

---

## Chapitre I : Généralités sur la pollution atmosphérique.

### **I.1. Définitions :**

L'environnement peut être défini comme le milieu avec lequel un être vivant interagit, ce qui inclue l'air, l'eau, le sol, les ressources naturelles, la faune, la flore et les êtres humains. C'est aussi, à un moment donné, l'ensemble des facteurs physiques, chimiques, biologiques et sociaux susceptibles d'avoir un effet direct ou indirect, immédiat et futur sur les êtres vivants et les activités humaines.

La pollution atmosphérique peut être définie comme l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, et à détériorer les biens matériels.

### **I.2. Différentes échelles de la pollution atmosphérique:**

Les phénomènes relatifs à la pollution atmosphérique peuvent être classés selon trois échelles d'espace et de temps :

- le niveau local ou pollution de proximité dont l'échelle de temps est de l'ordre des heures,
- le niveau régional ou pollution à longue distance dont l'échelle de temps est de l'ordre des jours,
- le niveau global ou pollution planétaire dont l'échelle de temps est de l'ordre des années.

A chacune de ces échelles correspondent des problèmes et des modes de fonctionnement propres.

#### **I.2.a) Pollution de proximité :**

Depuis le siècle dernier, on s'intéresse à la pollution de l'air dans les grandes villes et zones fortement peuplées parce que c'est là que se situent la plupart des sources de pollution dues aux activités humaines et que la majeure partie de la population réside en respirant l'air pollué. La plupart des polluants atmosphériques classiques (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, plomb et particules) ont des effets sur la santé humaine, les écosystèmes et les monuments.

#### **I.2.b) Pollution à longue distance :**

Les polluants émis par les activités humaines retombent en partie à proximité des sources, mais aussi à des centaines, voire des milliers de kilomètres de leur sources émettrices. Les principaux problèmes de pollution à longue distance sont l'acidification, l'eutrophisation et la pollution photochimique.

#### **I.2.c) Pollution planétaire :**

Ce type de pollution a été mis en évidence au cours des années 80 avec les observations des chercheurs sur l'effet de serre et la destruction de l'ozone stratosphérique.

### **I.3. Les différents types d'émetteurs de polluants :**

Parmi tous les émetteurs potentiels de polluants, on a tendance à distinguer différentes catégories d'émetteurs. On oppose souvent les sources fixes, émises par des installations ne se déplaçant pas, des 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 tels les raffineries, les fabriques d'acide sulfurique, d'acide nitrique, les unités de production de fer ou d'acier, les usines de pâtes à papier, les usines de peinture de voitures, les aéroports, enfin tous les sites émettant plus de 1000 t/an de SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> ou COV et celles émettant au moins 300000 t/an de CO<sub>2</sub>. Elles peuvent être opposées aux sources diffuses, qui correspondent à de petits émetteurs très distribués dans l'espace. Enfin, on parle parfois de sources linéiques : ces sources concernent essentiellement le transport (routier, ferroviaire, fluvial, etc...) pour lesquelles les émissions de polluants sont déterminées le long d'un axe.

Par exemple, une grande installation de chauffage urbain desservant un quartier sera plutôt répertorié en tant que source ponctuelle, alors que l'ensemble des chaudières individuelles servant au chauffage des logements constitue plutôt un exemple de source diffuse.

#### **I.4. Les types de polluants :**

La liste des polluants atmosphériques est longue. Aux classiques habituels mais toujours réels polluants tels que les poussières, le SO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, le CO, les métaux lourds, les composés organiques volatils, le fluor, l'acide chlorhydrique, etc... sont venus s'ajouter progressivement d'autres substances telles que les gaz à effet de serre : le CO<sub>2</sub>, le CH<sub>4</sub>, les CFC, et d'autres substances telles que l'ozone, etc... Dans le tableau ci-dessous on donne les sources émettrices des polluants les plus répandus.

