

Pollution de l'environnement



Chapitre 2

2024

Table des matières

I - Pollution des eaux de l'air et du sol	3
1. Pollution des eaux	3
1.1. Sources principales de pollution des eaux	3
1.2. Les principaux types de polluants de l'eau	4
1.3. Conséquences de la pollution des eaux	6
2. La pollution atmosphérique	6
2.1. Sources de Pollution de l'Air	8
2.2. Les principaux types de polluants de l'Air	8
2.3. Effets de la Pollution de l'Air	10
3. La pollution du sol	11
3.1. Sources de Pollution du sol	11
3.2. - Les principaux types de Polluants du Sol	12
3.3. Effets de la Pollution du sol	12

I Pollution des eaux de l'air et du sol

Objectifs spécifiques :

les étudiants doivent

- différencier entre la pollution de l'eau de l'air et du sol.
- Déterminer les agents polluants de l'eau de l'air et du sol
- Énoncer les conséquences de ces pollutions sur l'environnement et la santé humaine.

La pollution menace notre santé. Relâchée dans l'air, l'eau et le sol, elle **entraîne des pertes économiques importantes**.

La surexploitation augmente et les **écosystèmes ne peuvent plus suivre**. Les déchets et la pollution s'accumulent donc dans l'air, la terre et l'eau. Et pour cause, **l'empreinte écologique** mondiale dépasse la capacité de régénération de la planète de plus de 50 %. Il y a néanmoins de grandes disparités suivant les pays.

1. Pollution des eaux



rejets des eaux usées

Il s'agit de l'introduction directe ou indirecte, par la suite de l'activité humaine, de substances ou de chaleur dans l'air, l'eau susceptible de porter atteinte à la santé humaine ou à la qualité des écosystèmes aquatiques.

1.1. Sources principales de pollution des eaux

On distingue généralement 5 sources principales de pollution:

- **La pollution domestique**: Elle résulte des usages de l'eau par les ménages. Elle comprend les eaux vannes (toilettes) et les eaux ménagères et se compose surtout de pollution organique (matières fécales, urines, graisses, déchets organiques, papier,), microbiologique (microbes dans les eaux vannes principalement) et chimique (détergents, produits domestiques divers)
- **La diversité des pollutions industrielles** : reflète la diversité des usages: elle peut se composer principalement de déchets organiques (industrie agro-alimentaire, papeterie, sucrerie, brasserie,...), mais également de multiples polluants chimiques tels que hydrocarbures (pétro-chimie), métaux lourds (pétro-chimie, métallurgie, construction mécanique, teinturerie, tannerie,...), de dissolvants (éphénols ...), de produits azotés (industrie des engrais, explosifs).
- **Les usages agricoles** : Ils engendrent des rejets de matières organiques (lisiers, purins et fumiers), d'engrais chimiques (nitrates et phosphates) et de pesticides très divers, voire de pollution bactériologique (élevages).
- **Par voie atmosphérique** : Les fumées provenant de l'industrie, des transports ou des maisons peuvent véhiculer un très grand nombre de polluants tels que hydrocarbures (60% de la pollution des mers par les hydrocarbures est transportée par voie atmosphérique), métaux lourds, soufre et gaz carbonique (responsables notamment des pluies acides).
- **Eaux de ruissellement** : En raison du ruissellement pluvial, les surfaces imperméabilisées produisent des flux de pollution repris par les systèmes d'assainissement [1]

