

Polycopié de Cours

Environnement et Développement Durable

Dr. Fatma AHNIA

Ce cours est conforme aux nouveaux programmes établis par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique Algérien, selon la réforme appliquée durant l'année universitaire 2015-2016.

Ce cours se déroule pendant le 1er semestre

Langue d'enseignement : français

Niveau d'étude: 3eme année Licence Génie Mécanique, Option : Energétique et Construction Mécanique

Université Abderrahmane Mira, Bejaia

Faculté de Technologie

Département de Génie Mécanique

Adresse : Université Abderrahmane Mira, Compus Targa Ouzemour, Bejaia 06000

Tel/Fax : 0021334813727

Programme

Chapitre I

Introduction à la notion d'environnement

2 semaines

Chapitre II

La notion de développement durable

2 semaines

Chapitre III

Environnement et ressources

4 semaines

Chapitre IV

Les substances

4 semaines

Chapitre V

Préservation de l'environnement

3 semaines

Table des Matières

Chapitre I. Introduction à la notion de l'environnement

I.1. Objectifs du Chapitre I.....	1
I.2. Introduction.....	1
I.3. Définition de l'environnement.....	2
I.3.1. Définition générale de l'environnement.....	2
I.3.2. Définition juridique de l'environnement.....	2
I.4. Historique de l'environnement.....	3
I.5. Impact de l'homme sur l'environnement.....	4
I.5.1. Impact de l'homme sur l'écosystème.....	4
I.5.2. L'impact de l'homme sur l'environnement atmosphérique (pollution atmosphérique)	6
I.5.3. Impact de l'homme sur le sol (pollution des sols).....	6
I.5.4. Impact de l'homme sur l'eau et l'environnement aquatique.....	7
I.5.3.1. Origines de la pollution des eaux usées et marine.....	7
I.5.3.2. Impact de l'homme sur l'eau et l'environnement aquatique.....	7
I.6. La démographie, bouc émissaire ?	8

Chapitre II : La notion de Développement Durable

II.1. Objectif du chapitre II.....	9
II.2. Introduction.....	9
II.3. Définition du développement durable.....	9
II.4. Histoire du développement durable.....	10
II.5. Les principaux principes du développement durable.....	13
II.5.1. L'éthique.....	13
II.5.2. La protection de l'environnement.....	14
II.5.3. Principe de précaution.....	14
II.5.4. Principe de prévention.....	15

II.5.5. Principe d'économie et de bonne gestion des ressources.....	15
II.5.6. Principe de responsabilité individuelle et collective.....	15
II.5.7. Principe pollueur payeur.....	15
II.5.8. Principe de droit à l'information.....	15
II.6. Les objectifs du développement durable.....	16
II.7. Les enjeux environnementaux du développement durable.....	17
II.7.1. Les risques industriels ou naturels.....	17
II.7.2. Les ressources naturelles.....	17
II.7.3. Changement climatique.....	17
II.7.4. Economies d'énergie et développement des énergies renouvelables.....	18
II.7.5. La biodiversité et Les écosystèmes.....	18
II.7.6. L'utilisation et la préservation des ressources non renouvelables.....	18
II.7.7. Les déchets.....	18

Chapitre III. Environnement et Ressources Naturelles

III.1. Introduction.....	19
III.2. Définition des ressources naturelles.....	19
III.3. Les différentes ressources naturelles.....	19
III.3.1. Les ressources naturelles renouvelables.....	19
III.3.1.1. L'eau.....	19
III.3.1.1.1. Le cycle de l'eau.....	21
III.3.1.1.2. Influence de l'homme sur le cycle de l'eau.....	21
III.3.1.2 Air ou l'atmosphère.....	21
III.3.1.2.1. Les différentes couches de l'atmosphère terrestre.....	22
III.3.1.3. La terre.....	23
III.3.1.4. Les forêts.....	24
III.3.1.5. Les sols.....	24
III.3.1.6. La biodiversité.....	25
III.3.1.7. Les ressources alimentaires.....	25
III.3.2. Les ressources naturelles non renouvelables.....	26
III.3.2.1. Les Minerais.....	26

III.3.2.2. Les combustibles fossiles.....	26
III.3.2.2.1. Le charbon.....	26
III.3.2.2.2. Le pétrole brut et les produits pétroliers.....	26
III.3.2.2.3. Le gaz naturel.....	27
III.3.2.2.4. Energie nucléaire.....	27
III.4. Les énergies renouvelables.....	27
III.4.1. Energie solaire.....	28
III.4. 1. 1. Energie solaire photovoltaïque.....	28
III.4. 1. 2. Energie solaire thermique.....	28
III.4. 2. Energie Eolien.....	28
III.4. 3. Energie hydraulique.....	28
III.4. 4. Energie géothermie.....	29
III.4. 5. Energie biomasse.....	29
III.4. 6. Cogénération (production combinée de chaleur et d'électricité).....	29

Chapitre IV : Les substances

IV.1. Introduction.....	30
IV.2. Les substances polluantes atmosphériques.....	30
IV.3. Les différents types de polluants.....	30
IV.3.1. Les polluants réglementés.....	30
IV.3.2. Les composés organiques.....	31
IV.3.3. Les Produits Organiques Persistants (POP).....	32
IV.3.4. Les métaux lourds.....	32
IV.3.5. Les particules.....	33
IV.3.5. Les chlorofluorocarbones.....	35
IV. 4. Les effets de différentes substances sur l'environnement.....	35
IV. 4. 1. Effets sur la santé humaine.....	35
IV. 4. 2. Effet Sur les êtres vivants en générale.....	36
IV. 4. 3. Effet sur les écosystèmes forestiers et phénomène des pluies acides.....	36
IV. 4. 4. Effets sur les matériaux.....	37
IV. 4. 5. Effets sur les écosystèmes d'eau douce.....	38
IV. 4. 6. Effet sur le climat et la visibilité.....	38

IV. 4. 7. Effet sur le climat et phénomène d'effet de serre.....	39
IV. 4. 8. Impact sur l'écosystème aquatique et phénomène d'eutrophisation.....	40
IV.5. Destruction de la couche d'ozone.....	41
IV.6. Les pics d'ozone.....	42
IV.7. Les différents types d'émetteurs.....	42
IV.7. 1. Les sources naturelles.....	43
IV.7. 2. Les sources anthropiques.....	43
IV.7. 2. 1. Les sources mobiles.....	44
IV.7. 2. 2. Les sources stationnaires	44
IV.8. La nomenclature Corinair.....	45

Chapitre V : Préservation de l'Environnement

V.1. Introduction.....	46
V.2. Solutions alternatives de l'utilisation excessive des ressources naturelles.....	46
V.2.1. Introduction de nouveaux matériaux.....	46
V.2.2. Réserve du pétrole aux usages nobles.....	46
V.2.3. Amélioration de l'efficacité énergétique.....	47
V.3. Traitement et valorisation des déchets.....	47
V.4. Définition typologie des déchets.....	47
V.5. Gestion des déchets.....	48
V.6. Valorisation des déchets.....	49
V.7. Procédés de traitement des déchets	49
V.7.1. Mise en décharge et centre d'enfouissement technique.....	49
V.7.2. L'incinération	49
V.7.3. La Thermolyse	50
V.7.4. La pyrolyse et gazéification	49
V.7.5. Compost et fermentation.....	50
V.7.6. Traitement biologique et mécanique (TBM ou TMB).....	51
V.7.7. Recyclage.....	51
V.7.8. Déchèterie	52
V.8. La fiscalité écologique.....	52

V.9. Les mécanismes économiques et juridiques et réglementaires de préservation de l'environnement.....	54
V.10. Le rôle des pouvoirs publics dans la résolution des problèmes environnementaux....	54
V.13. Les politiques environnementales actuelles.....	55
V.14. Le marché des permis d'émission négociables.....	55

Chapitre I
Introduction à la notion de l'environnement



I.1. Objectifs du Chapitre I

Ce chapitre permettra à l'étudiant d'acquérir les notions de base sur l'environnement tout en le sensibilisant sur l'impact de l'homme et ses activités industrielles sur l'écologie, des écosystèmes et l'environnement en général, et au final mettre en évidence l'importance de la protection de l'environnement et la stabilité socioéconomique dans le cadre du développement durable.

I.2. Introduction

L'environnement est devenu de nos jours la préoccupation primordiale du monde entier, dont de nombreuses investigations scientifiques ont fait l'objet. Actuellement l'activité industrielle de l'homme est remise en cause au premier degré dans le problème de la pollution de l'environnement ; par conséquent, une sonnette d'alarme est tirée pour la première fois en 1972 lors de la conférence de Stockholm où plusieurs principes ont été adoptés et un vaste plan d'action pour lutter contre la pollution de l'environnement. C'est ainsi que Stockholm marque le début d'un long processus qui verra la naissance en 1980 du concept du développement durable lors de la conférence internationale sur la conservation de la nature, ce principe qui a connu son apogée à Rio au sommet de la terre en 1992.

Ecologie

Le mot écologie a été introduit en 1866 par le biologiste allemand Ernst Haeckel. L'écologie (du grec *oikos*, « maison » et *logos* « discours ») est donc la science de l'habitat, c'est-à-dire l'étude des conditions d'existence des êtres vivants et de leurs relations avec le milieu.

Biocénose

Distingue l'ensemble des êtres vivants (micro-organismes, plantes et végétaux, animaux) qui peuplent un même biotope, un écosystème donné ou un hydro système.

L'écosystème

Est une unité écologique fonctionnelle qui regroupe une communauté animale et végétale (biocénose), et le milieu que cette communauté occupe (biotope).

Biotope

Milieu de vie où les conditions écologiques sont considérées comme homogènes et bien définies. Le biotope d'un organisme est le milieu caractérisé par des paramètres (température, flore, ...) bien définis, auquel il est spécialement adapté, c'est donc un milieu où vit une espèce.

I.3. Définition de l'Environnement

Le mot environnement vient de l'anglais environment qui signifie milieu. Ce qui désigne d'une manière générale notre entourage. Depuis les années 1970 le terme environnement est utilisé pour désigner le contexte écologique global, c'est-à-dire l'ensemble des conditions physiques, chimiques, biologiques, climatiques, géographiques et culturelles des écosystèmes au sein desquelles se développent les organismes vivants, et les êtres humains en particulier. L'environnement inclut donc l'air, la terre, l'eau, les ressources naturelles, la flore, la faune, les hommes et leurs interactions sociales.

L'environnement peut être défini selon les différents concepts des domaines d'application en fonction des individus (biocénoses) et de l'environnement dans lequel ils évoluent (biotope). Pour les ingénieurs par exemple l'environnement est défini en fonction de leurs domaines d'expertise : eau, air, sol, énergie, etc.

I.3.1. Définition générale de l'environnement

L'environnement est défini généralement comme étant un ensemble des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des écosystèmes plus ou moins modifiées par l'action de l'homme.

Les sciences de l'environnement étudient les conséquences de ces modifications sur l'homme, les plantes, les animaux aussi bien à l'échelle de l'individu ou de l'écosystème que de toute la biosphère, il est important de distinguer les sciences de l'environnement de l'écologie qui étudie des milieux naturels ou peu modifiés.

I.3.2. Définition juridique de l'environnement

La définition juridique du terme environnement dépend et soumise aux contraintes réglementaires, il est objet de droits et obligations. Il est donc visé par une discipline juridique particulière qu'on appelle le droit de l'environnement

L'environnement est, pour Michel Prieur (définition utilisé dans la plupart des textes juridiques « *l'ensemble d'éléments qui, dans la complexité de leurs relations, constituent le*

cadre, le milieu et les conditions de vie de l'homme, tels qu'ils sont ou tels qu'ils sont ressentis »

En Algérie, la législation définit l'environnement dans la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003 comme suit: « Les ressources naturelles abiotiques et biotiques telles que l'air, l'atmosphère, l'eau, le sol et le sous-sol, la faune et la flore y compris le patrimoine génétique, les interactions entre lesdites ressources ainsi que les sites, les paysages et les monuments naturels ».

I.4. Historique de l'environnement

C'est juste au cours du XX^{ème} siècle que la notion de la nature évolua, grâce au développement de l'écologie en tant qu'une science. En date du 19 mars 1902, est signée la première convention internationale de protection des espèces sauvages, suivie du premier Congrès International de Protection de la Nature de Paris en 1923 et de la Convention relative à la Conservation de la Faune et de la Flore à l'état naturel en Afrique 1933 à Londres. Et il a fallu des années plus tard jusqu'au 1948 pour marquer véritablement le début de l'engagement moderne des Etats pour la protection de l'environnement avec la création de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN). Ainsi ce sont créés de nombreuses associations environnementales

Et les années soixante virent naître les premiers partis politiques écologistes, appuyant leurs argumentaires sur des travaux scientifiques permettant ainsi la défense des principes environnementalistes, sans oublier le rôle des médias qui a donné de l'ampleur globale à la crise environnementale.

Et c'est juste à Stockholm en suède qui a eu la première conférence des nations unies sur l'environnement ouverte le 05 juin 1972 (depuis, cette journée de 05 juin est proclamée comme journée mondiale de l'environnement), c'est à partir de cette date que l'environnement devient un problème international d'importance majeure. À cet effet, cette première conférence a donné naissance à d'autres événements et plusieurs rencontres internationales à savoir :

- Le Sommet de la Terre sur l'environnement en 1992 qui s'est tenu à Rio de Janeiro au Brésil ou le concept du développement durable est adopté. Cette conférence a instauré aussi un cadre annuel de réunions internationales au travers de la convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique, ou chaque année, les pays qui ont signé la convention de rio tiennent une conférence des parties (cop). dont le premier cop a eu lieu à Berlin en 1995.
- *Protocole de Kyoto* Sommet de la Terre+5, qui s'est déroulé à New York en juin 1997.

I.5. Impact de l'homme sur l'environnement

I.5.1. Impact de l'homme sur l'écosystème

Du fait de l'accroissement démographique et du développement de l'activité économique industrielle, accompagnés d'une forte augmentation de la consommation et l'aménagement des territoires, la quantité de la pollution rejetée dans le milieu naturel est devenue incompatible avec les capacités auto épuratoires de notre environnement. Et vue la mauvaise gestion de l'Homme sur tous les plans à travers ses étapes de développement, l'Homme a influencé négativement son environnement naturel.

Les perturbations d'un écosystème consistent en des événements altérant les relations entre les organismes vivants et leurs habitats, ces perturbation peuvent être d'amplitude et de nature diverses et la plus part des écosystèmes et des régions du monde connaissent de tel phénomènes de perturbation dont la majeure partie de leurs origines est due aux activités humaines, et à l'exploitation excessive des ressources naturelles de la terre faisant courir à l'espèce humaine un danger à long terme, qui peut engendrer au premier lieu de graves problèmes de santé et la disparition de certaines espèces qui touchent directement à l'équilibre de la chaîne alimentaire (voir figure I.1) et notamment sur le réseau trophique qui conduit aux perturbations des écosystèmes et qui peuvent avoir des conséquences très larges et graves sur l'Homme et son existence.

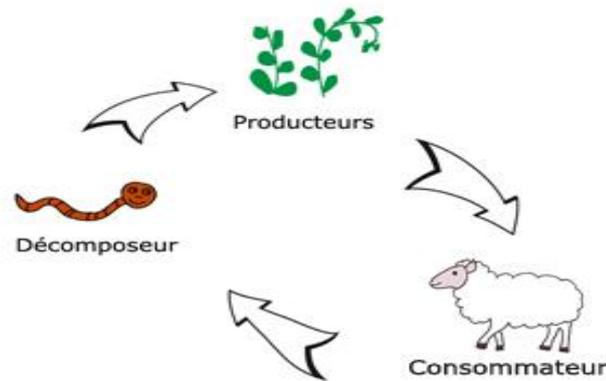


Fig.2. Chaîne alimentaire ou trophique

Il est connu que l'Homme est l'origine de tous les problèmes environnementaux, Les activités humaines génèrent des déchets solides, liquides et gazeux qui perturbent les milieux naturels, eaux, atmosphère et sols. Ces déchets qui préoccupent le monde entier au cours de ces dernières années, notamment les déchets non biodégradables qui représentent un problème énorme dans le cycle de la vie comme l'indique la figure I.3.

