certains phénomènes de combustion. Certains d'entre eux sont reconnus très cancérigènes comme le BaP (Benzo-a-pyrène).

# Quantités de HAP (benzine) émises à l'atmosphère

- ♦ Valeurs limite: En moyenne annuelle  $2001-2005: 10 \mu g/m^3$ , décroissant linéairement de  $2005 à 2010: 2010: 5\mu g/m^3$ .
- Objectifs de qualité : En moyenne annuelle : 2 μg/m³.

\*\*\*\*\*\*

# **<u>Les dioxines et furannes</u>** (PCDD-F)

Les dioxines et furannes peuvent se former dans certaines conditions particulières et certaines variétés sont très toxiques,

Nota : la liste de ces polluants est loin d'être exhaustive.

\*\*\*\*\*\*

# **METAUX LOURDS**

Il existe différentes sources de métaux lourds qui contaminent l'atmosphère :

# L'arsenic (As)

L'arsenic provient, d'une part, de traces de ce métal dans les combustibles minéraux solides ainsi que dans le fioul lourd et, d'autre part, dans certaines matières premières utilisées notamment dans des procédés comme la production de verre, de métaux non ferreux ou la métallurgie des ferreux.

\*\*\*\*\*\*

#### Le cadmium (Cd)

Le cadmium pour sa part est émis par la production de zinc et l'incinération de déchets essentiellement. La combustion à partir des combustibles minéraux solides, du fioul lourd et de la biomasse engendre une part significative des émissions.

\*\*\*\*\*\*\*

#### Le chrome (Cr)

Le chrome provient essentiellement de la production de verre, de ciment, de la métallurgie des ferreux et des fonderies.

# Le cuivre (Cu)

Le cuivre provient majoritairement de l'usure des caténaires induite par le trafic ferroviaire. Par ailleurs, comme pour les autres métaux lourds, les procédés de la métallurgie des métaux ferreux et non ferreux, le traitement des déchets et la combustion constituent à des degrés divers les principales sources émettrices de cuivre.

\*\*\*\*\*\*

# Le mercure (Hg)

Le mercure est émis en quantité faible, mais toujours trop importante, par la combustion du charbon, du pétrole, la production de chlore, mais aussi par l'incinération de déchets ménagers, hospitaliers et industriels. Les actions préventives ont permis de diminuer les émissions de mercure de façon notable au cours des dernières années.

\*\*\*\*\*\*

# Le nickel (Ni)

Le nickel est émis essentiellement par la combustion du fioul lourd qui contient des traces de ce métal.

\*\*\*\*\*\*

#### Le plomb (Pb),

Le plomb était principalement émis par le trafic automobile jusqu'à l'interdiction de l'essence plombée (01/01/2000). Les autres sources de plomb sont la première fusion et de la seconde fusion du plomb, la fabrication de batteries électriques, la fabrication de certains verres (cristal), etc. La toxicité du plomb est très aiguë (saturnisme), aussi les émissions sont-elles très sévèrement réglementées à des niveaux très faibles.

# Quantités de Pb émises à l'atmosphère

- Objectifs qualité : en moyenne annuelle :  $0.25 \mu g/m^3$ .

\*\*\*\*\*\*

# Le Sélénium (Se)

Le sélénium provient essentiellement de la production de verre. L'utilisation du fioul lourd contribue également aux émissions du fait des traces de ce métal qu'il contient.

\*\*\*\*\*\*

#### Le Zinc (Zn)

Le zinc provient de la combustion du charbon et du fioul lourd mais aussi de certains procédés industriels appartenant à la métallurgie des ferreux et non ferreux ainsi qu'à l'incinération des déchets.

Nota : la liste des métaux lourds étant loin d'être exhaustive également.

#### POLLUTIONS INDUITES PAR LE TRANSPORT ROUTIER ET PAR LES

# **AVIONS EN ILE-DE-FRANCE**

#### Pollution en Ile-de-France

En Ile-de-France, la pollution est principalement liée aux activités de transport. Plus particulièrement le transport routier, d'après Airparif / Drire-Ile-de-France (voir tableaux ciaprès) c'est le secteur prépondérant dans les émissions de :

 $\rightarrow$  Monoxyde de carbone (CO),  $\rightarrow$  76,9 %,

 $\rightarrow$ D'oxydes d'azote (NOx),  $\rightarrow$  52,2 %.

 $\rightarrow$  De particules fines (PM10),  $\rightarrow$  36,2 %.

Le transport routier intervient par ailleurs en deuxième position (28.6%) derrière le secteur des utilisations industrielles, tertiaires et domestiques de solvants (41.4%) pour les émissions de composés organiques volatils (COV, hydrocarbures précurseurs d'ozone).

Pour les émissions de dioxyde de carbone (CO2 - gaz carbonique), c'est le secteur du chauffage résidentiel et tertiaire qui prédomine avec une contribution de 44.5%, les secteurs des transports n'intervenant qu'à hauteur de 28%.

Les émissions de dioxyde de soufre (SO2) sont largement dominées par les secteurs liés à la combustion avec des contributions équivalentes (40% environ) pour la combustion liée aux industries de l'énergie et la combustion hors industrie.

Les émissions d'ammoniaque sont dominées par le secteur de l'agriculture (74.5%) et celles de méthane sont essentiellement le fait de rejets dans l'atmosphère en provenance des décharges (secteur du traitement et de l'élimination des déchets, 84%).

Les transports et les activités de combustion industrielles et tertiaires, en particulier le chauffage, sont donc les principales activités responsables des émissions d'oxydes d'azote (Nox).

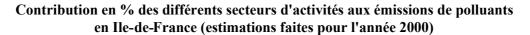
Ces activités étant essentiellement concentrées sur le cœur de l'agglomération parisienne, les trois départements de la petite couronne (Hauts-de-Seine, Seine-Saint-Denis et Val-de-Marne) et surtout Paris sont ainsi les zones les plus exposées à ce polluant en Ile-de-France ainsi que les grands axes de circulation.

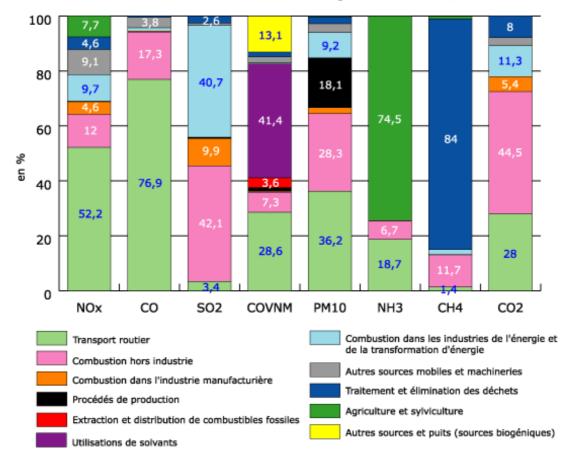
#### <u>Inventaire des émissions</u>

Dans la cadre de l'actualisation des connaissances relatives aux pollutions atmosphériques en Ile-de-France et plus particulièrement de l'élaboration du premier Plan de Protection de l'Atmosphère francilien (PPA), la DRIRE Ile de France a confié à AIRPARIF le rôle d'intégrateur des données élémentaires d'émissions et de producteur des inventaires et des cadastres élaborés sur le domaine francilien.

