

## LA POLLUTION

A) **DEFINITION** : « Toute modification ou altération **directe ou indirecte** de la composition (**quantitative**) et des caractéristiques (**qualitative**) naturelles de l'environnement, entraînée par tout **acte** qui provoque ou qui risque de provoquer une **situation préjudiciable** pour la santé, la sécurité, le bien-être de **l'homme, la flore, la faune, l'air, les eaux, les sols** et les **biens collectifs et individuels**

**C'est une RUPTURE DE L'ÉQUILIBRE NATUREL**, ponctuelle et /ou chronique

• **Consequences:**

- Perturbation de l'écosystème
- Utilisation dangereuse des ressources
- Impact environnemental et économique

B) **Types de pollution**

- 1- Pollution de l'air
- 2- Pollution de l'eau
- 3- Pollution du sol

C) **Sources de**

**pollution C-1-**

**Naturelle**

- Gisements minéraux: As (Indes), F (Oued Souf)
- Eruption volcanique (Volcan d'ISALAND, Avril 2010), tremblements de terre,....
- Retombées atmosphériques, vents,....

**C-2-Anthropique**

**Industrielle**

- Production d'énergie/ refroidissement
- Rejets industriels (Minamata (Hg), Jinzu (Cd), Bopal (CN),...)
- Incinération,...

**Agricole**

- Produits d'élevage
- Engrais
- Pesticides,...

**Urbaine**

- Transport automobile (essence □ CO au ralenti, diesel □ NOx à grande vitesse)
- Chauffage, climatiseurs, dépôt de déchets,....
- Incinération des déchets ménagers
- Eaux résiduaires

domestiques,... **Nucléaire** : rejets, déchets nucléaires **Accidentelle**

- CHERNOBYL (Ukraine, 1986)

- SEVESO (Italie, 1976 : déversement de TCDD= tetrachlorodibenzodioxine □ cancer)
- Marée noire, naufrage des pétroliers (principe du *POLLUEUR PAYEUR* pas toujours respecté)
- FUKUSHIMA (Japon, Mars 2011)
- Feu de forêts (CO, CN, .....

#### D) Nature des principaux polluants

- Gaz (CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>...)
- Particules, aérosols, poussières, COV (Composés Organiques Volatils= hydrocarbures légers, aldéhydes, cétones, alcools,...)
- Métaux lourds (Pb, Cd, Hg): bioaccumulation+ biomagnification
- Fluor, azote, phosphates
- POP's = Polluants Organiques Persistants (HAP, pesticides OC, Dioxines, furanes, PCB,...)
  - \*Bioaccumulables, non biodégradables, ++++liposolubles
  - \*Transfert à longues distances/vents, courants marins □ Pollution de différentes régions du monde
  - \*Potentiels perturbateurs endocriniens (PE)
- Médicaments (résidus ATB, hormones, PE, ...)
- Radioéléments
- Microorganismes pathogènes : (virus, bactéries, champignons,...) □ toxines

### I- POLLUTION DE L'AIR

#### I-1 Constitution des couches atmosphériques

- \***Troposphérique** : (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, □[O<sub>3</sub>],...), photons > 290nm (UV proches, visible, IR), phénomènes météorologiques
- \***Stratosphérique** : O<sub>3</sub> (protection contre les rayons UV)= bon ozone
- \***Mésosphère** (vide), **Thermosphère** (chaude)

Pollution de l'air : C'est la conséquence de la rupture de l'équilibre du cycle de **CHAPMAN= cycle de l'ozone O<sub>3</sub>**. Dans ce cycle :

L'O<sub>3</sub> troposphérique est photodégradé en O<sub>2</sub>, Oxygène fondamental et excité  
NO<sub>2</sub> est photodégradé en NO et Oxygène fondamental

L'excès de NO<sub>2</sub> ou NO<sub>x</sub> entraîne l'**accumulation de l'O<sub>3</sub> troposphérique (toxique, mauvais ozone)**

#### I-2 Mécanisme de pollution de l'air

- Emissions (NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, ....)
- Production des polluants I<sup>aire</sup> (RL) : par photolyse de NO<sub>x</sub>, CO,... (>290nm)
- Transport
- Transformation chimiques des polluants I<sup>aire</sup> en II<sup>aire</sup> (COV, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>)
  - photolyse (>290nm) : couche troposphérique
  - Intervention des RL (réactions en cascade,

amplification) Au cours de ces réactions :