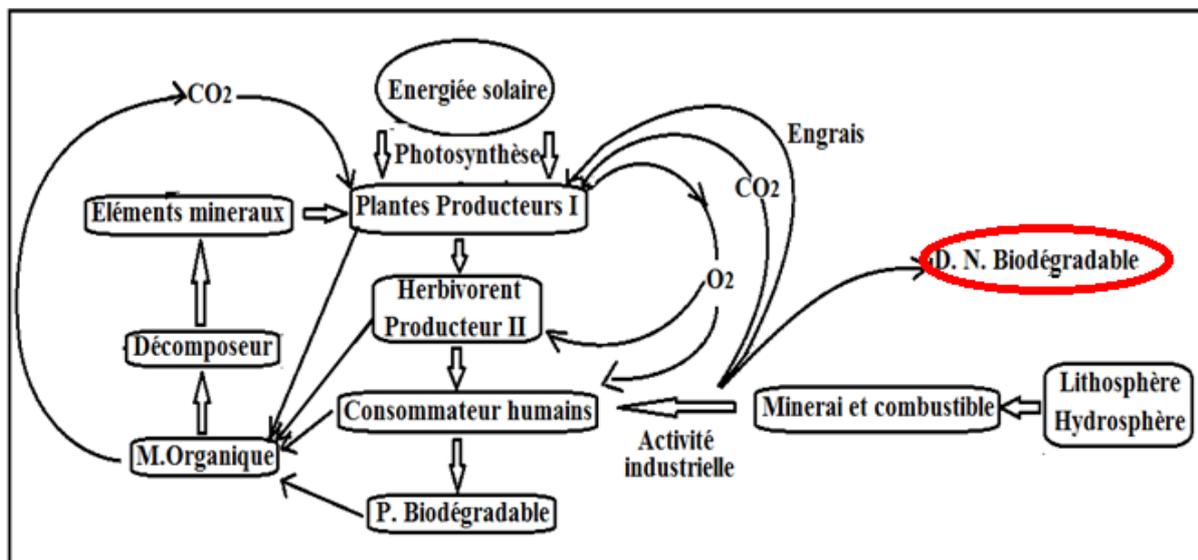


Fig.3. Cycle de la matière dans une civilisation agraire.

Chaîne alimentaire ou trophique : C'est l'ensemble des organismes qui assurent successivement le transfert de la matière dans un cycle biogéochimique, c'est le passage alternatif des éléments entre le milieu inorganique et le milieu vivant ; l'existence de tels cycles permet d'avoir un pouvoir autorégulateur de la planète, constance des taux de différents éléments dans chaque milieu.

I.5.2. L'impact de l'homme sur l'environnement atmosphérique (pollution atmosphérique)

La pollution de l'air n'est pas un fait nouveau mais existe depuis des siècles les éruptions volcaniques, les poussières déplacées par les vents les feux de forêt, mais la pollution c'est accentuée à partir du 18 siècle et jusqu'à présent. Il est de nos jours reconnu que l'intensification de la circulation motorisée et des transports routiers a pour conséquence directe une aggravation de la pollution atmosphérique. Le trafic routier y est incriminé surtout par les émissions de polluants comme les oxydes d'azote NO_x , les hydrocarbures HC et le monoxyde de carbone CO.

En outre, les médias se font l'écho du réchauffement de la planète ou de changements climatiques du fait de quantités importantes de gaz à effet de serre émis dans l'atmosphère. Le trou de la couche d'ozone dû aux rejets de composés organiques volatils a été largement commenté par la presse, la radio et la télévision. Les alertes sur les concentrations d'ozone en ville en période estivale sensibilisent les populations à cette notion de pollution atmosphérique engendrée, la plupart du temps, par des activités industrielles, agricoles ou domestiques.

I.5.3. Impact de l'homme sur le sol (pollution des sols)

Les polluants peuvent se répartir sur les parties solides du sol ou dans l'eau qu'il contient, ils peuvent être conduits vers les plantes au même temps que leurs substances nutritives ou être amenés par lessivage jusque dans les nappes phréatiques. Les sources de contamination du sol peuvent être à l'origine des :

- Anciennes décharges
- Rejet des effluents industriels
- Épandage de boues d'épuration
- Retombées de la pollution de l'air

Par conséquent cette pollution peut engendrer :

- La dégradation des sols qui contribue à la disparition d'espèces animales et végétales et à la désertification qui est due aussi à la déforestation et à l'extension des villes.
- La pollution des eaux (les nappes phréatiques)
- Risque sur la santé humaine à travers la chaîne alimentaire par absorption des polluants par les plantes

I.5.4. impact de l'homme sur l'eau et l'environnement aquatique

L'eau est considérée la première source vitale pour toute vie sur terre, elle est le seul moyen indispensable pour les multiples utilisations de l'homme pour éliminer la majorité de ses déchets ce qui provoque la pollution des eaux. De même la pollution des milieux océaniques est un des aspects les plus dramatiques de l'altération de l'environnement. Chaque année, des milliers de tonnes de pétrole brut s'écoulent dans la mer en provenance des navires (formation de marée noire).

I.5.4.1. Origines de la pollution des eaux usées et marine

Les eaux usées proviennent de trois sources principales

- **Les eaux usées domestiques** : provenant principalement des habitations
- **Les eaux usées industrielles** : provenant des industries, les caractéristiques de ses eaux varient en fonction de la nature de l'activité industrielle et en fonction des matières premières utilisées.
- **Les eaux de pluie et de ruissellement** : proviennent des précipitations traversant des zones agricoles.

I.5.4.2. Impact de l'homme sur l'eau et l'environnement aquatique

La pollution des eaux et la dégradation de l'environnement marin et particulièrement des zones côtières est principalement due aux activités humaines à savoir les rejets des effluents urbains, contamination des rivières et fleuves, contamination par voie atmosphérique à cause des activités de navigation et d'extraction de gaz et de pétrole en mer cette pollution influe sur le changement de tous les écosystèmes aquatiques.

I.6. La démographie, bouc émissaire ?

La pollution, la désertification, la déforestation, l'épuisement des ressources en eau, les maladies liées au milieu naturel, sont quelques-unes des thématiques environnementales qui concernent les pays en développement de plus la problématique démographique due à la croissance non homogène entre les pays du nord développés et les pays du sud en voie de développement et sous-développés a été exposée comme cause majeure et directe de la dégradation de l'environnement à la fin des années 1960. La population est donc devenue le bouc émissaire pour de nombreux scientifiques qui tiraient la sonnette d'alarme à grand renfort et avec l'inquiétude de quelques décideurs et de l'opinion publique la mise en place de programmes de réduction des naissances étaient la seule solution pour faire face au problème.

Chapitre II
La notion de Développement Durable



II.1. Objectif du chapitre II

Ce chapitre a pour objectif de donner une perspective historique de la notion et du concept du développement durable en abordant ses objectifs (notamment le principe d'action des agences internationales, des gouvernements nationaux et des industries) et l'impact environnemental sur les enjeux.

II.2. Introduction

Le mot développement peut indiquer en d'autres termes l'évolution, l'amélioration ou une progression dans un domaine quelconque : économique, industriel, social ou activité humaine en général ; soit dans le cadre de la préservation de la nature, de la biodiversité ou des ressources essentielles, dans le but qu'il soit durable (à plus ou moins long terme). Son concept est basé sur un développement écologiquement soutenable, socialement équitable et économiquement viable.

L'utilisation de l'expression du développement durable dans le langage courant remonte aux années 1970, mais c'est à partir des années 80 que ses concepts prennent effet d'une part face à la diminution des réserves naturelles et aux différentes pollutions engendrées par les activités humaines et d'autre part par rapport aux différents problèmes socioéconomiques à savoir la croissance démographique, la pauvreté, le chômage...etc

II.3. Définition du développement durable

L'expression de développement durable a été médiatisée par la publication du rapport Brundtland en 1987, intitulé « Notre avenir à tous ». Le développement durable y est défini comme un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins.

Cette notion se repose sur trois grands piliers de base : le social, l'économie et l'environnement, elle a comme ambition de réconcilier efficacité économique, justice sociale et conservation de la nature en définissant les intersections des différents piliers à réunir dans la perspective du développement durable comme il est indiqué sur la figure II.1.

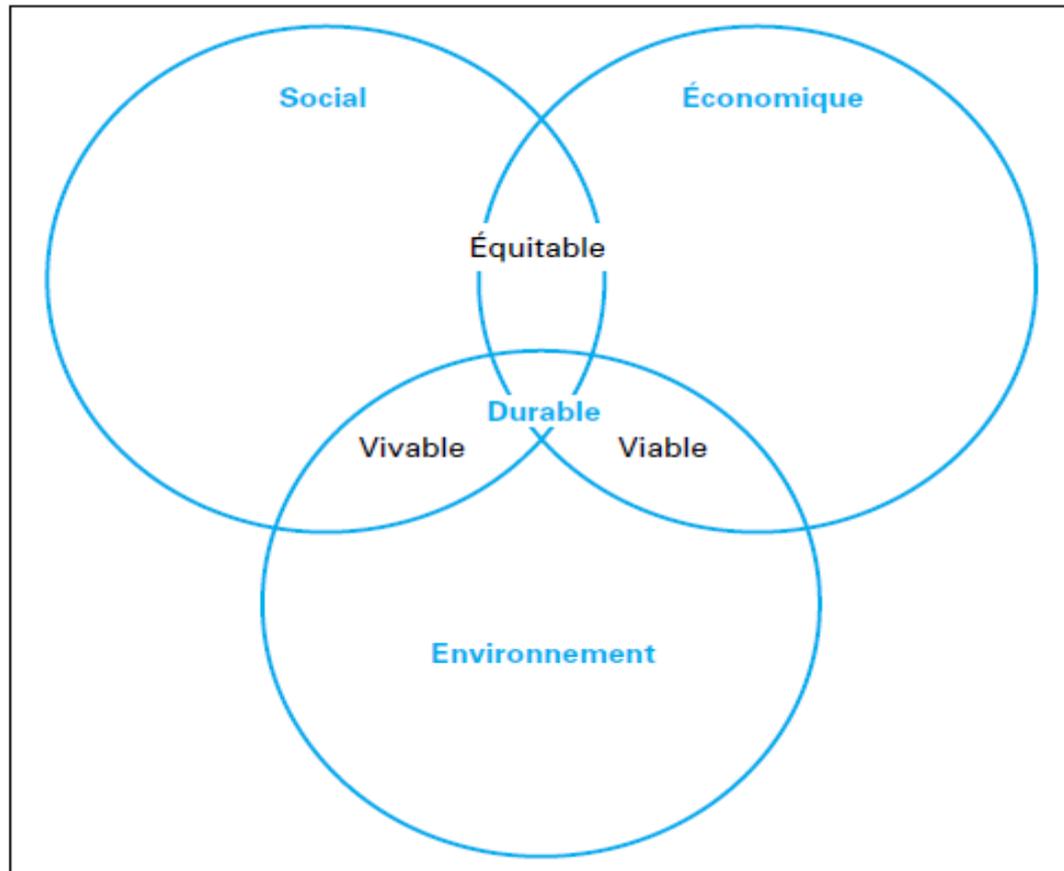


Figure II.1. Les différents piliers du développement durable

II.4. Histoire du développement durable

L'idée d'un organisme international chargé d'assurer la paix dans le monde incitant la coopération entre les pays, est restée bien vivace. Malgré l'échec de la Société des Nations (SdN), qui n'a pas vécu longtemps qui est d'ailleurs la seule qui a anticipé les Nations Unies. C'était le 12 juin 1942, sur un navire de guerre croisant dans l'océan Atlantique, que Franklin Roosevelt, président des États-Unis, et Winston Churchill, Premier ministre britannique, ont élaboré la Charte de l'Atlantique, un document énonçant la paix entre les pays du monde une fois la deuxième guerre mondiale terminée. Pour cela il fallait instaurer une famille complète d'organismes internationaux pour atteindre les objectifs humanitaires et de paix énoncés dans cette Charte. Et c'était dans ce contexte que s'est développée l'Organisation des Nations Unies (ONU) et ses organismes. À savoir l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (*Food and Agriculture Organization* FAO), l'Organisation

Mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* UNESCO).

En 1965, l'ONU comptait déjà 14 institutions spécialisées, dont la BIRD, le FMI et l'Association internationale de développement (*International Development Association* IDA), le Programme Alimentaire Mondial (PAM), qui procure de l'aide alimentaire aux pays souffrant d'insécurité alimentaire grave ; le Fond des Nations Unies pour l'enfance (*United Nations Children's Fund* – UNICEF), le Programme élargi d'assistance technique (PEAT) ; et le Fonds spécial des Nations Unies (FSNU). Le PEAT et le FSNU ont été fusionnés en 1966 pour donner naissance au Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), une instance qui finance différents projets de développement, soit directement auprès des pays en développement, soit par l'intermédiaire d'une institution spécialisée de l'ONU.

Les premières notions du développement durable apparaissent au début des années 1970 sous l'égide du Programme des Nations unies pour l'environnement en 1972 à Stockholm (PNUE), une nouvelle approche du développement qualifiée d'Écodéveloppement. Cette nouvelle pensée est basée principalement sur la satisfaction des besoins fondamentaux des populations comme l'habitat, l'alimentation, l'énergie, eau, éducation, santé... etc. par la suite une série de conférence qui a succédé cette événement dont on peut citer la Conférence mondiale de l'alimentation en 1975 à Rome, la Conférence des Nations Unies sur la désertification à Nairobi en 1977 et la Conférence internationale sur la science et la technologie au service du développement à Singapour en 1978.

Et c'est jusqu'au 1980 que l'union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources (UICN) s'est référée pour la première fois à la notion de développement durable à l'occasion de la publication de sa Stratégie mondiale pour la conservation.

En 1983 suite à la dégradation écologique due à la propagation de la pollution environnementale et aux crises économiques qu'a connu la majorité des payés, l'Assemblée générale des Nations unies a mandaté pour la première fois une Commission mondiale sur

l'environnement et le développement présidée par Mme Brundtland, qui a remis son fameux rapport en 1987 qui impose le développement durable comme nouvelle stratégie mondiale.

Face à l'ampleur de la pollution et son effet sur de la dégradation de l'environnement une conférence sur l'Environnement et le Développement s'est tenue à Rio en 1992 appelée sommet de la terre dont plusieurs textes sont adoptés et d'autres conventions ont été signées comme :

- ✓ la convention de Rio énonçant des principes généraux sur la prévention, les pollueurs payeurs, les précautions... etc.
- ✓ l'agenda 21 qui porte des plans d'action et des propositions pour le XXI^e siècle.
- ✓ la convention sur la biodiversité.
- ✓ la convention sur les changements climatiques ... etc

Cette conférence est suivie par d'autres :

- La Conférence des Nations Unies sur la population et le développement au Caire en 1994.
- La Conférence des Nations Unies sur la pauvreté et le développement social à Copenhague en 1995
- Le sommet de New York en 1997 poursuivant toujours dans le même contexte de la biodiversité et du domaine du climat (problème du réchauffement climatique), et qui a provoqué une autre assemblée la même année à Tokyo en décembre 1997 évoquant les problèmes climatiques en signant des engagements sur la réduction des émissions des gaz à effet de serre.

