



REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO
ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET UNIVERSITAIRE

INSTITUT SUPERIEUR D'INFORMATIQUE ET DE GESTION

G2 SANTE PUBLIQUE

COURS D'ECOLOGIE HUMAINE ET SANTE

Préparé par et dispensé

Prof.ord. KAMBALE KARAFULI

Année Académique 2017-2018

ANNEE ACADEMIQUE 2017-2018

NB. Interdiction de photocopier et d'imprimer ce support sans l'autorisation de l'auteur

Description du cours

Introduction

La santé et la survie de l'homme dépendent de sa capacité de s'adapter à son environnement. Pendant le processus de son évolution l'homme s'est adapté à une variété des conditions physiques et biologiques (climat chaud et froid, régions chaudes et humides, régions montagneuses et littorales), chacune avec son propre type de végétation et d'animaux. L'homme a aussi appris à s'adapter et à contrôler son environnement au moyen des vêtements, abris, feu ..., Cependant l'homme est entrain de changer son environnement par la croissance démographique, la migration, l'urbanisation, l'industrialisation, les technologies agricoles, le réseau routier... Ces changements améliorent d'une part l'environnement et d'autre part ils le détruisent. Ces derniers effets sont souvent appelés « dégradation de l'environnement » et feront l'objet de ce cours.

Dans ce cours nous traiterons des notions fondamentales d'écologie générale pour permettre aux apprenants de comprendre le fonctionnement des écosystèmes naturels, les perturbations de l'équilibre des écosystèmes consécutives aux activités anthropiques et leur impact sur la santé des populations humaines. Une attention particulière sera attachée aux moyens de prévention, aux normes ou aux lois ou protocoles en vigueur aussi bien qu'aux contextes sociaux dans lesquels ces problèmes évoluent. L'approche écologique et l'anthropologie médicale autour du SIDA ainsi que la dimension culturelle de la maladie et du soin avec accent sur les systèmes médicaux traditionnels sera aussi discuté.

Plan du cours

Chapitre I : INTRODUCTION AUX CONCEPTS D'ÉCOLOGIE

I.1. Définitions et but de l'écologie;

Ecosystème; Services écosytémiques

I.2. Définition et objectifs de l'écologie humaine

I.3. Définition et déterminants de la santé

Chapitre II : QUELQUES DEFIS ECOLOGIQUES ET SANTE

II.1. Pollution atmosphérique mondiale

- II.1.1. L'appauvrissement de la couche d'ozone
- II.1.2. Le réchauffement de la planète et gaz à effets de serre
- II.1.3. Les pluies acides
- II.2. Les pollutions localisées
 - II.2.1. La pollution par les pesticides
 - II.2.3. La pollution par les volcans (Voir TP)
- III. AUTRES QUESTIONS D'INTERET ECOLOGIQUE
 - III.1. L'accroissement démographique
 - III.2. La sous-alimentation
 - III.3. La crise alimentaire mondiale de 2007-2008)
 - III.5. La déforestation
 - III. 6. Le développement durable
 - III. 7. L'Initiative du Bassin du Nil (IBN)
 - III.8. Eco-épidémiologie du paludisme

Pré requis

Cours d'Anthropologie et sociologie de la santé, Biologie, Chimie

Méthodologie : -Exposés par l'enseignant, exposés des TP par les étudiants et

Débats

Système d'évaluation : - Présence et participation active au cours, Interrogations, T.P.,

Examen écrit.

Bibliographie :

* Ouvrages :

Rukanga, G.K., Environmental Health, AMREF, Nairobi, 2001

Alphonse d'Houland, Sociologie de la santé, langues et savoirs ; environnement et éthique,

L'Hamattan, Paris, 1998

Tessier, S., et al., Santé publique et Santé Communautaire, Maloine, Paris, 2006

*Exposés des TP :

Maule, K. ; Rukamba, N. ; Nyondo. ; Prise en charge thérapeutique, psychosociale, nutritionnelle et spirituelle du VIH/SIDA, IFSDC/ULPGL-Goma, Janvier 2006