- 1- Oxyde d'azote (NO<sub>x</sub>) □ radical OH
- 2- Radical OH+ CO □ CO<sub>2</sub> et radical HO<sub>2</sub>  
Radical OH + CH<sub>4</sub> □ NO<sub>2</sub>, aldehyde CHO, radical HO<sub>2</sub>, radical CHO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O
- 3- CHO + photons □ NO<sub>2</sub>, radical HCO, radical HO<sub>2</sub>,

radical OH CHO + radical OH ou radical HO<sub>2</sub> □ radical peroxy RCOO

- 4- NO<sub>2</sub> + O<sub>3</sub> □ NO<sub>3</sub> □ transformation en HNO<sub>3</sub> en présence de H<sub>2</sub>O (□ pluies acides)
- 5- SO<sub>2</sub> + O<sub>3</sub> □ SO<sub>3</sub> □ transformation en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en présence de H<sub>2</sub>O (□ pluies acides)

Il y'a une : **Augmentation de NOx** (comme NO<sub>2</sub>) qui alimente les réactions de formation des RL □ (**Production excessive de RL**), **Accumulation de l'O<sub>3</sub>** qui catalyse les réactions de formation des COV, HNO<sub>3</sub> et H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, **Production de H<sub>2</sub>O** et **gaz a effet de serre (CO<sub>2</sub>)**

### I-3 Facteurs influençant

- Volume des émissions en fonction de la densité des sources, automobiles, usines,...
- Facteurs météorologiques :
  - Vent : (□ **vitesse** □ dispersion et dilution des polluants), direction (transferts entre régions)
  - Température : (gradient thermique vertical de l'air= gradient adiabatique)
    - \*Fumée de particules de polluants (chaude) + **air froid**= dispersion (car plus légères)
    - \*Fumée de particules de polluants (chaude) + air chaud= concentration et inversion (car plus lourdes)
  - Pression atmosphérique: **Basses pressions** □ forte turbulence de l'air □ dispersion
  - **Humidité**: transformation des polluants I<sup>aire</sup> en II aires □ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> et HNO<sub>3</sub>
  - **Précipitations**: accompagnent l'atmosphère instable □ bonne dispersion
  - Topographie du site
    - Vallée, obstacles,...
    - Brise de terre (terre □ mer, la nuit).
    - Brise de mer (mer □ terre, le jour)

**Donc** : Dans les conditions **cycloniques** (instabilité) □ bonne dispersion des polluants  
Dans les conditions anticycloniques (stabilité) □ concentration des polluants

### I-4 Conséquences de la pollution de l'air :

- 1- Pluies acides (même loin de la région d'émission)
- 2- Brouillard photochimique oxydant (SMOG)= SMOKE+ FOG
  - □ polluants primaires dans l'atmosphère
  - Conditions météorologiques stables : Vent très faible, Inversion de température.
  - Forte insolation.
    - □ Concentrations en ozone troposphérique (**mauvais ozone**)
- 3- Exacerbation de l'effet de serre (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O, CFC, ...) abs IR □ réchauffement climatique
- 4- Destruction de la couche d'O<sub>3</sub> stratosphérique (**bon ozone**) par les RL formés (OH □, Cl □, HO<sub>2</sub> □, H □, ...)

## II- POLLUTION DE L'EAU

### II-1 Physique

- **Thermique = caléfaction (surtout par les centrales d'énergies nucléaire et électrique)**
  - Modification de la densité et la viscosité de l'eau
  - □ tension de vapeur □ évaporation
  - □ solubilité des gaz O<sub>2</sub> □ impact sur les organismes
  - Modification de la vitesse des réactions biochimiques des organismes
- **Turbidité = présence des matières en suspension MES minérales (argile), ou organiques**
  - □ de la pénétration de la lumière □ impact sur la photosynthèse
  - Modification de la nature des fonds □ changement la flore et la faune
  - Adsorption des polluants chimiques (métaux), bactéries,...
  - Colmatage des branchies des poissons
- **Acidité (variation de pH) suite aux déversements ou pluies acides**
  - solubilisation et libération Cd, Al, Pb,.....
  - Si (pH <4) □ la faune de l'eau est détruite.
- **Conductivité = □ sels**
  - Si salinité □ □ densité et □ solubilité des gaz
  - Formation de 02 phases (douce/ salée)
  - □ des échanges de 02 phases □ **anoxie du fond**  
□ Modification des communautés animales, végétales, microbiennes
- **Dureté = □ [Ca<sup>+2</sup>] + [Mg<sup>+2</sup>].**
  - **Titre hydrotimétrique (TH)** exprimé en degré français (°F)
  - Une eau douce (0 < TH < 10) et légèrement acide peut provoquer un mécanisme de corrosion des tuyauteries, et en particulier une dissolution du Pb dans l'eau.
- **Radioactivité**