Et c'est en novembre 1998 est venue la conférence de Buenos Aires pour rappeler à respecter les engagements de Kyoto, un calendrier et des thèmes de travail ont été adoptés à la fin de la conférence.

En septembre 2000, l'Assemblée générale de l'ONU opte pour un ensemble d'objectifs humanitaire luttant contre la pauvreté en améliorant le mode de vie et la situation des populations à l'horizon de 2015.

En 2002 s'est tenu le Sommet mondial pour le développement durable à Johannesburg (Bilan de la Conférence de 1992 de Rio)

En 2010 s'est tenu la Conférence sur le climat à Cancun afin de revoir et d'adopter quelques mécanismes concernant le changement climatique (lutte contre la désertification, utilisation des technologies économiques et propres (non polluantes à l'environnement))

En juin 2012 Conférence des Nations Unies sur le développement durable (Rio+20)

Où les pays présents ont signé et adopté :

- le nouveau programme de l'agenda 21 concernant la gouvernance et la politique mondiale.
- Les différentes conventions concernant la biodiversité, le changement climatique et la désertification.

II.5. Les principaux principes du développement durable

La politique suivie par le développement durable vise la mise en pratique des 27 principes, énoncés au sommet de la terre à Rio en 1992 dont on peut distinguer quelques principes fondamentaux : (l'éthique, La subsidiarité, la protection de l'environnement, la précaution en matière d'environnement, la substitution, la prévention, principe pollueur-payeur, la solidarité intergénérationnelle et le principe d'amélioration continue)

II.5.1. L'éthique

L'éthique est la science de la morale qui veut dire la science du bien et du mal, ou bien en d'autres termes l'art de diriger la conduite qui est la théorie de l'action humaine en tant qu'elle est soumise au devoir et qui a pour but le bien. Selon Aristote l'éthique est tout comportement favorisant le plus grand bonheur.

D'autres définissent l'éthique en termes de justice, de vérité, d'équité, de bien ou de mal, de protection des plus faibles face à l'oppression des puissants. Selon le Code d'Hammurabi l'objectif d'éthique est de permettre que justice soit faite, de lutter contre le mal, d'empêcher les puissants d'opprimer les faibles, et de protéger la santé et le bien-être du peuple babylonien.

Dans une entreprise par exemple on peut distinguer trois types d'éthiques : sociale, Éthique économique et financière et l'éthique environnementale qui consiste la protection en respectant le patrimoine naturel en polluant moins et en contribuant à la sauvegarde des générations futures.

II.5.2. La protection de l'environnement

L'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) a toujours défendu le principe de la protection de l'environnement depuis sa création en 1948, en incitant les pays du monde entier à respecter, conserver, préserver l'environnement et la qualité de vie des êtres humains. Par conséquent la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement qui s'est tenue à Rio en 1992 ont beaucoup sensibilisé les populations et les gouvernements au problème de la détérioration environnementale causée par différents modèles de développement.

II.5.3. Principe de précaution

Consiste en adoptant des mesures préventives de la dégradation de l'environnement, Par exemple dans le cadre du transport ou d'utilisation des produits dangereux comme certains pesticides, ou l'importation des produits OVG (Organismes végétaux génétiquement modifiés). Le principe de précaution s'applique dans des situations précises pour faire face à des risques importants, c'est le quinzième principe de la déclaration de RIO explicite cette notion: « Pour protéger l'environnement, des mesures de précaution doivent être largement appliquées par les États selon leurs capacités. En cas de risque de dommages graves ou irréversibles, l'absence de certitude scientifique absolue ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir la dégradation de l'environnement. »

II.5.4. Principe de prévention

Le principe de prévention s'applique en présence d'un risque connu qui comporte des dégâts prévisibles. La prévention est un des moyens d'intervention privilégiés de l'action publique notamment dans les domaines de l'environnement, de la santé, de la sécurité routière ou de l'action sociale. Le principe de prévention concerne également chacun d'entre nous au quotidien, en particulier lorsque nous agissons prudemment afin d'éviter un accident domestique ou encore pour des raisons sanitaires.

II.5.5. Principe d'économie et de bonne gestion des ressources

Consiste à utiliser les ressources naturelles d'une manière rationnelle et les économiser afin d'assurer leur durabilité.

II.5.6. Principe de responsabilité individuelle et collective

Ce principe est basé sur le fait d'avoir la conscience et le sens de responsabilité vis-à-vis de ses activités et de ses actions individuelles ou collectives.

II.5.7. Principe pollueur payeur

Ce principe est un concept économique qui permet de prendre en compte les coûts des sociétés et la pollution environnementale générée par leurs activités, les personnes, les entreprises, les ménages qui génèrent de la pollution ou dont leurs actions ou leurs activités atteignent à la qualité de l'environnement (dégradation); et qui doivent assumer leur part de responsabilité par rapport aux coûts et les mesures de prévention, de réduction et de contrôle afin de réduire et de lutter contre la pollution de l'environnement.

II.5.8. Principe de droit à l'information

Le Principe de droit à l'information représente le dixième principe de la déclaration de Rio, il énonce le droit à l'information comme un moyen d'encourager la participation citoyenne aux processus de décisions concernant la vie collective. Il Consiste en le fait d'informer les personnes des décisions qui les concernent afin qu'elles puissent agir en conséquence pour son propre intérêt ou pour l'intérêt collectif. Ce principe considère que la participation citoyenne est une des conditions de la construction d'un développement durable.

II.6. Les objectifs du développement durable

Le Développement Durable contient 17 Objectifs appelés aussi Agenda 2030, ils ont été adoptés en septembre 2015 par les Nations Unies. Ils constituent un plan d'action pour la planète, la paix, l'humanité, et la prospérité à l'horizon de 2030.

- Éliminer la pauvreté sous toutes ses formes et partout dans le monde
- Éliminer la faim, assurer la sécurité alimentaire, améliorer la nutrition et promouvoir l'agriculture durable.
- Permettre à tous de vivre en bonne santé et promouvoir le bien-être de tous à tout âge
- Assurer l'accès de tous à une éducation de qualité, sur un pied d'égalité, et promouvoir les possibilités d'apprentissage tout au long de la vie
- Parvenir à l'égalité des sexes et autonomiser toutes les femmes et les filles
- Garantir l'accès de tous à l'eau et à l'assainissement et assurer une gestion durable des ressources en eau
- Garantir l'accès de tous à des services énergétiques fiables, durables et modernes à un coût abordable
- Promouvoir une croissance économique soutenue, partagée et durable, le plein emploi productif et un travail décent pour tous
- Bâtir une infrastructure résiliente, promouvoir une industrialisation durable qui profite à tous et encourager l'innovation
- Réduire les inégalités dans les pays et d'un pays à l'autre
- Faire en sorte que les villes et les établissements humains soient ouverts à tous, sûrs, résilients et durables
- Établir des modes de consommation et de production durables
- Prendre d'urgence des mesures pour lutter contre les changements climatiques et leurs répercussions.
- Conserver et exploiter de manière durable les océans, les mers et les ressources marines aux fins du développement durable
- Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des terres et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité

- Promouvoir l'avènement de sociétés pacifiques et ouvertes à tous aux fins du développement durable, assurer l'accès de tous à la justice et mettre en place, à tous les niveaux, des institutions efficaces, responsables et ouvertes à tous.
- Renforcer les moyens de mettre en œuvre le Partenariat mondial pour le développement durable et le revitaliser

II.7. Les enjeux environnementaux du développement durable

Les enjeux et la situation alarmante de la planète s'aggrave et devient de plus en plus nombreux :

II.7.1. Les risques industriels ou naturels

Consiste à la prévention des risques naturels ou technologiques en analysant les aspects environnementaux des catastrophes naturelles et des activités technologiques (comme les incendies, les accidents de versement des produits chimiques dangereux (pollution) afin d'assurer la sécurité et de protéger l'environnement.

II.7.2. Les ressources naturelles

Utilisation rationnelle des ressources naturelles notamment l'eau en évitant le gaspillage et en favorisant sa réutilisation. Tout en maîtrisant les risques de contamination des sols et des eaux.

II.7.3. Changement climatique

Le changement climatique est considéré comme une des premières et principales préoccupations pour l'avenir de l'humanité, à cause du réchauffement climatique provoqué par les gaz à effets de serre engendrés par les activités industrielles qui provoquent beaucoup de problèmes comme la montée du niveau d'eau des mers et des océans, modification des écosystèmes et appauvrissement de la biodiversité, la désertification...etc

II.7.4. Économies d'énergie et développement des énergies renouvelables

En maîtrisant et en économisant l'utilisation des énergies et en développant et en remplaçant les énergies non propres polluantes à l'environnement (énergies fossiles) par des énergies renouvelables.

II.7.5. La biodiversité et les écosystèmes

La protection des écosystèmes et la biodiversité, face à tous les problèmes engendrés par les activités humaines, est très importante pour le développement et l'équilibre environnemental. Par conséquent Il est important de réduire et de remédier aux différents types de pollution.

II.7.6. L'utilisation et la préservation des ressources non renouvelables

Face à la consommation et à l'utilisation accentuée de certaines matières premières (non renouvelables), il est indispensable d'économiser leurs utilisations et de favoriser leurs recyclages pour une exploitation durable ou d'envisager leurs substitutions.

II.7.7. Les déchets

Depuis le début des années 1990, la protection de l'environnement est devenue une préoccupation collective. La question des déchets est quotidienne et touche chaque individu tant sur le plan professionnel que familial. En tant que consommateur, jeteur, usager du ramassage des ordures ménagères, et trieur de déchets recyclables, citoyen ou contribuable, chacun peut et doit être acteur d'une meilleure gestion des déchets. Des gestes simples permettent d'agir concrètement pour améliorer le cadre de vie et préserver le bien-être de chacun : chaque citoyen peut jeter moins et jeter mieux.

Chapitre III

Environnement et Ressources Naturelles



III.1. Introduction

Depuis la nuit des temps les ressources naturelles, représentent la base de la vie des êtres vivants, elles sont une des principales causes des guerres et d'envahissement des pays pauvres sur ceux qui sont riches en ressources naturelles.

Les ressources naturelles jouent un rôle primordial dans le bien-être des populations, et l'économie des pays dépend au premier degré de leur exploitation. Mais malheureusement l'avenir de l'humanité et celui de la planète sont menacés par les politiques du développement économique basées sur la surexploitation des ressources naturelles qui nuisent considérablement à l'environnement, par conséquent des mesures réglementaires environnementales sont prises dont l'utilisation rationnelle des ressources naturelles en respectant les normes environnementales ce qui fait un des objectifs majeurs du développement durable.

III.2. Définition des ressources naturelles

Les ressources naturelles sont tous les biens qui proviennent de la nature sans intervention de l'homme, elles sont d'une grande vitalité pour le développement social et économique de l'humanité.

III.3. Les différentes ressources naturelles

On peut distinguer deux types de ressources naturelles : renouvelables et non renouvelables.

III.3.1. Les ressources naturelles renouvelables

Sont les biens de la nature qui se régénèrent ou repoussent de nouveau et dont les réserves peuvent être reconstituées naturellement.

III.3.1.1. L'eau

L'eau est l'élément essentiel pour la vie sur terre, chez l'homme elle représente 63% de son poids corporel, c'est une des richesses naturelles renouvelables qui se régénère par le cycle hydrogéologique, toutefois cette ressource peut devenir non renouvelable à cause des

activités humaines comme la pollution des stocks de l'eau (exemple de la pollution des nappes phréatiques)...etc.

La terre surnommée aussi la « planète bleue » est constituée majoritairement de l'eau, car les océans occupent environ 71 % de sa superficie, qui couvrent environ 361 millions de km² sur les 510 millions de km² de la surface du globe, ils représentent 97.5 % de la quantité totale de l'eau. De toute l'eau existante sur la terre seulement 2.5% est douce, et dans cette quantité il y'a environ 2% bloqué dans les calottes glaciaires et les glaciers, 0.5% existe dans le sol et juste 0.014% qui est accessible et qu'on peut trouver dans les lacs, les fleuves et les rivières ...etc. A cet effet, les océans jouent un rôle clé dans le déplacement permanent de l'eau sur tout le globe : dans l'atmosphère, en surface et dans le sous-sol de la terre qui est appelé cycle de l'eau ou cycle hydrogéologique.

III.3.1.1.1. Le cycle de l'eau

Le cycle de l'eau est le parcours suivi par l'eau sur la terre en passant par plusieurs états liquide, solide et gazeux, et en traversant un suivant chemin en quatre étapes:

- **Evaporation** : l'eau s'évapore par transformation de l'eau liquide en vapeur d'eau; Le phénomène de l'évaporation est très important car il permet la formation des nuages dans l'atmosphère.
- **Condensation** : elle permet le passage de l'état de vapeur à l'état liquide ou solide au niveau des nuages dans l'atmosphère lors de la rencontre des courants d'air froid, ce qui provoque les précipitations : pluies, neige ou grêle selon les conditions météorologiques.
- **Précipitations** : ruissellement sur la surface de la terre jusqu'aux rivières, qui vont toutes jusqu'aux océans. En assurant l'alimentation des cours d'eaux, une autre partie de cette eau s'infiltré dans le sol et ruisselle dans les roches de la Terre. Ce qui assure la réhydratation des sols qui emmagasinent l'eau en particulier dans les roches superficielles, et l'alimentation des nappes phréatiques et des rivières souterraines.

- **Stockage** : l'eau des précipitations peut aussi être stockée sur une courte période avant de s'évaporer de nouveau dans les océans, les lacs, les calottes polaires et dans le sous-sol...etc.

La figure III.1 ci-dessous représente le schéma des différentes étapes du cycle de l'eau

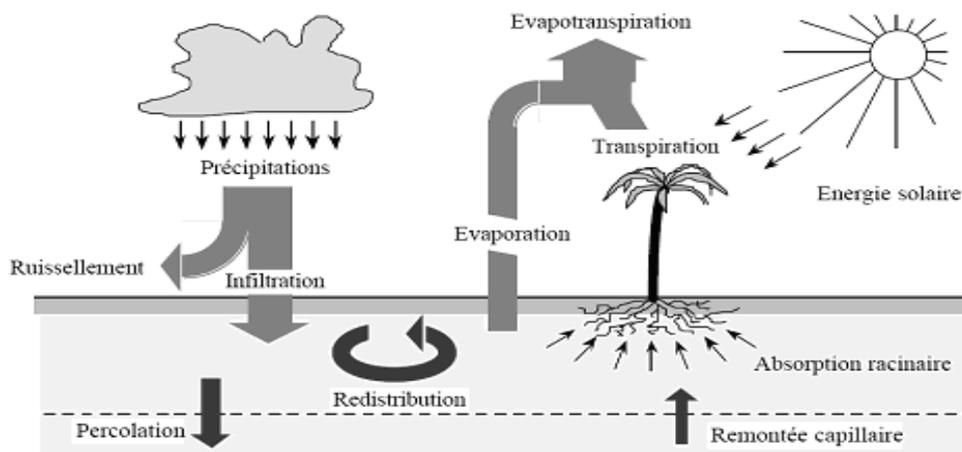


Fig. IV.1. Cycle de l'eau (source internet).

III.3.1.1.2. Influence de l'homme sur le cycle de l'eau

Tandis que la distribution démesurée de l'eau dans le monde s'y fait de plus en plus rare, l'influence de l'homme sur le cycle de l'eau est persistante avec sa mauvaise gestion et ses différentes activités humaines par rapport aux aménagements du territoire (la déforestation l'extension des villes et des zones industrielles) et aux pollutions industrielles qui ont une très grande influence sur la modification de toutes les étapes du cycle naturel de l'eau, et notamment sur la quantité et la qualité des pluies engendrées par la pollution atmosphérique (pluies acides).