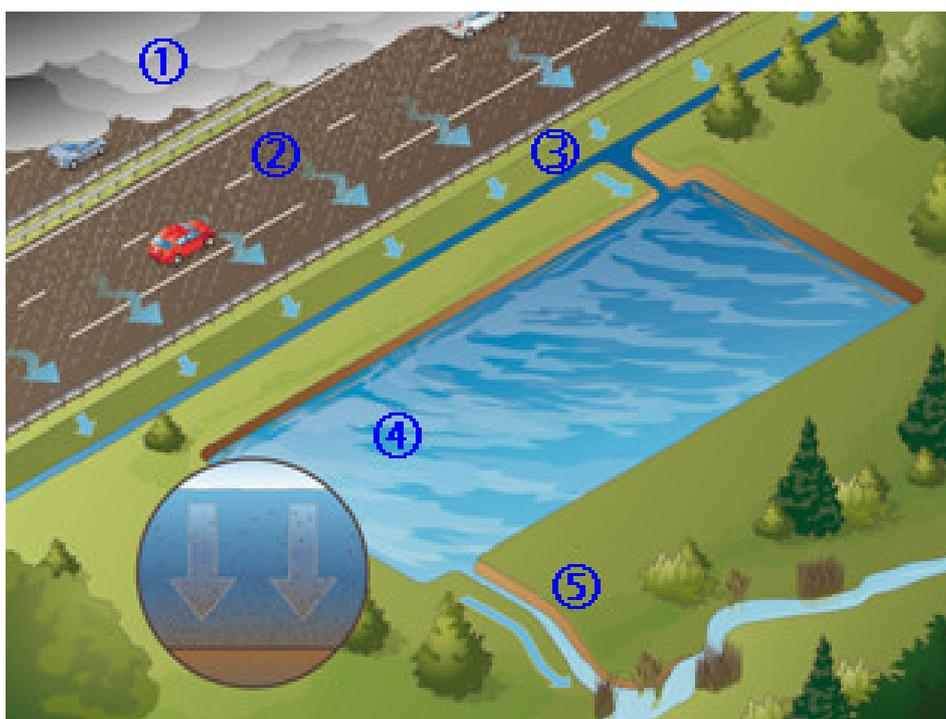


Schéma d'un système d'assainissement avec bassin de rétention-décantation avant rejet dans le milieu naturel

1.2. Les principaux types de polluants de l'eau

- **Polluants Chimiques** : Métaux Lourds : Plomb, mercure, cadmium, zinc, et autres métaux peuvent provenir des activités industrielles, minières et des rejets urbains.. Produits Chimiques Organiques, Produits chimiques industriels, pesticides, herbicides, solvants, et autres substances synthétiques.
- **Nutriments** : Azote et Phosphore : Issus principalement des activités agricoles, des engrais et des déchets domestiques, ces nutriments peuvent entraîner une eutrophisation des plans d'eau, favorisant la prolifération d'algues.

Matières en Suspension : sédiments : Issus de l'érosion des sols due aux activités humaines telles que la déforestation, l'agriculture intensive et la construction

- **Polluants Biologiques** : Bactéries et Virus provenant des eaux usées domestiques et des déchets animaux, ils peuvent causer des maladies d'origine hydrique..Les micro-organismes pathogènes : protozoaires, vers parasites, et autres micro-organismes pouvant contaminer l'eau.
- **Polluants Thermiques** : rejets d'Eau Chaude : provenant des centrales électriques, des industries et d'autres installations, ils peuvent altérer la température naturelle des cours d'eau, affectant les écosystèmes aquatiques.
- **Polluants Radioactifs** : Radionucléides (éléments radioactifs) provenant des activités nucléaires, des déchets radioactifs et des retombées atmosphériques.
- **Polluants Organiques Persistants (POP)** : PCB (polychloro-biphényles), DDT (dichloro-diphényl-trichloroéthane), etc. Des substances chimiques persistantes dans l'environnement, souvent bioaccumulables et toxiques.
- **Déchets Plastiques** : Chaque année, 8 à 15 millions de tonnes de plastiques issus de continents arrivent à la mer et on estime à 5 250 milliards le nombre de particules flottant à la surface des océans [2]
- **Polluants Émergents** : médicaments, Produits de Soins Personnels : des substances chimiques issues des médicaments, produits de soins personnels, et produits pharmaceutique.
- **Polluants Atmosphériques** : pluie Acide : les gaz et les particules provenant de la pollution atmosphérique peuvent se déposer dans les eaux de surface, provoquant l'acidification
- **Polluants Thermiques** : rejets d'eau Chaude provenant des centrales électriques, des industries et d'autres installations, peuvent altérer la température naturelle des cours d'eau en affectant les écosystèmes aquatiques.

