

CHAPITRE 4.

Les Substances (4 Semaines)

Sommaire	Page
1. Introduction	3
2. Différents types de polluants	3
3. Polluants réglementés	3
4. Composés organiques	4
4.1. Métaux lourds	4
4.2. Particules	4
4.3. Chlorofluorocarbones	5
5. Effets de différentes substances sur l'environnement,	5
5.1.Effet de serre et changement climatique.	5
5.2.Destruction de la couche d'ozone	6
5.3.Eutrophisation et photochimie.	6
5.4.Pluies acides.	6
5.5.Pics d'ozone.	7
6. Effets sur les matériaux	7
7. Effets sur les écosystèmes : Forêt, Réserve d'eau douce	7
8. Effets sur la santé.	8
9. Différents types d'émetteurs,	9
10. Nomenclature Corinair	9

1. **Introduction :**

La pollution de l'environnement représente actuellement un des problèmes majeurs qui menace l'équilibre de la vie sur terre, elle influence en premier lieu sur la santé, le bien-être de l'être humain ainsi que tous les écosystèmes. Malheureusement l'homme est à l'origine de toute pollution et dégradation de l'environnement que soit atmosphérique, eau ou sol, à cause des polluants engendrés par ses différentes activités socio-économiques et industrielles.

Actuellement la plupart des substances polluantes sont soumises à des normes de rejet environnemental selon leur durée de vie et leur concentration.

2. **Différents types de polluants :**

On peut distinguer deux classes de polluants :

- ✓ Les polluants primaires : ce sont des polluants présents à l'endroit de leur rejet.
- ✓ Les polluants secondaires sont des polluants qui résultent de la transformation physico-chimique des polluants primaires au cours de leur séjour dans l'atmosphère

3. **Polluants réglementés :**

Les polluants réglementés : 12 polluants sont actuellement réglementés et font l'objet de mesures continues dans l'air réalisées par les associations de surveillance de la qualité de l'air.

- le dioxyde de soufre : SO_2
- le monoxyde de carbone : CO
- le dioxyde d'azote : NO_2
- l'ozone : O_3
- les particules (PM_{10})
- le benzène : C_6H_6
- le plomb : Pb
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques : 6 (HAP)
- le cadmium : Cd
- l'arsenic : As
- le nickel : Ni
- le mercure : Hg

4. Composés organiques :

Les Composés Organiques Volatiles – **COV**, les COV regroupent une multitude de substances et ne correspondent pas à une définition très rigoureuse. Les hydrocarbures appartiennent aux **COV**. Ceci est sans doute dû au fait que l'on exprime souvent les **COV** en hydrocarbures totaux (notés HC), en équivalent méthane ou propane, ou par rapport à un autre hydrocarbure de référence.

C'est des produits des résidus industriels souvent toxiques, mutagènes et cancérigènes, qui interfèrent avec notre système hormonal et sexuel. Ils sont semi-volatiles et circulent plus ou moins bien dans l'air, en fonction de sa température. Ils sont lipophiles (faible solubilité dans l'eau mais forte dans les graisses), avec attirance forte pour les tissus adipeux où ils se concentrent généralement (forte bioaccumulation). Ils ont également une durée de vie très longue (persistance dans le milieu).

4.1. Métaux lourds :

Les métaux lourds désignent en général les métaux dont le poids atomique est supérieur à celui du fer. Ces métaux sont parfois également désignés par le terme de métaux traces ou d'éléments traces métalliques. On considère en général les métaux lourds suivants : Arsenic (As), Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Sélénium (Se), Zinc (Zn). Chaque métal possède des caractéristiques et un impact propre.

4.2. Particules :

Les particules regroupent également une variété importante de substances. Le terme de particules désigne en général la fraction des composants (liquides ou solides) en suspension dans le milieu gazeux. Souvent, les particules sont classées en fonction de leur granulométrie :

- Particules en suspension (TSP) : masse totale de particules.
- PM10 : masse des particules dont le diamètre aérodynamique moyen est inférieur à 10 μm .
- PM2.5 : masse des particules dont le diamètre aérodynamique moyen est inférieur à 2.5 μm

La composition chimique des particules est également un paramètre très important pour les études de pollutions atmosphériques.