III.3.1.2. Air ou l'atmosphère

L'atmosphère est une immense couche de gaz et de poussières qui enveloppe le globe terrestre. Les trois principaux gaz de l'atmosphère sont l'azote à 78,1 %, l'oxygène à 20,9 %, et l'argon 0,9 %, sans oublier la vapeur d'eau entre 1 % et 4 % et d'autres gaz en quantités

infiniment faibles comme le dioxyde de carbone, le néon, l'hélium, le krypton, l'hydrogène, le xénon et l'ozone.

Par ailleurs, différents types de fines particules en suspension dans l'air appelées aérosols sont présentes dans les basses couches de l'atmosphère dont les poussières provenant de volcans, grains de sable et de sel, pollens, gaz polluants rejetés par les industries, etc.

III.3.1.2.1. Les différentes couches de l'atmosphère terrestre

L'atmosphère est constituée de cinq couches superposées de propriétés différentes par rapport à leur épaisseur, température et pression), elle est d'une épaisseur totale d'environ 10 000 km.

Ces couches sont la troposphère, la stratosphère, la mésosphère, la thermosphère et l'exosphère comme est indiqué sur la figure I.1.

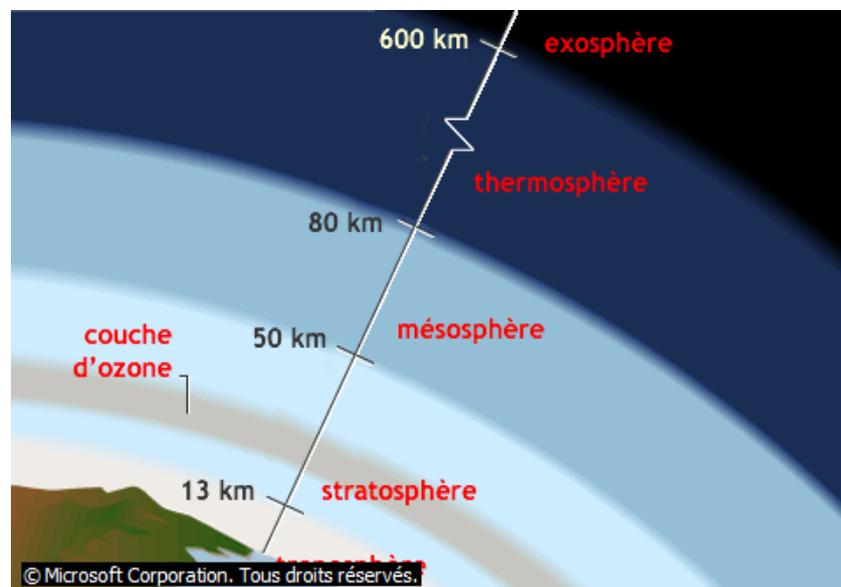


Figure I.1. Les couches de l'atmosphère terrestre (Source : Encarta 2015)

➤ La troposphère

La troposphère est la première couche proche de la surface de la terre là où s'accumulent les gaz polluants. Elle est d'une épaisseur moyenne de 13 km, Sa température

diminue de 6,5 °C par km d'altitude. Sa température à sa limite (tropopause) est d'environ - 60 °C.

➤ **La stratosphère**

La stratosphère est d'une épaisseur d'environ 50 km, elle est caractérisée par une température proche de celle de la surface terrestre. La température augmente progressivement dans la stratosphère car la couche d'ozone située entre 20 et 30 km d'altitude d'où elle absorbe le rayonnement solaire.

➤ **La mésosphère**

La mésosphère se situe entre 50 et 80 km d'altitude, sa température diminue jusqu'à 140 °C au niveau de sa limite appelée mésopause. Cette couche est caractérisée par la présence des météorites brûlants qui forment les étoiles filantes.

➤ **La thermosphère**

La thermosphère s'étend entre 80 et 600 km d'altitude. Sa température atteint les 1 200 °C.

➤ **L'exosphère**

L'exosphère est la dernière couche avant l'espace, c'est aussi la zone que orbite les satellites artificiels, elle est d'une altitude d'environ 10 000 km.

Malheureusement la qualité de l'air ne cesse de se dégrader depuis 18 siècles et jusqu'à présent. Et qui a des effets nocifs sur la santé de l'homme et son bien-être, par conséquent elle est considérée comme une des plus grandes nuisances qu'il convient de combattre.

III.3.1.3. La terre

Par définition la terre désigne l'ensemble des éléments terrestres présents au-dessus du niveau moyen de la mer, elle inclut le sol avec ses différents reliefs, la faune et la flore. Elle représente une des ressources essentielles pour la survie des populations sur le plan biologique et environnemental (équilibre écologique) et économique par l'exploitation des terres et

installation des différentes activités industrielles, agricoles et gisement des minéraux et combustibles fossiles.

III.3.1.4. Les forêts

Les forêts sont les ressources naturelles les plus abondantes et les plus Variées, elles jouent un très grand rôle pour l'existence humaine elles nous servent d'abri, elles nous fournissent du bois, de l'oxygène, des plantes médicinales, des matériaux de construction et du combustible. Les forêts peuvent lutter contre la désertification et l'érosion, elles jouent un rôle important dans l'équilibre de l'environnement en régulant le climat, et dans le développement socioéconomique des pays industrialisés.

La déforestation, les activités industrielles, les feux de forêt, les pluies acides détruisent des milliers d'hectares de forêt par an dans le monde, une vraie menace pour la biodiversité, les écosystèmes forestiers et l'équilibre de l'environnement.

III.3.1.5. Les sols

Par définition le sol est un milieu naturel dynamique vivant très complexe, en raison de la diversité de ses constituants. D'après la nomenclature pédagogique, le sol est subdivisé en trois couches :

- Une couche supérieure «horizon A» appelée «humus», proche de la surface et riche en matières organiques
- Une couche inférieure «horizonB» qui correspond à l'accumulation des minéraux lessivés depuis la surface.
- Une couche de surface qui surmonte la roche mère non altérée appelé «horizon C».

Le sol est composé essentiellement de la Matière organique, Matière minérale, des organismes vivants, de l'air et de l'eau dont on peut distinguer l'eau gravitaire, l'eau de rétention et des nappes phréatiques.

Il est impérativement important de savoir que de tous les thèmes de l'environnement, celui de la pollution du sol et des nappes phréatiques est singulier à plusieurs titres, ils se distinguent par:

- La difficulté d'identifier les sources et par conséquent d'en évaluer les impacts et les risques
- Le caractère persistant voire irréversible des pollutions et des impacts qui peuvent en résulter sur la valeur patrimoniale d'un site.
- Le caractère récent de la prise en compte et le manque de maturité scientifique ou réglementaire sur le sujet

III.3.1.6. La biodiversité

La biodiversité désigne la diversité du monde vivant, son apparition dans les années 80 aux Etats Unies s'est coïncidée avec la prise de conscience de disparition de quelques espèces due à la modification de leur milieu de vie.

Selon l'article 2 de la convention sur la diversité biologique, la biodiversité est définie comme étant la variabilité des organismes vivants de toute origine, y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie, cela comprend la diversité au sein des espèces et entre les espèces ainsi que celles des écosystèmes. On distingue 3 niveaux de diversité :

- Diversité des écosystèmes
- Diversité des systèmes
- Diversité génétique

III.3.1.7. Les ressources alimentaires

Sont tous les éléments nutritifs énergétiques (animaux végétaux, minéraux) consommés par les êtres vivants, malheureusement la mauvaise gestion des ressources alimentaires de l'Homme peut avoir un impact néfaste sur la biodiversité (exemple de la surpêche et de la déforestation)

III.3.2. Les ressources naturelles non renouvelables

Sont toutes les richesses naturelles épuisables, qui ne se renouvellent pas, comme les énergies fossiles, les minéraux...etc.

III.3.2.1. Les Minerais

Les minerais sont des produits inorganiques (métaux ou des matériaux) extraits à partir des roches de la terre. L'extraction des minerais est d'une valeur économique très rentable, malgré le coût et le prix de revient des techniques d'exploitation. Le seul problème est l'impact incontournable de ces gisements sur l'environnement et l'écosystème.

III.3.2.2. Les combustibles fossiles

Sont d'excellents carburants. On appelle combustible fossile toute matière combustible originaire de la dégradation de la matière organique, dont on peut citer le charbon, le pétrole et le gaz naturel.

III.3.2.2.1. Le charbon

Est une roche noire riche en carbone, il représente 80% des énergies fossiles disponibles, il se forme par la décomposition de débris végétaux sédimentés pendant plusieurs années, il est utilisé comme matière première, en sidérurgie il est mélangé au minerai de fer pour produire de l'acier ou du fer.

III.3.2.2.2. Le pétrole brut et les produits pétroliers

Le pétrole brut est un mélange d'hydrocarbures associé à des composés oxygénés, azotés et sulfurés, il contient aussi quelques traces de vanadium, du molybdène et du nickel. Il se forme à partir des sédiments des matières organiques, et il se trouve dans des roches de quelque million d'années.

Le pétrole est considéré l'une des premières sources d'énergie utilisées actuellement dans le monde. Ses dérivés rentrent dans la composition d'une grande variété de nos produits utilisés quotidiennement comme le gaz naturel, les combustibles de nos différents moyens de transport, les matières en plastiques ...etc.

III.3.2.2.3. Le gaz naturel

Le gaz naturel joue un rôle énergétique graduel, son utilisation dans les différents secteurs notamment dans la production d'électricité et les industries de précision est liée à l'importance de ses réserves et les avantages qu'il présente sur le plan de l'environnement.

Le gaz naturel est composé essentiellement du méthane CH_4 jusqu'à 98%, de l'éthane C_2H_6 , du propane C_3H_8 , du butane C_4H_{10} , du pentane plus C_5+ , Il contient aussi de l'azote, du dioxyde de carbone et du sulfure d'hydrogène H_2S .

Dans le cas du gaz naturel, Les différentes étapes de production de traitement et de transport constituent une chaîne de gaz, le gaz naturel est transporté sous forme de gaz naturel liquéfié (GNL) dans des pipes et dans des méthaniers après l'avoir liquéfié à très basse température.

III.3.2.2.4. Energie nucléaire

L'énergie nucléaire est une des plus importantes sources d'énergie actuellement dans le monde, elle a connu une croissance incessante depuis son apparition, elle fonctionne selon le principe de la fission qui se produit lorsqu'un neutron rencontre certains noyaux atomiques lourds, dans des réacteurs nucléaires conçus pour déclencher et contrôler les réactions en chaîne qui produisent de la chaleur et de l'électricité. Parmi les éléments radioactifs naturels les plus connus, l'uranium qui peut être soumis à la fission dès son extraction à l'état naturel, et le thorium qui doit être d'abord converti dans un réacteur nucléaire.

III.4. Les énergies renouvelables

La progression des capacités de production d'énergies renouvelables observée dans le monde au cours de la dernière décennie a été particulièrement rapide, et constitue un changement profond et durable de l'équilibre énergétique mondial.

Les énergies renouvelables sont des énergies inépuisables contrairement aux énergies fossiles, on les appelle aussi les énergies propres, les sources renouvelables. Elles servent à produire de la chaleur, de l'électricité ou des carburants. Les principales énergies

renouvelables sont l'énergie hydroélectrique, l'énergie éolienne, l'énergie de biomasse, l'énergie solaire, la géothermie et les énergies marines.

III.4. 1. Energie solaire

L'énergie solaire, transmise par rayonnement, permet la production de la chaleur et de l'électricité grâce aux systèmes des panneaux solaires thermiques et aux panneaux photovoltaïques.

III.4. 1. 1. Energie solaire photovoltaïque

L'énergie solaire photovoltaïque est une énergie électrique produite par transformation des rayonnements solaires au moyen des cellules ou modules solaires qui produisent de l'électricité.

III.4. 1. 2. Energie solaire thermique

Les capteurs solaires produisent de l'eau chaude sanitaire. Ils peuvent être aussi utilisés pour le chauffage. Les capteurs solaires dits aussi "haute température" produisent de l'électricité par vapeur interposée.

III.4. 2. Energie Eolien

L'énergie éolienne provient de l'énergie cinétique du vent, connue par son terme technique les aérogénérateurs, mis en mouvement par le vent, permettent de produire de l'électricité, en mer (énergie hydrolienne) et sur terre.

Les éoliennes comme toutes les autres énergies renouvelables ne produisent aucune pollution de l'air ou de l'eau sur leur site de production. Bien que certains leur reprochent d'être trop bruyantes ou de porter atteinte au paysage.

III.4. 3. Energie hydraulique

L'énergie hydraulique exploite la force de l'eau c'est-à-dire mouvement de l'eau à savoir chutes d'eau, cours d'eau courants marins (énergie marémotrice), marée, vagues

(énergie houlomotrice), et grâce à des barrages ou de petites centrales sur des cours d'eau qui transforment l'énergie cinétique du mouvement de l'eau en électricité.

III.4. 4. Energie géothermie

L'énergie géothermique est l'utilisation de la chaleur par rapport à la différence de température sous la surface de la terre pour produire de l'énergie qui sert à chauffer (basse et moyenne énergie) ou transformer en énergie électrique (haute énergie).

III.4. 5. Energie biomasse

La biomasse est utilisée pour produire de l'énergie à partir des matières organiques comme le bois, la chaleur des usines d'incinération des déchets et des boues des eaux usées ou de l'industrie qui produisent du biogaz (méthanisation) qui sera aussi à son tour brûlé pour générer de la chaleur ou de l'électricité et produire aussi des biocarburants.

III.4. 6. Cogénération ou production combinée de chaleur et d'électricité

La cogénération est un système très efficace qui est exploité dans de nombreux procédés industriels, il produit simultanément deux formes différentes d'énergie à partir d'un seul combustible:

- De la chaleur exploitable dans de nombreux procédés industriels au lieu qu'elle sera rejetée dans l'atmosphère dont elle devient une source d'énergie avec des avantages économiques et environnementaux majeurs.
- De l'électricité (ou de la puissance mécanique)

La cogénération appelée en anglais combined heat and power (CHP), son efficacité atteint les 80% qui dépassent de loin le rendement des systèmes de conversion conventionnel qui est en générale inférieur à 35%.

Chapitre IV. Les substances



IV.1. Introduction

La pollution de l'environnement représente actuellement un des problèmes majeurs qui menace l'équilibre de la vie sur terre, elle influence en premier lieu sur la santé, le bien-être de l'être humain ainsi que tous les écosystèmes. Malheureusement l'homme est à l'origine de toute pollution et dégradation de l'environnement que soit atmosphérique, eau ou sol, à cause des polluants engendrés par ses différentes activités socio-économiques et industrielles.

Actuellement la plupart des substances polluantes sont soumises à des normes de rejet environnemental selon leur durée de vie et leur concentration.

IV.2. Les substances polluantes atmosphériques

Les problèmes de pollution se situent sur des différentes échelles de temps et d'espace très variables. La durée de vie du méthane CH₄ dans l'atmosphère par exemple est d'environ 12 ans, celle de CO est de 40 jr et du SO₂ est de quelques jours à un mois. Mais la concentration de substance varie selon l'endroit qui dépend de sa distance par rapport à la source d'émission. On peut distinguer deux sortes de polluants :

- Les polluants primaires : ce sont des polluants présents à l'endroit de leur rejet.
- Les polluants secondaires sont des polluants qui résultent de la transformation physico-chimique des polluants primaires au cours de leur séjour dans l'atmosphère.