Ndangira, E. ; Mugenzi, A. ; Musore, J.B. ; Gatete, T. ; Bayizere, C. ; Mumporeze, J. ; Kubwimana, J. ; Umutesi, C. ; Ntatorugiye, P. ; Muhirwa, J. ; Uwineza, A. ; Nzarerwanimana, C. ; Habiyambere, T. ; Facteurs influençant la transmission du VIH et la prise en charge des PVVIH : Cas de la ville de Kigali, CIDEP Nord/Kivu, Année académique, 2006-2007

Manuel de formation et d'information sur les interventions de lutte contre le VIH/SIDA dans les situations d'urgence en RDC, Novembre 2006, ONUSIDA, Kinshasa

Webographie : sites googles et yahoo

Chapitre I : INTRODUCTION AUX CONCEPTS D'ÉCOLOGIE

I.1. DEFINITION ET BUT DE L'ÉCOLOGIE

L'écologie (oikos en grec, « maison ») et logos (étude ou science) est la science de l'habitat, c'est l'étude des conditions d'existence des êtres vivants (plantes, animaux et microorganismes) et de leur relation avec leur milieu naturel (vivant et non vivant). Ainsi définie l'écologie est une science dont le domaine est très vaste et qui doit s'appuyer sur des disciplines variées telles que hydrographie, climatologie, océanographie, chimie, géologie, pédologie, ainsi que les mathématiques, physiologie, génétique et l'éthologie (étude du comportement des animaux).

Le mot écologie a été introduit en 1866 par le biologiste Allemand Ernest Haeckel.

Le but de l'écologie est de comprendre la façon dont les êtres vivants interagissent avec leur environnement et entre eux.

Ecosystème : Unité écologique fonctionnelle qui regroupe une communauté animale, végétale et microbienne (biocénose) et le milieu que cette communauté occupe (biotope).

La biocénose et le biotope constituent deux éléments indissociables qui réagissent l'un sur l'autre pour former un système plus ou moins stable, l'écosystème.

Ainsi un étang ou une forêt constitue chacun un écosystème et l'ensemble des écosystèmes forment la biosphère, mince couche superficielle de la terre occupée par les êtres vivants. Le terme écosystème a été proposé par le botaniste Anglais Georges TANSLEY en 1935. Celui de microsystème, synonyme de l'écosystème par l'Américain FORBES (1877) et celui de biogéocénose par l'école Russe en 1942. Ces deux derniers sont synonymes d'écosystème.

Les composantes abiotiques d'un écosystème (biotope ou partie non vivante tels que la température, l'humidité, la lumière, l'air, l'eau, l'altitude, le climat, le relief et les éléments nutritifs) alors que les composantes biotiques ou partie vivante d'écosystème ou biocénose comprennent les plantes, les animaux et les microorganismes. Les éléments constitutifs d'un écosystème développent un réseau d'interdépendance permettant le maintien et le développement de la vie.

L'écosystème est l'unité par excellence d'échange d'énergie dans la nature.

Il comprend le milieu physique et les organismes qui y vivent mais aussi les interactions : la lumière est captée par les plantes qui l'utilisent comme énergie avant d'être consommées par les herbivores eux-mêmes proies des carnivores.

Les services écosystémiques de la biodiversité

http://www.kiagi.org/assets/pdf/pdf_229.pdf

Par définition;

1, Les écosystèmes - constitués d'éléments qui interagissent et de leurs environnements non vivants - offrent des avantages, ou des services, au monde.

2. les services écosystémiques sont les bénéfiques que les hommes tirent des écosystèmes

3, La biodiversité est la diversité parmi les organismes vivants, essentielle au bon fonctionnement des écosystèmes et à la fourniture des services.

Les **services écosystémiques** rendent la vie humaine possible, par exemple en fournissant des aliments nutritifs et de l'eau propre, en régulant les maladies et le climat, en contribuant à la pollinisation des cultures et à la formation des sols et en fournissant des avantages récréatifs, culturels et spirituels. Bien que leur valeur soit estimée à 125 mille milliards d'USD, ces actifs ne sont pas pris en compte comme il se doit dans les décisions politiques et économiques, ce qui signifie que l'on n'investit pas assez dans leur protection et leur gestion. On trouvera dans la partie ci-après des informations sur les quatre types de services que les écosystèmes mondiaux fournissent.

