

**Département Génie Mécanique**

**Module Environnement et Développement Durable**

**Destiné aux étudiants en Licence en Construction Mécanique et Aéronautique**

**Chargée de cours Dr Djelloul Amel**

**Contact a.djelloul@univ-batna2.dz**

## **Chapitre 3 Les substances**

### **1- Définitions**

#### **1-1 Définition de la pollution**

La pollution est la destruction ou dégradation d'un écosystème ou de la biosphère par l'introduction, généralement humaine, d'entités (physiques, chimiques ou biologiques), ou de radiations altérant le fonctionnement de cet écosystème.

Les termes normalisés de l'Association Française de Normalisation AFNOR définit le polluant comme un altéragène biologique, physique ou chimique, qui au-delà d'un certain seuil, et parfois dans certaines conditions (potentialisation), développe des impacts négatifs sur tout ou partie d'un écosystème ou de l'environnement en général.

La notion de pollution appelle donc celle de contamination d'un ou plusieurs composants des écosystèmes (air, eau, sol), d'un organisme qui peut être l'être humain ou d'un groupe d'organismes, ou ayant une incidence sur l'écosystème, au-delà d'un seuil ou norme.

## **1-2 Définition de l'Acidification**

L'Acidification est une augmentation de l'acidité d'un sol, d'un cours d'eau ou de l'air en raison des activités humaines. Ce phénomène peut modifier les équilibres chimiques et biologiques et affecter gravement les écosystèmes. L'augmentation de l'acidité de l'air est principalement due aux émissions de  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  et  $\text{HCl}$ , lesquels, par oxydation, donnent les acides  $\text{HNO}_3$  et  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Les pluies acides qui en résultent ont un PH voisin de 4 à 4,5.

## **1-3 Définition des Pluies acides**

L'expression « pluie acide » désigne toute forme de précipitations anormalement acides. On distingue les retombées humides (pluie, neige, brouillard, smog...), des retombées sèches (particules en suspension, gaz).

Cette acidification est due à la présence dans l'atmosphère de gaz susceptibles de se dissoudre dans l'eau en formant des espèces acides. Il s'agit essentiellement des oxydes de soufre ( $\text{SO}_2$  et  $\text{SO}_3$ ) et d'azote ( $\text{NO}$  et  $\text{NO}_2$ ). Ces polluants réagissent dans l'atmosphère avec le dioxygène et l'eau pour former respectivement de l'acide sulfureux  $\text{H}_2\text{SO}_3$  et de l'acide nitrique  $\text{HNO}_3$ .

Les pluies acides ont des effets délétères sur la flore et la faune (dont l'Homme), ainsi que sur le patrimoine bâti. L'acidification des eaux météoriques contribue à l'acidification des eaux de certaines sources, des eaux de ruissellement et des eaux de surface, ainsi qu'à l'acidification des océans. Les eaux plus acides dissolvent mieux certains produits toxiques et les font circuler, ce qui peut augmenter les risques de saturnisme quand elles circulent dans des tuyaux de plomb ou des réseaux de distribution contenant des soudures au plomb.

## **1-4 Définition de l'eutrophisation**

L'eutrophisation des milieux aquatiques est un déséquilibre du milieu provoqué par l'augmentation de la concentration d'azote et de phosphore dans le milieu. Elle est caractérisée par une croissance excessive des plantes et des algues due à la forte disponibilité des nutriments.

## **1-5 Définition de la couche d'ozone**

La couche d'ozone ou ozonosphère désigne la partie de la stratosphère contenant une quantité relativement importante d'ozone (concentration de l'ordre de un pour cent mille). À haute altitude la couche d'ozone est utile : elle absorbe la plus grande partie du rayonnement solaire ultraviolet dangereux pour les organismes. Elle a donc un rôle protecteur pour les êtres vivants et les écosystèmes.

La destruction (ou dégradation) de la couche d'ozone est un amincissement voire une disparition de cette couche qui résulte d'un déséquilibre entre la production et la destruction de l'ozone dans la stratosphère.

## - Conséquences de la dégradation de la couche d'ozone

La dégradation de la couche d'ozone engendre une augmentation des rayons ultraviolets qui vont atteindre la Terre, ces rayons sont nocifs pour tous les êtres vivants sur Terre.

Au début des années 1990 on s'inquiète des effets de la perte d'ozone stratosphérique en termes d'augmentation de l'exposition aux rayonnements ultraviolets, qui peut provoquer plusieurs types de cancer de la peau chez l'homme. Ils sont aussi dangereux sur les yeux.