IV.3. Les différents types de polluants

IV.3.1. Les polluants réglementés

Actuellement il existe 12 polluants réglementés en air extérieur et 2 en air intérieur, compte tenu de leur effet sur la santé et l'environnement, ils sont considérés comme des indicateurs de pollution atmosphérique et ils sont surveillés par des prises de mesures continues à l'aide des appareils spécialisés, pour l'air extérieur les mesures sont prises généralement par des organisations et des associations de surveillance de la qualité de l'air comme sama safia en algérie, les différents polluants réglementés sont :

➤ **En air extérieur**

- SO₂ : le dioxyde de soufre
- CO : le monoxyde de carbone
- NO_x : les oxydes d'azote
- O₃ : l'ozone
- (PM₁₀) : les particules
- (PM_{2,5}) : les particules fines
- C₆H₆ : le benzène
- Pb : le plomb
- As : arsenic
- Cd : cadmium
- Ni : nickel

➤ **en air intérieur**

- CHO : formaldéhyde.
- C₆H₆ : benzène

IV.3.2. Les composés organiques,

Les COV regroupent une multitude de substances et ne correspondent pas à une définition très rigoureuse. Les hydrocarbures appartiennent aux COV et on fait souvent l'amalgame à tort. Ceci est sans doute dû au fait que l'on exprime souvent les COV en hydrocarbures totaux équivalents méthane, ou propane, ou par rapport à un autre hydrocarbure de référence. Il est fréquent de distinguer séparément le méthane (CH₄) qui est un COV particulier, naturellement présent dans l'air, des autres COV pour lesquels on emploie alors la notation COVNM (Composés Organiques Volatils Non Méthaniques) on peut distinguer différentes familles de COV à savoir :

- les alcanes (propane)
- les alcènes (connus pour leurs grandes réactivités)
- les diènes et les terpènes (multiples et doubles liaisons)
- les aromatiques mono ou polycycliques
- les composés oxygénés (alcool, cétones, esters...).
- les aromatiques mono ou polycycliques (benzène, toluène)

Les sources de COV sont très nombreuses, les émissions sont dues à certains procédés industriels impliquant la mise en œuvre de solvants (chimie de base et chimie fine, parachimie, dégraissage des métaux, application de peinture, imprimerie, colles et adhésifs, caoutchouc, etc...), ou n'impliquant pas de solvants (raffinage du pétrole, utilisation de CFC, production de boissons alcoolisées, de pain, etc.). L'utilisation de combustibles dans des foyers contribue un peu aux émissions mais sans aucune comparaison avec les proportions indiquées pour SO₂ et NO_x. On retrouve au premier rang des émetteurs les transports (surtout automobile). On notera également que la biomasse est fortement émettrice (forêts), sans oublier non plus les émissions liées aux produits domestiques (peinture, produits d'entretien, parfums et cosmétiques, journaux, tabac, etc.).

IV.3.3. Les Produits Organiques Persistants (POP)

Dans le cadre de convention de Stockholm, entrée en vigueur le 17 mai 2004, 12 polluants organiques persistants (composés organiques toxiques à basse concentration) ont été interdits et limités strictement leur production et leur utilisation parmi lesquels des insecticides (l'aldine, le chloradine, le DDT, la dieldrine, l'endrine, l'heptachlore, le mirex et le toxaphène), un fongicide (l'hexachlorobenzène (HCB)) et des produits chimiques issus de la production d'autres substances chimiques ou de l'incinération des déchets (les dioxines et les furanes (Diox)) et un ensemble d'hydrocarbures chlorés et Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) et d'autres produits utilisés dans des applications industrielles comme les additifs au plastique (Polychlorobiphényles PCB), les Trichloroéthylène (TRI), les Trichloroéthane (TCE) et les Tetrachloroéthylène (PER)

C'est des produits des résidus industriels souvent toxiques, mutagènes et cancérigènes, qui interfèrent avec notre système hormonal et sexuel. Ils sont semi-volatiles et circulent plus ou moins bien dans l'air, en fonction de sa température. Ils sont lipophiles (faible solubilité dans l'eau mais forte dans les graisses), avec attirance forte pour les tissus adipeux où ils se concentrent généralement (forte bioaccumulation). Ils ont également une durée de vie très longue (persistance dans le milieu).

IV.3.4. Les métaux lourds

On appelle métaux lourds tous les métaux dont le poids atomique est supérieur à celui du fer (cuivre, nickel, zinc, plomb, mercure, sélénium...), on les rencontre seuls ou associés,

sous forme de métal, à des degrés d'oxydation variables ou sous forme organométallique. Leurs sources sont d'origine naturelle (érosion des sols, éruptions volcaniques, feux de forêts...) ou anthropogéniques (production d'énergie par combustion, pyrometallurgie, incinération des déchets). Chaque métal génère des effets différents sur la santé humaine. Ainsi le mercure, sous la forme de méthylmercure, s'accumule dans la chaîne alimentaire avec des facteurs de concentrations de l'ordre de 10^6 à 10^7 . Le plomb organique perturbe fortement le système nerveux et le plomb métal peut conduire au saturnisme. Le cadmium est répertorié comme très toxique. Le nickel et le béryllium provoquent des allergies cutanées. Le zinc et ses sels sont à l'origine de problèmes respiratoires et intestinaux.

IV.3.5. Les particules

On appelle les particules qui se retrouvent dans l'air les particules en suspension c'est le nom commun pour toutes les particules qui flottent librement dans l'air ambiant. Et on entend parler par le terme aérosol tous les types de particules en suspension telles que fumées, poussières et vésicules. Les aérosols sont classifiés, selon leur mécanisme de formation, en particules primaires et secondaires. Les particules primaires sont émises directement sous une forme particulière, tandis que les particules secondaires sont issues de la conversion dans l'atmosphère de gaz précurseurs en particules. Les deux types de particules sont sujets à une croissance et à des transformations, ce qui permet la formation de matériel secondaire sur la surface des particules existantes (adsorption).

Les particules peuvent être aussi subdivisées selon leur dimension; leur diamètre varie de quelques nanomètres (nm) à des dizaines de micromètres (μm). La taille des particules influe de façon significative sur les caractéristiques physico-chimiques, le mode de formation, l'impact sur la santé et sur l'environnement, ainsi que la dynamique et la durée de vie dans l'air (transport et déposition) de ces particules.

La notation PMX utilisée dans l'étude des particules, se rapporte à la matière particulaire comportant des particules de diamètre inférieur à X μm . Sur la base de la capacité des particules à pénétrer dans le système respiratoire et de l'efficacité de collecte propre aux échantillonneurs d'aérosols, on distingue les classes suivantes :

PM₁₀ : ce sont les particules inhalables dont le diamètre est inférieur à 10 μm .

PM_{2,5} : cette classe regroupe les particules de diamètre inférieur à 2,5 µm (appelées particules fines et/ ou respirables) ;

PM_{2,5-10} : appelées grosses particules. Cette fraction se compose des particules ayant un diamètre compris entre 2,5 et 10 µm ;

PM_{1-2,5} (classe intermodale): ces particules ont un diamètre compris entre 1 et 2,5 µm. Elles sont essentiellement issues de la remise en suspension des poussières du sol ;

PM₁ : sont des particules très fines de diamètre inférieur à 1µm qui peuvent pénétrer profondément dans le système respiratoires et atteindre les alvéoles.

Les aérosols atmosphériques jouent un rôle important dans la modification des conditions de vie sur la terre. D'une part, ils contribuent à l'évolution du climat en intervenant sur le bilan radiatif terrestre. D'autre part, ils peuvent être nocifs pour la santé humaine. Ces deux notions sont directement liées aux caractéristiques physicochimiques de l'aérosol.

La profondeur de pénétration et le mécanisme de déposition des particules solides dans l'appareil respiratoire dépendent d'abord de leurs diamètres aérodynamiques et de la morphologie des voies aériennes qui conditionnent les modalités de l'écoulement aérien.

Selon certaines estimations, les risques relatifs de mortalité due aux maladies cardiovasculaires et au cancer des poumons s'accroissent respectivement de 12 et de 14 % par augmentation de 10 µg/m³ des PM_{2,5}.

Parmi les effets liés à une exposition de longue durée, nous mentionnerons : accroissement des symptômes des voies respiratoires inférieures et des maladies respiratoires obstructives chroniques, réduction des fonctions pulmonaires chez les enfants et les adultes, et raccourcissement de l'espérance de vie dû principalement à la mortalité cardio-pulmonaire et probablement au cancer des poumons.

Les poussières : sont des dispersions de particules solides dans l'atmosphère, formées par un procédé mécanique ou par la remise en suspension depuis les lieux de dépôt

Les vésicules (brumes) : sont des aérosols liquides ou comportant une phase liquide

IV.3.5. Les chlorofluorocarbones

Les chlorofluorocarbones ou les CFCs sont des composés chimiques connus sous le nom commercial Fréons) c'est des gaz fluorés, dérivant d'hydrocarbures saturés. Ils sont constitués d'atomes de chlore, du fluor et de carbone. Ils sont incolores, inodores, ni toxiques, ni inflammables et ni cancérogènes mais ils contribuent à l'effet de serre et à la destruction de la couche d'ozone.

Les CFCs largement répandus sont les liquides réfrigérants dans la réfrigération et les climatiseurs, ils sont utilisés aussi comme dissolvants dans les décapants, et comme agents de soufflage dans la production de mousse, Leur durée de vie dans l'atmosphère varie de 20 à plusieurs centaines d'années. Les 5 principaux CFCs connus sont le CFC-11 (trichlorofluorométhane CFC13), CFC-12 (dichlorodifluorométhane - CF2Cl2), CFC-113 (trichlorotrifluoroéthane - C2F3Cl3), CFC-114 (dichlorotétrafluoroéthane - C2F4Cl2), et CFC-115 (chloropentafluoroéthane- C2F5Cl).

IV. 4. Les effets de différentes substances sur l'environnement

IV. 4. 1. Effets sur la santé humaine

Les polluants atmosphériques peuvent agir à différents niveaux du corps humain au niveau de la peau, c'est le cas notamment des vapeurs irritantes et des phénomènes d'allergie, au niveau des muqueuses, au niveau des alvéoles pulmonaires. Les polluants se dissolvent et passent dans le sang ou dans les liquides superficiels, au niveau des organes certains toxiques véhiculés par le sang peuvent s'accumuler dans des organes.

Et plus les particules sont fines plus elles pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire et plus leur temps de séjour y est important. Elles ont une double action liée aux particules proprement dites et aux polluants qu'elles transportent (métaux, hydrocarbures, dioxyde de soufre, etc.). Elles irritent le système respiratoire humain et peuvent contribuer au déclenchement de maladies respiratoires aiguës. Le SO_2 par exemple entraîne une inflammation des bronches avec un spasme qui provoque une altération de la fonction respiratoire, le NO_2 est toxique (40 fois plus que CO, 4 fois plus que NO) NO_2 pénètre profondément dans les poumons. Les pics de concentrations sont plus nocifs qu'une même dose sur une longue période. NO est un gaz irritant pour les bronches, il réduit le pouvoir

oxygénateur du sang. Le CO se fixe sur l'hémoglobine du sang. Le phénomène est irréversible. On connaît les accidents mortels liés à l'inhalation de CO lors du fonctionnement défectueux de chauffe-eau.

IV. 4. 2. Effet Sur les êtres vivants en générale

La pollution de l'air semble avoir des conséquences globales ; en affectant la santé de nombreux êtres vivants évolués, et même d'espèces réputées primitives et résistantes (lichens, algues, invertébrés..). La pollution peut directement tuer des organismes (ex : lichens sensibles à la pollution acide de l'air). Elle a aussi des impacts indirects (par exemple en dégradant les odeurs, hormones ou phéromones avant qu'elles atteignent leurs cibles), ce phénomène pouvant pour partie expliquer le déclin de certaines populations d'abeilles et d'autres pollinisateurs (dont certains oiseaux) constaté dans tous les pays industriels et agricoles. Il pourrait aussi expliquer les difficultés qu'ont les individus de certaines espèces (lézards, serpents, amphibiens, certains mammifères) à se reproduire (mâle et femelles ne se retrouvant plus ou moins bien) ou de certaines espèces à se nourrir (l'individu ne percevant plus aussi bien l'odeur qui le conduisait à sa source de nourriture)

IV. 4. 3. Effet sur les écosystèmes forestiers et phénomène des pluies acides.

Les végétaux sont exposés de manière durable à la pollution atmosphérique. Dans certaines recherches, ils sont d'ailleurs utilisés comme bio-indicateurs (lichens par exemple). Ils peuvent être l'objet d'atteintes aiguës telles que nécroses et d'atteintes chroniques telles que troubles de croissance. A part les forêts, la pollution de l'air touche aussi les céréales et les plantes agricoles, comme les pois, les épinards et le trèfle. Certaines espèces d'arbres fruitiers sont également très sensibles ; c'est le cas par exemple des abricotiers. Les végétaux sont exposés à la fois à l'action des polluants en suspension dans l'atmosphère, aux retombées sèches de poussières et de métaux et aux dépôts acides. Ils sont atteints directement par le feuillage et aussi indirectement par l'intermédiaire du sol (lessivage d'éléments nutritifs). Bien que chaque polluant ait un effet spécifique, ce sont surtout les retombées acides qui sont dangereuses pour les végétaux. La couche protectrice des feuilles et des aiguilles peut subir des lésions visibles, telles que fentes et augmentation de la taille des pores.

L'eau de pluie ruisselant à l'intérieur des forêts présente un pH inférieur à celui des pluies normales, qui est due à la présence de la pollution atmosphérique (les oxydes de soufre

(SO₂), qui se produit par l'industrie chimique ou lors de la combustion du pétrole et du charbon, l'azote (NO_x) qui proviennent le plus souvent des centrales thermiques et de la combustion des carburants des véhicules) qui se combinent avec l'humidité de l'air pour créer respectivement de l'acide sulfurique (H₂SO₄) et de l'acide nitrique (HNO₃).

L'augmentation de l'acidité des sols peut entraîner des lésions aux racines des arbres et se répercuter sur l'activité des micro-organismes, comme les bactéries de l'azote par exemple. En tant qu'oligo-éléments, les plantes ont besoin de composés métalliques à base de cuivre, fer, zinc, etc. mais une accumulation de ces métaux équivaut à un empoisonnement. L'obstruction des stomates par les particules fines contribue aussi au dépérissement des arbres par conséquent la pollution atmosphérique est l'un des nombreux éléments participant aux dépérissements forestiers.



Figure IV.3. La dégradation des forêts par les pluies acides

IV. 4. 4. Effets sur les matériaux

Les matériaux sont essentiellement affectés par la pollution acide qui entraîne une dégradation des édifices, monuments ou façades d'immeubles. La pollution atmosphérique met en danger notre patrimoine culturel et occasionne d'onéreux travaux de ravalement de façades ou de restauration des monuments.

Les dégradations des matériaux, (métaux, pierres, peintures, tissu, cuir, plastiques, caoutchouc, papiers...), utilisés dans différentes fonctions (bâtiment, grands équipements,

matériels mécaniques et électroniques, revêtements...) dues aux particules solides peuvent se produire par abrasion, salissure et corrosion. Ce phénomène se produit par les substances oxydantes et acides supportés par les particules solides.

