

## I. L'atmosphère

### I.1. Généralités

L'atmosphère est l'enveloppe gazeuse de la Terre. Sa masse globale est d'environ  $5 \times 10^{15}$  tonnes (dont environ 50% dans les premiers cinq kilomètres et 99% dans les trente premiers). Au fur et à mesure que l'on s'élève au-dessus du sol, l'atmosphère se raréfie et au-dessus de 700km environ d'altitude, les molécules peuvent s'échapper : c'est l'exosphère.

L'atmosphère protège la Terre contre un excès de rayonnement solaire et arrête les rayons dangereux. La nuit, elle retient la majeure partie de la chaleur. La Terre se refroidit plus rapidement pendant les nuits claires que les nuits couvertes car le ciel lui renvoie du rayonnement. Sans atmosphère, la Terre aurait une température semblable à celle de la Lune ( $100^{\circ}\text{C}$  le jour et  $-150^{\circ}\text{C}$  la nuit).

Composition de l'atmosphère (voir document) : La proportion de ces gaz est pratiquement constante sur la surface de la Terre et par suite du brassage vertical de l'air, sa composition reste sensiblement la même jusqu'à environ 85km sauf pour ses composants :

- dioxyde de carbone,  $\text{CO}_2$ .
- vapeur d'eau,  $\text{H}_2\text{O}$ .
- ozone,  $\text{O}_3$ .
- autres gaz produits par la pollution...

### I.2. Coupe de l'atmosphère (voir document)

On divise l'atmosphère en trois zones :

- Homosphère : de 0 à 90km d'altitude, elle est caractérisée par la constance du mélange gazeux ; seules la pression et la température y varient d'une manière nette.

- Troposphère : Cette couche atmosphérique est limitée par une surface de révolution ovoïdale dite tropopause dont l'altitude moyenne est comprise entre 8km aux pôles et 17km à l'équateur. Dans nos régions, elle est d'environ 12km. Dans cette couche la température s'abaisse régulièrement de  $6,5^{\circ}\text{C}$  par 1000m. La pression baisse graduellement avec l'altitude. Cette zone est le siège des événements météorologiques (nuages, pluies,...)

- Stratosphère : Elle s'étend de la tropopause jusqu'à 50km d'altitude : sa limite supérieure est appelée stratopause. Dans cette zone, la température augmente avec l'altitude jusqu'aux alentours de  $0^{\circ}\text{C}$ . Ceci est dû à la formation de l'ozone,  $\text{O}_3$  avec  $3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}_3$  qui est une réaction exothermique. L'ozone sous forme de couche est suffisante pour arrêter les radiation ultra-violettes (UV) émises par le soleil et néfastes à la vie sur Terre. La pression au sommet est de l'ordre du mb. L'atmosphère météorologique est limitée à 30km (milieu de la stratosphère)

- Mésosphère : Cette couche s'étend entre 50km et 90km d'altitude. La température décroît jusqu'à  $-90^{\circ}\text{C}$ . On observe la dissociation du dioxygène  $\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}$  (réaction endothermique). La pression au sommet est de l'ordre de 0,01mb.

- Hétérosphère (de 90km à 700km d'altitude) : Cette zone se caractérise par une dissociation des molécules de l'air due à l'action des rayons UV et X émis par le soleil et dégagement de chaleur. Ainsi, la température augmente (100km :  $-80^{\circ}\text{C}$  ; 150km :  $+360^{\circ}\text{C}$  ; 200km :  $+590^{\circ}\text{C}$  soit entre  $-80^{\circ}\text{C}$  et  $1700^{\circ}\text{C}$ ). La dissociation de molécules engendrent des atomes, des ions plus ou moins, des électrons.

- Exosphère (de 700km à 3000km) : Dans cette zone, les particules sont très rares. Elle est composée d'atomes H, He et O ionisées.

## II. La pollution atmosphérique.

L'atmosphère se comporte comme un réservoir où se produisent des réactions chimiques entre de très nombreuses substances. Les plus importantes sont dégagées par les organismes puis entraînées par le cycle de l'eau, elles circulent dans l'atmosphère avant de se redéposer au sol à la surface de l'eau ou dans la matière organique. Les industries ont tant surchargé l'atmosphère en certaines de ces substances que des répercussions sur la vie et l'environnement sont catastrophiques. Les pollutions atmosphériques les plus graves se manifestent sous la forme :

- de pluies acides.
- d'effet de serre.
- du trou d'ozone.
- de troubles de la santé.

### II.1. Les pluies acides

L'acidification des pluies est un des premiers problèmes qui fit prendre conscience à l'échelle planétaire des effets indésirables sur l'environnement.

#### II.1.1. Dégâts provoqués

- L'acidité de l'eau dégrade les pierres des bâtiments et monuments historiques ( Notre Dame à Poitiers)
- Ces pluies contribuent au dépérissement des forêts ( Forêt en Pologne 1989,  $\text{pH}=1,7$ )
- Modification de l'écosystème.

