

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
Université Mohamed Boudhief. M'sila
Faculté des Sciences
Département: Sciences de la Nature et de la Vie

Matière: Pollution de l'environnement (Chapitre 1, 2, 3, 4)
Licence Ecologie et Environnement

Enseignant : MERNIZ Nouredine
Décembre 2020

Crédits : 4

Coefficient : 3

1-Pollutions et implications écologiques

1-1 Définitions de la pollution :

- ✓ La pollution est une dégradation ou une altération de l'environnement, en général liée à l'activité humaine par diffusion directe ou indirecte de substances chimiques, physiques ou biologiques qui sont potentiellement toxiques pour les organismes vivants ou qui perturbent de manière plus ou moins importante le fonctionnement naturel des écosystèmes. Outre ses effets sur la santé humaine et animale, elle peut avoir pour conséquences, la migration ou l'extinction de certaines espèces qui sont incapables de s'adapter à l'évolution de leur milieu naturel.

- ✓ La pollution est toute modification anthropogénique d'un écosystème se traduisant par un changement de concentration des constituants chimiques naturels, ou résultant de l'introduction dans la biosphère de substances chimiques artificielles, d'une perturbation du flux de l'énergie, de l'intensité des rayonnements, de la circulation de la matière ou encore de l'introduction d'espèces exotiques dans une biocénose naturelle.

1.2 Notion de polluants et nuisances:

Un polluant est un élément physique, chimique ou biologique qui provoque une gêne ou une nuisance dans un milieu. Il est responsable d'une pollution. Le polluant n'est pas forcément toxique pour les êtres vivants, une substance non toxique peut, à une concentration donnée, devenir polluant. Exemple le CO₂.

Le terme **nuisances** désigne l'ensemble de facteurs d'origine technique (bruits : circulation; déchets solides : matières plastiques...) ou sociale (encombrement, voisinage...) qui nuisent à la qualité de la vie. A la différence des pollutions, les nuisances ne provoquent pas nécessairement d'effets néfastes sur la santé humaine et sont dépourvues de conséquences écologiques. On parle de nuisances auditives, visuelles ou olfactives

1.3 Classification des pollutions

Etant donné le grand nombre de polluant, la classification de ceux-ci peut se faire de différentes manières.

Selon la nature de l'agent polluant :

- a) Physique : chaleur, radioactivité, vibrations, particules solides,..
- b) Chimique : substances minérales ou organiques, matière plastique, métaux lourds,...
- c) Biologique : microorganismes pathogènes, populations d'espèces exotiques invasives introduites artificiellement par l'homme.

Selon le type de biotope contaminé. En prenant en considération le milieu qui est contaminé (air, eau, sol), ou le compartiment de la biosphère afférent (atmosphère, hydrosphère, pédosphère) dans lequel ils sont émis et sur les biocénoses desquels ils exercent leurs perturbations.

Selon l'origine du polluant ; on parle alors de pollution urbaine, industrielle, ou agricole.

1.3 Les causes actuelles de pollution de la biosphère

De nos jours, les principales causes de pollution de l'environnement proviennent en premier lieu de la production et de l'utilisation des diverses sources d'énergie, puis des activités industrielles et, de façon paradoxale mais néanmoins importante, de l'agriculture.

1.3.1 Pollutions liées à la production et à l'utilisation d'énergie

La production et l'utilisation d'énergie viennent incontestablement au tout premier rang des causes de pollution de la biosphère. Malgré les crises pétrolières de 1973 et de 1979, et celle larvée et chronique qui a émergé depuis 2004, la consommation globale d'énergie a continué de croître. La diminution épisodique de la consommation du pétrole ou, à tout le moins, le ralentissement de la croissance de son usage, observé depuis la fin des années 1970, a été compensé par l'augmentation de la consommation du charbon, du gaz naturel et aussi par le développement de l'électronucléaire. En 2005, la consommation mondiale d'énergie dépassait 10 milliards de tonnes d'équivalent pétrole (tep). Sur ce total, le pétrole représentait près de 3,9 milliards de

tonnes, le charbon 3 milliards de tep, le gaz naturel 2,5 milliards de tep, le reste étant assuré par l'hydroélectricité et le nucléaire. Les principaux aéropolluants produits par les combustions sont le SO₂ et Les NOX dont résultent les pluies acides, les smog photochimiques et les particules solides.