La **biodiversité** englobe la diversité au sein des espèces et des écosystèmes et entre eux. Les changements qui surviennent dans la biodiversité peuvent avoir un effet sur la fourniture des services écosystémiques. Il faut protéger et gérer de façon durable la biodiversité, tout comme les services écosystémiques.

L'Évaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire a identifié quatre catégories:

- les services support,
- les services d'approvisionnement,
- les services de régulation,
- les services culturels et sociaux.

1. Les services support

- sont ceux qui sont nécessaires pour la production de tous les autres services de

l'écosystème. Ils sont différents des trois premières catégories de services, par le fait que leurs effets sur les hommes sont soit indirects soit apparaissent sur des longues périodes de temps.

Ainsi, certains services, tel que le contrôle de l'érosion, peuvent être caractérisés aussi bien comme «support» ou «de régulation» en fonction de l'échelle de temps des effets de ses changements sur les êtres humains.

Par exemple, les êtres humains n'utilisent pas directement les services de formation de sol de l'écosystème (services «support»), même si des changements dans ce service affecteraient indirectement les êtres humains par l'effet sur la production alimentaire.

De la même manière, la régulation du climat est caractérisée comme étant un service de «régulation» car les changements de l'écosystème peuvent avoir un effet sur le climat local et/ou global à des échelles courtes, comparables avec l'échelle de la vie humaine (décennies ou siècles), alors que la production d'oxygène par le processus de photosynthèse est un service «support» car tout impact sur la concentration d'oxygène de l'atmosphère et sur sa disponibilité aux humains ne se manifesterait qu'à une échelle très longue de temps.

Des exemples de services support sont la production primaire, la production d'oxygène atmosphérique, la formation et la rétention du sol, les cycles bio-géo-chimiques, le circuit de l'eau, et l'offre de habitat.

2. Les services d'approvisionnement

- permettent aux hommes d'obtenir des biens commercialisables, par l'exploitation des écosystèmes tels que:
 - la nourriture, les fibres. Cette catégorie inclut une large catégorie de produits alimentaires dérivés de plantes, animaux, bactéries, ainsi que des matériaux tels que le bois, le jute, le chanvre, la soie...
 - le combustible. Bois énergie, tourbe, le fumier et autres matériaux qui servent de sources d'énergie
 - les ressources génétiques - incluent les gènes et l'information génétique utilisée pour l'élevage des animaux, la culture des plantes et la biotechnologie.
 - les substances chimiques
 - beaucoup de médicaments, biocides, additifs alimentaires tels que les alginates, et matériaux biologiques sont dérivés des écosystèmes.
 - les plantes médicinales (menthe de Milly
 - la Forêt)
 - les ressources ornementales
 - sont les produits tels que les peaux et les coquillages, les fleurs utilisées comme ornements, même si la valeur de ces

ressources est souvent déterminée par le contexte culturel de leur usage.

- les matériaux de construction
- bois, sablons, etc.
- la faune chassable

3. Les services de régulation

- sont des bénéfices obtenus de la régulation des processus des écosystèmes, tels que:

-le maintien de la qualité de l'air: les écosystèmes apportent des produits chimiques et extraient des produits chimiques de l'atmosphère, influençant ainsi la qualité de l'air.

- la régulation du climat: les écosystèmes influencent le climat aussi bien à échelle locale qu'à échelle globale. Par exemple, à échelle locale, des changements dans l'occupation du sol peuvent influencer aussi bien les températures et le régime des précipitations. A échelle globale, les écosystèmes peuvent jouer un rôle important dans le climat, soit en séquestrant soit en émettant des gaz à effet de serre.

- le cycle de l'eau: la récurrence et la l'importance du ruissellement, des inondations, et la recharge des aquifères peuvent être fortement influencés par les changements dans l'occupation des sols, par des altérations qui peuvent

1

<http://www.millenniumassessment.org/en/index.aspx>

changer le potentiel de stockage de l'eau au niveau de l'écosystème. De telles altérations peuvent être déterminées par la conversion des zones humides ou des forêts en zones agricoles, ou des zones agricoles en zones urbaines.