Un inventaire des émissions sur l'Ile-de-France a ainsi été produit par **Airparif** pour l'année civile 2000.

Cet inventaire porte sur les principaux polluants qui sont soumis à réglementation et qui font l'objet d'une surveillance de la part des réseaux de mesure de la qualité de l'air, à savoir les oxydes d'azote (NOx), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de soufre (SO2), les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), les particules de diamètre aérodynamique moyen inférieur à 10 µm (PM10) et l'ammoniac (NH3) ainsi que sur deux gaz n'ayant pas d'effet direct sur la santé mais qui contribuent largement à l'effet de serre : le méthane (CH4) et le dioxyde de carbone (CO2).

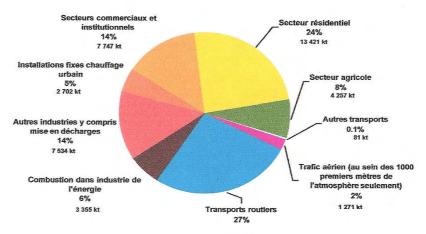




La route est le mode de transport le plus pollueur, comme le montre le tableau ci-dessous, mais la croissance très importante du trafic aérien fait naître des interrogations quant à ses conséquences sur l'environnement et la santé publique

# EMISSIONS de GES, Equivalent CO<sub>2,</sub> DE LA REGION ILE-DE-FRANCE : 55 291 kilotonnes

(source : cadastre 2000 Airparif/Drire Ile-de-France)



**GERMAIN Gaston** 

# POLLUTIONS INDUITES PAR LES AVIONS ET LES STRUCTURES AEROPORTUAIRES

# **Généralités:**

L'évolution du transport aérien mondial n'est pas sans graves conséquences sur l'environnement. La présence d'un aéroport induit l'apparition de nuisances, de moins en moins bien supportées par les riverains :

Après le bruit des avions, la pollution atmosphérique est la nuisance la plus ressentie par les riverains d'aéroport. Dans une enquête menée en 1992 par les Aéroports de Paris, 40 % des questionnés se déclarent gênés par la pollution atmosphérique des avions : nuisances olfactives, dégradation de la qualité de l'air... les avions polluent.

Mais il faut savoir que la part des avions dans la pollution totale, au niveau mondial, due à l'utilisation de combustibles fossiles, est très faible, en théorie car les recherches sur la pollution des avions sont rares, ou peu accessibles.

Au niveau mondial, on parle surtout de l'action des polluants rejetés lors de la combustion du kérosène : participation à l'effet de serre et production d'oxydes d'azote en grande quantité dans la haute atmosphère, ce qui, d'après certaines études récentes, pourrait agir sur la couche d'ozone.

Mais les conséquences **au niveau local** sont de loin les plus nuisibles, frappant directement les riverains de plate-forme aéroportuaire.

Les évolutions technologiques sont de taille, aussi bien sur le plan de la réduction des pollutions (sonore, atmosphérique) que sur le plan de la sécurité, mais les effets des incessants mouvements qui vont en croissant sur les aéroports se font de plus en plus oppressants.

# Les émissions polluantes des aéronefs (source STNA juin 2003)

Report of the Committee on Aviation Environmental Protection, Fifth Meeting, Montreal, 8-17 January 2001 (Doc 9646). La combustion du kérosène dans les moteurs d'avions produit, par ordre décroissant des masses émises :

- De dioxyde de carbone (CO2 ou gaz carbonique).
- De la vapeur d'eau H2O.
- Des oxydes d'azote NOx.
- Des composés organiques volatiles (COV), c'est-à-dire des hydrocarbures (HC).
- Du monoxyde de carbone CO.
- Du dioxyde de soufre SO2.
- Des particules solides (suies : parties grasses et noires qui recouvrent les véhicules laissés sur les parkings de plein air des aéroports et polluent les jardins des riverains).

Les hautes températures générées lors de la phase de **décollage et en montée** favorisent la production de NOx (oxyde d'azote) et des particules de SUIES, celles des oxydes de carbone (CO) et des hydrocarbures (HC) sont relativement faibles. Les oxydes d'azote (NOx) sont des catalyseurs qui participent à la formation de l'ozone.

Au régime de **ralenti et au roulage au sol**, il se dégage peu d'oxyde d'azote (NOx) mais relativement beaucoup d'oxyde de carbone (CO), et d'hydrocarbure (HC).

D'après Air France, le **roulage** représente à lui seul 37 % des émissions d'oxyde de carbone (CO), et 28 % des hydrocarbures (HC)

C'est en vol de **croisière** que 75 % des émissions polluantes se produisent notamment le dioxyde de carbone (CO2) qui n'a pas d'impact sur la qualité de l'air mais qui contribue à l'effet de serre.

Pour les NOx (oxydes d'azote) le problème est ardu à résoudre; théoriquement, pour diminuer les émissions de CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone), il faut augmenter la température de combustion, et dans ce cas on favorise les NOx (oxydes d'azote).

Le seuil d'alerte pour les  $NO_2$  (oxydes d'azote) est fixé à  $400~\mu g/m^3$  (microgramme par mètre cube). Pour les nouveaux moteurs, les oxydes d'azote (NOx) ne représentent que 5g par kilogramme de kérosène consommé.

Le dioxyde de carbone (CO2), surtout l'eau et les oxydes d'azote inquiètent les experts car ils contribuent fortement à l'effet de serre. En effet, les traînées de condensations contribuent fortement à l'effet de serre.

A 10.000 mètres de hauteur, où la température de l'air est à -50/55°C, cette eau se transforme en petits cristaux de glace et forme des cirrus artificiels, qui sont de petits nuages très fins qui disparaissent rapidement, mais qui ont un fort pouvoir de réchauffement.

Les cristaux de glace qu'elles contiennent laissent passer les rayons solaires mais bloquent les infrarouges réémis par le sol, d'où l'effet de réchauffement de la planète.

Le dioxyde de soufre (SO2) est en cours de disparition puisque la teneur en soufre du kérosène est de plus en plus faible

A noter que les avions subsoniques favorisent la couche d'ozone puisqu'ils produisent euxmêmes de l'ozone à travers leurs émissions d'oxydes d'azote

# LA NORME LTO DETERMINEE PAR L'OACI

La norme LTO détermine la pollution locale crée par le trafic aérien. A l'origine, cette norme avait pour but de dissiper les craintes concernant la qualité de l'air au voisinage des aéroports.

#### La certification des moteurs (Cycle atterrissage - décollage)

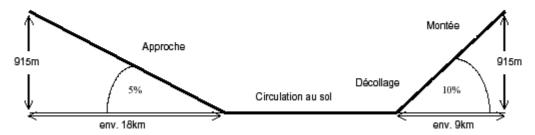
La certification des moteurs est basée sur le cycle atterrissage - décollage (CAD ou LTO pour *Landing - Take-Off*) défini dans l'annexe 16 - Vol. II de l'OACI7. Il décompose les opérations de l'avion sur et autour de l'aéroport en quatre phases de la façon suivante :

- → 4 minutes d'approche (descente).
- →26 minutes de circulation au sol, roulage à l'arrivée et au départ (vers et depuis l'aérogare, il est plus long à Roissy avec 35 minutes).
- →42 secondes lors de la phase de décollage.
- →3 minutes de montée.

