

Chapitre 2 : Pollution, substances polluantes et effets globaux

1- INTRODUCTION

Les polluants représentent un déséquilibre dans la composition d'un milieu. Ils reflètent une instabilité anormale. Les polluants peuvent être classés en polluants atmosphériques, polluants de l'eau et polluants du sol.

2- Définitions du polluant

Un polluant est une substance liquide, solide ou gazeuse, qui se trouve dans un environnement dans lequel elle ne devrait pas exister, ou qui est présente dans son environnement habituel mais à un taux anormalement élevé, pouvant ainsi avoir un effet nocif, provoquer une nuisance ou une gêne. Les polluants représentent un déséquilibre dans la composition d'un milieu. Ils reflètent une instabilité anormale.

3- Effets globaux de la pollution

Les effets globaux de la pollution se résument dans ce qui suit :

- effets sur la santé : mort, maladies respiratoires, cancers. Ces effets concernent les humains et les animaux,
- effets sur l'environnement naturel : destruction de la biodiversité, restriction des forêts et des cours d'eau avec la faune et la flore qu'ils contiennent,
- effets sur l'agriculture : destruction des terres agricoles, restriction des activités comme la pêche,
- effets sur l'environnement construit par l'homme : attaque des bâtiments, des monuments historiques, bruit, odeurs,
- effets sur l'atmosphère : réduction de la clarté et de la visibilité de l'atmosphère, phénomènes destructeurs comme le smog ou les pluies acides.

4- Polluants atmosphériques

Les polluants atmosphériques sont les polluants de l'air sous forme de gaz (ou de fumées et vapeurs) ou de particules.

4.1 Classement des substances polluantes :

Ils sont classés en :

- **polluants primaires** : substances polluantes émises directement de la source dans l'atmosphère,
- **polluants secondaires** : ils ne sont pas directement émis des sources mais sont formés dans l'atmosphère à partir des polluants primaires, qui sont alors appelés «précurseurs».

Il est à noter qu'un polluant peut-être à la fois primaire et secondaire.

4.2 Les principales causes de la pollution atmosphérique

Naturelles : comme

- les éruptions volcaniques,
- les feux naturels à grande échelle.

Humaine : comme

- la production de l'énergie thermique : au niveau domestique ou industriel,
- combustion des combustibles fossiles,
- **industrie** : en raison de ses besoins propres en énergie ou à cause des émissions spécifiques dues aux processus de fabrication ou aux traitements spécifiques,
- **transports** : terrestre, aérien et naval. C'est la première cause de pollution mobile et de proximité,
- **traitement des déchets** : décomposition des déchets, incinération,
- **activités agricoles** : engrais, décomposition des matières organiques,

4.3 Mécanismes de la pollution atmosphérique

- **Émissions** : les polluants sont émis dans l'atmosphère à partir des différentes sources,
- **Réactions chimiques** : ces réactions ont lieu dans l'atmosphère et créent, modifient ou détruisent les polluants,
- **Transport et dispersion** : les conditions climatiques comme le vent ou la pluie transportent les polluants atmosphériques loin des sources,
- **Déposition** : sur la surface de la Terre par la pluie par exemple.

Les facteurs qui influencent la pollution atmosphérique sont la quantité des polluants émis par les sources ainsi que les conditions climatiques. La vitesse du vent a une influence sur la concentration et la diffusion des polluants. L'ensoleillement peut provoquer des réactions photochimiques qui produisent des polluants secondaires. La température inverse qui consiste à la création de zones de blocage empêche la diffusion des polluants.

4.4 Les principaux polluants atmosphériques

a. Composés carbonés

Ce sont le monoxyde de carbone CO et le dioxyde de carbone CO₂. Le monoxyde de carbone CO est un gaz inodore et incolore qui est toxique car il bloque l'hémoglobine. Il entraîne des vertiges, nausées et pertes de connaissance qui peuvent entraîner la mort. L'émission du CO est le résultat de toute combustion d'un carburant contenant du carbone qui se déroule avec une quantité insuffisante d'air

Le fonctionnement normal d'un moteur à essence émet une grande quantité de CO. Les foyers industriels comme les fours n'émettent pas beaucoup de CO. Si la combustion se déroule avec une quantité suffisante ou un excès d'air, tout le CO se transforme en CO₂.

Le CO₂ est un gaz à effet de serre qui est l'un des premiers responsables du réchauffement climatique. C'est un produit « normal » de la combustion. Il provoque l'étouffement.

b. Composés azotés

Ce sont les oxydes d'azote NO et NO₂ généralement désignés sous le nom de NO_x ainsi que N₂O et l'ammoniaque NH₃. Le NO provient de la combustion.