Les rayons (UV) affaiblissent en outre la réponse du système immunitaire et provoquent aussi son altération.

Les rayons UV affectent également les plantes en réduisant la photosynthèse et peuvent altérer le temps de floraison de certaines espèces végétales. Ils peuvent également affecter directement la croissance des plantes en modifiant les processus physiologiques et de développement des plantes. Les principales espèces de cultures qui sont particulièrement vulnérables à l'augmentation des UV sont : le blé, le riz, l'orge, l'avoine, le maïs, le soja, les pois, les tomates, les concombres, le chou-fleur, le brocoli et les carottes.

### 1-6 Définition du changement climatique

Désigne l'ensemble des variations des caractéristiques climatiques en un endroit donné, au cours du temps : réchauffement ou refroidissement. Certaines formes de pollution de l'air, résultant d'activités humaines, menacent de modifier sensiblement le climat, dans le sens d'un réchauffement global. Ce phénomène peut entraîner des dommages importants : élévation du niveau des mers, accentuation des événements

climatiques extrêmes (sécheresses, inondations, cyclones, ...), déstabilisation des forêts, menaces sur les ressources d'eau douce, difficultés agricoles, désertification, réduction de la biodiversité, extension des maladies tropicales, etc.

### 1-7 Définition des Métaux lourds ou éléments traces métalliques

On appelle en général métaux lourds les éléments métalliques naturels, métaux ou dans certains cas métalloïdes (élément qui combine certaines caractéristiques du métal comme l'arsenic par exemple) caractérisés par une masse volumique élevée, supérieure à 5 grammes par cm<sup>3</sup>.

---

Les métaux lourds sont toxiques à cause de leur :

- non-dégradabilité et donc leur persistance dans les milieux ;
- leur toxicité à faible concentration ;
- leur tendance à s'accumuler dans les organismes vivants et à se concentrer le long des chaînes trophiques.

Les éléments traces métalliques suivants sont les plus contrôlés : Arsenic, Cadmium, Chrome, Cuivre, Mercure, Nickel, Plomb, Sélénium, Zinc.

Tous les éléments traces métalliques sont présents naturellement à l'état de traces dans le sol. En effet, ils sont présents dans tous les compartiments de l'environnement, mais en général en quantités très faibles. On dit que les métaux sont présents "en traces". Ils sont aussi "la trace" du passé géologique et de l'activité de l'homme.

Un grand nombre de "métaux lourds" sont utiles pour la vie comme le fer pour le transport de l'oxygène. Cependant, ils deviennent toxiques lorsque leur concentration augmente comme l'arsenic, l'argent, l'aluminium ou le plomb. De plus, parmi les ETM, quatre n'ont aucun rôle profitable pour notre organisme, et peuvent tout au contraire induire des maladies graves : le mercure, le plomb, le nickel et le cadmium.

## 2- Origines des polluants

Les pollutions d'origine humaine, dites aussi anthropiques, ont de nombreuses formes en pouvant être locales, culturelles, ponctuelles, accidentelles, diffuses, chroniques, génétiques, volontaires, involontaires, etc.

Cette pollution est une diffusion directe ou indirecte dans l'environnement de polluants. Ce sont souvent des sous-produits involontaires d'une activité humaine, comme les émissions des pots d'échappement ou des installations de combustion. Les déchets de produits de consommation courante (emballages, batteries usagées) jetés sans précautions dans l'environnement biophysique et dans l'environnement humain,

constituent également une source de pollution très fréquente.

## 3- Les milieux pollués

**-La pollution de l'air**, provoquée par des polluants dits *atmosphériques* est souvent diffuse et donc plus délicate à réglementer efficacement dans un cadre local ou national que beaucoup d'autres formes de pollutions (de même pour les pollutions marines). Des conventions mondiales visent les polluants destructeurs de la couche d'ozone ou les gaz à effet de serre (tous capables de modifier le fonctionnement planétaire du monde vivant). Elle intègre la *pollution biologique* induite par des taux anormaux ou anormalement allergènes de microbes, virus, pollens ou de spores fongiques. Les effets allergènes (rhinite, conjonctivite, asthme) de ces particules biologiques sont en augmentation, et ils semblent souvent exacerbés par les polluants urbains, routiers et de l'industrie.

Une mauvaise qualité de l'air peut tuer de nombreux organismes polluo-sensibles et causer des morts prématurées, via notamment des complications respiratoires, des maladies cardiovasculaires. Elle cause aussi une inflammation de la trachée, des douleurs abdominales et une congestion. Les enfants, les personnes âgées et les personnes ayant des problèmes pulmonaires ou cardiovasculaires y sont beaucoup plus vulnérables. Ainsi les enfants exposés aux pollutions automobiles développeraient plus.

facilement asthme, infections ORL, allergies respiratoires et cancers, les enfants en poussette étant particulièrement exposés à ce type de pollution.