1.3.2 Diversification des polluants chimiques et déchets solides:

Depuis la fin de la seconde guerre mondiale, la chimie organique a mis à notre disposition une multitude de nouvelles molécules de synthèse. On estimait dans les années 1990 que 120 milles molécules étaient commercialisés dans le monde et que chaque année étaient mises sur le marché de 500 à 1000 substances chimiques nouvelles. Parmi elles, les matières plastiques, les détersifs, les matériaux isolants ont apporté d'incontestables éléments de confort à la vie quotidienne. L'un des aspects les plus redoutables de la pollution globale par les substances chimiques de synthèse tient en la croissance des rejets de polluants organiques persistants (POPs) tant des les pays industrialisés que dans le tiers monde. Par suite de leur ubiquité et de leur stabilité, ces substances : Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), solvants chlorés, Polychlorobiphényles (PCB), Pesticide organochlorés, dioxines, ... se rencontrent de nos jours dans les régions les plus reculés de la biosphère.

Les déchets, qu'ils soient d'origine domestique, agricole ou industrielle, constituent un des problèmes incontournables du 21^{ème} siècle. En effet, l'augmentation de la population mondiale et sa concentration dans les villes, ainsi que le développement d'équipements industriels et de biens de consommation génèrent des quantités astronomiques de résidus : en moyenne plus de 400 kilogrammes par habitant et par an dans les pays développés et parfois plus de 700 kilogrammes pour certains d'entre eux. Leur gestion rationnelle et leur réduction sont devenues indispensables pour préserver l'environnement et l'avenir des générations futures.

L'attitude écologique, sensible à la protection du cadre de vie et à l'utilisation économe des ressources naturelles, a modifié l'attitude générale des milieux économiques et professionnels. De nouveaux enjeux sont apparus : réduction des consommations (énergie, matériaux, fluides), prévention, maîtrise et traitement des rejets, recyclage (énergie, chaleur, eau, matière).

1.3.3. Pollutions dues à l'agriculture et l'élevage intensif

Actuellement l'agriculture s'inscrit dans une problématique mondiale du fait d'une forte croissance démographique à laquelle les Etats doivent faire face. Liée avec l'élevage, l'agriculture est la troisième source de pollution la plus importante.

L'offre en ressources naturelles, surtout alimentaire ne peut plus satisfaire la demande croissante des besoins humains. En effet, avec plus de 90 millions d'habitants supplémentaire chaque année, la demande en nourriture croit de manière vertigineuse alors que l'offre de ressources ne peut plus augmenter au même rythme. Ce décalage entre l'offre et la demande entraîne donc une surexploitation du territoire arable et par suite une dégradation de la qualité des sols.

L'usage en agriculture intensive des pesticides de synthèse (insecticide, fongicide, herbicide) et la fumure minérale par apport de fertilisants azotés, de phosphate et de sels de potasse conduit à des progrès spectaculaire dans le rendement des cultures. En effet, ces produits, en plus des excréments des animaux d'élevage, génèrent une pollution insidieuse des eaux superficielles ou littorales et des nappes phréatiques.

1.4. Les différentes échelles de polluants : on'a trois échelles :

1-Pollution de proximité et à l'échelle locale : elle concerne les sources d'émission de gaz ou d'autres substances indésirables le plus souvent produits en milieu urbain (industries, chauffage, trafic...). Elle affecte en premier lieu la santé des populations par son action directe à court terme mais exerce aussi une toxicité à plus long terme pour certaines pathologies : cancer, asthme, maladie cardiovasculaire.

2-Pollution à l'échelle régionale: elle concerne les zones situées à quelques dizaines de kilomètres (voire des centaines de kilomètres) des sources d'émission de pollution. Elle regroupe souvent sous ce terme les deux phénomènes de pollution que sont les pluies acides et la pollution photochimique

3-Pollution planétaire : dont l'échelle de temps est de l'ordre des années. Exemple la diminution de la couche d'ozone, l'augmentation de l'effet de serre.