4.3. Chlorofluorocarbones :

Les chlorofluorocarbones ou les CFCs (également connus sous le nom de Fréons) sont non-toxiques, ininflammables et non-cancérogènes. Ils contiennent des atomes de fluor, des atomes de carbone et des atomes de chlore.

Les cinq CFCs principaux incluent :

- CFC-11 (trichlorofluorométhane - CFCl_3),
- CFC-12 (dichlorodifluorométhane - CF_2Cl_2),
- CFC-113 (trichlorotrifluoroéthane - $\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$),
- CFC-114 (dichlorotétrafluoroéthane - $\text{C}_2\text{F}_4\text{Cl}_2$),
- CFC-115 (chloropentafluoroéthane - $\text{C}_2\text{F}_5\text{Cl}$).

Les CFCs sont largement répandus comme liquides réfrigérants dans la réfrigération et les climatiseurs, comme dissolvants dans les décapants, en particulier pour les cartes électroniques, en tant qu'agents de soufflage dans la production de mousse (par exemple extincteurs), et comme propulseurs en aérosols. Leur durée de vie dans l'atmosphère varie de 20 à plusieurs centaines d'années.).

5. Effets de différentes substances sur l'environnement :

Les impacts de la pollution conditionnent la plupart du temps le choix des substances retenues dans un inventaire. L'échelle géographique pertinente pour analyser les phénomènes de pollution de l'air va du très local (par exemple odeurs, effets des particules, du benzène, ... sur la santé) à l'échelle mondiale (par exemple effet de serre, couche d'ozone), en passant par des phénomènes régionaux (pluies acides ou pollution photochimique). On classe souvent les effets en fonction de l'échelle qui les concerne.

5.1. Effet de serre et changement climatique (Echelle mondiale) :

L'effet de serre est un phénomène avant tout naturel de piégeage par l'atmosphère du rayonnement de chaleur émis par la terre sous l'effet des rayons solaires. Le groupe de gaz responsables de ce phénomène est présent dans l'atmosphère à l'état de traces ; il s'agit, pour l'essentiel, de la vapeur d'eau, du gaz carbonique (CO_2), du méthane (CH_4) et du protoxyde d'azote (N_2O). C'est parce que les teneurs atmosphériques de ces gaz sont naturellement très faibles que les émissions dues aux activités humaines sont en mesure de les modifier sensiblement, entraînant, a priori, un renforcement de l'effet de serre, et par suite, des

modifications possibles du climat. Les chloro- fluoro- carbones (CFC) également responsables de la destruction de la couche d'ozone. Enfin, on sait désormais que l'ozone troposphérique, formé à partir des émissions d'oxydes d'azote (NOx) et de Composés Organiques Volatils (COV) joue également un rôle important.

5.2.Destruction de la couche d'ozone (Echelle mondiale) :

La Couche d'ozone localisée dans la stratosphère filtre à l'extérieur les rayonnements dans la partie ultra-violette (UV) du spectre. La découverte d'un trou dans la couche d'ozone au-dessus de l'Antarctique et son association avec les CFCs synthétiques a amené le monde à agir pour protéger la couche d'ozone (protocole de Montréal en 1979). La destruction de la couche d'ozone se produit quand l'équilibre naturel entre la production et la destruction de l'ozone stratosphérique est incliné en faveur de la destruction. Bien que les phénomènes naturels puissent causer la perte provisoire de l'ozone, les CFCs sont maintenant considérés comme cause principale de cet amincissement. Les émissions de CFCs représentent environ 80% de l'amincissement total de l'ozone stratosphérique.

5.3.Eutrophisation et photochimie (Echelle local)

L'eutrophisation est due à un apport excessif en nutriments et en matières organiques biodégradables issus de l'activité humaine. Elle s'observe surtout dans les milieux aquatiques dont les eaux sont peu renouvelées. Stimulées par un apport substantiel en certains nutriments dont principalement le phosphore et l'azote, le phytoplancton et certaines plantes aquatiques croissent et se multiplient de manière excessive, ce qui conduit, lorsqu'elles se décomposent, à une augmentation de la charge naturelle de l'écosystème en matières organiques biodégradable. Les bactéries, qui dégradent cette matière organique, accroissent à leur tour, en décroissant de plus en plus l'oxygène de l'eau.