De façon théorique le cycle atterrissage / décollage inclut les opérations de l'avion du sol jusqu'à une hauteur de 3000 pieds (915m). Cette hauteur correspond à celle de la couche limite directement affectée par les phénomènes se produisant en surface à l'échelle locale tels que la pollution, les cycles thermiques diurnes, les vents locaux.

Les distances au niveau du sol peuvent être estimées à partir de pentes moyennes à l'atterrissage et au décollage et sont représentées sur la figure ci-dessous.

Les distances au niveau du sol peuvent être estimées à partir de pentes moyennes à l'atterrissage et au décollage et sont représentées sur la figure ci-dessous.



# Espèces réglementées

L'annexe 16 - Vol.II de l'OACI fixe les normes limitant les émissions de fumées, d'hydrocarbures imbrûlés, d'oxydes d'azote et de monoxyde de carbone pour les réacteurs d'une poussée nominale au décollage supérieure à 26,7kN.

La limite des <u>émissions de fumées</u> est basée sur un indice de fumées et tient compte de la poussée nominale au décollage.

Les limites des <u>émissions des gaz</u> sont basées sur la masse totale de polluant émis lors d'un cycle LTO divisée par la poussée nominale au décollage.

La limite pour les <u>oxydes d'azote</u> tient également compte du rapport de pression entre la sortie et l'entrée du compresseur.

Les <u>hydrocarbures imbrûlés</u> sont des hydrocarbures de toutes catégories et de toutes masses moléculaires ; leur quantité est calculée en équivalent de méthane.

La quantité <u>d'oxydes d'azote</u> \* est la somme des quantités de monoxyde d'azote et de dioxyde d'azote calculée comme si le monoxyde d'azote était présent sous forme de dioxyde d'azote.

Cycle LTO (Landing, Take-off) utilisé par l'OACI pour certifier l'efficacité des moteurs des avions

Approche
(30 % FN<sub>00</sub>) 4 mn

1 000 m

(85 % FN<sub>00</sub>) 2.2 mn

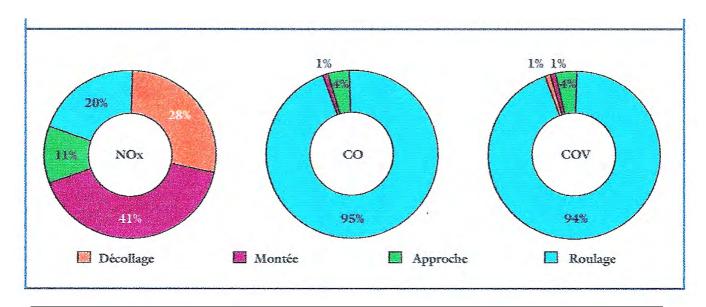
FN<sub>00</sub> = régime nominal de décollage du moteur

(100 % FN<sub>00</sub>) 0.7mn

Roulage
(7% FN<sub>00</sub>) 26mm

Ansayeek k

Cycle LTO pour quantifier les émissions à basse altitude des avions



Emissions associées à l'activité de Roissy Charles-de-Gaulle selon les références phases du cycle LTO (Source : cadastre d'émission AIRPARIF / DRIRE Ile-de-France année 2000.)

La figure ci-dessus montre que pour chaque polluant, les émissions varient fortement lors de chacune des séquences du cycle LTO

\* La norme pour les NOx a été adoptée pour la première fois en 1981, puis resserrée en 1993 lorsque l'OACI a réduit les niveaux autorisés de 20 % pour les nouveaux moteurs certifiés, avec une date limite de production du 31 décembre 1999. En 1999, le Conseil a encore resserré la norme d'environ 16 % en moyenne pour les moteurs nouvellement certifiés, à compter du 31 décembre 2003.

Dans le cadre de la certification des moteurs des réglages de poussée et des temps au régime d'utilisation sont associés à chaque phase.

Le tableau ci dessous reporte les réglages de poussée et les durées de chaque phase dy cycle LTO tel que défini dans l'annexe 16 – vol.II de l'OACI paragraphe IV.2.

Phases	réglages de poussée	Temps au régime
	(% de la poussée maximale	d'utilisation
	au décollage)	(mn)
Décollage	100	0.7
Montée	85	2,2
Approche	30	4,0
Circulation au sol et ralenti	7	26,0

#### Remarques importantes

Il y a lieu de préciser que seul les moteurs destinés à la propulsion des avions (réacteurs, turbopropulseurs, moteurs à piston) sont pris en compte. Les groupes auxiliaires de puissance (GAP) ou APU (auxillary power unit) ne sont pas pris en compte, bien qu'ils soient très polluants.

La norme LTO est élaborée en considérant une pente de décollage et de montée de 10% pendant 2,9 minutes. Aucun gros porteur actuel ne peut utiliser une pente de montée de 10% (6% est plus juste).

Une grosse partie de la pollution chimique des avions les plus polluants au décollage n'est comptabilisée en fait que jusqu'à environ **600 mètres** d'altitude. Les émissions polluantes s'effectuant au-dessus de 3000 pieds (915 m) (fin de montée, croisière, descente) ne sont pas considérées.

Avec cette pente de montée de 6%, qui est la pente de montée la plus réaliste, il faut une distance supérieure à 15 km après le point de décollage pour atteindre les 3000 pieds (915m) au lieu des 9 km définis par la norme LTO actuelle.

# Airparif Actualités (février 2004 et octobre 2005)

Les activités aéroportuaires polluent. À lui seul :

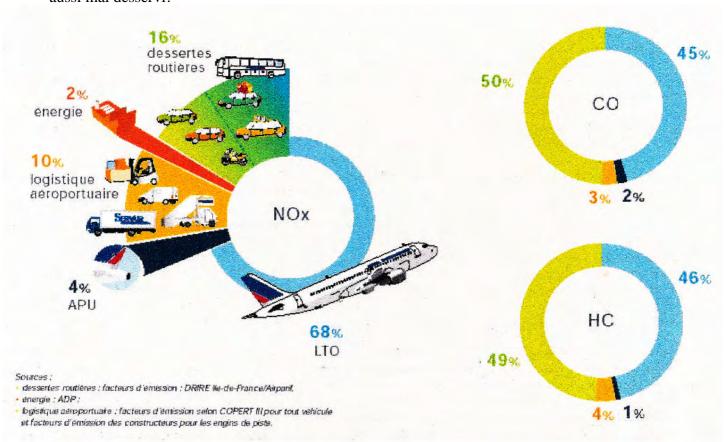
<u>Le trafic aérien</u> de l'aéroport Roissy Charles-de-Gaulle émet des tonnages d'oxyde d'azote et d'hydrocarbures comparables à ceux générés par le trafic routier du boulevard périphérique parisien.

<u>L'ensemble</u> des activités de l'aéroport émet 30 % d'oxyde d'azote de plus que le boulevard périphérique.

Il est important de noter que l'aéroport Roissy Charle-de-Gaulle abrite environ **78.000** employés dont **90%** utilisent un véhicule particulier pour se rendre au travail.