- le contrôle de l'érosion

- la couverture végétale joue un rôle important dans la rétention du sol et dans la prévention des glissements de terrain.

- la purification de l'eau et le traitement des déchets.

Les écosystèmes peuvent apportés des impuretés dans l'eau, mais peut aussi aider à filtrer et décomposer les déchets organiques introduits dans les zones humides, les eaux intérieures et les écosystèmes marins.

- la régulation des maladies humaines. Les changements dans les écosystèmes peuvent changer directement l'abondance des pathogènes humains; tels que le cholera, et peut altérerl'abondance des vecteurs de maladies, tels que les moustiques.

- le contrôle biologique

- les changements des écosystèmes peuvent affecter la prévalence des maladies et des prédateurs des cultures et du cheptel.

- la pollinisation

- les changements des écosystèmes peuvent affecter la distribution, l'abondance et l'efficacité de la pollinisation.
- la protection contre les tempêtes et contre les inondations
- par exemple, la présence des écosystèmes forestiers peut diminuer l'intensité des vents et/ou des eaux

4. Les services culturels et sociaux -sont des bénéfices non-matériels obtenus par les hommes à partir des écosystèmes à travers l'enrichissement spirituel, le développement cognitif, la réflexion, la création, les expériences esthétiques, comprenant:

- l'offre d'emploi, qui est le résultat de la gestion, restauration, protection etc. des écosystèmes
- les valeurs éducatives: les écosystèmes et leurs composantes fournissent une base pour l'éducation dans beaucoup de sociétés.
- source d'inspiration
- les écosystèmes offrent une source d'inspiration riche pour l'art, le folklore, les symboles nationaux, l'architecture et la publicité.
- les valeurs esthétiques
- beaucoup de personnes trouvent de la beauté ou des valeurs esthétiques dans des aspects variés des écosystèmes; ceci se reflète par exemple dans les visites des parcs, des «paysages» et dans le choix des localisations pour construire des maisons.
- des relations sociales
- les écosystèmes influencent les relations sociales. Par exemple, le fait de bénéficier des aspects esthétiques et récréatives des écosystèmes (forestiers, parcs urbains...) peut contribuer au renforcement des liens sociaux (ex.: entre les jeunes d'un groupe, entre les voisins...).
- les valeurs «patrimoniales»: beaucoup de sociétés apprécient le maintien de paysages historiquement importants («paysages culturels») ou d'espèces ayant une signification culturelle.
- recréation et éco
- tourisme -par exemple, les gens choisissent souvent les endroits de leurs vacances en fonction des caractéristiques naturelles du lieu.

Bien-être: Le bien-être de l'Homme est composé de multiples éléments dont, les éléments de base pour une vie agréable, la liberté et la possibilité de choisir, la santé, les bonnes relations sociales et la sécurité. Représenté sur un continuum, le bien-être est à l'opposé de la pauvreté définie comme une "absence prononcée de bien-être". Les constituants du bien-être tirés de l'expérience humaine et tels que perçus par les hommes sont dépendants des situations elles-mêmes reflet des conditions géographiques, culturelles et écologiques locales.

Les enveloppes terrestres :

-biosphères : c'est la couche de la terre occupée par les êtres vivants

-lithosphère ou pédosphère : c'est la couche du sol

-hydrosphère : c'est la zone d'eau

-atmosphère : c'est la zone d'air

Niveaux d'organisation écologique

L'étude des milieux aussi vaste et aussi complexes n'est pas facile, c'est pourquoi les écologistes s'intéressent aux niveaux d'organisation les plus simples qui sont : les individus, les communautés, les populations, les écosystèmes.

Individu: espèce ou organisme

Communauté :

*Ensemble d'individus vivant dans un même milieu ;

*ensemble d'espèces partageant le même environnement et ayant une certaine unité distincte ;

*en santé communautaire : la communauté peut être définie comme un groupe d'individus liés par des intérêts, des aspirations et des systèmes de valeur communs, elle peut être géographique (village, quartier) et temporaire (par ex : les ouvriers d'un atelier qui se sont organisés pendant les jours ouvrables), sociale (communauté d'homosexuels pour lutter contre le SIDA, association des diabétiques, Organisation des infirmiers du Congo : OIC : ordre des infirmiers du Congo).