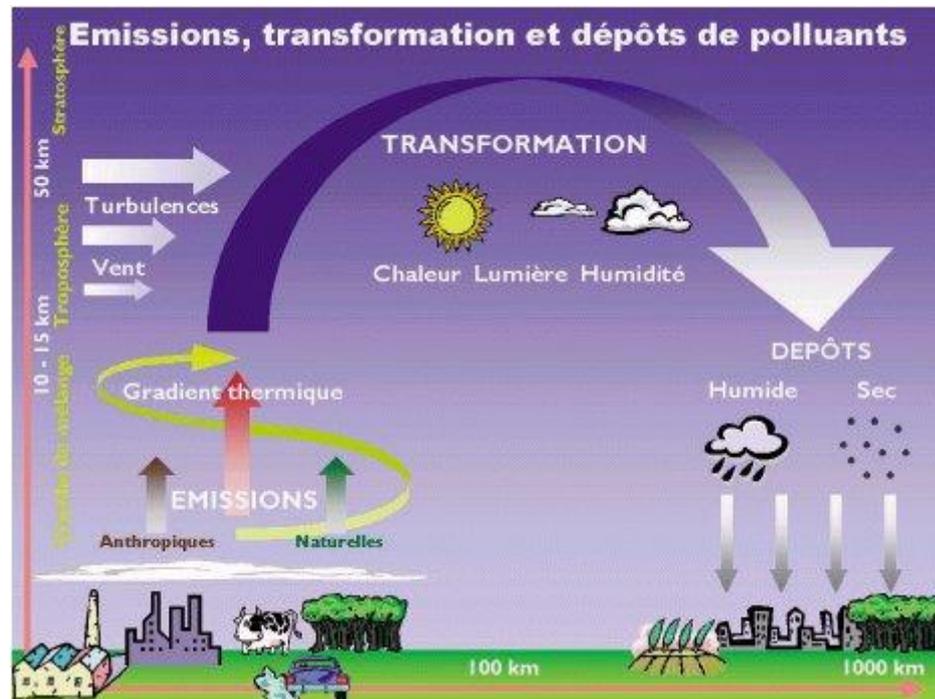
<b>Polluant</b>	<b>Source de pollution</b>
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	Installations de combustion (soufre présent dans le combustible)
Oxydes d'azote (à l'émission surtout NO et un peu NO <sub>2</sub> )	Véhicules
Particules en suspension (PS)	Toutes combustions - Carrières - Véhicules
Composés organiques volatiles (COV)	Chimie - Pétrochimie - Usage de solvants - Automobiles
Monoxyde de carbone (CO)	Combustions incomplètes - Véhicules
Acide chlorhydrique (HCl)	Incinérations de déchets
Métaux (Pb, Mn, Cd, Hg, Ni, etc.)	Sidérurgie - Combustions - Incinérations de déchets - Activités ferroviaires

#### **I.5. Principaux phénomènes de pollution :**

##### **I.5.a) Acidification :**

La pollution acide (ou pluies acides) est liée aux polluants acides (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HCl) émis par les activités humaines qui retombent en partie à proximité des sources, mais aussi à des centaines, voire des milliers de kilomètres de leurs sources émettrices. Ces polluants retombent sous forme de retombées sèches ou humides. Pendant le transport, ces polluants se transforment. SO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub> se transforment en sulfates et en nitrates dans le cas où l'atmosphère est sèche, ainsi qu'en acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) et en acide nitrique (HNO<sub>3</sub>) dans le cas où l'atmosphère est humide. Certaines pluies ont un pH compris entre 3 et 4 alors que

l'eau pure a un pH de 5,6. Les retombées acides ont des effets sur les matériaux, les écosystèmes forestiers et les écosystèmes d'eau douce.



### I.5.b) Eutrophisation :

L'eutrophisation correspond à une perturbation de l'équilibre biologique des sols et des eaux due à un excès d'azote notamment d'origine atmosphérique (NOx) par rapport à la capacité d'absorption des écosystèmes.