Du côté des passagers, ils sont environ 66% à préférer la voiture particulière ou le taxi pour rejoindre l'aéroport.

La raison en incombe en grande partie à l'inadaptation des transports en commun au fonctionnement de la plate-forme. Ce problème est identique pour l'aéroport d'Orly qui est lui aussi mal desservi.



Selon l'estimation des émissions gazeuses locales produites par l'activité Air France à Roissy Charles-de-Gaulle, les avions à basse altitude (Cycle LTO) sont à l'origine de presque 70% des émissions de NOx et de 45% pour celles de CO et de HC, le reste provenant des

« activités sol », à cause, notamment des émissions routières dues aux trajets professionnels quotients des personnels d'Air France, aux véhicules de la logistique aéroportuaire et aux trajets des passagers qui utilisent leurs voitures, des taxis et des cars pour se rendre à l'aérogare.

(Sources : Drire Ile-de-France/ Airparif)

Les émissions d'un avion moyen lors d'un cycle LTO standard (approche, roulage, décollage et montée jusqu'à 1000 mètres environ sont comparables :

- ◆ Pour les NOx, aux émissions de 17 poids lourds parcourant 100 km chacun ou de 142 véhicules particuliers parcourant la même distance.
- ◆ Pour les COV, aux émissions de 16 deux roues parcouront chacun 100 km ou de 49 véhicules particuliers parcourant la même distance.

(Source Airparif actualité n°27 octobre 2005)

En fonction des estimations ci-dessus d'Airparif, le déplacement de 90 % des 78.000 employés de Roissy Charles-de-Gaulle génèrent à eux seul environ 495 cycles LTO en ce qui concerne les NOx et environ 1433 pour les COV.

# CONTRIBUTION DES ACTIVITES AEROPORTUAIRES A LA POLLUTION

Les activités aéroportuaires regroupent trois types de sources d'émissions de pollutions.

- 1. Des grandes sources ponctuelles industrielles internes à l'aéroport (centrales thermiques).
- **2.** Des sources diffuses (tracteurs / pousseurs des avions, transporteurs des bagages, groupes électrogènes, thermiques, activités de ravitaillement et de maintenance des avions).
- 3. Des sources liées aux mouvements des avions.

Les émissions liées à l'activité des avions sont calculées à partir de mouvements journaliers fournis par Aéroports de Paris (ADP) et déclinées heure par heure.

Cette source d'émissions est prépondérante : par exemple, à Roissy Charles-de-Gaulle, Air France (qui assure plus de la moitié du trafic aérien) estime que les mouvements de ses avions, lors du cycle LTO, représentent près de 70% de l'ensemble de ses émissions d'oxyde d'azote (voir figure page 25).

(Source : Rapport de développement durable 2004-05, Air France)

# Les émissions polluantes communiquées à Airparif par ADP

Production totale des émissions d'oxyde d'azote (NOx) et d'oxyde de carbone (CO) générées par l'exploitation du trafic aérien de Roissy et d'Orly.

(Valeurs extraites des rapports environnementaux 2000/2001 d'ADP):

# Année 2000

- Orly ---- NOx = 1.400 tonnes, CO = 1.700 tonnes pour un total de 238.912 mouvements
- Roissy---NOx = 3.700 tonnes, CO = 4.400 tonnes pour un total de 508.517 mouvements Total = 5.100 tonnes/an = 6.100 tonnes/an = 747.429 mouvements

#### **Année 2001**

- Orly ---- NOx = 1.400 tonnes, CO = 1.400 tonnes pour un total de 215.538 mouvements
- Roissy---NOx = 4.000 tonnes, CO = 4.100 tonnes pour un total de 515.099 mouvements Total = 5.400 tonnes/an = 5.500 tonnes/an = 730.637 mouvements

Remarque : Aucune communication d'ADP pour les émissions en NOX et CO pour les années 2002 à 2004. Par contre, nous pouvons envisager le pire quand nous constatons une augmentation de **300 tonnes de NOX** entre 2000 et 2001

# LA VIE DE L'AEROPORT

- 1 Avion en approche.
- 2 Avion au roulage.
- 3 Avion au décollage.
- 4 Groupe auxiliaire de puissance (APU).
- 5 Trafic routier en zone aéroportuaire.
- 6 Engins spéciaux.
- 7 Centrale d'énergie.
- 8 Groupe d'énergie au sol (GPU).
- 9 Essais de feux (entraînement des pompiers). 19
- 10 Trafic ferroviaire.

- 11 Trafic routier extérieur à l'aéroport.
- 12 Stockage de carburant.
- 13 Avitaillement.
- 14 Station service.
- 15 Dégivrage et antigivrage des avions.
- 16 Peinture des avions.
- 17 Station de traitement des eaux.
- 18 Station de traitement des déchets.
  - Sources biotiques



(Source DGAC : Pollution atmosphérique et aviation)

# L'AEROPORT DANS SON CONTEXTE

- 1 Trafic aérien.
- 2 Trafic routier en zone aéroportuaire.
- 3 Engins spéciaux.
- 4 Centrales d'énergie.
- 5 Stockage de carburant.

- 6 Trafic routier extérieur à l'aéroport.
- 7 Zone industrielle.
- 8 Centrale domestique.
- 9 Agriculture.
- 10 Sources biotiques



Source DGAC : Pollution atmosphérique et aviation.

#### EFFETS DES POLLUANTS SUR LA SANTE

Nous rappelons que nous n'avons pas les compétences nécessaires pour émettre une opinion sur les conséquences de la pollution sur notre santé. Des personnes et organismes qualifiés ont publié différents rapports sur ce sujet, chacun peut s'y référer.

- 1) Les polluants peuvent agir à différents niveaux du corps humain :
  - Au niveau de la peau C'est le cas notamment des vapeurs irritantes et des phénomènes d'allergies.
  - Au niveau des muqueuses.
  - Au niveau des alvéoles pulmonaires.- Les polluants se dissolvent et passent dans le sang ou dans les liquides superficiels.
  - Au niveau des organes Certains toxiques véhiculés par le sang peuvent s'accumuler dans des organes.

On peut dresser une liste non exhaustive des personnes les plus fragiles face à la pollution atmosphérique :

Les enfants, car leurs poumons continuent de se former jusqu'à l'âge de 8 ans.

Les femmes enceintes, qui transmettent une partie des polluants respirés à leurs enfants.

Les personnes âgées, car la capacité respiratoire diminue dès l'âge de 30 ans.

Les asthmatiques, que leur maladie rend plus sensibles au pouvoir irritant des polluants.

Les insuffisants respiratoires et cardiaques, dont la santé est déjà fragilisée.

Les fumeurs, dont l'appareil respiratoire est déjà irrité par l'usage du tabac.

- 2) Les polluants peuvent avoir des effets selon diverses échelles :
  - Effets immédiats, tels que ceux observés lors des accidents historiques.
  - Effets à brève échéance.
  - Effets à long terme, constatés après une exposition chronique, à des concentrations qui peuvent être très faibles.

Les limites de concentration dans l'air ambiant de certains polluants (SO<sub>2</sub>, poussières, NO<sub>2</sub>, Pb, O<sub>3</sub>) imposées par des directives Européennes tiennent compte de ces effets.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) édicte les règles qu'il faudrait respecter pour les divers polluants.