Le NO₂ est un puissant irritant des voies respiratoires qui provoque la détresse respiratoire et des œdèmes pulmonaires.

c. Composés soufrés

Ce sont des oxydes de soufre SO₂ et SO₃ et plus rarement H₂S.

Le SO₂ se forme lors de la combustion des carburants soufrés comme le gazole, lors du raffinage du pétrole et lors de la fusion des métaux. Il diminue l'immunité et peut agir sur le système respiratoire. En plus de sa toxicité, il provoque les pluies acides.

d. Composés organiques

Ils sont volatils ou aromatiques, ou encore carbonylés ou carboxyles :

- Les hydrocarbures aromatiques comme le benzène contenu dans l'essence produisent des leucémies, des troubles du système nerveux et hépatique.
- Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques HAP modifient les gènes et provoquent des cancers.
- Les aldéhydes et formaldéhydes sont irritants et intoxiquent les gènes.
- Les hydrocarbures imbrulés ou HC imbrulés sont des carburants qui n'ont pas eu le temps de brûler dans les moteurs. Les moteurs à essence sont de grands émetteurs de HC imbrulés

e. Métaux lourds

Ils résultent de l'incinération des déchets ou du carburant. Ce sont des métaux comme le plomb contenu dans certaines essences, le zinc des lubrifiants, le cadmium. Ils attaquent le système nerveux. Le plomb provoque le saturnisme. Ils peuvent se fixer à long terme dans les os et provoquer des maladies.

f. Particules

Les particules sont de la poussière solide ou liquide. Elles sont caractérisées par plusieurs groupes :

- particules dont le diamètre est inférieur à 100 μm : elles sont dites inhalables car elles rentrent dans la bouche et le nez,
- particules dont le diamètre est inférieur à 10 μm : elles sont dites particules fines, car elles rentrent profondément dans le système respiratoire,
- particules dont le diamètre est inférieur à 4 μm : elles sont dites respirables car absorbées par le système respiratoire et le sang,
- particules dont le diamètre est inférieur à 0,1 μm : elles sont appelées ultrafines. Le moteur Diesel produit beaucoup de particules. En plus d'être nocives pour la santé, elles se déposent sur les bâtiments et monuments et les abiment.

g. Chlorofluorocarbones (CFC)

Ils ont été utilisés en tant que réfrigérants et propulseurs dans les sprays d'aérosols. Les CFC se composent de fluor, de carbone et de chlore. Ils ne sont ni solubles dans l'eau ni réactifs. Cette stabilité fait qu'ils ne peuvent être détruits que par des radiations UV hautement énergétiques. Leur utilisation par l'homme entraîne leur présence dans l'atmosphère.

Il est estimé que le temps que met le CFC-12 pour être réduit à 63% est approximativement 120 ans.

h. Dioxines et furannes

Les dioxines sont des molécules de polychlorodibenzodioxine (ou PCDD) et polychlorodibenzofuranne (ou PCDF). Elles ont été décelées en 1977 dans les incinérateurs. Les dioxines proviennent des phénomènes naturels comme les éruptions volcaniques ou les incendies de forêts. Elles proviennent surtout de la combustion, des huiles usagées ou apparaissent au cours du refroidissement des gaz de combustion lors du processus d'incinération des déchets. Ce sont des polluants organiques persistants dans l'environnement. Elles peuvent être stockées dans les graisses animales et entrent ainsi dans la chaîne alimentaire. Ces espèces sont dangereuses pour la santé : elles diminuent l'immunité provoquent des lésions dermiques et des cancers.

4.5 Ozone

L'ozone est une molécule formée de trois atomes d'oxygène, sa formule chimique est donc O_3 . Environ 90% de l'ozone de l'atmosphère est contenu dans la stratosphère, les 10% restants existent dans la troposphère. Les différents instruments de mesure montrent que la concentration de l'ozone est la plus élevée entre 15 et 30 km de la surface de la Terre. Étant donné que la plus grande partie de l'ozone est contenue dans la stratosphère, on appelle cette région la couche stratosphérique d'ozone. Il existe en effet deux « types d'ozone » selon l'endroit où il se trouve : l'ozone stratosphérique qui se trouve dans les hautes zones de l'atmosphère et forme la couche d'ozone est bénéfique. Il est très important pour la vie sur Terre car son rôle est d'absorber les radiations nocives de l'ultra violet qui proviennent du Soleil. L'ozone formé sur la surface de la Terre qui s'appelle ozone troposphérique est par contre un polluant.

4.5.1 Ozone stratosphérique

La stratosphère est une couche de l'atmosphère qui s'étend entre la troposphère et 47 km d'altitude.

La couche d'ozone a pour rôle d'absorber les rayons UV et donc de réduire considérablement leur présence dans l'environnement immédiat de la Terre.