Les peintures peuvent être assombries par les dépôts des particules solides noires. Les surfaces fraîchement peintes sont généralement collantes et retiennent les particules. A côté de la corrosion des matériaux, une autre forme d'impact de la pollution atmosphérique sur le cadre bâti et constitué par le phénomène de salissure de la surface des matériaux du fait du dépôt de particules. Les particules fines, et notamment les particules émises par les moteurs diesel, paraissent particulièrement efficaces et elles peuvent s'infiltrer à l'intérieur des habitations provoquant la salissure des murs, plafonds, tapis,...etc. Cette dégradation de la bâtie (bâtiment, monuments historiques,...) est l'effet le plus visible.

IV. 4. 5. Effets sur les écosystèmes d'eau douce

L'acidification des lacs et des cours d'eau entraîne une destruction parfois irréversible de la vie aquatique. La baisse du pH provoque la mise en solution de métaux contenus naturellement dans le sol, comme l'aluminium toxique à l'état dissous pour presque la totalité des organismes vivants.

IV. 4. 6. Effet sur le climat et la visibilité

L'aérosol atmosphérique joue un rôle dans le climat dû à son influence sur l'équilibre radiatif et sur les processus liés à la formation de nuages et aux propriétés radiatives. Les aérosols dispersent et/ou absorbent le rayonnement (effets directs sur le climat) selon leur composition chimique et leur taille.

La visibilité est la qualité de l'atmosphère qui permet de voir à une plus ou moins grande distance, mais aussi de voir plus ou moins bien des objets proches et d'en apprécier les détails de couleur ou de texture. La visibilité est considérée comme un élément de bien-être. La pollution atmosphérique réduit la visibilité par absorption et par diffraction de la lumière. L'absorption est principalement le fait des particules de carbone élémentaire émises notamment par les moteurs diesels, et de gaz tels que le dioxyde d'azote qui donne à l'atmosphère une couleur brune. La diffraction, qui est le fait des particules fines (PM_{2,5}), est

fonction de la taille des particules ; elle est aussi en relation avec l'humidité de l'atmosphère, la composition chimique des particules et leur processus de formation.

Les sulfates et les nitrates, composantes importantes des particules PM_{2.5} dispersent très efficacement la lumière et contribuent fortement à la réduction de la visibilité. L'effet de l'humidité est aussi important : plus elle augmente, plus la capacité des particules à disperser la lumière augmente.

IV. 4. 7. Effet sur le climat et phénomène d'effet de serre

Certains polluants atmosphériques, notamment les CFC, détruisent la couche d'ozone. Et certaines activités rejettent dans l'atmosphère des gaz appelés gaz à effet de serre. Ces gaz provoquent un effet de serre sur l'ensemble de la planète, ce qui fait augmenter la température moyenne de la terre. Cette influence des hommes a commencé au début du XX^e siècle (début de la période industrielle) et ne cesse d'augmenter.

Le Soleil émet en permanence un rayonnement (mélange de lumière visible, d'infrarouges et d'ultraviolets) qui se propage dans l'espace. Une partie de ce rayonnement solaire qui traverse l'atmosphère terrestre est absorbée par la surface de la Terre. Celle-ci émet en retour un rayonnement infrarouge (de la chaleur) en direction de l'espace. Cependant, une partie de ce rayonnement infrarouge est renvoyée en direction de la surface terrestre par certains gaz de l'atmosphère appelés « gaz à effet de serre ». Pour schématiser, l'atmosphère et les gaz à effet de serre se comportent comme la vitre qui maintient la chaleur à l'intérieur de la serre d'un jardinier.

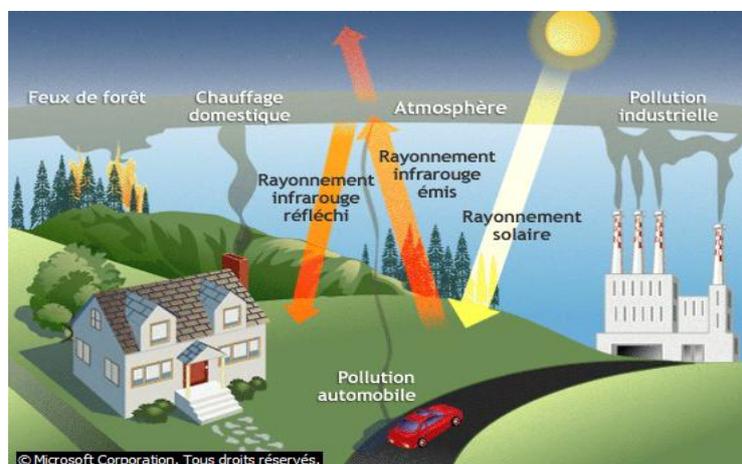


Figure IV.4. Le principe de l'effet de serre.

Depuis l'ère industrielle, il y a accroissement des concentrations des gaz à effet de serre :

- CO₂ lié principalement aux combustions industrielles, domestiques et aux transports.
- CH₄ lié principalement aux pratiques agricoles : riziculture par exemple, élevage.
- N₂O lié principalement aux pratiques agricoles.
- CFC (maintenant bannis), HFC, PFC, SF₆.

IV. 4. 8. Impact sur l'écosystème aquatique et phénomène d'eutrophisation

La pollution des milieux aquatiques peut être engendrée par plusieurs facteurs à savoir les effluents urbains des zones côtières, l'industrie en zones côtières, les rivières et fleuves contaminés, les contaminations par voie atmosphérique (industrie, circulation automobile,...) ou par activités de navigation et d'extraction de gaz et de pétrole en mer.

Cette pollution peut être physique ou chimique ou chimique par l'eutrophisation:

➤ **Pollution physique:**

Ce type de pollution se trouve généralement sous forme de Matières en suspensions (M.E.S)
Ce sont des matières minérales (argiles) et des matières organiques.

➤ **Pollution chimique:** produits chimiques en solution changeant les caractères de l'eau (acides, bases...) ou directement toxiques pour les organismes (pesticides d'origine agricole...). Et les micropolluants

➤ **Pollution Chimique par l'eutrophisation**

L'eutrophisation correspond à une perturbation de l'équilibre biologique des sols et des eaux due aux retombées atmosphériques polluées comme l'excès d'azote d'origine atmosphérique (NO_x et NH₃) par rapport à la capacité d'absorption des écosystèmes ou à un excès de nutriments (matière organique fermentescible, azote et phosphore) ou à la présence des Matières fermentescibles rejetées en grande quantité dans les eaux d'assainissement et les effluents des industries agroalimentaires (laiteries, abattoirs, conserveries...), Elle n'est pas directement toxique mais elles entraînent de graves perturbations des cycles biologiques et du milieu naturel lorsqu'elles sont en trop grande quantité ce qui provoque le phénomène l'eutrophisation.



Figure IV.5. Images du phénomène d'eutrophisation au milieu aquatique (source internet).

IV.5. Destruction de la couche d'ozone

L'ozone est le composé prépondérant dans la haute atmosphère à une altitude de 25 km. L'ozone stratosphérique est qualifié de bon ozone car il absorbe le rayonnement UV solaire et nous préserve ainsi contre le risque de cancer cutané et autres mutations génétiques. Il préserve également l'activité photosynthétique des plantes.

La baisse anormale des concentrations d'ozone au pôle Sud au sortir de l'hiver polaire, au moment de l'apparition du soleil a été mise en évidence en 1980. Durant la fin de l'hiver austral, au moment où le soleil apparaît, la teneur en ozone diminue de 40 à 60%. Le déficit maximum se situe vers 20 - 25 km.

De nombreux composés peuvent détruire l'ozone (OH, H, NO, Cl, Br, HO₂). Une forte corrélation entre le déficit en ozone et les concentrations en ClO a été mise en évidence. La présence des radicaux Cl et ClO dans la stratosphère est liée à l'émission naturelle de chlorure de méthylène par les océans et aux chlorofluorocarbures (CFC) émis par les activités humaines. Les CFC sont des molécules très stables. Ces molécules sont transportées dans la stratosphère où elles libèrent le chlore et perturbent ainsi l'équilibre naturel régissant la présence d'ozone à cette altitude.

Le phénomène de baisse annuelle des concentrations d'ozone est plus marqué au pôle Sud, qu'au pôle Nord en raison de conditions différentes. Au pôle Sud, un vortex apparaît pendant l'hiver. Les températures sont de l'ordre de - 80° à - 100 °C. Les nuages contiennent alors de fins cristaux de glace qui fixent le chlore sous forme de HCl et de NO₂ClO. Dès que le soleil réapparaît, le rayonnement UV libère les radicaux Cl et ClO qui réagissent avec l'ozone rapidement. Au pôle Nord, il n'y a pas formation de Vortex mais formation d'une multitude de trous.

IV.6. Les pics d'ozone

Les oxydes d'azote et les composés organiques volatils (COV) réagissent dans la troposphère, sous l'effet du rayonnement solaire, pour former des polluants photochimiques. Le principal polluant photochimique est l'ozone. Sa présence s'accompagne d'autres espèces aux propriétés acides ou oxydantes telles que des aldéhydes, des composés organiques nitrés, de l'acide nitrique, de l'eau oxygénée. Cette pollution s'observe surtout en été dans les régions périurbaines et rurales sous le vent des agglomérations, et concourt à l'accroissement de la pollution de fond par l'ozone (en hausse d'environ 1% par an sur l'ensemble de l'hémisphère nord).

L'ozone et les polluants photochimiques sont également des espèces phyto-toxiques. L'ozone peut perturber la photosynthèse, altérer la résistance des végétaux, diminuer leur productivité, provoquer des lésions visibles (le tabac Bel W3 est parfois utilisé comme bio-indicateur d'ozone).

L'ozone contribue également avec les dépôts acides et d'autres facteurs défavorables (sécheresses, pauvreté des sols, etc...) aux troubles forestiers observés en Europe et en Amérique du Nord. La pollution par l'ozone demeure préoccupante et chaque année, en période estivale, diverses régions subissent des situations de pointes de pollution photochimique au cours desquels des seuils jugés nocifs peuvent être atteints, voire dépassés.

IV.7. Les différents types d'émetteurs

Les émetteurs potentiels de polluants, peuvent être d'origine naturelle ou anthropogénique.

IV.7. 1. Les sources naturelles

La majorité des émissions des aérosols (particules atmosphériques) sont attribuées aux sources naturelles, telles que les poussières terrestres suspendues, les océans et les mers, les volcans, les feux de forêt et les émissions gazeuses naturelles.

Les particules minérales du sol représentent une grande partie de la fraction naturelle des PM primaires. La composition chimique et la minéralogie de ces particules peuvent subir des variations régionales en fonction de la géologie des secteurs contenant des sources de particules. En général, ces particules sont constituées des silicates (quartz SiO_2 , argile...etc), carbonates et des petites quantités de sulfate de calcium et des oxydes de fer (Fe_2O_3). Ces particules minérales peuvent résulter de la suspension locale des poussières des zones arides (sous l'action du vent) ou du transport à de longues distances de ces poussières.

Les émissions volcaniques sont également une source de particules minérales primaires. Cependant, leur contribution dans la concentration des PM dans l'air est limitée dans le temps et l'espace.

La fraction primaire des aérosols marins est principalement constituée de chlorure de sodium (NaCl) et des sulfates (essentiellement Na_2SO_4 , MgSO_4 ou K_2SO_4). Les aérosols marins sont essentiellement produits par les vagues de mer et d'océans. Ils appartiennent au mode des grosses particules.

Les sources biogéniques de particules primaires augmentent la concentration des bioaérosols qui sont principalement constitués des débris végétaux, de pollen, des spores, et de petites quantités de micro-organismes (par exemple virus, bactéries, mycète, ou algue). Les virus et les bactéries présentent des tailles $< 2\mu\text{m}$ tandis que les autres sont de grosses particules. Pour les sources biogéniques, il n'est pas toujours évident de classer le type de sources (cas de l'élevage d'animaux).

IV.7.2. Les sources anthropiques

La pollution anthropique de l'air résulte essentiellement des gaz et particules rejetés dans l'air par les véhicules à moteur, les installations de chauffage, les centrales thermiques et les installations industrielles : dioxydes de carbone, de soufre et d'azote, poussières, particules

radioactives, produits chimiques (dont certains engrais et pesticides), On peut distinguer plusieurs sources anthropiques parmi lesquelles on peut citer :

IV.7.2.1. Les sources mobiles

Les émissions de particules par les véhicules résultent d'un grand nombre de processus, tels que la combustion, l'usure des freins, des pneus, des roulements, du corps de la voiture et des matériaux des routes, et la suspension des poussières de route et du sol.

Le trafic routier est une source effective des particules primaires, la contribution du trafic routier dans l'augmentation des teneurs des PM est fonction de la densité du trafic et de la stabilité de l'air, par exemple lors des heures de pointe. Les éléments qui sont souvent associés aux émissions automobiles sont le Cu, le Zn, le Pb, le Br, le Fe, le Ca et le Ba. La plupart des éléments métalliques émis par le trafic routier ne sont pas des produits de la combustion. Ils sont principalement issus des sources dites de non échappement c'est-à-dire celles qui regroupent l'usure des freins, des pneus, des roulements, et d'autres pièces de véhicules. En plus du trafic routier, les émissions des moteurs des bateaux peuvent être une source significative de matières particulaires et des éléments associés comme le Vanadium et le Nickel contenus dans le pétrole.

IV.7.2.2. Les sources stationnaires

Les sources de combustion stationnaires les plus significatives sont les installations énergétiques telles que les centrales électriques, l'incinération des déchets, et la combustion résidentielle. Plusieurs procédés industriels, tels que la production sidérurgique, nécessitent également de la combustion. Les caractéristiques physiques et chimiques des particules émises par ces sources dépendent du processus de combustion lui-même, et du type de combustible utilisé (solide, liquide, ou gaz).

Les principales activités industrielles émettrices des particules sont le traitement des métaux et la fabrication des produits chimiques, la manipulation et l'extraction de matériaux et la construction. Les particules issues de ces sources sont en grande partie libérées comme émissions fugitives, car elles ne sont pas rassemblées et ne sont pas libérées d'une façon commandée, mais elles sont émises de plusieurs points et secteurs. Les propriétés chimiques et physiques des émissions fugitives dépendent des processus par lesquels elles sont générées.

IV.8. La nomenclature Corinair

La nomenclature Corinair était élaborée par l'agence européenne pour l'environnement dans le cadre de la mise en place des inventaires de polluants atmosphériques à l'échelle européenne permet de classer les émetteurs en fonction de 11 catégories. Cette nomenclature a été baptisée SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution). Elle contient près de 400 items mais les 11 catégories principales sont les suivantes :

1. Combustion dans les industries de l'énergie et de la transformation de l'énergie : production d'électricité, chauffage urbain, raffinage du pétrole, transformation de combustibles minéraux solides, mines de charbon, extraction de gaz/pétrole, stations de compression.
2. Combustion hors industrie : commerce et institutionnel, résidentiel, agriculture, sylviculture et aquaculture
3. Combustion dans l'industrie manufacturière : chaudières, turbine, moteurs fixes, fours, procédés énergétiques
4. Procédés de production : procédés de l'industrie pétrolière, de la sidérurgie, des houillères, de l'industrie des métaux non ferreux, de l'industrie de chimie organique, inorganique, de l'industrie du bois, de l'alimentation, du papier, de la boisson..
5. Extraction et distribution de combustibles fossiles/ énergie géothermique : mines, stockage de carburant, extraction, déchargement, distribution de combustibles...
6. Utilisation de solvants et autres produits : application de peinture, dégraissage et nettoyage à sec, fabrication de produits chimiques, anesthésie et produits de nettoyage.
7. Transports routiers : voitures, véhicules utilitaires légers, poids-lourds, motos et motocyclettes, évaporation d'essence, pneus, freins...
8. Autres sources mobiles et machines : activités militaires, ferroviaires, navigation fluviale, trafic aérien, engins spéciaux pour l'agriculture, la sylviculture, l'industrie, les loisirs ...
9. Traitements et élimination des déchets : incinération, décharges, crémation, traitements des eaux usées, épandages ...
10. Agriculture et sylviculture : culture avec engrais, sans engrais, écobuage, fermentation entérique, déjections animales, utilisation de pesticides ...
11. Autres sources et puits : forêts naturelles de feuillus, de conifères, feux de forêts, prairies, zones humides, eaux, animaux, volcans, foudres, forêts exploitées...