#### Principaux polluants aux échelles locale et régionale.

#### **PS** (Particules fines en suspension)

Les particules fines constituent un complexe de substances organiques ou minérales d'origine naturelle ou anthropique (combustion industrielle et ménagère, véhicules, incinération).

Leur taille et leur composition sont très variables. Les particules sont souvent associées à d'autres polluants (SO2, HAP...).

Les particules les plus fines peuvent transporter des composés toxiques dans les voies respiratoires inférieures (sulfates, métaux lourds, hydrocarbures, dioxyde de soufre, etc.).

Selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'appareil respiratoire. Les particules les plus fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble et avoir des effets mutagènes et cancérigènes à long terme.

# <u>L'amiante</u> (fait partie des particules fines)

L'exposition aux fibres et à la poussière d'amiante peut provoquer l'asbestose, maladie des poumons causée par l'inhalation de particules d'amiante. Cette maladie peut se transformer, au bout d'un temps de latence de trente ans ou plus, en différents cancers, en particulier le cancer des poumons et le mésothéliome, forme de cancer inopérable de la poitrine et de la paroi abdominale.

Les dangers liés à l'amiante ont amené les autorités de certains pays à demander que l'amiante pulvérisée soit retirée de certains bâtiments. Pourtant, à l'heure actuelle, rien n'a encore été trouvé pour remplacer l'amiante de manière totalement satisfaisante dans plusieurs de ses applications.

(Encyclopédie Encarta 2005)

# **SO<sub>2</sub>: Dioxyde de soufre**

C'et un gaz incolore d'odeur âcre et piquante. Il provient essentiellement de la combustion de combustibles fossiles contenant du soufre (Fiouls, charbon).

En présence d'humidité, il forme de l'acide sulfurique qui contribue aux pluies acides. Le dioxyde de soufre entraîne une inflammation des bronches avec un spasme qui provoque une altération de la fonction respiratoire (bronchiolites, rhino-pharyngites...) de plus il augmente les risques cardio-vasculaires (infarctus du myocarde, angine de poitrine, troubles du rythme cardiaque).

L'IARC (*International Agency for Research on Cancer*) a classé les aérosols de dioxyde de soufre (SO2) très fortement concentrés comme un carcinogène humain pouvant être responsable notamment de cancers bronchiques. Les émissions produites par les véhicules peuvent ainsi être responsables de la survenue de cancers

#### NOx – Oxydes d'azote.

Le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO2) sont émis lors du processus de combustion. Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion.

Les NOx interviennent dans la formation de l'ozone troposphérique et contribuent aux pluies acides. Ces pluies acides (acide nitrique) entraînent le dépérissement des forêts et une dégradation des sols.

Le dioxyde d'azote (NO2) est <u>toxique</u> (40 fois plus que le CO *-monoxyde de carbone et* 4 fois plus que NO *- monoxyde d'azote*).

Le monoxyde d'azote pénètre profondément dans les plus petites ramifications des voies respiratoires (poumons). Il provoque une irritation, une diminution possible des défenses immunitaires et une sensibilité accrue des bronches aux infections microbiennes.

Ce gaz provoque une hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques et il augmente la sensibilité des bronches aux infections, surtout chez l'enfant. Il réduit le pouvoir oxygénateur du sang.

<u>Les pics</u> de concentrations sont <u>plus nocifs</u> qu'une même dose sur une longue période.

#### **COV - Composés organiques Volatils**

Les composés organiques volatils sont principalement :

- → Les hydrocarbures émis par évaporation des bacs de stockage pétroliers et le remplissage des réservoirs.
- → Les composés organiques provenant des procédés industriels ou de la combustion incomplète des combustibles.
- → Les solvants émis lors de l'application des peintures, des encres, le nettoyage des surfaces métalliques et des vêtements.
- → Les composés organiques émis par l'agriculture et le milieu naturel.

Ils interviennent dans le processus de formation de l'ozone troposphérique. Ils jouent également un rôle dans le processus de l'effet de serre et du « trou d'ozone ».

Les effets sur la santé et l'environnement sont très divers selon les polluants : ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation des muqueuses (aldéhydes), à une diminution de la capacité respiratoire jusqu'à des risques d'effets mutagènes et cancérigènes. Parmi les composés organiques volatils (COV) prédominent les benzènes et hydrocarbures aromatiques polycycliques qui ont des effets cancérigènes indiscutables.

# CO - Le monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone est un gaz incolore, inodore et insipide. Il provient de la combustion incomplète des combustibles et carburants.

La source principale de monoxyde de carbone (CO) est <u>le trafic automobile.</u> Des taux importants de monoxyde de carbone peuvent être rencontrés quand un moteur tourne au ralenti dans un espace clos ou en cas d'embouteillage dans des espaces couverts, ainsi qu'en cas de mauvais fonctionnement d'un appareil de chauffage domestique.

On connaît les accidents mortels liés à l'inhalation de CO lors du fonctionnement défectueux de chauffe-eau.

Il participe aux mécanismes de formation de l'ozone troposphérique. Dans l'atmosphère, il se transforme en dioxyde de carbone et contribue à l'effet de serre.

Le monoxyde de carbone (CO) se fixe à la place de l'oxygène sur l'hémoglobine du sang, conduisant à un manque d'oxygénation (voire une asphyxie) du système nerveux, du cœur, des vaisseaux sanguins.

Les premiers symptômes sont des maux de tête et des vertiges. Ils s'aggravent avec l'augmentation de la concentration de CO (nausée, vomissement...) et peuvent, en cas d'exposition prolongée, aller jusqu'à la mort.

#### O3 - OZONE

Contrairement aux autres polluants, l'ozone n'est généralement pas émis par une source particulière, mais résulte de la transformation photochimique de certains polluants dans l'atmosphère (NOx, COV) sous l'effet du rayonnement solaire. Les plus fortes concentrations d'ozone apparaissent l'été, en périphérie des zones émettrices des polluants primaires.

L'ozone est l'un des principaux polluants des pollutions dites «photo oxydante » et contribue également aux pluies acides ainsi qu'à l'effet de serre.

L'ozone est un oxydant puissant. Il est agressif et pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Il provoque toux, altération pulmonaire, irritation oculaires, lorsque ses concentrations sont trop élevées surtout par temps chaud et ensoleillé. Ses effets sont très variables selon les individus

L'ozone a un effet néfaste sur la végétation (sur le rendement des cultures) et sur certains matériaux (caoutchouc..).

#### Les métaux lourds

Il s'agit de l'ensemble des métaux présentant un caractère toxique pour la santé et l'environnement : plomb, mercure, zinc, nickel, arsenic, cadmium, manganèse, etc... Ils proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères et de certains procédés industriels particuliers.

Ils n'ont pas d'effets sur la qualité de l'air.

Les métaux s'accumulent dans l'organisme et provoquent des effets toxiques à court et / ou à long terme. Ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires, ou autres.

Les métaux lourds contaminent les sols et les aliments. Ils accumulent dans les organismes vivants et perturbent les équilibres et mécanismes biologiques.