4.5.2 Ozone troposphérique

La troposphère est située entre la surface de la Terre et l'altitude de 11 km environ. L'ozone troposphérique se trouve donc dans les régions immédiates de la surface de la Terre. C'est

un polluant secondaire pernicious qui est toxique pour les humains et les plantes. Il est formé par oxydation des composés organiques volatiles et du CO en présence des NOx.

L'ozone troposphérique provoque l'irritation des yeux, des voies aériennes supérieures, toux, maux de tête, difficultés respiratoires dues au caractère très oxydant de l'ozone. Il est particulièrement dangereux pour les populations à risque.

5- La pollution de l'eau

5.1. Définition

Toute modification défavorable des propriétés physiques, chimiques ou biologiques, ou tout rejet de substances liquides, gazeuses ou solides dans l'eau de façon à créer une nuisance ou à rendre cette eau dangereuse d'utilisée.

5.2. Type de pollution (classification selon la répartition géographique)

5.2.1. Pollution ponctuelle

Une pollution ponctuelle est une pollution provenant d'un site facile à localiser, et peut être par exemple le point de rejet d'un effluent ou une zone contaminée. C'est une source fixe et généralement d'émission polluantes importantes.

5.2.2. Pollution diffuse

Sont des pollutions dues non pas à des rejets ponctuels et identifiables, mais à des rejets issus de toute la surface d'un territoire et transmis à l'environnement de façon indirecte.

Les sources diffuses se caractérisent par des apports de substances émises par des sources mobiles, des sources couvrant de larges étendues ou un grand nombre de sources de pollution d'émission faible.

5.3. Pollution selon le type de polluant

Il existe plusieurs manières de classer la pollution. Selon le type de polluant, on peut classer la pollution en trois catégories : pollution **physique**, pollution **chimique** et pollution **biologique**.

5.3.1. Pollution physique

On parle de ce type de pollution quand le milieu pollué est modifié dans sa structure physique par divers facteurs.

Elle regroupe la pollution mécanique, il s'agit d'une pollution qui se traduit par la présence des particules de taille et de matière très variées dans l'eau; qui lui confèrent un caractère trouble.

On distingue aussi les matières décantées (plus lourds que l'eau elle-même), les matières flottables (plus légères que l'eau elle-même) et les matières non séparables (de même densité que l'eau).

La pollution physique désigne autre type de pollution, telle que la pollution thermique due à la température élevée qui cause une diminution de la teneur en oxygène dissous ainsi qu'une réduction de la solubilité des gaz.

5.3.2. Pollution chimique

La pollution chimique des eaux résulte de la libération de certaines substances minérales toxiques dans les cours d'eaux, par exemple: les nitrates, les phosphates, l'ammoniac et autres sels, ainsi que des ions métalliques.

Ces substances exercent un effet toxique sur les matières organiques et les rendent plus dangereuses.

Ainsi résulte de la pollution radioactive où la radioactivité des eaux naturelles est peut-être d'origine naturelle ou artificielle (énergie nucléaire).

Les polluants chimiques sont classés à l'heure actuelle en cinq catégories: Les substances chimiques dites indésirables, les pesticides, les produits apparentés, les détergents et les colorants et autres éléments toxiques.

5.3.3. Pollution biologique

Un grand nombre de micro-organismes peut proliférer dans l'eau qui sert l'habitat naturel ou comme un simple moyen de transport pour ces microorganismes.

L'importance de la pollution de l'eau dépend également des conditions d'hygiène, des populations, mais aussi des caractéristiques écologiques et épidémiologiques.

Les principaux organismes pathogènes qui se multiplient dans l'eau sont: les bactéries, les virus, les parasites et les champignons, on parle ainsi de la pollution bactérienne, virale ou parasitaire.

6- Impacts de la pollution

La pollution produit des phénomènes nocifs et destructeurs pour l'environnement, la santé et la vie en général. C'est le résultat de ces phénomènes qui a poussé les humains à prendre la pollution au sérieux et à préserver l'environnement

6.1 Réchauffement climatique

Le réchauffement climatique est un phénomène global de transformation du climat caractérisé par une augmentation générale des températures moyennes (notamment liée aux activités humaines), et qui modifie durablement les équilibres météorologiques et les écosystèmes.

Un réchauffement global de la planète serait lié au renforcement de l'effet de serre naturel par l'ajout de quantités massives de gaz à effet de serre d'origine anthropique dans l'atmosphère. Ces émissions sont notamment produites par la consommation des énergies fossiles, comme le pétrole ou le charbon.

Les gaz qui produisent le réchauffement climatique sont le CO₂, le méthane, les CFC et l'ozone troposphérique. Leur réduction pourrait diminuer considérablement le réchauffement climatique.