2- Mécanisme de dispersion et circulation des substances polluantes dans la biosphère :

La dispersion atmosphérique caractérise le devenir dans le temps et dans l'espace d'un ensemble de particules (aérosols, gaz, poussières) rejetées dans l'atmosphère. Le devenir des polluants est largement fonction de leurs caractéristiques physico-chimiques. En effet, leurs propriétés vont être déterminantes sur la manière dont les contaminants vont migrer

2.1 Principales propriétés des polluants :

Un certain nombre de propriétés intrinsèques des contaminants minéraux ou organiques jouent un rôle essentiel dans leur comportement. On peut citer :

- Solubilité dans l'eau ou hydrosolubilité ;
- Densité ;
- Stabilité ;
- L'adsorption sur les matières organiques ;
- Volatilité ;
- Viscosité ;

2.1. Processus biogéochimiques : circulation atmosphérique des polluants, les mouvements de l'hydrosphère, transferts des substances dans le sol

La connaissance des lois générales de la circulation des masses d'air dans l'atmosphère est essentielle pour comprendre les mécanismes par lesquels s'effectue la contamination de la biosphère. Ces lois décrivent les mouvements horizontaux et verticaux des masses d'air, qui assurent rapidement la dispersion des polluants dans l'ensemble de l'atmosphère.

Le sens et la vitesse des courants stratosphériques et troposphériques sont connus avec précision. Ainsi a-t-on pu montrer l'existence d'un vent dominant d'ouest qui souffle au niveau de la tropopause (limite entre la troposphère, qui correspond aux couches les plus basses de l'atmosphère, et la stratosphère) dans l'hémisphère Nord. Sa vitesse moyenne, de l'ordre de 35 mètres par seconde, permet un transit circumterrestre de toute substance injectée à ce niveau en douze jours. À ces courants horizontaux se

combinent des mouvements verticaux des masses d'air, qui permettent une circulation atmosphérique du nord vers le sud. La combinaison des vents ouest-est, avec une dérive ascensionnelle au niveau des basses latitudes engendre un type de circulation atmosphérique dénommé *cellule de Hadley*. Celui-ci permet l'échange des masses d'air entre les deux hémisphères au niveau de la troposphère des régions équatoriales.

2.1.1. Le transport à distance des polluants dans l'atmosphère :

Les distances parcourues par les polluants introduits dans l'atmosphère dépendent de plusieurs paramètres et en particulier de l'intensité de l'émission, de son altitude d'injection, de la taille des particules (pour les produits solides et les aérosols) et de la stabilité chimique de la substance considérée. On peut distinguer trois catégories de transport atmosphérique des polluants, qui correspondent à une circulation à l'échelle locale, moyenne ou globale.

2.1.2. Passage des polluants de l'atmosphère dans l'eau et les sols

Les polluants atmosphériques ne séjournent pas indéfiniment dans l'air. Les précipitations et les mécanismes de dépôt sec des particules les ramènent à la surface du sol et/ou dans l'hydrosphère. Les particules solides sont entraînées mécaniquement ou par dissolution ; les substances gazeuses sont également dissoutes dans les eaux pluviales. Les polluants circulent ensuite à la surface des continents, cheminant dans les sols et contaminant les eaux superficielles et les nappes phréatiques.

2.1.3. Transfert des polluants dans la biomasse et contamination des réseaux trophiques :

La contamination des divers écosystèmes continentaux et marins par les agents polluants va se traduire par leur transfert sur les êtres vivants. Ici intervient une notion importante, celle de dégradabilité. Il apparaît, de façon forte opportune, qu'un grand nombre de substances dispersées dans l'environnement sont instables. L'action des facteurs physico-chimiques les décomposera très vite en dérivés peu ou pas toxiques. Dans bien des cas, les micro-organismes – bactéries édaphiques ou aquatiques – joueront un rôle actif dans cette décomposition : on dit alors que la substance est biodégradable.

Malheureusement, si de nombreuses substances organiques et même minérales peuvent être converties par le jeu des facteurs biogéochimiques en des formes de toxicité atténuée, voire nulle, il existe toutefois toute une série de polluants qui sont peu ou pas biodégradables : les composés organochlorés, la plupart des matières plastiques, les diverses formes de métaux ou de métalloïdes toxiques en sont quelques exemples.

Ces éléments non biodégradables vont alors contaminer les communautés végétales puis animales, c'est-à-dire l'ensemble des réseaux trophiques (différents niveaux de la chaîne alimentaire) de chaque biocénose.

2.1.4. Concentration par les êtres vivants : notions de bioaccumulation et de bioconcentration

La dernière phase de la circulation d'un polluant dans la biosphère correspond en définitive à la contamination même des êtres vivants propres aux diverses communautés terrestres ou aquatiques.