Chapitre V
Préservation de l'Environnement



V.1. Introduction

Actuellement la protection de l'environnement est devenue progressivement une des plus grandes préoccupations des chercheurs, décideurs et des organisations mondiales (ONU, OMS).

La dégradation de l'environnement et les perturbations des écosystèmes altérant les relations entre les organismes vivants et leur habitats dues généralement aux activités humaines, et à l'exploitation excessive des ressources naturelles de la terre, feraient courir à l'espèce humaine un danger à long terme, qui peut engendrer au premier lieu de graves problèmes environnementaux, par conséquent des mesures socioéconomiques, juridiques et environnementales ont été prises pour un développement durable en s'articulant sur des principes solides telle que la bonne gestion des ressources naturelles épuisables en introduisant de nouveaux matériaux alternatifs, et la prise de conscience publique de l'impact négatif de l'homme sur l'environnement et ses conséquences néfastes incontournables vis-à-vis de son bien-être et de son existence.

V.2. Solutions alternatives de l'utilisation excessive des ressources naturelles

V.2.1. Introduction de nouveaux matériaux

L'amélioration des rendements a toujours été une préoccupation des industriels, afin d'assembler l'objectif économique et minimiser des impacts sur l'environnement en orientant l'innovation technologique dans des directions nouvelles. Le choix des matériaux utilisés exige des performances significative des produits au niveau de leur consommation énergétique, par conséquent de nouvelles contraintes dans la conception de leur production notamment par rapport à leur facilité le recyclage afin de diminuer l'impact du produit en fin de vie et de réduire les quantités de déchets solides générées par les activités humaines.

V.2.2. Réserve du pétrole aux usages nobles

Actuellement la transition énergétique vers un développement durable (après pétrole) représente un des plus grands défis de notre temps, cette idée représente le seul concept assurant au mieux la sécurité énergétique et économique des pays qui se basent en quasi-totalité sur le pétrole en voie d'épuisement à cet effet il est important de faire un meilleur

usage du pétrole en diminuant la consommation par l'efficacité énergétique, son utilisation à des fins nobles comme engrais, solvant, plastique, nylon, résine et lubrifiants. Et remplacer l'utilisation du pétrole par d'autres énergies renouvelables.

V.2.3. Amélioration de l'efficacité énergétique

Il s'agit, d'une part, de diminuer la consommation énergétique au niveau des procédés de fabrication, d'augmenter le rendement énergétique du produit en phase d'utilisation et de réduire au minimum la consommation énergétique nécessaire au niveau de la fin de vie du produit dans les opérations de démontage, de tri, de valorisation de la matière... Cette orientation du progrès technologique étant parfaitement compatible avec les objectifs économiques des industriels et des consommateurs, de nombreux progrès ont déjà été réalisés dans ce sens :

- ✓ Réduction de la consommation en carburant des véhicules
- ✓ Augmentation des rendements énergétiques des appareils de chauffage
- ✓ Audit énergétique des installations industrielles et utilisation des appareils industriels nécessitant moins de carburants

V.3. Traitement et valorisation des déchets

Les activités humaines génèrent des déchets solides, liquides et gazeux qui perturbent les milieux naturels, eaux, atmosphère et sols. Ces déchets prennent une grande importance au cours de ces dernières années, spécialement pour les déchets solides qui restent les principales sources d'énergies renouvelables et plusieurs projets porteront sur la récupération de l'énergie provenant de ces déchets dans beaucoup de pays développés.

V.4. Définition typologie des déchets

Selon la réglementation européenne le déchet est défini comme « toute substance ou tout objet dont le détenteur se défait ou bien dont il a l'intention ou l'obligation de se défaire » autrement dit un déchet est défini comme tout ce qui est matière ou objet dont sa valeur économique est nulle ou négative pour son détenteur.

Les principes de gestion des déchets reposent principalement sur leur valorisation et leur réutilisation maximale notamment les matériaux afin de générer le minimum de rebuts. Plusieurs méthodes sont utilisées à savoir la réduction à la source pour réduire les déchets toxiques et autres résidus, une autre méthode de réduction des déchets à la source est d'accroître les incitations au recyclage. Plusieurs villes aux États-Unis ont mis en place des taxes dont le montant est fonction des quantités d'ordures déposées (paye quant tu jettes : Pay As You Throw – PAYT) qui se sont révélées efficaces pour réduire le volume des déchets urbains. Dans certains pays en voie de développement la valorisation des déchets se fait par tri à la main pour récupérer les matériaux qui peuvent être revendus sur le marché de la récupération.

La classification la plus simple des déchets est caractérisée selon leur danger (explosif, toxique, inflammable, pouvant émettre des substances nocives,...etc) et leur impact sur la santé et l'environnement, à l'opposé des déchets dangereux il y a les déchets inertes qui sont des solides minéraux qui ne subissent aucune transformation physique, chimique ou biologique importante lors de leur mise en décharge et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de nuisances, susceptibles de nuire à la santé et à l'environnement. Alors les déchets inertes sont des résidus de construction et de destructions qui proviennent des chantiers du bâtiment et des travaux publics, mais aussi des mines et des carrières.

Entre autre, il existe d'autres types de déchets d'origine diversifiée, présente des compositions dont l'évolution peut générer des nuisances ou des pollutions multiples de l'environnement; ainsi, Déchets assimilés à des déchets ménagers, Déchets infectieux, Déchets solides hospitaliers, Déchets industriels dangereux ou spéciaux (DIS), Déchets non dangereux ou industriels banals (DIB), Déchets ultimes, Déchets anatomiques.

V.5. Gestion des déchets

La gestion des déchets (Rudologie) consiste la collecte, le transport, le traitement, la réutilisation ou l'élimination tout en se basant sur la réduction des effets des déchets sur l'environnement. La gestion des déchets concerne tous les types de déchets solides, liquides ou gaz.

Certains experts en gestion des déchets ont ajouté un quatrième R à la hiérarchie des stratégies qui suit à la base la règle des 3R (réduction, réutilisation et recycler) ce quatrième R (re-pensées) qui est basé sur des études préalables d'optimisation afin de produire le moins possible de déchet.

V.6. Valorisation des déchets

En fonction de leur nature chimique, de leurs propriétés mécaniques, physico-chimiques ou thermiques, presque tous les déchets sont potentiellement valorisables. C'est cette stratégie qui se décline à travers toutes les filières de valorisation ou le déchet remplace totalement ou partiellement un combustible classique (bois, charbon, pétrole, gaz) et la chaleur produite est valorisée sous différentes formes (vapeur, eau chaude, électricité...)

V.7. Procédés de traitement des déchets

V.7.1. Mise en décharge et centre d'enfouissement technique

Les déchets sont stockés en générale dans des décharges cette méthode est concéderais la plus traditionnelle de stockage des déchets et reste la pratique la plus courante dans la plupart des pays bien qu'elle a été remplacé par des décharges contrôlées appelé centre d'enfouissement technique qui minimise les impacts sur l'environnement.

V.7.2. L'incinération

Est le processus de destruction d'un matériau en le brûlant, l'incinération est souvent appelée « énergie à partir des déchets » En termes de comparaison énergétique, on estime que l'incinération d'une tonne d'ordures ménagères produit l'énergie qu'auraient fournie 150 litres de fuel. La production d'énergie peut être d'ordre thermique et servir ainsi par exemple à alimenter les besoins d'un chauffage collectif ou d'industries de proximité. Le lieu d'implantation doit être alors judicieusement choisi pour permettre de ménager l'aspect environnemental tout en préservant l'intérêt économique lié au nécessaire voisinage. Elle permet une économie des sources d'énergie plus nobles et permet de réduire les coûts de traitement des déchets pour la collectivité. L'énergie vendue suite à l'incinération de déchets ménagers, sous forme de chaleur ou d'électricité en France, a été estimée en 2004 à près de 13 millions de MégaWatt/heure (soit 1 350 000 tonnes-équivalent-pétrole), quantité équivalente

aux besoins annuels totaux d'une ville de 400 000 habitants. Certaines installations pratiquent la co-génération (production combinée d'énergie électrique et d'énergie thermique).

V.7.3. La Thermolyse

La thermolyse est un procédé de traitement par la chaleur (450 à 2 000 °C) en l'absence d'air. Elle est applicable aux matières organiques qu'elle permet de décomposer en trois parties : un résidu solide (composé de cendres, minéraux et carbone), un résidu liquide huileux et un gaz chaud.

V.7.4. La pyrolyse et gazéification

Sont des méthodes liées aux traitements thermiques où les matériaux sont chauffés à très haute température et avec peu d'oxygène. Ce processus est réalisé dans des cuves étanches sous haute pression, ces deux méthodes sont plus efficaces que l'incinération directe en quantité d'énergie récupérée.

La pyrolyse transforme les matériaux en produits solides, liquides ou gazeux. L'huile pyrolytique et le gaz peuvent être éliminés en brûlant pour produire l'énergie ou être raffinés en d'autres produits. Par contre les résidus solides peuvent être transformés en d'autres produits tels que les charbons actifs.

La gazéification (par exemple à l'aide des torches à plasma) est utilisée pour transformer directement des matières organiques en un gaz de synthèse appelé syngaz composé de monoxyde de carbone et d'hydrogène. Ce gaz est ensuite brûlé pour produire de l'électricité et de la vapeur. Ce type de procédé est utilisé dans des centrales à production d'énergie renouvelable à partir de la biomasse.

V.7.5. Compost et fermentation

Les déchets organiques, comme les végétaux, les restes alimentaires, ou le papier, sont de plus en plus recyclés. Ces déchets sont déposés dans un composteur ou un digesteur pour contrôler le processus biologique de décomposition des matières organiques afin d'éliminer les agents pathogènes. Les produits organiques stables qui en résultent sont recyclés comme paillis ou terreau pour l'agriculture ou le jardinage.

Au niveau des stations de traitement des eaux la gestion biologique des déchets privilégie le retour au sol des fractions fermentescibles soit par épandage des boues des stations d'épuration (procédé de plus en plus contesté et à l'avenir incertain), soit après traitement par compostage direct ou par méthanisation suivie de compostage du digestat.

A titre d'exemple : la poubelle de la ménagère contient 29 % de fermentescibles, soit un total annuel français de 9,5 Mt environ, les industries agroalimentaires en produisent 40 Mt et l'agriculture française recycle chaque année environ 30 Mt de déchets organiques urbains et industriels et 280 Mt d'effluents et résidus agricoles.

V.7.6. Traitement biologique et mécanique (TBM ou TMB)

Ce procédé est une technique qui combine entre un tri mécanique et un traitement biologique de la partie organique des déchets municipaux. La partie mécanique qui consiste un tri du vrac pour retirer tout les éléments recyclables tels les matériaux métallique, les matières plastiques et verre qui seront traités de manière à produire un carburant à haute valeur calorifique. La partie biologique qui consiste une fermentation anaérobique ou compostage.

V.7.7. Recyclage

Ce mode de traitement concerne surtout le verre, le papier-carton, les emballages et les métaux: ces déchets font l'objet d'une collecte séparative déjà bien établie depuis longtemps et suivie d'un traitement spécifique de valorisation sous forme de recyclage: il s'agit d'une récupération de matière première, sans une véritable transformation.

Dans la plupart des cas, le matériau issu du recyclage est moins coûteux que la matière première naturelle et qui en a les mêmes propriétés. Cette simple constatation permet de penser sans grand risque d'erreur que le recyclage dispose d'un bel avenir partout où il est applicable.

V.7.8. Déchèterie

Est un centre qui assure la collecte et la récupération des déchets ou ils seront destinés selon le type de traitement adéquat à leur nature soit recyclage, l'incinération, stockage dans un CET...etc.

V.8. La fiscalité écologique

La fiscalité écologique appelée aussi fiscalité environnementale ou écofiscalité est une forme de fiscalité émergente financière au service de la protection de l'environnement, elle est considérée comme un instrument d'orientation des comportements des contribuables en matière d'environnement.

L'utilisation de la fiscalité dans les politiques environnementales, afin de réduire la pollution et les impacts environnementaux liés aux activités économiques et aux modes de consommation, elle initie un mouvement d'intégration de différents outils basés sur le marché (instruments tarifaires, marchés de permis d'émission, crédits d'impôts) et rompt avec la conception commune du rôle de la fiscalité. La fiscalité écologique représente, en moyenne, 2,6 % du PIB des pays de l'union européenne ; ce taux est de 2,3 % en France; il culmine à 6 % au Danemark.

La fiscalité écologique est aujourd'hui un enjeu majeur, au moins dans le débat, dans le cadre de la lutte contre le changement climatique : la fiscalité « carbone » ou « carbone-énergie » est considérée comme un instrument fondamental pour réduire les émissions de carbone et maîtriser les consommations d'énergie.

La fiscalité écologique a pour objectif de corriger les imperfections de marché et non pas de collecter des ressources de la manière la plus neutre possible. La fiscalité se substitue donc aux normes pour faire baisser la pollution et ce, en amenant le coût privé de la production au niveau du coût social (ce dernier inclut les dommages causés aux autres agents principe du pollueur-payeur).

L'appréciation du coût social des dommages correspondant entre autres, à l'évaluation du niveau de dépollution ainsi que l'évaluation de la réactivité des comportements aux coûts est

difficile. Quoi qu'il en soit, la taxe est, dans la plupart des cas, jugée plus efficace (plus efficace car moins coûteuse que la norme d'émission). En effet, contrairement à la norme d'émission, la taxe (par unité de pollution) laisse un choix à l'entreprise réglementée. L'entreprise se trouve face à deux choix :

- ✓ maintenir le niveau de ses émissions. Elle évite alors des dépenses d'amélioration de ses performances environnementales mais paie une taxe totale élevée. Les sommes ainsi collectées pourront financer des dépenses de préservation de l'environnement.
- ✓ choisir de réduire les émissions polluantes. Ce qui entraîne des dépenses d'amélioration de ses performances environnementales, mais diminue sa dépense fiscale.

L'écotaxe est un moyen d'inciter le pollueur à dépolluer jusqu'à ce que le coût de dépollution soit égal au montant de la taxe. Ceci implique des technologies de production dans l'entreprise plus moderne et donc moins coûteuse. La politique de dépollution par la taxe est moins coûteuse que la mise en place d'une norme quantitative uniforme. C'est d'autant plus vrai en situation d'information imparfaite. L'objectif de dépollution du décideur gouvernemental peut s'effectuer en plusieurs étapes, en modifiant à chaque fois le niveau de la taxe. Si le niveau d'émission est trop élevé, le niveau de la taxe est augmenté. Le processus permettant d'atteindre l'objectif fixé s'effectue par tâtonnements. Les écotaxes permettent de dépasser les normes préexistantes.

Voici quelques exemples de pays développés ayant opté pour les écotaxes :

- ✓ Au Danemark : une taxe sur l'énergie a été mise en place après les chocs pétroliers et s'applique aujourd'hui à toutes les formes d'énergie. En 1991 a été instaurée, pour contribuer à la lutte contre l'effet de serre, une taxe sur les émissions de dioxyde de carbone, fixée au départ à 13 euros la tonne de CO₂, mais avec des exemptions partielles pour les entreprises intensives en énergie. En 1995, la taxe de CO₂ est passée à 80 euros la tonne, mais les entreprises ont bénéficié en échange de réduction

de charges sociales. Les écotaxes ont rapporté 320 millions d'euros à l'Etat en 2000, et ces recettes ont été affectées pour 233 millions d'euros aux réductions de charges.