Certains paramètres géographiques, culturels, socio-économiques, religieux, ethniques, raciaux et politiques pour ne citer que ceux-ci aident à définir une communauté. En pratique et en particulier, en ce qui concerne les problèmes de santé, on définit une communauté sur une base géographique (quartier, village, groupe d'immeubles,...).

Population : elle est définie comme une communauté d'individus de la même espèce vivant dans une même aire géographique, ex : population des gorilles, des manguiers, des bambous, des pygmées, des bantous...

Interactions des populations : interaction entre les êtres vivants

Prédation : c'est le mode de vie où un organisme capture et dévore un autre.

c'est la relation prédateur et proie, ex : Ex : le chat est prédateur des souris

Parasitisme : Conditions d'un organisme vivant sur ou dans l'autre organisme au détriment de ce dernier ; Relation parasite- hôte

Un endoparasite est un être vivant ou un parasite qui vit dans l'organisme de son hôte ex : amibe.

Un ectoparasite est un être vivant ou parasite qui vit sur l'organisme de son hôte.

Ex : poux sur la peau de l'homme.

Symbiose : C'est une condition où deux organismes vivent ensemble dans une relation intime qui profite à tous les deux, ex : l'homme et la microflore normale du tube digestif (Escherichia coli ou colibacille : synthétise les vitamines B12 et les enzymes chez l'homme, ...).

Commensalisme : Condition de deux espèces dans laquelle une bénéficie et qui n'est ni bénéfique ni nocive à l'autre. Ex : la mousse sur l'arbre, les petits poissons sur la baleine.

Mutualisme : Condition où deux espèces différentes vivent ensemble où tous deux bénéficient de cette relation, synonyme de symbiose.

Compétition : ex : les plantes des haricots dans un champ luttent entre elles pour capter l'énergie solaire, les animaux entre eux, les hommes entre eux luttent pour la survie.

Chaînes alimentaires ou niveaux trophiques d'un écosystème

Le maintien de la vie sur la terre dépend presque entièrement de l'énergie solaire qui est utilisée par les végétaux chlorophylliens qui, grâce aux phénomènes de photosynthèse, fabrique la matière organique à partir du gaz carbonique atmosphérique, de l'eau et des sels minéraux puisés dans le sol. Les produits formés sont des substances organiques appartenant aux trois groupes des macromolécules : glucides ou hydrates de carbone ; protéines ou substances azotées et les lipides ou huiles ou graisses.

Les végétaux chlorophylliens sont les seuls organismes capables de fabriquer des substances organiques et de se nourrir aux dépens du gaz carbonique de l'atmosphère grâce

à la photosynthèse. Ils sont ainsi appelés organismes producteurs ou autotrophes (qui produisent leur propre nourriture à partir de l'énergie solaire).