1.3. Conséquences de la pollution des eaux

1.3.1. Bioaccumulation

Beaucoup de composés ne sont pas **métabolisables** par les êtres vivants et s'accumulent dans les organismes (notamment dans certains tissus et organes tels que graisse, foie, tissus hépatiques, gonades, ...) et dans **la chaîne alimentaire**. Ils se concentrent donc au sommet des pyramides alimentaires (comme les oiseaux piscivores...et l'homme !) alors même qu'ils sont en quantités pratiquement **indétectables** dans l'eau. La plupart de ces composés sont **toxiques** pour les organismes vivants à des concentrations parfois très faibles. Ils peuvent avoir des **effets létaux** (en particulier sur les stades de vie plus 'fragiles': larves, oeufs, juvéniles, ...) ou présenter des effets **sublétaux** tels que des désordres des diverses **fonctions vitales** (désordres musculaires, nerveux, de la reproduction, de la croissance, ...).

1.3.2. Eutrophisation

L'eutrophisation est un **enrichissement** du milieu **aquatique** en nutriments (sels minéraux nutritifs), principalement **azotés et phosphatés**. Ces rejets se font soit sous leur forme chimique telle que les engrais et les lessives, soit sous une forme organique comme les fumiers, lisiers ou matières organiques, dont la décomposition forme notamment des nitrates et des phosphates.

Les nutriments favorisent **la prolifération végétale** (algues et plantes aquatiques). Comme nous, les plantes respirent, jour et nuit, une certaine quantité d'oxygène. Tant que le soleil brille et que les plantes peuvent faire la photosynthèse, il n'y a pas de problèmes mais la nuit, la photosynthèse s'arrête, et les plantes consomment l'oxygène par respiration; le milieu risque **l'asphyxie**.

a) Des micro plastiques dans les aliments

Il est aujourd'hui avéré que les **microplastiques** sont présents dans tous les compartiments de notre environnement et qu'ils ont ainsi pénétré notre **alimentation**. Leur présence a notamment été montrée dans des **produits de la mer de consommation courante** comme les **moules** avec des quantités variables selon la localisation géographique comme par exemple en **Europe** avec **0,05 à 0,37 microparticules/g de chair humide** ou en **Chine** avec **0,9 à 4,6 microparticules/g de chair humide**. Des microplastiques ont été également retrouvés dans d'autres coquillages comme **l'huître et la palourde** ainsi que dans des **crustacés, langoustines, crevettes, crabes et araignées** de mer. Ils sont présents également dans de nombreuses espèces de **poissons** principalement dans leur **système digestif** et de manière très exceptionnelle dans **le muscle**. Il faut souligner la présence de quantités significatives de microplastiques dans **le sel de table** provenant de la mer pouvant aller dans des cas extrêmes mais rares jusqu'à **19 800 microparticules/kg**. Par ailleurs, de nombreux autres aliments ont révélé la présence de microplastiques : **bière, sucre, miel, eaux** et pour la première fois, des plastiques ont été identifiés dans **les selles humaines**. Les particules lors du transit pourraient mécaniquement par abrasion engendrer **des réactions inflammatoires localisées** mais aussi avoir des impacts sur le **microbiote** et aller jusqu'à créer **une dysbiose** [2]

2. La pollution atmosphérique

Les pollutions de l'air sont multiples et anciennes. Elles ont des conséquences sur la santé humaine mais aussi sur la biosphère, en particulier la végétation, l'atmosphère et les climats de la planète

Il s'agit de la présence indésirable d'impuretés ou l'élévation " anormale" de la proportion de certains constituants de l'atmosphère.