### I.5.c) Pollution photochimique :

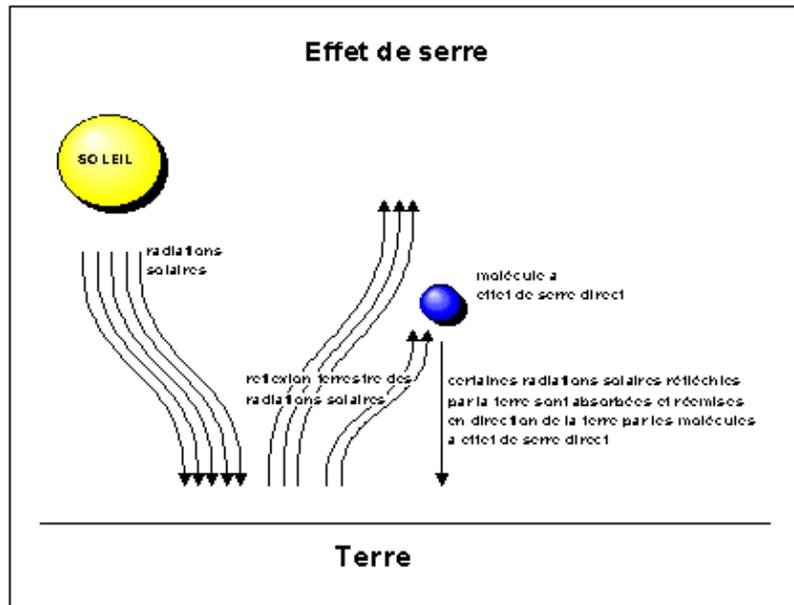
La pollution photochimique (ou pollution photo-oxydante) est un ensemble de phénomènes complexes qui conduisent à la formation d'ozone et d'autres composés oxydants à partir de polluants primaires : oxydes d'azote et composés organiques volatils (COV) et d'énergie apportée par le rayonnement Ultra Violet (UV) solaire. Ces phénomènes ont lieu dans les couches d'air proche du sol. L'ozone formé à ce niveau est qualifié de "mauvais ozone" en raison de ses effets néfastes sur la santé humaine et sur les végétaux. 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 a des effets sur la santé humaine, les écosystèmes forestiers et agricoles.

### I.5.d) Effet de serre :

L'effet de serre est un phénomène naturel lié à l'absorption des rayonnements Infra Rouge renvoyés, par la surface terrestre, par des composés présents dans l'atmosphère : CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O, CFC . Une partie du rayonnement IR n'est pas renvoyée vers l'espace. Il y a donc absorption d'énergie. Cette énergie est transformée en chaleur. La plupart de ces composés sont présents à l'état naturel ce qui a permis le développement et le maintien de la vie sur terre. La température moyenne sur terre est de 15°C, si l'effet de serre naturel n'existait pas, la température moyenne serait de - 18°C.

Depuis l'ère industrielle, il y a accroissement des concentrations des gaz à effet de serre :

- CO<sub>2</sub> lié principalement aux combustions industrielles, domestiques et aux transports.
- CH<sub>4</sub> lié principalement aux pratiques agricoles : riziculture par exemple, élevage.
- CFC (maintenant interdits),



### **I.5.e) Appauvrissement de l'ozone stratosphérique :**

L'ozone est le composé prépondérant dans la haute atmosphère à une altitude de 25 km. L'ozone stratosphérique est qualifié de bon ozone car il absorbe le rayonnement UV solaire et nous préserve ainsi contre le risque de cancer cutané. Il préserve également l'activité photosynthétique des plantes.

De nombreux composés peuvent détruire l'ozone. Une forte corrélation entre le déficit en ozone et les concentrations en CIO a été mise en évidence. La présence des radicaux Cl et CIO dans la stratosphère est liée à l'émission naturelle de chlorure de méthylène par les océans et aux chlorofluorocarbures (CFC) émis par les activités humaines. Les CFC sont des molécules très stables. Ces molécules sont transportées dans la stratosphère où elles libèrent le chlore et perturbent ainsi l'équilibre naturel régissant la présence d'ozone à cette altitude. La baisse des concentrations d'ozone de la stratosphère pourrait avoir des effets climatiques et biologiques.