#### EFFETS SUR LES MATERIAUX.

Les matériaux sont essentiellement affectés par la pollution acide qui entraîne une dégradation des édifices, monuments ou façades d'immeubles. La pollution atmosphérique met en danger notre patrimoine culturel et occasionne d'onéreux travaux de ravalement de façades ou de restauration des monuments.

Les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes.

#### EFFETS SUR LES ECOSYSTEMES FORESTIERS.

Les arbres vivent et dépérissent pour des causes naturelles très variées ne serait-ce que l'âge. Le dépérissement soudain constaté surtout depuis 1980 semble relever de causes tout à fait inhabituelles.

Les responsables considèrent que la pollution atmosphérique est l'un des nombreux éléments participant aux dépérissements forestiers. En France, le programme DEFORPA (dépérissement des forêts attribué à la pollution atmosphérique) ainsi que des recherches en laboratoires, ont montré que les causes du dépérissement forestier sont très complexes telles que sols de mauvaise qualité, sécheresses anormales, présence de polluants dans l'atmosphère principalement la pollution acide et l'ozone.

# EFFETS SUR LES ECOSYSTEMES D'EAU DOUCE.

L'acidification des lacs et des cours d'eau entraîne une destruction parfois irréversible de la vie aquatique. La baisse du pH provoque la mise en solution de métaux contenus naturellement dans le sol, comme l'aluminium toxique à l'état dissous pour presque la totalité des organismes vivants.

Le magasine « Entre Voisins » distribué par Aéroport de Paris (ADP) a fait paraître dans son édition n°48 de Septembre / octobre 2001, un article très intéressant sur :

# TRAITER L'EAU DE PLUIE SUR LES AEROPORTS.

L'eau qui tombe du ciel est propre. Parfois, à de rares exceptions, elle peut être chargée de sable lorsqu'il y a eu des tempêtes de vent sur le Sahara.

Les aéroports se caractérisent par de très grandes surfaces imperméabilisées (parkings, voies de roulement, pistes...) nécessaires au trafic des avions. Lorsqu'il pleut, ces surfaces jouent le rôle d'immenses collecteurs, empêchant l'eau de s'infiltrer dans le sol. Toute l'eau piégée doit alors être évacuée, sans pour autant perturber le milieu récepteur.

En effet l'eau ne se contente pas de tomber, lors de son écoulement vers les nappes phréatiques et les cours d'eau, elle lessive également les sols qu'elle fréquente, entraînant avec elle toutes les impuretés et autres polluants présents sur le béton (poussières, hydrocarbures, sels, etc..).

Pendant la saison hivernale, ce sont les résidus de produits utilisés pour le dégivrage des avions, le déverglaçage des voies de circulation et des pistes qui se trouvent ainsi entraînés.

Des accidents de pollution sont également possibles. Par exemple, le trop plein d'un réservoir d'avion se déversant sur le sol.

Donc, toutes les précautions sont prises pour que cette pollution, accidentelle ou non, soit endiguée. Ces précautions se traduisent par la mise en place d'installations spéciales appelées STEP (Système de traitement des eaux pluviales) destinées à nettoyer les eaux de ruissellement avant leur rejet dans le milieu naturel.

Ces eaux de ruissellement sont tout d'abord concentrées dans différents collecteurs, égouts et caniveaux, dont les canalisations quadrillent les aéroports. Elles transitent ensuite par des bassins qui permettent :

- La régulation du débit.
- La décantation de ces eaux de ruissellement, où sont associés de nombreux « séparateurs à hydrocarbures » (91 pour le seul aéroport de Roissy).
- Une purification par traitement.
- Une régulation de leur rejet dans les cours d'eau, via des bassins de versants ou de rétention, qui permettent d'étaler dans le temps les rejets.

Pour Orly 95% des eaux de ruissellement sont entraînées vers l'Orge et le reliquat vers la Seine.

Les séparateurs à hydrocarbures sont placés au plus prés des sources potentielles de pollution, notamment les parkings avion où se font les avitaillements, afin de circonscrire au mieux la diffusion des polluants.

D'autres bassins sont également prévus pour recevoir, en cas d'accident de pollution, d'importants volumes d'eau que l'on voudrait isoler pour les traiter ou les détruire.

Des stations d'alerte sont disposées sur l'étendue des plates-formes pour contrôler, en continu, la qualité des eaux pluviales avant leur rejet. Dans le même temps, les nappes phréatiques situées sous les plates-formes sont surveillées de très près.

Plusieurs dizaines de piézomètres permettent de mesurer les hauteurs d'eau, de prélever des échantillons pour analyses et même de détecter automatiquement la présence de certains polluants.

# GLOSSAIRE - POLLUTION ADEME

(Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie)

#### AASQA: Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air

Elles sont agréées par le ministère de l'Écologie et du Développement Durable et sont chargées de la mise en oeuvre des moyens de surveillance de la qualité de l'air ambiant sur le territoire français.

Les AASQA (42 en 2005), exercent leur mission sur des zones géographiques pouvant s'étendre, selon les cas, de l'agglomération à la région. L'ADEME assure un suivi de coordination technique au niveau national.

#### **Absorption**

L'absorption est un processus de transfert de masse d'un composé de la phase gazeuse vers la phase liquide. Lorsque le composé transféré n'est pas modifié, le processus est une simple absorption physique.

#### ADN

Acide désoxyribonucléique.

#### Aérosol

Particule solide ou liquide en suspension dans l'air.

#### **AOT40 (Accumulated Ozone over Threshold)**

Indice fondé sur l'utilisation des niveaux critiques d'ozone pour évaluer sur de vastes territoires le risque des dommages à la végétation dû à la pollution de l'air par l'ozone.

AOT40 en anglais signifie «Accumulated Ozone over Threshold of 40  $\mu g/m3/h$ », autrement dit en français c'est le calcul de la somme des différences entre les concentrations horaires d'ozone supérieures à 80  $\mu g/m3$  et le seuil de 80  $\mu g/m3$  (soit 40 parties par milliard) durant une période donnée (valeurs sur 1 heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures).

La directive 2002/3/CE du parlement européen et du conseil relative à l'ozone dans l'air ambiant fixe les valeurs limites pour la protection de la végétation et de la forêt qu'il convient, à terme, de ne pas dépasser.

#### **ATMO**

Nom donné à l'indice quotidien de la qualité de l'air. (Voir à indice ATMO).

#### Benzène (C6H6)

Ce polluant fait partie des composés organiques volatils (COV). Il est également soumis à une réglementation fixant un seuil à ne pas dépasser pour les teneurs ambiantes. Il est cancérigène.

#### **CFC**

Les chlorofluorocarbures sont des composés chimiques contenant du carbone, du fluor et du chlore. Ils ont d'abord été utilisés dans le secteur de la réfrigération, puis dans les secteurs des aérosols, des mousses, du nettoyage et de la lutte contre les incendies.

#### **CH4** - Symbole du méthane.

# Chromatographie

Méthode d'analyse chimique et de purification des constituants d'un mélange par absorption sélective des constituants du mélange. Le chromatogramme est l'image obtenue par chromatographie.

# **CO - (Monoxyde de carbone)**

Monoxyde de carbone résultant de la combustion incomplète des combustibles fossiles (essence, fuel, charbon, bois,...).

Ce gaz, à certaines doses, induit des effets sur la santé (anémies, vertiges, migraines), voire mortels à forte dose.