Des études estiment à 50 000 le nombre de victimes de la pollution de l'air aux Etats –Unis. En Europe, la pollution de l'air est à l'origine de plus de 500 000 morts par an.

En mars 2014, une grande partie de la France (30 départements) est en état d'alerte maximale, et Paris est plongé dans une épaisse brume de pollution, au point que la Tour Eiffel n'est presque plus visible. En 2017, l'AEE (Agence européenne pour l'environnement) concluait que 500 000 européens mourraient chaque année prématurément (avant 65 ans) à cause de la pollution de l'air et une autre étude, de la revue médicale *The Lancet* a porté cette estimation à 6,5 millions de morts pour la planète en 2015, ce bilan étant selon les auteurs sous-estimé en raison du fait que beaucoup de produits potentiellement toxiques mis sur le marché n'ont jamais subi de tests de toxicité / écotoxicité et d'évaluation en matière de santé environnementale.

- **La pollution de l'eau** a diverses origines parmi lesquelles :

- L'industrie : dont ses sous-produits sont une des sources de pollution de l'eau parmi les plus importantes. Il s'agit essentiellement des produits chimiques et d'hydrocarbures (par exemple : dégazage en mer, rejet de papeteries, etc.) ;
- L'agriculture : dont l'utilisation excessive de produits chimiques (entre autres avec l'épandage du lisier) qui finissent soit dans les nappes phréatiques soit dans les cours d'eau par ruissellement ;
- L'automobile : dont les rejets d'hydrocarbures (carburants imbrûlés, huile, etc.) finissent dans les cours d'eau s'ils ne sont pas captés et recyclés correctement ;
- Les eaux usées : si elles ne sont pas traitées correctement, peuvent être une source de pollution de l'eau. Dans la plupart des pays développés comme en France des législations ont été mises en place obligeant à un traitement des eaux usées, afin de réduire ce type de pollution. La pollution des eaux cause 14 000 décès par jour, pollution principalement la conséquence de mauvais traitements des eaux usées dans les pays en voie de développement. Il est estimé que 700 millions d'indiens n'ont aucun accès à l'hygiène et qu'un millier d'enfants meurt chaque jour de diarrhée infectieuse. Près de 500 millions de Chinois n'ont aucun accès à de l'eau potable.

- **La pollution du sol** désigne toutes les formes de pollution touchant n'importe quel type de sol notamment agricole, forestier, urbain, , etc.

Un sol pollué devient à son tour une source possible de diffusion directe ou indirecte de polluants dans l'environnement, via l'eau, les envols de poussières, émanations gazeuses ou via une reconcentration et transfert de polluants par des organismes vivants (bactéries, champignons plantes à leur tour mangés par des animaux).

À titre d'exemple, au début des années 2000 l'Europe comptabilisait environ 342 000 sites contaminés et plus de 2,5 millions de sites potentiellement contaminés, et la France comptait environ 230 000 sites pollués ou potentiellement pollués par l'industrie ou des services dans le pays, dont près de 4 000 faisant l'objet de mesures de surveillance, de diagnostic ou de réhabilitation. Il faudrait y ajouter les anciennes décharges municipales (au moins une pour chacune des 36 000 communes), les pollutions d'origine militaire, agricole, cynégétique, etc.

### **3- Types de pollution**

**-La pollution chimique** est provoquée par la présence dans l'environnement de substances chimiques qui, normalement, sont absentes ou s'y trouvent en très faible quantité. L'intoxication au mercure est, par exemple, liée à des déficits développementaux chez les enfants et à des symptômes neurologiques.

**- La pollution électromagnétique** correspond à l'exposition excessive, ou chronique, d'êtres vivants, ou d'appareils, à des champs électromagnétiques soupçonnés d'affecter leur santé, leur reproduction ou leur fonctionnement. Le risque dépend essentiellement de la puissance des champs électromagnétiques, des fréquences émises et de la durée d'exposition.

**-La pollution sonore** est souvent négligée, c'est la forme de pollution qui peut être aussi nuisible pour notre environnement. La pollution sonore en provenance de voitures et de l'industrie peuvent avoir un impact négatif sur l'écosystème, elle est subie par des animaux, effrayés ils changent leurs habitats préférés.