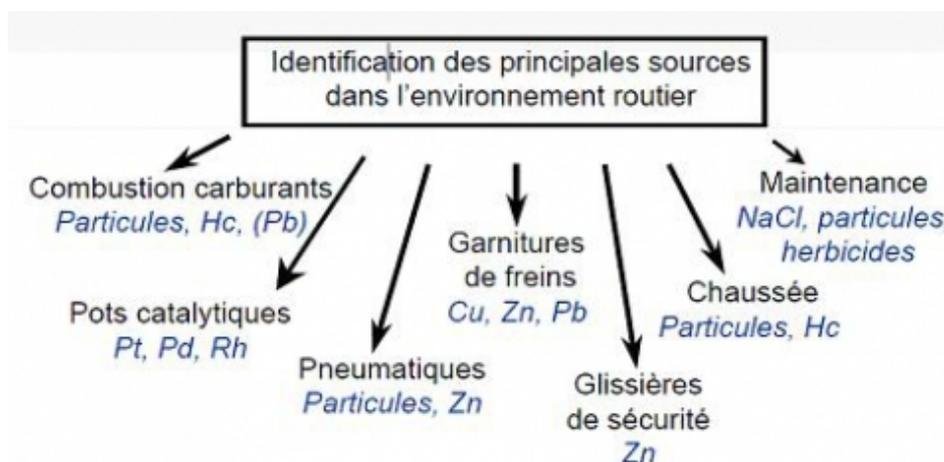
Contamination -a tmosferica

D'origine **naturelle** ou **anthropique**, les substances émises peuvent être de nature physique (radioactivité, énergie. . .), chimiques (gaz, particules, aérosols. . .) ou biologiques (pollens, acariens, moisissures. . .). Les pollutions sont **dites primaires** lorsqu'elles s'échappent directement des pots d'échappements, des cheminées des industries, des chauffages des ménages ou des surfaces agricoles, etc. Elles vont ensuite se disperser, se diluer, se transporter voire se transformer en d'autres composés **dits « secondaires »** comme **l'ozone troposphérique** ou le nitrate d'ammonium. Aujourd'hui, les polluants gazeux représentent plus **de 95% des masses globales de polluants** rejetés dans l'air. La pollution atmosphérique est surtout observable dans **les grandes villes**, mais elle **varie** dans **le temps**, dans **l'espace** et dans **sa forme**, du fait des **déplacements de masses d'air** au gré des vents et des réactions chimiques qui font apparaître de nouveaux éléments. La **dispersion** des polluants et leurs **concentrations** dans l'atmosphère peuvent fluctuer en fonction de différents paramètres, tels que la **variation dans le temps de l'intensité des émissions** des différentes **activités** (en hiver, le chauffage est important), **la topographie** locale (vallée, bord de mer...), **les conditions météorologiques**.

2.1. Sources de Pollution de l'Air

2.1.1. Transport :

Contribuent **aux 63 % des émissions de NOx**. Toutes les émissions des véhicules routiers (gaz d'échappement des voitures, camions, avions et autres moyens de transport maritimes et ferroviaire



Identification des principales sources de l'environnement routier

a) Industrie

Émissions provenant des usines, des centrales électriques, des raffineries et d'autres installations industrielles. **80 % des émissions de SO₂ sont émises par les industries**

b) Agriculture

Émissions de gaz provenant des engrais et des déchets animaux. **97 % des émissions de NH₃ sont émises par Culture (élevage)**

c) Résidentiel

Émissions dues à la combustion de bois, de charbon, de pétrole et de gaz pour le chauffage et la cuisson. [3] **46 % des émissions de COV sont d'origine résidentielle**

2.2. Les principaux types de polluants de l'Air

Les sources de polluants, leur répartition géographique, et les quantités de polluants émises peuvent varier nettement en fonction des périodes de l'année, voire du moment de la journée

Le recensement des polluants source par source permet d'identifier :

- **La responsabilité des différentes sources,**
- **La répartition géographique des émissions,**
- **Leur évolution dans le temps**

Il est possible de répartir les principaux polluants de l'atmosphère en deux groupes principaux::

- **les gaz**
- **les particules solides** (poussières, fumées) appelées à tort aérosols.