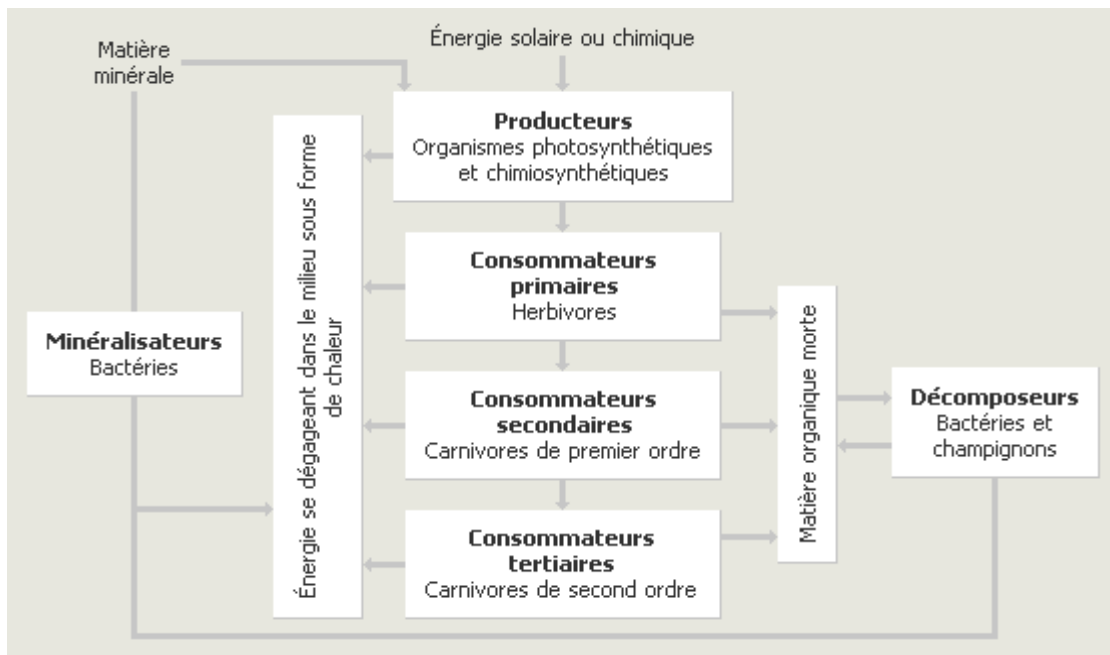
La matière organique fabriquée par les végétaux ainsi que l'énergie chimique qu'elle renferme transite parmi les divers organismes de l'écosystème passant par une série d'étapes qui consiste chacune à manger et à être mangé. L'ensemble de ces étapes constitue une « Chaîne Alimentaire ou Réseau Trophique ». Chaque étape de ce transfert de matière organique et d'énergie constitue un niveau trophique (du grec « trophe » : nourriture) :

- Le premier niveau trophique est celui des végétaux chlorophylliens ou plantes ;
- Le deuxième est celui des animaux consommateurs des plantes ou herbivores ;
- Le troisième est celui des animaux carnivores consommateurs d'animaux et ainsi de suite.

Ce type de chaîne alimentaire qui commence par des végétaux chlorophylliens autotrophes est appelé « Chaîne Alimentaire des Herbivores ». Dans la chaîne : herbe-lapin-renard, l'herbe représente le 1er niveau trophique, par exemple celui des végétaux autotrophes, le lapin représente le 2eme niveau, celui des animaux herbivores ; le renard est du 3eme niveau, celui des animaux carnivores. Une faible proportion de l'énergie fixée par les végétaux et de la partie organique qu'ils ont produite entre ou est utilisée dans la chaîne alimentaire. Une grande partie est perdue dans le processus. Energie solaire- énergie chimique- matière organique sera transférée dans la plante : le lapin récupère une partie chimique, le renard récupère une autre proportion et ainsi de suite.

Les matières animales et végétales qui n'entrent pas dans la chaîne des herbivores telles que les feuilles mortes, tronc d'arbre, cadavres d'animaux entrent dans la chaîne des Détritivores, c'est-à-dire des consommateurs des détritits formés d'organismes morts : les bactéries, les champignons, les animaux qui se nourrissent des matières végétales ou animales mortes constituent une source d'énergie pour le niveau trophique supérieur des chaînes alimentaires des herbivores. De cette façon la nature exploite au maximum l'énergie fixée par les végétaux au début de la chaîne. Dans les deux types de chaînes le nombre de niveaux trophiques est limité (il n'y a en général pas plus de 4 à 5 niveaux sauf rare exception) étant donné qu'à chaque étape, une grande quantité d'énergie est perdue soit sous forme de chaleur dégagée par la respiration soit sous forme de matières organiques non consommées par les animaux. Par conséquent chaque niveau trophique dispose de moins d'énergie que le niveau trophique qui le précède. C'est la raison pour laquelle les cerfs herbivores sont plus nombreux que les loups carnivores et que dans les savanes Africaines, les antilopes et autres mammifères herbivores ont une biomasse environ cent fois supérieure à celle des lions et autres mammifères carnivores. (Fig. no1).