# CO<sub>2</sub> - Symbole du dioxyde de carbone

#### **COV** – (composés organiques volatils)

Ensemble de polluants atmosphériques constitué d'une multitude de substances d'origine naturelle ou humaine, toujours composés de l'élément carbone et d'autres éléments tels que l'hydrogène, les halogènes, l'oxygène, le soufre, des hydrocarbures, des aldéhydes, des composés nitrés et sulfurés, etc...Définition également reprise dans la Directive du 11 mars 1999 (relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certaines activités et installations).

Le butane, le propane, l'éthanol et les solvants dans les peintures sont parmi les COV les plus courants dans l'air. Ils ont des effets connus sur la santé, à court terme (irritation des yeux, de la gorge, gène respiratoire) et à long terme (cancérigènes comme le benzène et le formaldéhyde.

#### **COVNM**

Ce sont des composés organiques volatils non méthaniques

#### **Dioxines**

Le terme dioxine est un terme général désignant la famille des dioxines / furannes comportant 210 composés différents. Leur structure commune est la suivante : deux noyaux aromatiques reliés par un ou deux atomes d'oxygène, le tout présentant 8 degrés de chloration possibles.

Parmi ceux-ci, 17 ont été identifiés comme particulièrement toxiques, tous comportant au moins 4 atomes de chlore

#### Dioxyde d'azote ou NO2

Gaz rejeté par toute combustion en présence d'air, et provenant notamment de la combustion dans les moteurs. Il perturbe la fonction respiratoire chez les personnes sensibles.

#### Dioxyde de soufre ou SO2

Gaz très irritant produit lors de la combustion des énergies fossiles (charbon, fioul...).

Le dioxyde de soufre est l'un des principaux composants des pluies acides. Il résulte de la présence de résidus de soufre dans les combustibles fossiles. L'exposition à des concentrations élevées peut être source de difficultés respiratoires.

# Ecosystème

Un écosystème est constitué par l'association dynamique de deux composantes en constante interaction :

- un environnement physico-chimique, géologique, climatique ayant une dimension spatio-temporelle définie : le biotope,
- un ensemble d'êtres vivants caractéristiques : la biocénose. L'écosystème est une unité fonctionnelle de base en écologie qui évolue en permanence de manière autonome au travers des flux d'énergie.

#### Effet de serre

Phénomène naturel indispensable à la vie sur terre. Certains gaz présents dans l'atmosphère, tels que le gaz carbonique, retiennent les rayonnements infrarouges du soleil et constituent ainsi une coque chauffante autour de la Terre.

Cet « effet de serre » devient inquiétant lorsqu'il s'accentue et provoque un réchauffement trop important de la planète, modifiant les climats et menaçant ainsi les écosystèmes

#### GES - (Gaz à effet de serre)

Ensemble des gaz qui retiennent le rayonnement infra-rouge émis par les surfaces, ce qui contribue ainsi à réchauffer la planète.

Issu notamment de la combustion des énergies fossiles (charbon, fioul...), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) représente plus de la moitié des émissions des gaz à effet de serre.

Depuis 1750, sa concentration dans l'atmosphère a crû de 30%. Il peut y perdurer de 50 à 200 ans. Aujourd'hui, le secteur des transports est le premier émetteur de CO2 dans nos régions. Il y a d'autres émissions de gaz à effet de serre, telles que les oxydes d'azote, l'ozone, le méthane, etc...

# Gaz fluorés - (HFC - HCFC - CFC)

Gaz à effet de serre produit notamment par les activités humaines (par exemple par les systèmes de climatisation des bâtiments).

Il existe trois types de gaz fluorés :

- les hydro-fluorocarbures (HFC),
- les hydro chloro-fluorocarbures (HCFC)
- les chloro fluorocarbures (CFC).

#### **Indice ATMO**

L'indice ATMO est un indicateur de la qualité de l'air diffusé chaque jour dans toutes les agglomérations de plus de 100000 habitants qui repose sur les concentrations de 4 polluants (dioxyde d'azote, particules de type PM10, ozone, dioxyde de soufre).

Il est calculé à partir des données de sites urbains ou périurbains de fond afin d'être représentatif de la pollution de l'air sur l'ensemble d'une agglomération.

Des indices dont le mode de calcul est analogue à l'indice ATMO sont parfois calculés également dans des agglomérations plus petites.

L'indice ATMO n'est pas calculé dans les zones rurales et ne permet pas non plus de caractériser les pollutions au voisinage immédiat, par exemple, de sources de pollutions telles que des installations industrielles ou de grands axes routiers.

#### **Hydrocarbures**

Composés organiques ne contenant que les éléments carbone et hydrogène. Il y a deux types d'hydrocarbures cycliques : les composés alicycliques et les hydrocarbures aromatiques.

#### LAURE

Abréviation de la Loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie, adoptée par le parlement français en 1996 pour renforcer la surveillance et la prévention de la pollution atmosphérique.

#### **MERA**

Dispositif de Mesure des Retombées Humides en milieu Rural, constitué de 10 stations.

Les dépôts sont mesurés dans toutes les stations pour plusieurs polluants (Chlore, Nitrate, Sulfate, Sodium, Potassium, Magnésium, Calcium), et seulement dans 1 station pour les métaux (cadmium, arsenic, plomb).

Les composés organiques volatils et les composés carbonyles sont mesurés dans 2 stations.

Ce dispositif est géré par l'Ecole des Mines de Douai et coordonné par l'ADEME.

Le suivi technique est assuré par certaines AASQA. Le dispositif MERA fournit également pour la France les données nécessaires au programme européen EMEP.

#### Métaux

Composés non-biodégradables qui ont donc tendance à s'accumuler dans l'environnement. Certains métaux sont réglementés dans l'air ambiant, par exemple, l'arsenic, le cadmium, le plomb, le mercure et le nickel, pour lesquels des valeurs limites ou cibles sont définies à ne pas dépasser dans un objectif de préservation de la qualité de l'air.

Les métaux ont des effets toxiques connus à certaines doses sur l'homme et l'animal (toxicité aiguë ou chronique).

# Microgramme par mètre cube (μg/m3)

Unité de concentration de polluant dans l'air. Millionième de gramme de polluant par mètre cube air.

#### **NEC**

Abréviation de « National Emission Ceilings », nom anglais d'une directive européenne promulguée en 2002, qui impose aux pays de l'Union européenne de réduire leurs émissions

de polluants atmosphériques, et fixe des plafonds d'émission à satisfaire d'ici 2010.

- **N2O** Symbole du protoxyde d'azote.
- NH3 Symbole de l'ammoniac.
- NOx Symbole des oxydes d'azote ( $NO + NO_2$ )
- NOy Symbole qui comprend l'ensemble des espèces contenant de l'azote (NO + NO<sub>2</sub> + NO<sub>3</sub> + N<sub>3</sub>O<sub>5</sub> + HNO<sub>3</sub> + HONO + HO<sub>2</sub>NO<sub>2</sub> + PAN)

#### Odeur

L'odeur peut être définie comme une perception mettant en jeu un ensemble de processus complexes tels que les processus neurosensoriels, cognitifs et mnésiques qui permettent à l'homme d'établir des relations avec son environnement olfactif.