#### II.1.2. Mécanismes du phénomène

Tout d'abord, le pH des pluies est de l'ordre de 5,6. On considère que les pluies sont acides lorsque le  $\text{pH}<5,6$ . L'acidification des pluies est due à la présence d'acide nitrique  $\text{HNO}_3$  et sulfurique  $\text{H}_2\text{SO}_4$  qui se condensent dans les nuages. Ces molécules sont formées directement dans l'atmosphère à partir de précurseurs, NO et  $\text{NO}_2$  appelés les  $\text{NO}_x$  et  $\text{SO}_2$ .

#### II.1.3. Origine des $\text{NO}_x$ et $\text{SO}_2$

Ils se forment lors des combustions de carburants (automobiles, centrale thermique, industries, chauffage domestique...)

#### II.1.4. Remèdes

Mise en place de dispositifs permettant une baisse des rejets des  $\text{NO}_x$  et  $\text{SO}_2$  :

- Baisse de la consommation des voitures.
- Pot catalytique permettant une réduction du rejet des  $\text{NO}_x$ .
- Extraction du soufre du pétrole et du  $\text{H}_2\text{S}$  du gaz naturel.
- Baisse de la température de combustion.

## II.2. Troubles de la santé

L'émission de polluant entraîne des conséquences importantes sur la santé des hommes.

### II.2.1. Dégâts

Dégradation du système nerveux et cardiovasculaire, maux de tête, vertige, favorise l'asthme, agents cancérigènes, maladies pulmonaires, eczémas, dermatoses, asphyxie des cellules, dégradation de l'appareil respiratoire (bronche, poumon, muqueuse nasale...)

### II.2.2. D'où proviennent ces troubles?

Ces troubles proviennent de l'émission de polluants :

- dioxyde de soufre, SO<sub>2</sub>.
- NO et NO<sub>2</sub>.
- Ozone, O<sub>3</sub>.
- P.E.S (poussières en suspension)
- Hydrocarbures imbrûlés HC (propène, benzène...)
- Monoxyde de carbone, CO.

### II.2.3. Origines

- NO, NO<sub>2</sub>, CO et HC sont des produits des réactions de combustion des essences, gasoil.
- PES et SO<sub>2</sub> proviennent des moteurs diesel.
- O<sub>3</sub> est produit à partir des NO<sub>x</sub>. La présence de l'ozone dans la troposphère entraîne :
  - une diminution de l'activité photosynthétique des végétaux.
  - l'amointrissement des résistances de végétaux aux virus.
  - l'accélération des pluies acides.

### II.2.4. Remèdes

- Pot catalytique : permet une baisse de 70 à 90% des émissions de CO, NO<sub>x</sub> et HC (contraintes : essence sans plomb obligatoire, coûteux, dysfonctionnement)
- Nouveaux types de véhicules : véhicules électriques, véhicule hybride électrique-thermique.
- Utilisation du Diester (colza, tournesol)

## II.3. Trou d'ozone

### II.3.1. Importance de l'ozone dans la stratosphère

La répartition de l'ozone est de 10% de 0 à 10km, de 80% de 10 à 15km et de 10% au-dessus. L'ozone absorbe les rayons UV solaires. Ainsi la couche d'ozone préserve notre environnement et est essentielle à toute vie sur Terre (sinon augmentation des cancers, modification de la faune et de la flore, effets climatiques désastreux)

### II.3.2. Dégâts

Diminution de la couche d'ozone en antarctique (pôle sud) et trous arctiques. La localisation aux pôles de ce déficit est due au mouvement de l'atmosphère : mouvement descendant et ascendant de l'air des latitudes moyennes vers les pôles.

### II.3.3. Causes

La présence dans la stratosphère d'oxyde d'azote N<sub>2</sub>O et d'oxyde de chlore (chlorofluorocarbone CFC) conduisent à la destruction de l'ozone. Les CFC sont utilisés comme vaporisateurs d'aérosols, dans les réfrigérateurs (fréons), gaz propulseur, d'agents moussant ou refroidissement.

### II.3.4. Remèdes

Interdiction de l'utilisation des CFC(fréons), (accord de Copenhague 1992). Remplacés par des HCFC (un chlore)et HFC (sans chlore).

## II.4. Effet de serre

### II.4.1. Qu'est ce que l'effet de serre ?

Le soleil envoie sur Terre un rayonnement (UV, visible et IR) qui traverse l'atmosphère et réchauffe celle-ci. La terre émet des infrarouges qui vont être absorbés par les molécules de l'atmosphère entraînant un réchauffement de l'atmosphère. Par convection, la surface de la Terre elle-même se réchauffe. (voir document)

L'effet de serre a un rôle positif très important puisque les chimistes ont calculé qu'il réchauffe la Terre de 33°C, c'est donc lui qui a permis d'atteindre des températures propices à la vie. Ce que les scientifiques redoutent c'est l'augmentation de cet effet, c'est à dire un réchauffement supérieur à 33°C.

### II.4.2. Les gaz à effet de serre

Ces gaz sont des molécules capables d'absorber les IR émis par la Terre.

Exemples : CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, SO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, O<sub>3</sub>, CFC

### II.4.3. Conséquences

Augmentation de la température de la Terre entre 1,9°C et 5,4°C.

- Modification du climat (pluies importantes, sécheresse...)
- élévation de niveau des mers.

-...

### II.4.4. Remèdes

Réduction des émissions des gaz à effet de serre (Kyoto 1997)