### **I.6. Effets de la pollution :**

#### **I.6.a) Effets sur la santé :**

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 alvéoles pulmonaires. Les polluants se dissolvent et passent dans le sang.

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 à des concentrations qui peuvent être très faibles.

Les limites de concentration dans l'air ambiant de certains polluants (SO<sub>2</sub>, Poussières, 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.

**Les particules :** plus les particules sont fines plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et plus leur temps de séjour y est important. Elles ont une double action liée aux particules proprement dites et aux polluants qu'elles transportent (métaux, hydrocarbures, dioxyde de soufre, etc.). Elles irritent le système respiratoire humain et peuvent contribuer au déclenchement de maladies respiratoires aiguës.

**SO<sub>2</sub>:** le SO<sub>2</sub> entraîne une inflammation des bronches qui provoque une altération de la fonction respiratoire.

**NO-NO<sub>2</sub> :** NO<sub>2</sub> est toxique (40 fois plus que le CO, 4 fois plus que le NO), le NO<sub>2</sub> pénètre profondément dans les poumons. Les pics de concentrations sont plus nocifs qu'une même dose sur une longue période. Le NO est un gaz irritant pour les bronches, il réduit le pouvoir oxygénateur du sang.

**COV :** certains composés organiques tels que les aromatiques provoquent des irritations des yeux. Certains COV tels que le benzène, sont cancérigènes.

**CO :** 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.

#### **I.6.b) Effets sur les matériaux :**

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 le patrimoine culturel et occasionne d'onéreux travaux de ravalement de façades ou de restauration des monuments.

#### **I.6.c) Effets sur les écosystèmes 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. On considère que la pollution atmosphérique est l'un des nombreux facteurs

participant aux dépérissements forestiers. 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.

#### **I.6.d) Effets sur les écosystèmes 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.

### **I.7. Les grandes conventions mondiales sur l'environnement :**

#### **I.7.a) La convention sur la pollution transfrontière longue distance :**

La première convention sur la pollution transfrontière à longue distance a été adoptée à Genève en 1979. Cette convention part de l'observation que les polluants dans l'air peuvent parcourir plusieurs milliers de kilomètres avant de se déposer et causer des dommages (acidification, eutrophisation, ozone, rejet accidentel de substances potentiellement dangereuses). Cette convention, qui est entrée en application en 1983, a été suivie de plusieurs protocoles, dépendant de cette convention et fixant des objectifs:

- Protocole d'Helsinki sur le soufre (1985)
- Protocole de Sofia sur les NOx (1988)
- Protocole de Genève sur les COV (1991)
- Protocole d'Oslo sur le soufre (1994)
- Protocole de Gothenburg sur la réduction de l'acidification (1999)

La convention prévoit que les signataires ont une obligation d'évaluer leurs émissions annuelles de SO<sub>2</sub>, NO, CH<sub>4</sub>, CO, certains métaux lourds, en distinguant les émissions en fonction des catégories d'émetteurs.

#### **I.7.b) La convention sur la protection de la couche d'ozone :**

La Convention a été adoptée par la Conférence sur la protection de la couche d'ozone à Vienne en mars 1985. Les nations convenaient, par cet instrument, de prendre des mesures appropriées pour protéger la santé de l'homme et de l'environnement des impacts négatifs résultant, ou pouvant résulter, d'activités humaines modifiant, ou susceptibles de modifier, la couche d'ozone.

#### **I.7.c) La convention sur le changement climatique :**

Cette convention a été adoptée à New York en 1992 et est entrée en vigueur en 1994, après avoir été ratifiée par 166 pays. Elle a été suivie du protocole de Kyoto, écrit en 1997. Les pays qui l'adoptent doivent réduire leurs émissions de gaz à effet de serre. Les substances concernées sont le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O). Mais les pays sont également encouragés à fournir des informations sur les émissions de CO, NOx, COV et même pour le SO<sub>2</sub>.