La **bioaccumulation** correspond au processus d'absorption par lequel les êtres vivants peuvent accumuler dans leur organisme un polluant, quelle que soit la voie de pénétration dans l'organisme considéré. Chez les animaux terrestres, elle résulte des absorptions par voie digestive, respiratoire et cutanée. Chez les plantes, elle s'effectue, en règle générale, par les voies transradiculaires et transfoliaires – éventuellement par voie respiratoire, via les stomates, lorsqu'il s'agit de polluants gazeux.

La **bioconcentration** désigne le processus physiologique par lequel un polluant prélevé dans un biotope par un être vivant va se rencontrer dans l'organisme de ce dernier à des concentrations supérieures à celles auxquelles il se trouve selon le cas dans les eaux, l'air et/ou les sols.

N.B : Il n'existe pas de différence fondamentale entre les processus de bioaccumulation et de bioconcentration, ce dernier terme ne représentant qu'un cas particulier de la bioaccumulation : celui où il existe un accroissement de concentration lorsque le polluant passe du biotope dans la biomasse, quel que soit le niveau trophique de l'organisme concerné.

Il existe toutefois dans la nature un nombre important d'espèces animales et végétales appartenant à divers groupes taxonomiques qui se comportent en véritables concentrateurs biologiques.

3- Pollution atmosphérique

L'atmosphère est une enveloppe gazeuse qui entoure la terre. En dehors de la vapeur d'eau, quatre gaz composent la majeure partie de l'atmosphère. L'azote (78,08%), l'oxygène (20,95 %), l'argon (0,93 %) et le CO₂ (0,04 %). D'autres gaz et particules, dont ceux qu'on appelle polluants entrent dans la composition de l'atmosphère en plus petites quantités.

La pollution de l'air est la résultante de multiples facteurs qui caractérisent la civilisation contemporaine : croissance de la consommation d'énergie, développement des industries extractives, métallurgiques et chimiques, de la circulation routière et aérienne, de l'incinération des ordures ménagères, des déchets industriels, des épandages de pesticides en agriculture, etc.

La pollution atmosphérique peut résulter soit d'une modification quantitative par la hausse de la concentration dans l'air de certains de ses constituants normaux (CO₂, NO₂, O₃), soit d'une modification qualitative due à l'introduction de composés étrangers à ce milieu (radioéléments, substances organiques de synthèse par exemple), soit encore, et c'est le cas général, d'une combinaison de ces deux phénomènes.

3.1- Origine des principaux polluants atmosphériques

Avec la civilisation moderne, les quantités de substances rejetées dans l'atmosphère, altérant la composition normale de l'air, n'ont cessé d'augmenter. L'origine des différentes substances polluant l'atmosphère est des plus variées. La combustion des diverses formes du carbone fossile (charbon pétrole, gaz naturel) joue un rôle prépondérant dans la contamination de l'air.

Les différentes substances ont des durées de vie dans l'atmosphère qui sont extrêmement variables, ce qui explique que les problèmes de pollution se situent sur des différentes échelles de temps et d'espace très variables.

3.2. Les substances polluantes et leurs effets sur l'environnement:

Les particules ou poussières en suspension (PM)

On distingue :

- les particules primaires, directement émises dans l'atmosphère. Elles sont majoritairement issues de toutes les combustions incomplètes liées aux activités industrielles ou domestiques, ainsi qu'aux transports. Elles sont aussi émises par l'agriculture (épandage, travail du sol, etc). Elles peuvent également être d'origine naturelle (érosion des sols, pollens, feux de biomasse, etc.).
- les particules secondaires, formées dans l'atmosphère suite à des réactions physico-chimiques pouvant impliquer le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x) ou les composés organiques volatils (COV), voire des particules primaires.

Les particules sont classées en fonction de leur taille :

- PM₁₀ : particules de diamètre inférieur à 10 micromètres. Elles sont retenues au niveau du nez et des voies aériennes supérieures ;
- PM_{2.5} : particules de diamètre inférieur à 2,5 micromètres. Elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire jusqu'aux alvéoles pulmonaires et peuvent passer dans la circulation sanguine.

Les particules sont particulièrement nocives pour la santé. Elles provoquent des irritations et des problèmes respiratoires chez les personnes sensibles et sont associées à une augmentation de la mortalité (affections respiratoires, maladies cardiovasculaires, cancers...). Par ailleurs, elles sont responsables des salissures présentes sur les bâtiments et monuments.