Figure no1 : Niveaux trophiques d'un écosystème



I.2. DEFINITION ET OBJECTIFS DE L'ÉCOLOGIE HUMAINE

Définition :

a) L'écologie humaine est la partie de l'écologie qui étudie l'espèce humaine, l'activité organisée de cette espèce et son environnement.

b) L'écologie humaine a plusieurs objectifs :

- étudier l'espèce humaine qui constitue en elle-même un écosystème ;
- étudier l'impact de l'activité de l'homme sur son environnement, et en retour l'impact des modifications de l'environnement sur l'homme lui-même. ex : la déforestation et ses effets sur l'environnement et l'homme, les conséquences de la catastrophe de Tchernobyl en Russie (explosion de l'usine nucléaire qui a entraîné beaucoup de morts en Russie), le bombardement d'Hiroshima et Nagasaki au Japon pendant la 2ème guerre mondiale et ses effets.

L'espèce humaine se différencie des autres espèces vivantes de différentes façons :

10 L'espèce humaine a migré (origine humaine c'est au Kenya, dans la vallée appelée Rift Valley) et a colonisé pratiquement tout le continent à des rares exceptions près (milieux extrêmement froids ou très arides), l'homme s'est implanté sur la totalité de la surface terrestre ;

20 L'homme modifie son environnement de vie volontairement et consciemment, par exemple en coupant des forêts pour construire des villes, en supprimant les marais pour éliminer les moustiques.

30 L'homme perturbe les grands équilibres de la biosphère et de la biodiversité par les biais des activités agricoles et industrielles, par ex : en produisant les chlorofluorocarbures qui entraînent la destruction de l'ozone ;

40 L'homme agit consciemment et délibérément pour essayer de restaurer certains équilibres par les biais des protocoles internationaux tels que le protocole de Kyoto qui exige la réduction des émissions des gaz à effets de serre ex : le dioxyde de carbone

50 L'homme est la seule espèce dont l'activité en un point du globe peut avoir des conséquences en un point complètement différent. Ex : L'émission des gaz à effets de serre par des pays développés et industrialisés pourrait entraîner un réchauffement de la planète qui pourrait aboutir à la disparition de Bangladesh, en Asie.

En écologie humaine et santé publique, le but ultime de l'écologie est d'établir un modèle d'analyse des relations et de l'interdépendance entre l'homme et son environnement : physique, chimique, politique, économique, socioculturel et biologique ainsi que leurs implications dans l'apparition et la propagation des maladies. On peut utiliser un modèle écologique holistique pour comprendre les causes d'un problème de santé ou tout autre problème social (Voir Figures 1 et 2).

L'environnement :

- L'environnement est l'ensemble des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des écosystèmes modifiés par l'homme

- L'environnement est la somme totale des conditions externes et des facteurs qui affectent la vie et le développement d'un organisme, des microorganismes.

En santé publique, l'environnement représente les facteurs physiques, chimiques et microbiologiques qui agissent sur la santé.

Selon Rukanga(2001), l'environnement peut être subdivisé en 4 catégories :

- l' environnement biologique,
- l' environnement physico-chimique,
- l' environnement socioculturel et
- l' environnement économique et politique.

L'environnement biologique comprend tous les êtres vivants : les animaux (homme et insectes), plantes et les microorganismes (bactéries, champignons, virus, protozoaires). Certains servent comme réservoir, sources et vecteurs des agents infectieux. Certaines plantes, animaux et microorganismes servent comme sources de médicaments et d'autre part ils peuvent avoir des effets néfastes sur la santé de l'homme.

L'environnement physique est constitué des caractéristiques physiques, géographiques, et chimiques tels que la terre, les montagnes, les vallées, les plaines, le sol, l'eau, le climat (température, altitude, humidité, pluie, vent et l'air), les agents physiques (radiations, lumière, bruits, vibrations...) et les éléments et substances chimiques toxiques et non toxiques.

Les facteurs climatiques affectent l'agent et l'hôte d'une maladie car tous deux ont besoin des conditions optimales pour une meilleure survie et croissance. Ils affectent aussi la vie des vecteurs des maladies.