5.4.Pluies acides (Echelle régionaux).

"Les pluies acides" est un terme utilisé pour décrire toute forme de précipitation acide (pluies, neige, grêles, brouillard). Le dioxyde de soufre et les oxydes d'azote sont les principales causes des pluies acides. Ces polluants s'oxydent dans l'air pour former de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique, ou des sels. On les retrouve dans les nuages et les précipitations parfois à des milliers de kilomètres de leur point d'émission, (pollution transfrontière à longue distance). Ceci concourt à des dépôts acides et à l'acidification accrue des pluies par rapport à celles

résultant de la seule présence de gaz carbonique dans l'air (qui fait que le pH "naturel" d'une pluie est toujours acide, de l'ordre de 5,6).

5.5. Pics d'ozone (Echelle régionaux).

Les oxydes d'azote et les composés organiques volatils (COV) réagissent dans la troposphère, sous l'effet du rayonnement solaire, pour former des polluants photochimiques. Le principal polluant photochimique est l'ozone, ce dernier peut perturber la photosynthèse, altérer la résistance des végétaux, diminuer leur productivité, provoquer des lésions visibles.

La pollution à l'ozone (pics d'ozone) est liée à un excès d'ozone dans les couches basses de l'atmosphère. Cet excès est nuisible pour la santé des organismes vivants. Ce problème est à distinguer du trou dans la couche d'ozone qui correspond à un manque d'ozone dans les couches stratosphériques pour faire barrière aux rayonnements solaires.

6. Effets sur les matériaux :

Les matériaux sont essentiellement affectés par la pollution acide (surtout liées au SO₂) qui entraîne une dégradation des constructions, monuments ou façades d'immeubles. Il s'agit bien souvent de la décomposition de certaines pierres calcaires sous l'effet des acides. Les particules interviennent plutôt sur les aspects de salissures des bâtiments. La pollution atmosphérique met en danger notre patrimoine culturel et occasionne d'onéreux travaux de ravalement de façades ou de restauration des monuments

7. Effets sur les écosystèmes, Forêt, Réserve d'eau douce

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. Des recherches en laboratoires ont montré que les causes du dépérissement forestier sont très complexes : sols de mauvaise qualité, sécheresses anormales, présence de polluants dans l'atmosphère principalement la pollution acide et l'ozone. Mais à proximité de certains sites générateurs de pollution (site industriel, grosses infrastructures routières), on observe également des baisses de rendements des terres agricoles. En outre, on peut parfois observer localement une contamination des sols où s'accumulent des métaux, comme le plomb en bordure de route.

L'acidification des lacs et des cours d'eau entraîne une destruction parfois irréversible de la vie aquatique. Outre le problème d'eutrophisation, 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. Les métaux lourds contaminent également à la fois les sols et les réserves d'eau douces.

Leur accumulation dans les sols et les eaux laissent craindre une contamination de la chaîne alimentaire. Ce type de pollution s'observe au niveau local (proximité de certains sites), mais aussi à l'échelle régionale, notamment pour certains métaux comme le mercure.

8. Effets sur la santé.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) édicte les règles qu'il faudrait respecter pour les divers polluants. Certains effets sont associés à des seuils, c'est à dire qu'on peut déterminer une valeur de concentration dans l'air en dessous de laquelle la substance n'est pas dangereuse. Pour certaines substances, il n'existe pas de seuil au sens médical du terme, mais il existe des seuils réglementaires (niveau de pollution acceptable, mais non dénué de conséquences).

Les effets sur la santé ayant été le plus étudiés sont les effets à court terme liés à des concentrations élevées. Des études sont également menées pour évaluer les conséquences à long terme d'une exposition à un niveau de pollution plus faible.