Monoxyde de carbone (CO)

Le Monoxyde de carbone est un polluant primaire. C'est un gaz incolore, inodore et plus léger que l'air. Il représente le plus abondant et le plus répandu de tous les polluants atmosphériques présentant une toxicité pour l'Homme. Dans les conditions

naturelles, il se rencontre dans l'air à des concentrations très réduites comprises entre 0.005 ppm (v) et 0.2 ppm (v) étant admises pour l'ensemble de la troposphère

Le volcanisme, certaines fermentations en milieu anaérobie (vases dans des biotopes lenticules), les décharges électriques dans la troposphère, les incendies de forêts, représentent les principales sources naturelles de CO. Les principales sources technologiques de CO proviennent des combustions : combustion des charbons et des fuels, incinération des déchets urbains et émissions des véhicules à moteur (le CO représente jusqu'à 11% des gazes d'échappement de ces automobiles). Cependant, des êtres vivants marins semblent intervenir de façon significative dans la production naturelle de ce gaz. On cite les algues brunes, les flotteurs de *Fucus* sp., les méduses du genre *Physalia*. Ces diverses sources biologiques sont la cause essentielle de la présence de ce gaz à saturation dans les eaux océaniques. L'océan dégage chaque année de l'ordre de 50 millions de tonnes de CO dans l'atmosphère.

Oxydes d'azote (NO_x)

Les oxydes d'azote (NO_x) regroupent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ils sont émis lors de la combustion (chauffage, production d'électricité, moteurs thermiques des véhicules...). La chimie de l'azote (fabrication de nitrate d'ammonium...) ou l'utilisation de produits nitrés dans les procédés industriels (verrière...) sont également des émetteurs. Enfin, l'utilisation des engrais azotés entraîne des rejets de NO_x. Les émissions d'origine humaine peuvent localement devenir très largement prépondérantes.

Les volcans et les éclairs sont aussi susceptibles de créer les conditions favorables à la formation d'oxydes d'azote. De même, les sols naturels secs peuvent émettre du monoxyde d'azote au cours du processus biologique de transformation de l'azote du sol.

Une fois dans l'air, le monoxyde d'azote (NO) devient du dioxyde d'azote (NO₂), gaz irritant pour les bronches et favorisant les crises d'asthmes et les infections pulmonaires. Les personnes asthmatiques et les jeunes enfants sont plus sensibles à ce polluant.

Les NO_x sont également précurseurs d'autres polluants : dans certaines conditions climatiques et d'ensoleillement, ils réagissent avec certains polluants selon des processus physico-chimiques complexes intervenant dans l'atmosphère. Ils réagissent

en particulier avec les composés organiques volatils (COV) pour conduire à la formation d'ozone troposphérique ou avec l'ammoniac (NH_3) pour conduire à la formation de particules secondaires.

Les principaux effets sur l'environnement des NO_x sont :

l'acidification des milieux, qui peut entraîner des chutes de feuilles ou d'aiguilles, des nécroses et influencer de façon importante les milieux aquatiques ;

l'eutrophisation (apport excédentaire d'azote dans les milieux naturels et notamment les sols) qui conduit à une réduction de la biodiversité.

Dioxyde de soufre (SO_2)

Le dioxyde de soufre est produit à partir de la combustion d'énergies fossiles (fioul, charbon, lignite, gazole, etc.). Quelques procédés industriels émettent également des oxydes de soufre (production d'acide sulfurique, production de pâte à papier, raffinage du pétrole, etc.). Ils peuvent également être émis par la nature (volcans).

Ce polluant provoque une irritation des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires (toux, gêne respiratoire, troubles asthmatiques). Il favorise également les pluies acides et dégrade la pierre. C'est également un précurseur de particules secondaires en se combinant, sous certaines conditions, avec les NO_x .

Les composés organiques volatils (COV)

Les composés organiques volatils (COV) constituent une famille très large de produits comme le benzène, l'acétone, le perchloroéthylène... qui se trouvent à l'état de gaz ou s'évaporent facilement dans les conditions classiques de température et de pression lors de leur utilisation.

Les COV peuvent provoquer des irritations, une diminution de la capacité respiratoire et des nuisances olfactives. Certains sont considérés comme cancérogènes (benzène, benzo-(a)pyrène). Ils réagissent avec d'autres polluants de l'atmosphère et sont ainsi des précurseurs d'ozone, de particules secondaires ou de gaz à effet de serre.