- ✓ Au Norvège : les taxes sur le CO₂ entrées en vigueur en 1991 ont permis de réduire les émissions des installations fixes de combustion de 21 % par an. des travaux ont montré qu'une taxe sur les émissions de CO₂, assortie de réductions de cotisations sur le travail, produirait un gain net modéré en termes d'emploi.
- ✓ En France, le projet de généralisation aux consommations intermédiaires d'énergie de la Taxe Générale sur les Activités Polluantes (TGAP), avancé en 1999, visait à inciter les entreprises à réduire leurs émissions polluantes. Il a rapidement buté sur le fait que tout prélèvement représentait une charge

V.9. Les mécanismes économiques et juridiques et réglementaires de préservation de l'environnement

L'épuisement des ressources naturelles et des matières premières ainsi que le problème des changements climatiques énoncent la nécessité du concept du développement durable, Face à cette nouvelle phase consciente de ces faits environnementaux, les autorités publiques interviennent en utilisant, sans a priori, tous les instruments disponibles pour préserver le milieu naturel, accompagnés d'analyse économique qui peut aider les pouvoirs politiques dans leurs choix en leur proposant de nouveaux instruments classés en deux grandes catégories :

- les instruments réglementaires (qui fixent des normes qui portent sur les procédés techniques ou sur les volumes d'émissions polluantes)
- les instruments dits économiques (principalement les écotaxes et les marchés de permis d'émissions mais aussi les crédits d'impôts et les subventions).

V.10. Le rôle des pouvoirs publics dans la résolution des problèmes environnementaux

Les autorités publiques doivent prendre en compte les intérêts des individus lors de la prise de décisions ayant une incidence sur les questions environnementales. Dans ce contexte, il est important que le public soit en mesure de faire des observations aux autorités publiques.

Lorsque les autorités publiques doivent répondre à des questions complexes de politique environnementale et économique, le processus décisionnel doit comporter la réalisation d'enquêtes et d'études appropriées, de manière à prévenir et évaluer à l'avance les effets sur l'environnement, et à permettre ainsi l'établissement d'un juste équilibre entre les divers intérêts en jeu. La cour a souligné l'importance de l'accès du public aux conclusions de ces études ainsi qu'à des informations lui permettant d'évaluer le danger auquel il est exposé. Il n'en résulte cependant pas que toute décision doit être prise uniquement en présence de données exhaustives et vérifiables sur tous les aspects de la question à trancher.

V.11. Les politiques environnementales actuelles

Basée sur les instruments économiques, les politiques environnementales actuelles reposent moins sur les instruments réglementaires comme les normes (prescrivent aux agents les comportements qu'ils doivent suivre). En effet l'utilisation des normes présente, selon Boemare et Hourcade, ont des effets « pervers » :

- ✓ les normes entraînent des surcoûts expliqués par la difficulté de considérer la diversité des solutions afin d'exiger des efforts de dépollution différenciés.
- ✓ les normes peuvent dans certains cas ne pas garantir la baisse des émissions totales.

V.12. Le marché des permis d'émission négociables

La politique fédérale de normes d'émissions fixées et contrôlées par l'Agence de protection de l'environnement aux Etats-Unis a échoué entraînant par la suite l'apparition d'un nouveau mécanisme de régulation, à savoir, les permis d'émission négociables. En effet, dans de nombreuses régions, les normes d'émissions prescrites n'ont pas été atteintes. L'installation de nouvelles usines a alors été interdite. Une dérogation a été prévue pour les nouveaux industriels qui disposent de licences cédées par les pollueurs historiques.

Semestre : 5

Unité d'enseignement : UET 3.1

Matière : Environnement et développement durable

VHS: 22h30 (cours: 1h30)

Crédits : 1

Coefficient : 1

Objectifs de l'enseignement:

Sensibiliser à la relation entre énergie, environnement et développement durable et maîtriser les sources de pollution ; les réduire afin de garantir un développement durable.

Connaissances préalables recommandées:

Mécanique des fluides, thermodynamique Fondamentale, transferts thermiques, et caractéristiques de l'environnement.

Contenu de la matière :

Chapitre I : Introduction à la notion d'environnement (2 semaines)

Définition de l'environnement, Définition générale, Définition juridique, Bref historique, L'homme et l'environnement, Comment l'homme a modifié son environnement, La démographie bouc émissaire.

Chapitre II : La notion de développement durable (2 semaines)

Définition, Bref historique, Les principes fondamentaux du développement durable, Le principe éthique, Le principe de précaution, Le principe de prévention, Les objectifs du développement durable, les enjeux environnementaux du développement durable

Chapitre III : Environnement et ressources naturelles (4 semaines)

Introduction, Les ressources, L'eau, L'air, Les énergies fossiles (le pétrole, le gaz naturel, le charbon,...), Les autres énergies (solaire, Eolien, hydraulique, géothermie, biomasse,...), Les éléments minerais, La biodiversité, Les sols, Les ressources alimentaires

Chapitre IV : Les substances (4 semaines)

Les différents types de polluants, Les polluants réglementés, Les composés organiques, Les métaux lourds, Les particules, Les chlorofluorocarbones, Les effets de différentes substances sur l'environnement, Effet de serre et changement climatique, Destruction de la couche d'ozone, Acidification, eutrophisation et photochimie, Les pluies acides. Les pics d'ozone ; Effets sur les matériaux ; Effets sur les écosystèmes : forêt, réserve d'eau douce, Effets sur la santé. Les différents types d'émetteurs, La nomenclature Corinair.

Chapitre V : Préservation de l'environnement (3 semaines)

Introduction de nouveaux matériaux, Réserve du pétrole aux usages nobles, Amélioration de l'efficacité énergétique, Le recyclage, Les mécanismes économiques, juridiques et réglementaires de préservation de l'environnement, Le rôle des pouvoirs publics dans la résolution des problèmes environnementaux, L'option envisageable des solutions privées, Les politiques environnementales actuelles, Le principe de pollueur-payeur, La fiscalité écologique: les écotaxes, Le marché des permis d'émission négociables.

Mode d'évaluation : Examen : 100 %.

Références bibliographiques:

- 1- De Jouvenel, B., 1970, *Le thème de l'environnement , Analyse et prévision*, 10, pp. 517-533.
- 2- Faucheux S., Noël J-F, *Economie des ressources naturelles et de l'environnement* , Armand Collin, Paris.
- 3- Reed D. (Ed.), 1999, *Ajustement structurel, environnement et développement durable* ,L'Harmattan, Paris, 1995.
- 4- Vivien F.-D, *Histoire d'un mot, histoire d'une idée : le développement durable à l'épreuve du temps* , Ed. scientifiques et médicales Elsevier ASA, pp. 19-60, 2001.
- 5- Boutaud, Aurélien. ; Gondran, Natasha, *L'empreinte écologique* , Paris : La Découverte, 2009. - 128 p.
- 6- Lazzeri, Yvette (Dir.); préface de Gérard Guillaumin, *Développement durable, entreprises et territoires: vers un renouveau des pratiques et des outils* , Paris: L'Harmattan, 2008. - 284

- B. De Jouvenel, Le thème de l'environnement, Analyse et prévision, 10 (1970)517-533.
- S. Faucheux, J.F. Noël, Economie des ressources naturelles et de l'environnement, Ed. Armand Collin, Paris, 1999.
- D. Reed, Ajustement structurel, environnement et développement durable, Ed. L'Harmattan, Paris, 1999.
- F.D. Vivien, Histoire d'un mot, histoire d'une idée : le développement durable à l'épreuve du temps, Ed. Scientifiques et médicales Elsevier ASA, (2001)19-60.
- A. Boutaud, N. Gondran, L'empreinte écologique, Ed. La Découverte, Paris, 2009.
- Y. Lazzeri, préface de Gérard Guillaumin, Développement durable, entreprises et territoires: vers un renouveau des pratiques et des outils, Ed. L'Harmattan, Paris, 2008.
- B. Commoner, Croissance démographique rapide et pression sur l'environnement, in : B. TAPINOSG et al, (éds) Conséquences de la croissance démographique rapide dans les pays en développement, Paris, INED/Division de la Population des Nations-Unies. (Congres et Colloques, no 5), (145-176)1991.
- D. Tabutin, E. Thiltgès, Relations entre croissance démographique et environnement, Du doctrinal à l'empirique, Revue Tiers-Monde, 33(130) (1992) 273-294.
- Ch. Lévêque, Y. Sciamia, Développement durable, Ed. Dunod, 2005.
- S. Dupraz-Lagarde, H. Poimboeuf, Développement durable : implications pour l'industrie, Techniques de l'Ingénieur, traité Environnement, G 200, 1999.
- J. H. Hulse, Développement durable: un avenir incertain, Avons-nous oublié les leçons du passé ?, Ed. L'Harmattan, Paris, 2008.
- S.Bendjaballah: Gestion des Ressources Naturelles et Modes de Sécurisation, dans : Land Reform : land settlement and cooperatives, FAO Bulletin 2001/1, 2001.
- B. Zuideau, B. Aurélien, G.Natacha, L'empreinte écologique, La Découverte, collection Repères, Ed. Réseau Développement durable et territoires fragiles, Ed électronique URL: <http://developpementdurable.revues.org/8152> ISSN : 1772-9971. Paris, 2009,
- B. Hamaide, Économie, environnement et développement durable, Cours « Droit, gouvernance et développement durable », organisé par les Facultés universitaires Saint-Louis (Bruxelles), la Fondation Charles-Léopold Mayer pour le Progrès de l'Homme et la Fondation pour les Générations futures, 2004.

Cour des comptes, le soutien aux énergies renouvelables, communication à la commission des finances du sénat, France, le soutien aux énergies renouvelables, mars 2018.

G. Tomo, ressources naturelles et développement durable dans les économies subaériennes – le rôle de l'union européenne, Thèse de Doctorat, Université de Lorraine, 2012.

S. Lacour, Inventaires d'émissions, Cours de pollution atmosphérique, Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Centre d'Enseignement et de Recherche sur l'Environnement Atmosphérique.

M. A. Ashraf, M. J. Maah, I. Yusoff, K. Mehmood, Effects of Polluted Water Irrigation on Environment and Health of People in Jamber, District Kasur, Pakistan, International Journal of Basic & Applied Sciences, 10(3)(2010)37-57.

O. Avdeev, P. Korchagin, Organization and Implementation of Contaminated Waste Neutralization in the Ukraine - National Report II, Central. European Journal of Public Health, 2(suppl), (1994)51-52.

M. F. Blaxill, What's going on? The Question of Time Trends in Autism. Public Health Reports, 119(6)(2004)536-551.

M. Brauer, G. Hoek, H. A. Smith, J. C. de Jongste, J. Gerritsen, D. S. Postma, Air Pollution and Development of Asthma, Allergy and Infections in a Birth Cohort, European Society for Clinical Respiratory Physiology, 29(5)(2007)879-888.

S. Khadidja, Environnement et Développement Durable, Polycopié de Cours, Université des Sciences et de la Technologie d'Oran Mohamed Boudiaf, 2015.

J. H. Hulse, L'évaluation des impacts sur l'environnement : processus, acteurs et pratique pour un développement durable, presse internationale polytechnique 2eme Ed, 2003.

M. Lamari, « Enjeux de l'évaluation du développement durable : un regard croisé sur les indicateurs de performance de la stratégie québécoise du développement durable », Télescope, 17(2) (2011)30-48.

Y. Lazzeri, Le développement durable, du concept à la mesure, L'Harmattan, Paris, 2008.

R. Reuther, Energy resources: Fossil fuels: coal, Mechanical Engineering Handbook, CRC Press. Frank Kreith, Boca Raton, 1999.

PC. Crouse, Energy resources: Fossil fuels: oil, Mechanical Engineering Handbook. CRC Press. Frank Kreith, Boca Raton, 1999.

PC. Crouse, Energy resources: Fossil fuels: natural gas, Mechanical Engineering Handbook. CRC Press. Frank Kreith, Boca Raton, 1999.

- DY. Goswami, Energy resources: Solar energy resources, Mechanical Engineering Handbook. CRC Press. Frank Kreith, Boca Raton, 1999.
- MC. Reed, LL. Wright, RP Overend, C Wiles, Energy resources: Biomass energy, Mechanical Engineering Handbook. CRC Press, Frank Kreith, Boca Raton, 1999.
- B. Sorensen, Renewable energy: it physics, engineering, use, Environmental impacts, economy and planning aspects, Third edition. Elsevier Science, 2004.
- A. Bitouche, Evaluation de la pollution atmosphérique par les particules fines en site urbain à alger, Mémoire de Magistère, Ecole Nationale Polytechnique, 2007.
- R.M. Harrison, J. Yin, D. Mark, J. Stedman et al, Studies of the coarse particle (2.5- 10 μ m) component in UK urban atmospheres, Atmospheric Environment, 35, 3667-3679, 2001.
- C. Laschober, A. Limbeck, J. Rendl, H. Puxbaum, Particulate emissions from on-road vehicles in the Kaisermuhlen-tunnel (Vienna, Austria), Atmos. Environ, 38, 2187-2195, 2004.
- J. Sternbeck, A. Sjödin, K. Andreasson, Metal emissions from road traffic and the influence of resuspension - results from two tunnel studies”, Atmos. Environ., 36, 4735- 4744, 2002.
- GC. Lough, JJ. Schauer, JS. Park, et al. “Emissions of metals associated with motor vehicle roadways”, Environ. Sci. Technol., 39, 826-836, 2005.
- E. Swietlicki, S. Puri, H. Hansson, H. Edner, Urban air pollution source apportionment using a combination of aerosol and gas monitoring techniques, Atmospheric Environment, 30(1996)2795- 2809.
- Office fédérale de l’environnement, des forêts et du paysage, Poussières fines PM10 : Questions et réponses concernant les propriétés, les émissions, les émissions, les effets sur la santé et les mesures, Etat au 1er décembre 2005.
- D.W. Dockery, J. Schwartz, J.D. Spengler, Air pollution and daily mortality: Associations with particulates and acid aerosols, Environ Res59, pp362-373, 1992.
- AC. Pop et Al, Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective of USadults, Respir crit care, (1995)669-674.
- Organisation Mondiale de la Santé, La pollution atmosphérique par les particules en suspension: ses effets nuisibles sur la santé, Aide-mémoire EURO/04/05, Berlin, Copenhague, Rome, 14 avril 2005.
- AC. Pope et al, Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution, Journal of the American Medical Association, 287(2002)1132-1141.

Sites internet utiles

Changement climatique: voir <http://www.unfccc.de>

Pollution transfrontière : <http://www.unece.org/env/lrtap/welcome.html>

Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.
(www.joradp.dz/HFR/Index.htm)

CITEPA, <http://www.citepa.org/emissions/nationale/index.htm>

ADEME Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie <http://www.ademe.fr>

CCE - DG Environnement Commission des Communautés Européennes - Direction Générale
Environnement

<http://europa.eu.int/comm/environnement>

A-F DIDIER, Les principes du développement Durable, Cours Les principes du DD, 2012.

www.ccomptes.fr - @courdescomptes

Site PNUD- ONU

Site OMS

Site Europa : synthèse de la législation de l'UE

Site de l'internaute encyclopédie

Déclaration de Rio, 1992

<http://www.adequations.org/spip.php?article568>

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/>

<http://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>

<http://www.rse-nantesmetropole.fr/comprendre/enjeux>