Les effets des polluants les plus courants sont :

- Particules : plus les particules sont fines plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et plus leur temps de séjour y est important.
- SO₂ : le SO₂ entraîne une inflammation des bronches avec un spasme qui provoque une altération de la fonction respiratoire.
- NO et NO₂ : NO₂ est toxique (40 fois plus que CO, 4 fois plus que NO) NO₂ pénètre profondément dans les poumons. Les pics de concentrations sont plus nocifs qu'une même dose sur une longue période. NO est un gaz irritant pour les bronches, il réduit le pouvoir oxygénateur du sang.
- COV : certains composés organiques tels que les aromatiques, les oléfines provoquent des irritations des yeux. Les aldéhydes sont de puissants irritants des muqueuses. Certains COV tels que le benzène, sont cancérigènes.
- CO : se fixe sur l'hémoglobine du sang. Le phénomène est irréversible. On connaît les accidents mortels liés à l'inhalation de CO lors du fonctionnement défectueux de chauffe-eau.

– Ozone : L’ozone est un oxydant puissant. C’est un irritant des yeux, de la gorge et des bronches. Ses effets sont majorés par l’exercice physique.

9. Différents types d’émetteurs :

Parmi tous les émetteurs potentiels de polluants, on a tendance à distinguer différentes catégories d’émetteurs :

- Les sources non-anthropiques ou naturelles

Il s’agit des sources induisant des rejets de substances polluantes mais qui ne sont pas liées à l’activité humaine. Parmi ces sources, on peut également distinguer les sources biogéniques (liées à la présence d’organismes vivants) des autres sources. L’éruption volcanique (dégagement très important de produits soufres) est un exemple de source naturelle, de même que la production d’embruns marins (particules).

- Les sources anthropiques

Ces sources sont le fait de l’activité humaine. Cependant, la frontière entre les sources anthropiques et naturelles n’est pas toujours bien délimitée. Parmi les sources anthropiques, on oppose souvent :

- Les sources fixes, émises par des installations ne se déplaçant pas,
- Les sources mobiles liées aux transports.
- Une autre notion est également importante pour la caractérisation des sources et de leur distribution géographique : c’est la notion de source ponctuelle, qui caractérise plutôt les grands sites industriels.

10. Nomenclature Corinair

La nomenclature Corinair permet de classer les émetteurs en fonction de 11 catégories. Cette nomenclature a été appelée SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution). Elle contient près de 400 items mais les 11 catégories principales sont les suivantes :

1. Combustion dans les industries de l’énergie et de la transformation de l’énergie : production d’électricité, chauffage urbain, raffinage du pétrole, transformation de combustibles minéraux solides, mines de charbon, extraction de gaz/pétrole, stations de compression

2. Combustion hors industrie : commerce et institutionnel, résidentiel, agriculture, sylviculture et aquaculture

3. *Combustion dans l'industrie manufacturière* : chaudières, turbine, moteurs fixes, fours, procédés énergétiques
4. *Procédés de production* : procédés de l'industrie pétrolière, de la sidérurgie, des houillères, de l'industrie des métaux non ferreux, de l'industrie de chimie organique, inorganique, de l'industrie du bois, de l'alimentation, du papier, de la boisson.
5. *Extraction et distribution de combustibles fossiles/ énergie géothermique* : mines, stockage de carburant, extraction, déchargement, distribution de combustibles...
6. *Utilisation de solvants et autres produits* : application de peinture, dégraissage et nettoyage à sec, fabrication de produits chimiques, anesthésie et produits de nettoyage.
7. *Transports routiers* : voitures, véhicules utilitaires légers, poids-lourds, motocycles et motocyclettes, évaporation d'essence, pneus, freins...
8. *Autres sources mobiles et machines* : activités militaires, ferroviaires, navigation fluviale, trafic aérien, engins spéciaux pour l'agri- culture, la sylviculture, l'industrie, les loisirs ...
9. *Traitements et élimination des déchets* : incinération, décharges, crémation, traitements des eaux usées, épandages ...
10. *Agriculture et sylviculture* : culture avec engrais, sans engrais, écobuage, fermentation entérique, déjections animales, utilisation de pesticides ...
11. *Autres sources et puits* : forêts naturelles de feuillus, de conifères, feux de forêts, prairies, zones humides, eaux, animaux, volcans, foudres, forêts exploitées...