Même si, au niveau planétaire, les émissions de COV proviennent à 90 % de sources naturelles (plantes, certaines zones géologiques qui contiennent du charbon ou du gaz), les émissions liées aux activités humaines sont beaucoup plus ponctuelles et peuvent parfois devenir prépondérantes localement (en particulier dans les régions fortement industrialisées).

Les métaux lourds

La plupart des métaux lourds sont des éléments constitutifs de la croûte terrestre. Ils peuvent être mis en suspension en plus ou moins grande quantité, par exemple par érosion ou au cours d'éruptions volcaniques ou de feux de forêts.

Les sources humaines sont principalement liées aux activités métallurgiques (extraction minière, aciérie, transformation manufacturière...), de combustion (production énergétique ou incinération de déchets) et aux transports, en particulier routier. Le secteur routier a connu une diminution spectaculaire de ses émissions de plomb au cours des deux dernières décennies suite à l'interdiction des essences plombées au niveau européen.

La majorité des éléments métalliques (dont Fe, Zn, Ni, As, Cr) est indispensable à faibles doses à la vie animale et végétale (leur absence entraîne des carences en oligo-éléments). Cependant, à des doses plus importantes, ils peuvent se révéler très nocifs. D'autres éléments (Pb, Cd, Hg) n'ont aucun effet bénéfique et sont seulement préjudiciables à la vie.

Les métaux lourds peuvent être inhalés directement par l'homme ou ingérés par celui-ci lorsque la chaîne alimentaire est contaminée (sols, eau, aliments). Ils s'accumulent dans les organismes vivants et ont des effets toxiques à court et long termes. Chez l'homme, ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires... Certains, comme le cadmium, l'arsenic, le nickel et le chrome hexavalent sont cancérigènes.

Ozone (O₃)

L'ozone (O₃) est un gaz indispensable à la vie terrestre. Naturellement présent dans l'atmosphère, il forme une couche dans la stratosphère (de 12 à 50 km au-dessus du sol), qui protège des rayons ultraviolets (plus de 97 % des rayons ultraviolets sont interceptés par cette couche). Dans les basses couches de l'atmosphère (troposphère, de 0 à 12 km au-dessus du sol), l'ozone est en revanche un polluant atmosphérique nocif pour la santé humaine, les animaux et les végétaux, à cause de son caractère oxydant.

L'ozone est un polluant secondaire, résultant de transformations photo-chimiques complexes entre certains polluants comme les oxydes d'azote (NO_x), le monoxyde de

carbone et les composés organiques volatils (COV). Il est irritant pour l'appareil respiratoire et les yeux et s'associe à l'augmentation du taux de mortalité durant les épisodes de pollution. Il affecte les végétaux et réduit le rendement des cultures par une perturbation de la photosynthèse. Il contribue à l'effet de serre et à l'oxydation de certains matériaux comme les textiles ou le caoutchouc.

Les épisodes de pollution à l'ozone surviennent principalement durant l'été, lors de situations anticycloniques calmes, ensoleillées et chaudes, avec peu ou pas de vent. Les périodes de canicule sont donc propices à l'apparition de tels épisodes.

Ammoniac (NH₃)

L'ammoniac est lié essentiellement aux activités agricoles (volatilisation lors des épandages et du stockage des effluents d'élevage et épandage d'engrais minéraux). C'est un gaz irritant qui possède une odeur piquante et qui brûle les yeux et les poumons. Il s'avère toxique quand il est inhalé à des niveaux importants, voire mortel à très haute dose.

Il provoque une eutrophisation et une acidification des eaux et des sols. C'est également un gaz précurseur de particules secondaires. En se combinant avec d'autres substances il peut former des particules fines qui auront un impact sur l'environnement et la santé.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques sont issus des combustions incomplètes, de l'utilisation de solvants, de dégraissants, et de produits de remplissage des réservoirs d'automobiles, de citernes, etc.

Ils provoquent des irritations, une diminution de la capacité respiratoire et des nuisances olfactives, Certains sont considérés comme cancérigènes (benzène, benzo(a)pyrène). Ils ont un rôle de précurseur dans la formation de l'ozone.

4- Pollution des sols

4.1. Définition :

On dit qu'un sol est pollué lorsqu'il contient une concentration anormale de composés chimiques potentiellement dangereux pour la santé, des plantes ou des 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).