Polluants	Exemples	Sources majeurs
Oxyde d'azote NOX	NO, le NO2 et le N2O	combustion de combustibles fossiles dans les industries, mais surtout des véhicules automobiles roulant au diesel
Oxydant photochimique	Ozone O3 troposphérique	Polluant secondaire formé à partir des NOX et les COVs
Monoxyde de carbone	CO	Principalement produit dans les chaudières et les moteurs thermiques.
Les particules en suspension	PM (PM0.1, PM1.0, PM5, PM2, PM10...)	la combustion d'énergies fossiles dans les véhicules, les centrales thermiques ou les industries, mais aussi de la combustion du bois
Les composés organiques : 1-volatils (COV) 2-persistants (POP)	1-le benzène, l'isoprène formaldéhyde 2- HAP (hydrocarbures aromatiques	Issus de l'évaporation de solvants, la consommation d'hydrocarbures ou des rejets de gaz par les raffineries
L'ammoniac	(NH3)	Issus de l'évaporation de solvants, la consommation d'hydrocarbures ou des rejets de gaz par les raffineries
Les polluants biologiques	les légionnelles, pollens, moisissures	Naturel
Plomb	Pb	Plomb des voitures Incinérateurs, fonderies, manipulateurs de plomb
Mercure Hg	Hgo, méthyle mercure	Raffinage de minerais, incinérateur, naturel, combustion du charbon
Dioxyde de soufre	SO2	Provient principalement de la consommation de combustibles fossiles (fuel, houille, etc.),

Tableau 1 : les principaux polluants de l'air [3]

2.2.1. Ozone Troposphérique (O3) entre le sol et 12 km d'altitude)

L'**ozone (O3)** est dit troposphérique (ou « de basse altitude »). Principal **composant du "smog"**, c'est un polluant produit principalement par la transformation, sous l'effet du rayonnement solaire, des oxydes d'azote (**NOx**), monoxyde de carbone (CO) et des composés organiques volatils (**COV**) émis majoritairement par les activités humaines véhicules, industries, agriculture, etc.).

le rayonnement U.V. a suffisamment d'énergie pour **dissocier les molécules d'oxygène O2** de l'atmosphère et libérer 2 atomes d'oxygènes qui ne peuvent pas rester libre pour des raisons de **stabilité**.

On parle de "mauvais ozone" car c'est un gaz **irritant** pour nos yeux, notre **gorge**, nos **poumons**, et **toxique** pour la faune et la flore.

Une molécule d'ozone (O3) est toujours issue d'une réaction entre une molécule de dioxygène (O2) et un atome d'oxygène (O).

⚠ Attention

Ne pas confondre entre l'ozone troposphérique et l'ozone stratosphérique.

La couche d'ozone stratosphérique située vers 35 km d'altitude filtre les rayons UV très dangereux pour la santé des êtres vivants

⊕ Complément : Effet de l'ozone troposphérique

Risques pour la végétation : "L'ozone est un gaz **très oxydant** qui, à des concentrations élevées, a un effet néfaste sur la végétation. Il pénètre dans les feuilles par les stomates et se dégrade instantanément au contact des cellules, entraînant des réactions en chaîne et aboutissant à la mort de celles-ci. Sur les plantes les plus sensibles on observe:

- **Présence de nécroses foliaires.**
- **Chute prématurée des feuilles.**
- **Diminutions de croissance et affaiblissement des plantes**, plus sensibles aux attaques parasitaires (insectes, champignons) et aux aléas climatiques (sécheresse

2.3. Effets de la Pollution de l'Air

- Impacts sur la santé humaine
- Les données de **l'OMS** montrent que la quasi-totalité de la population mondiale (**99 %**) respire un air qui dépasse les **limites** des lignes directrices de l'OMS et contient des **niveaux élevés de polluants**, les pays à revenu faible ou intermédiaire étant les plus exposés.
- Le véritable danger ne réside pas tant dans **les pics de pollution** que dans **l'exposition quotidienne à des polluants** qui entrent dans nos poumons et se diffusent ensuite dans le reste du corps pour causer **cancers et troubles cardiovasculaires mortels**. L'OMS affirme ainsi que la pollution de l'air est responsable de près d'un

tiers des **accidents cérébro-vasculaires (AVC)**, des **infarctus et des cancers du poumon**. Selon l'OMS, toujours, la pollution de l'air est le plus grave facteur de risque environnemental, il est responsable de **la mort d'une personne sur 9 dans le monde**

- Impacts sur la Faune et la Flore : détérioration de **la santé des écosystèmes** et diminution de la biodiversité.
- **Changements Climatiques** : contribution aux changements climatiques en raison des émissions de gaz à effet de serre.