### II-2 Chimique :

- Métaux, HAP, médicaments, perturbateurs endocriniens,....
  - Matières fermentescibles (protéines, lipides, glucides) □ prolifération bactérienne
  - **excès d'Azote** (engrais), **phosphates** (rejets domestiques, détergents, engrais), entraîne :
- 1- **EUTROPHISATION ou MAREE VERTE (eau inutilisable)**
    - Prolifération explosive du phytoplancton « bloom »
    - Consommation accrue d'O<sub>2</sub> / les bactéries aérobies qui décomposent les végétaux morts
      - baisse de l'oxygène dissous
      - acidification de l'eau et relargage des métaux des sédiments
      - modification de la couleur de l'eau
      - dégagement d'odeurs désagréables (H<sub>2</sub>S)
      - libération de CH<sub>4</sub> et de toxines (cyanobactéries)

### 2- Toxicité des nitrates, nitrites, ammoniacque et nitrosamines

### III- POLLUTION DU SOL

- a. Déversement ponctuel/ chronique
- b. Epannage des pesticides
- c. Engrais (métaux lourds, N, P, F)
- d. Nucléaire (REGGANE)

**Conséquences** : Eutrophisation, érosion, lessivage,....

Déséquilibre des macros et micro éléments

Perturbation de la constitution et de la croissance des plantes et des microorganismes

### E) EFFETS DE LA POLLUTION

#### 1- Air

- ☞ Destruction de la couche O<sub>3</sub> (stratosphérique) ☐☐ infiltration des rayonnements UV (cancer)
- ☞ ☐ O<sub>3</sub> (troposphérique) ☐ toxique, irritant
- ☞ Brouillard photochimique
- ☞ Déséquilibre biogéochimique, changements climatiques, ☐ T° par les gaz à effet de serre, déplacement des zones climatiques
- ☞ Dérèglement des courants marins, enneigements, tempêtes
- ☞ Fonte des glaces : ☐ Salinité, augmentation des niveaux de mers
- ☞ Pluies acides

#### 2- Eau

- Acidification : Pluies acides, dépôt de particules acides
  - Disparition des mousses et lichens (SO<sub>2</sub>)
  - Délétion des tissus végétaux et ☐ Forêts
- Détérioration de la qualité de l'eau : Perte de cations/lessivage, ☐ libération des métaux
- Eutrophisation : Effets sur le phytoplancton et les espèces marines

#### 3- Sol

- Salinisation ☐☐ croissance des plantes
- Erosion ☐☐ Epaisseur des sols ☐☐ Rendement agricole
- Imperméabilisation, désertification

#### 4- Espèces

- ☐ ou ☐ des Microorganismes
- Raréfaction ou disparition des espèces animales et végétales, diminution de la biodiversité
- Floraison précoce, pontes prématurée des oiseaux
- Effets sur la santé humaine (maladies respiratoires, cardiaques, cutanée,...)

### F) MESURE DE LA POLLUTION

#### 1- Dans l'air

- **Analyse différée**
- Oxydes d'azotes: **Griess et Saltzman (diazocopulation)**
- Oxydes de soufre: **barbotage H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ☐ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ☐ chromatographie ionique**
- Ozone : **oxydation des ions nitrites ou par réaction d'ozonolyse**
- COV: adsorption / **Tube Carbotrap-300 ☐ désorption thermique ☐ phase cryogénique ☐ CG FID**
- HAP : **filtre à membrane en téflon ☐ extraction ☐ CG-SM**
- Particules en suspension
- Métaux lourds: prélèvement sur filtre minéralisation SAA

- **Analyse continue**

- Oxydes d'azote: chimiluminescence

- Dioxyde de soufre: fluorescence UV

- Ozone: absorption UV

- CO et CO<sub>2</sub>: ONERA 80 (absorption IR)

- Particules en suspension: par TEOM (Tapred Element Oscillating Microbalance)

**R** : La mesure de polluants dans l'air □ donner indice **ATMO** : information de la population générale

## **2- Dans l'eau**

Conditions de prélèvement

### ***Paramètres Physico-chimiques :***

\*Indicateurs de la qualité globale de l'eau (pH, T°, MES, conductivité, nitrites, azote de Kjeldhal,..)

\*Indicateurs de l'eutrophisation (nitrates, ortho phosphates, phosphore total)

***Paramètres biologiques :*** (oxygène dissous, DBO5, DCO)

## **3- Dans le sol**

- Choisir la surface d'échantillonnage, la période d'intervention et le matériel de prélèvement
  - Métaux : tamisage, broyage, minéralisation, SAA
  - Solvants et autres polluants par extraction

## **G) TRAITEMENTS**

**Très coûteux. Il faut diminuer les sources de pollution ou traiter à la source**

Eau : nano filtration, complexation,....

Sol : ventilation (venting), extraction par des solvants, TRT thermique ou par flottation (tensioactifs)