La pollution du sol peut être diffuse ou locale, d'origine industrielle, agricole (suite à l'utilisation massive d'engrais ou de pesticides qui s'infiltrant dans les sols). Ces pollutions agricoles peuvent avoir plusieurs impacts sur la santé humaine, en touchant des nappes phréatiques d'une part et en contaminant par bioaccumulation les cultures poussant sur ces sols d'autre part.

La pollution du sol peut apparaître de différentes manières. Une grande partie des composés, qui ont des influences sur les sols et sur les organismes qu'ils contiennent, provient directement de l'air (par disposition sèches) ou arrivent avec les précipitations (dépositions humides). La pollution du sol est consécutive à l'utilisation massive d'engrais ou de pesticides qui peuvent avoir plusieurs impacts sur l'environnement en s'infiltrant dans les sols et la nappe phréatique qui peut contaminer aussi la culture. La pollution du sol peut être d'origine agricole ou industrielle.

4.2. Pollution des sols par l'agriculture moderne (Pollution par les engrais ; Pollution par les pesticides) :

Les sols agricoles sont exposés à des sources directes de pollution (application de pesticides, utilisation d'engrais organiques mal traités et sur utilisation d'engrais minéraux, utilisation d'eau polluée, etc.).

Cette pollution s'intensifie avec le développement de l'agriculture moderne. Elle est difficile à quantifier car elle est souvent diffuse.

L'utilisation de pesticides (insecticides, herbicides, fongicides), l'eau d'irrigation de mauvaise qualité, les serres en plastique et l'amendement des sols avec du fumier et des boues d'épuration sont des sources potentielles de pollution du sol dans les champs agricoles. Ils peuvent contenir des niveaux élevés de métaux lourds, de bactéries résistantes aux antimicrobiens, de micro et nanoplastiques, de produits pharmaceutiques et de soins personnels.

Les engrais sont cause de pollution quand ils sont appliqués en quantité supérieure à ce que les cultures peuvent absorber, ou lorsqu'ils sont emportés par l'eau ou par le vent avant de pouvoir être absorbés. L'excès d'azote et de phosphates peut être lessivé dans les eaux souterraines ou s'écouler dans les eaux de surface. Cette surcharge d'éléments nutritifs cause l'eutrophisation des lacs, réservoirs et mares, et provoque une prolifération d'algues qui détruisent les autres plantes et les animaux aquatiques.

4.3- Pollution par les contaminants d'origine industrielle :

Ici les sols agricoles sont exposés à des sources directes de pollution (utilisation d'eau polluée, déchets urbains, rebuts d'installations industrielles, installation de traitement des déchets et décharges, etc.) et indirectes (par exemple, dépôts atmosphériques provenant des mines, fonderies et incinération des déchets, ruissellement de surface, érosion éolienne et hydrique, etc.). De nombreux exemples de pollution due au passé ont été présentés, ainsi que la grande diversité des polluants provenant de différentes activités humaines et leur localisation dans différentes régions. L'exploitation minière, les activités industrielles et les centrales nucléaires ont été mentionnées à plusieurs reprises comme sources de pollution dans différentes régions du monde.

4.4. L'impact de la pollution des sols sur la production et la sécurité alimentaire, l'environnement et le bien être humain :

La pollution du sol affecte le bien-être humain et l'environnement par le contact direct avec les contaminants, compromettant ainsi la capacité du sol à filtrer, à amortir et à transformer les contaminants minéraux et organiques et peut influencer les autres propriétés physiques, chimiques ou biologiques qui ont des répercussions sur les écosystèmes des sols et les fonctions positives qu'ils remplissent. Ces fonctions essentielles du sol assurent la production d'aliments sains et nutritifs et d'eaux souterraines de bonne qualité. Dans les zones arides en particulier, où la disponibilité de l'eau est un facteur limitant pour la production agricole, les eaux usées des stations d'épuration sont souvent utilisées comme ressource alternative pour l'irrigation afin de favoriser la résistance au changement climatique. Souvent, cette eau (et les déchets solides qu'elle transporte) est de faible qualité physique, chimique et sanitaire, ce qui entraîne une pollution des sols et des problèmes de santé humaine.

Les sols pollués jouent un rôle dans le changement climatique en affectant négativement diverses espèces et écosystèmes de la planète et leur résistance aux changements climatiques.