Cette perception résulte de la présence dans l'environnement de composés gazeux, notamment de composés organiques volatils (COV) de faibles poids moléculaires (inférieur à 100 g/mol).

Les principaux composés odorants appartiennent aux familles chimiques suivantes : soufrés, azoté, aldéhydes et acides gras volatils. Il faut ajouter à ces composés l'hydrogène sulfuré et l'ammoniac.

#### Ozone (O3)

Gaz à la fois indispensable à la vie sur terre et nuisible pour la santé et l'environnement. Situé dans la stratosphère à plus de 20km d'altitude, le <u>bon ozone</u> protège la vie sur Terre en filtrant les rayons nocifs du Soleil (UV) : c'est la fameuse couche d'ozone.

Dans les basses couches de l'air, en revanche, ce gaz est produit par la pollution urbaine, généralement lors de situations ensoleillées. Cet ozone est nocif pour l'homme et les végétaux, et de plus, c'est un gaz à effet de serre

#### Particules (ou PM)

Fines matières liquides (brouillard) ou solides (poussières, fumées) en suspension dans l'air, d'origine naturelle (feux de forêt, poussières volcaniques...) ou humaine.

On distingue les grosses particules de 2,5 à 10 micromètres de diamètre, produites par exemple par le secteur de la construction ou de l'exploitation minière et les particules fines de moins de 2,5 micromètres.

Le transport routier, les installations de chauffage et les procédés industriels sont les principaux émetteurs de particules fines en France.

Les particules provoquent des effets inflammatoires sur les voies respiratoires et sont suspectées d'être cancérigènes après une exposition à long terme

# **Pb** - Symbole du plomb

#### Perfluorocarbure (PFC)

Les perfluorocarbures contiennent du carbone et du fluor.

#### PM2.5

Particulate Matter 2,5μm. Particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur ou égal à 2,5μm

#### **PM10**

Particulate Matter 10µm. Particules en suspension dans l'air d'un diamètre inférieur à 10 micromètres. Leur mesure est surveillée dans l'air ambiant. Elles sont dites inhalables car elles pénètrent dans l'appareil respiratoire.

#### **PPA**

Le plan de protection de l'atmosphère concerne les agglomérations de plus de 250000 habitants.

#### Prévair

Site Internet diffusant chaque jour des prévisions et des cartes de concentrations d'ozone à différentes échelles spatiales.

Ce site est mis en œuvre dans le cadre d'un partenariat scientifique entre l'INERIS, l'ADEME, le CNRS, et Météo France, sous l'égide du ministère de l'Écologie et du Développement Durable.

#### Protocole de Kyoto

Convention internationale qui s'est tenue en 1997 et qui concrétise la convention climat adoptée en 1992 à Rio de Janeiro par l'ensemble des pays de la planète.

Le protocole définit des objectifs quantitatifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour les pays industrialisés. Les pays en développement ne sont pas tenus de réduire leurs émissions de gaz à effet de serre dans l'immédiat, mais participent au processus international.

#### **PRQA**

Plan Régional de la Qualité de l'Air mis en place pour les villes de plus de 250.000 habitants.

#### Puissance de l'installation (installation de combustion)

La puissance d'une installation est égale à la puissance de tous les appareils de combustion qui composent cette installation.

Elle est exprimée en mégawatts (MW).

La puissance d'un appareil de combustion est définie comme la quantité d'énergie thermique contenue dans le combustible, exprimée en pouvoir calorifique inférieur, susceptible d'être consommée en une seconde en marche maximale continue.

Elle est exprimée également en mégawatt (MW).

#### Schéma de Maîtrise des Emissions (SME)

Le Schéma de Maîtrise des Emissions de composés organiques volatils (COV) est une alternative réglementaire au respect des valeur limites d'émissions (VLE) sur une installation ou un site.

Un tel schéma garantit que le flux annuel de COV émis n'excède pas ce qui serait obtenu par un strict respect des VLE canalisées et diffuses.

#### Seuils d'alerte

Niveaux de concentration de polluants dans l'air ambiant présentant un risque pour la santé. Quand ces concentrations sont atteintes ou risquent de l'être, la réglementation impose au préfet de lancer une procédure d'urgence visant à en limiter l'ampleur et les effets sur la population.

Des seuils d'alerte existent pour 3 polluants (dioxyde d'azote, dioxyde de soufre et ozone).

#### Seuils olfactifs

Concentration de substance odorante qui a une probabilité de 0,5 d'être détecté dans les conditions de l'essai.

**SF6** - Symbole de l'hexafluorure de soufre.

**SO2** - Symbole du dioxyde de soufre.

# Smog

Comme son nom l'indique, il s'agit de l'assemblage des mots anglais "smoke" (fumée) et fog (brouillard).

Le smog est un brouillard particulièrement épais et toxique résultant de la condensation de la vapeur d'eau en minuscules gouttelettes se formant à la surface des particules microscopiques constituant la fumée.

L'épisode le plus malheureusement connu est celui de Londres en décembre 1952 qui causa environ 4000 morts.

#### **Sources fixes**

On appelle sources fixes de pollution atmosphérique les émetteurs de polluants qui ne se déplacent pas, par exemple les installations d'incinération des déchets ou les installations industrielles, les activités agricoles, etc....

#### **Sources mobiles**

On appelle sources mobiles de pollution atmosphérique les émetteurs de polluants en mouvement, c'est-à-dire les transports routier, ferroviaire, aérien, maritime et fluvial.

#### **TEO**

Toxic Equivalent Quantity

## **VLE**

L'abréviation VLE peut avoir deux sens en fonction de l'impact du polluant : sur l'être humain ou sur l'environnement.

- Pour l'environnement, VLE signifie : valeur limite d'émission, c'est-à-dire la valeur maximum de rejet autorisé pour l'installation dans l'environnement,
- Pour l'être humain, VLE signifie : valeur limite d'exposition, c'est-à-dire la concentration moléculaire maximale à laquelle un individu peut être exposé pendant un temps donné sans que cela engendre des modifications de son état de santé.

# **Bibliographie**

ACIPA Association Citoyenne Intercommunale des Populations sur les projets d'Aéroports. La pollution induite.

**ADEME** Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie. Diverses publications

**ADP** La pollution atmosphérique.

**AIRPARIF** Actualité n°27 octobre 2005. Quels polluants surveiller. Questions réponses sur les diverses pollutions.

**CITEPA** Centre interprofessionnel d'études de la pollution atmosphérique. Les oxydants photochimiques.

**DGAC** Pollution atmosphérique et aviation. Calcul de la pollution atmosphérique.

**DRIRE** Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement en Île de France. Diverses publications.

Institut Lilly Carnet de route.

Ministère de la Santé L'évaluation de la qualité de l'air en France.

**ONERA** Lumière sur les polluants.

ORS Observatoire Régional de la Santé en île de France. Pollution de l'air intérieur. Etat des connaissances. Dossier ERPURS : évaluation des risques de la pollution urbaine sur la santé. Publications diverses.

STNA Guide de calcul des émissions dues aux aéronefs. Emissions des avions. Certification des moteurs.

**SNECMA** Energie et transport – séminaire de la Direction Générale des affaires stratégiques et technique.