3. La pollution du sol

On dit qu'un sol **est pollué** lorsqu'il contient **une concentration anormale** de composés chimiques potentiellement **dangereux pour la santé** de l'homme, les plantes et les animaux. La contamination se fait alors soit par voie digestive (consommation d'eau polluée par exemple), ou par voie respiratoire (poussières des sols pollués dans l'atmosphère).

3.1. Sources de Pollution du sol

Ce sont la plupart du temps **les activités humaines** qui sont à l'origine des pollutions des sols



Sources de Pollution du sol

- **Les installations industrielles** peuvent, dans le cas d'une fuite, d'un accident, ou encore dans l'abandon d'une usine, provoquer une pollution du site.
- **L'épandage des produits phytosanitaires** et les **rejets** des bâtiments **d'élevage**
- **Des exploitations agricoles** sont également à l'origine de nombreuses pollutions des sols (notamment par **l'azote et les phosphates**)
- **L'agriculture** peut aussi aggraver le sol en provoquant son **tassement par le passage d'engins** de plus en plus lourds.
- **Erosion** accélérée due à la perte de couverture végétale
- **Imperméabilisation** due à la **construction de routes, d'entrepôts, d'habitations**.
- Mise **en culture de prairies et de forêts, le labour** diminue la biodiversité et les matières organiques contenues dans les sols.
- Les actions des collectivités territoriales: : gestion des **décharges** et des stations d'**épuration**, utilisation de produits phytosanitaires par les services des espaces verts.

- Des **événements** géographiquement éloignés: qu'il s'agisse d'**événements naturels** (les **retombées des cendres d'un volcan** ou technologiques (retombées **radioactives** suite à un **essai nucléaire** ou **une catastrophe**, comme lors de **l'accident de Tchernobyl**).

3.2. - Les principaux types de Polluants du Sol

Produits Chimiques Agricoles

- Pesticides : utilisés pour contrôler les ravageurs agricoles.
- Herbicides et Fongicides : Utilisés pour éliminer les mauvaises herbes et les champignons.

Déchets Industriels : Rejets Liquides et Solides

Déchets Domestiques : Les déchets solides provenant des ménages, tels que les décharges municipales.

Métaux Lourds : Plomb, Mercure, Cadmium : Les métaux lourds provenant de diverses sources industrielles peuvent s'accumuler dans le sol, provoquant une contamination.

Hydrocarbures : Produits Pétroliers : Les déversements de pétrole brut, les fuites de réservoirs de stockage.

Produits Chimiques domestiques : L'utilisation et l'élimination incorrecte des solvants, peintures et produits de nettoyage

3.3. Effets de la Pollution du sol

- Certains **métaux lourds et métalloïdes** sont connus pour leur pouvoir **neurotoxique ou cancérigène** par ingestion et/ou inhalation.
- Certains hydrocarbures, en particulier **le benzène et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**, sont reconnus pour leurs effets **cancérigènes** et peuvent avoir des effets néfastes sur **la santé respiratoire et cardiovasculaire**.
- Beaucoup **de solvants halogénés** ou leurs **produits de dégradation** sont reconnus comme substances très **toxiques**, nocives et parfois **cancérigènes** (par exemple le trichloroéthylène ou le chlorure de vinyle). Ils peuvent causer divers troubles, notamment **neurologiques aigus et chroniques**, cutanéomuqueux, **hépatorénaux, cardio-respiratoires et digestifs**.