La pollution sonore n'est pas seulement sur terre, mais aussi dans nos océans, principalement en raison des forages en mer excessifs. Les espèces de la mer, tels que les dauphins et les baleines, sont parmi les espèces les plus touchées, car elles s'appuient largement sur leur sens de l'audition, la pollution sonore peut donc modifier leurs activités quotidiennes telles que la chasse d'une et la navigation, ce qui peut conduire à réduire les espèces.

### **4-Impacts sur la santé des espèces**

#### **4-1 Impacts sur la santé humaine**

Selon les estimations de l'Organisation mondiale de la santé, 12,6 millions de personnes sont décédées en 2012 du fait d'avoir vécu ou travaillé dans un environnement insalubre, soit près d'un quart des décès dans le monde. Les facteurs de risque environnementaux, tels que la pollution de l'air (8,1 millions de décès), de l'eau et des sols, l'exposition aux substances chimiques, le changement climatique ou le rayonnement ultraviolet, contribuent à la survenue de plus de 100 maladies ou traumatismes. Les accidents vasculaires cérébraux (2,5 millions de décès par an), les cardiopathies (2,3 millions), les cancers (1,7 million) et les affections respiratoires chroniques (1,4 million) représentent aujourd'hui près des deux tiers des décès liés à des causes environnementales. On constate une baisse du nombre de décès entraînés

par des maladies infectieuses, telles que les maladies diarrhéiques et le paludisme, souvent liées au manque d'eau, au défaut d'assainissement et à la mauvaise gestion des déchets. Cette baisse s'explique principalement par une amélioration de l'accès à l'eau potable et aux moyens d'assainissement. Ces décès sont surtout concentrés dans les régions de l'Asie du Sud- Est (3,8 millions), du Pacifique occidental (3,5 millions) et de l'Afrique (2,2 millions) :

Un rapport publié en octobre 2017 dans la revue *The Lancet* évalue le bilan des maladies dues à la pollution à 9 millions de morts prématurées, soit 16 % de l'ensemble des décès survenus dans le monde en 2015, soit 15 fois plus que les décès dus aux conflits qui ont sévi sur la planète cette année-là. La pollution de l'air est responsable de 6,5 millions de décès (maladies cardiaques, AVC, cancers du poumon et broncho-pneumopathies chroniques) ; la pollution de l'eau causerait pour sa part la mort de 1,8 million de personnes par maladies gastro-intestinales et infections parasitaires, et la pollution sur le lieu de travail abrégerait la vie d'environ 800 000 personnes, du fait de leur exposition à des substances toxiques ou cancérigènes, chiffre probablement en dessous de la réalité, selon le rapport. À elles seules, l'Inde et la

Chine représentent près de la moitié du total mondial des morts par pollution, avec respectivement 2,5 millions et 1,8 million de décès.

Globalement, plus de 7 millions de morts étaient attribuables en 2012 aux effets des pollutions de l'air extérieur et domestique, et les régions de l'Asie et du Pacifique sont les plus touchées. Au moins 656 000 individus meurent prématurément chaque année en Chine à cause de la pollution de l'air. En Inde, elle causerait 527 700 décès par an.

### **Impact sur la reproduction humaine**

---

En 2017, une équipe de chercheurs chinois et taiwanais met en évidence un lien entre l'exposition aux particules fines présentes dans l'air et la qualité des spermatozoïdes humains. L'étude est selon les chercheurs qui l'on menée peu fiable, car comportant de nombreux biais environnementaux.

### **Impact psychologique**

---

Le philosophe australien Glenn Albrecht a montré que les changements environnementaux, d'une manière générale, ont un impact psychologique, qu'il appelle par le néologisme solastalgie, ou écoanxiété.

### **4-2 Impacts sur les animaux**

Les animaux, ou la faune, ne sont pas immunisés contre l'effet de la pollution atmosphérique. Les polluants préoccupants comprennent les pluies acides, les métaux lourds, les polluants organiques persistants (POP) et d'autres substances toxiques.

Pour mieux comprendre cet effet, il est important de se rappeler que les animaux comprennent une grande variété d'espèces, comme les insectes, les vers, les mollusques, les poissons, les oiseaux et les

mammifères, dont chacune interagit différemment avec son milieu. Par conséquent, l'exposition et la vulnérabilité de chaque animal aux effets de la pollution atmosphérique peuvent aussi être différentes.

La pollution atmosphérique peut être préjudiciable à la faune de deux principales façons :

- Elle détériore la qualité de l'environnement ou de l'habitat où les animaux vivent.
- Elle diminue la disponibilité et la qualité de l'approvisionnement alimentaire.