La température moyenne à la surface de la Terre a augmenté de 0,6 °C depuis le début de l'ère industrielle.

❖ Les conséquences

- Élévation du niveau de la mer provoquant des inondations des zones côtières, à cause de la fonte des glaciers et de l'augmentation de la température de l'eau (la dilatation de l'eau chaude la rendant plus volumineuse que l'eau froide)
- Une augmentation des phénomènes météorologiques extrêmes : fortes pluies plus fréquentes et denses, tempêtes, cyclones, typhons et ouragans plus fréquents et plus intenses, avec des vents et précipitations plus violents engendrant des inondations et des dommages humains et matériels graves.
- Vagues de chaleur plus fréquentes et plus longues, et une augmentation de l'intensité et de la durée des périodes de sécheresse.
- Migration de certaines espèces, extinction d'espèces qui ne pourront pas s'adapter au changement climatique, prolifération d'autre espèces qui profiteront de conditions favorables ; avec pour conséquence la perturbation voire la destruction de certains écosystèmes.

- Augmentation du nombre des grands facteurs de mortalité, comme les maladies diarrhéiques, la malnutrition, le paludisme ou la dengue (migration d'insectes nuisibles).
- Les pays les mieux informés et disposant des moyens nécessaires pourront adapter leurs cultures au changement climatique ; il en sera tout autrement pour les pays du Sud, plus durement touchés et plus faibles économiquement, ce qui laisse présager d'importants flux migratoires.

6.2. Destruction de la couche d'ozone

La couche d'ozone a pour rôle d'absorber les rayons UV et donc de réduire considérablement leur présence dans l'environnement immédiat de la Terre. Dès que le chlore est libéré des CFC par les rayons UV, il peut jouer le rôle de catalyseur dans la destruction de l'ozone. En effet, les atomes Cl réagissent avec le méthane pour former du HCl, qui peut servir à transformer les CFC qui sont non réactifs, à des atomes réactifs de chlore. Ceci montre bien l'ampleur de la destruction de l'ozone par les CFC.

6.3 Les pluies d'acides

Les combustibles fossiles (charbon, pétrole) libèrent lors de leur utilisation plusieurs gaz, notamment des oxydes de soufre et d'azote. Au contact de l'eau présente dans l'atmosphère, ces molécules se transforment en acides (sulfurique et nitrique), et retombent avec les précipitations. Les sols, les eaux continentales (lac, rivières, nappes phréatiques), la végétation, mais aussi les constructions humaines sont affectées.

Les acides sont transportés par les mouvements atmosphériques, généralement loin de la source d'émission des polluants qui les engendrent. En Allemagne et en Chine, des massifs forestiers sont profondément marqués. Les conifères sont les premiers à dépérir, puis les feuillus et la strate forestière basse (champignons et lichens notamment) dégénèrent.

Le niveau du pH (taux d'acidité) de nombreux lacs a été affecté par les pluies acides à un point tel que des populations entières de poissons ont péri. Par ailleurs, ces pluies acides sont également à l'origine de la corrosion de divers matériaux de construction, entraînant des dommages sur les bâtiments d'habitation et les monuments des grandes cités industrielles.

6.4 Smog

Le smog est un terme anglais formé des deux mots : smoke qui veut dire fumée et fog qui veut dire brouillard. C'est un type de pollution qui se manifeste par du brouillard qui réduit

la visibilité. On distingue deux types de smog : le smog industriel et le smog photochimique.

a. Smog industriel : dans le smog industriel, les émissions de SO_2 jouent un rôle capital. Il se forme dans les zones industrielles froides et humides. Les basses températures contribuent au phénomène d'inversion qui bloque les polluants tandis que l'humidité favorise l'oxydation rapide du SO_2 pour former de l'acide sulfurique et des particules de sulfate. Ce type de pollution est très fréquent dans les zones où il y a combustion produisant du SO_2 et cause parfois des dégâts importants. La réglementation en matière de pollution permet à l'heure actuelle de réduire ce phénomène, qui persiste cependant dans certains pays comme en Chine.

b. Smog photochimique : c'est un problème qui persiste. La cause principale est les véhicules de transport urbain émettant des NO_x et des COV qui réagissent en présence des UV pour former de l'ozone. Ce type de smog est fréquent en été quand l'ensoleillement est important et le vent est faible, favorisant la stagnation des polluants. C'est un problème récurrent dans les grandes métropoles américaines et européennes.

6.5. Eutrophisation

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, prolifèrent à leur tour, en appauvrissant de plus en plus l'oxygène de l'eau.

Les raisons de l'eutrophisation sont :

- les rejets de matières organiques dans les cours d'eau,
- le déversement d'engrais dans les cours d'eau,
- le déversement des eaux de pluie urbaines chargées en matières organiques.