Certaines maladies sont saisonnières ou périodiques. Les maladies broncho-pulmonaires sont fréquentes pendant l'hiver ou saison froide ; le paludisme et la dengue (fièvre hémorragique virale) sont plus fréquents pendant et après la saison des pluies, les maladies diarrhéiques sont plus fréquentes pendant l'été ou saison sèche, plus particulièrement dans les milieux qui ne sont pas suffisamment approvisionnés en eau potable. Certaines algues toxiques dont se nourrissent les poissons poussent à certaines saisons ainsi l'on observe l'incidence élevée d'intoxication alimentaire (chez l'homme) due à certaines espèces de poissons ou algues marines pendant ces saisons.

L'altitude et l'humidité d'un milieu affectent la distribution des vecteurs des maladies.

Ex : le paludisme est rare dans les régions montagneuses.

Le vent a aussi un effet sur la distribution des vecteurs, ex : les moustiques suivent la direction du vent et atteignent des milieux plus élevés par rapport à leur pouvoir de voler,

une fois ces moustiques atteignent de tels milieux ils peuvent transmettre la maladie aux habitants de ces milieux.

Les pluies abondantes peuvent affecter soit favorablement soit défavorablement un agent infectieux. Après une forte pluie les eaux de ruissellement peuvent contaminer les puits ou source d'eau soit évacuer les germes des latrines dans les rivières soit augmenter le volume d'une rivière et ainsi diminuer la concentration des germes par unité du volume d'eau dans la rivière, d'où l'eau devient moins dangereuse pour le consommateur.

L'environnement physique contrôle non seulement la vie des animaux mais aussi celle des plantes et affecte aussi la production alimentaire (sa qualité, quantité, sa variété et sa diversité saisonnière).

L'humidité est très importante pour la survie de moustiques : plus l'humidité est élevée, plus les moustiques ont la chance de survivre. Ils ont moins de chance de survivre quand l'humidité relative est inférieure à 60%.

La pluie modifie la température, augmente l'humidité relative et favorise ainsi que la multiplication des moustiques.

Le milieu géographique ou le type de terrain, la résidence ou la localisation affectent les habitudes ou les coutumes des populations ex : les rivières peuvent fournir l'eau potable aux riverains et en même temps elles peuvent être utilisées abusivement comme décharge des déchets ménagers.

La structure géologique du sol joue un rôle important dans la qualité des eaux de puits et des sources. C'est pourquoi pour éviter la contamination de ces eaux les précautions sont prises pour déterminer l'emplacement des latrines.

La fertilité du sol détermine le type de culture d'un milieu et par conséquent les habitudes alimentaires de la communauté de ce milieu et son état nutritionnel.

La topographie d'un milieu influence le type de transport de sa communauté ainsi que la fréquence d'utilisation des structures sanitaires rurales et urbaines.

L'environnement socioculturel. Il est constitué des coutumes, des traditions, croyances et organisations sociales telles que : la famille, les écoles, les églises, le leadership, les structures, les valeurs et normes sociales d'une communauté concernant la stabilité familiale, le comportement sexuel, la taille de la famille, les normes religieuses, les traditions et la prise en charge des personnes de troisième âge et celles vivant avec handicap ainsi que les personnes vulnérables peuvent influencer la santé et la distribution des maladies.

Les stratifications sociales selon les variables telles que la race, l'éthnie, la langue, le niveau d'étude, le type de profession, l'appartenance religieuse joue un rôle dans le type de vie communautaire et dans la transmission des maladies.

Différents groupes sociaux ont différents types d'immunité et ainsi une différence dans la susceptibilité à une maladie spécifique. Un autre aspect concernant le type de vie communautaire : une vie communautaire bien organisée facilite la prise des actions positives concernant les maladies transmissibles, l'information sanitaire peut être facilement diffusée et une bonne notification de la maladie et la participation communautaire peuvent être obtenues dans une communauté bien organisée.

Environnement économique et politique

L'environnement économique et politique comprend : l'emploi, le revenu, la distribution des ressources (des richesses), la politique et le gouvernement,...

Les maladies diarrhéiques (cholera, dysenterie) sont plus fréquentes dans les quartiers ou milieux insalubres et ceux-ci sont surtout habités par la basse classe socio-économique. Quelques fois il est difficile de distinguer la cause et l'effet de ces maladies car celles-ci détériorent les conditions socio-économiques de la population.

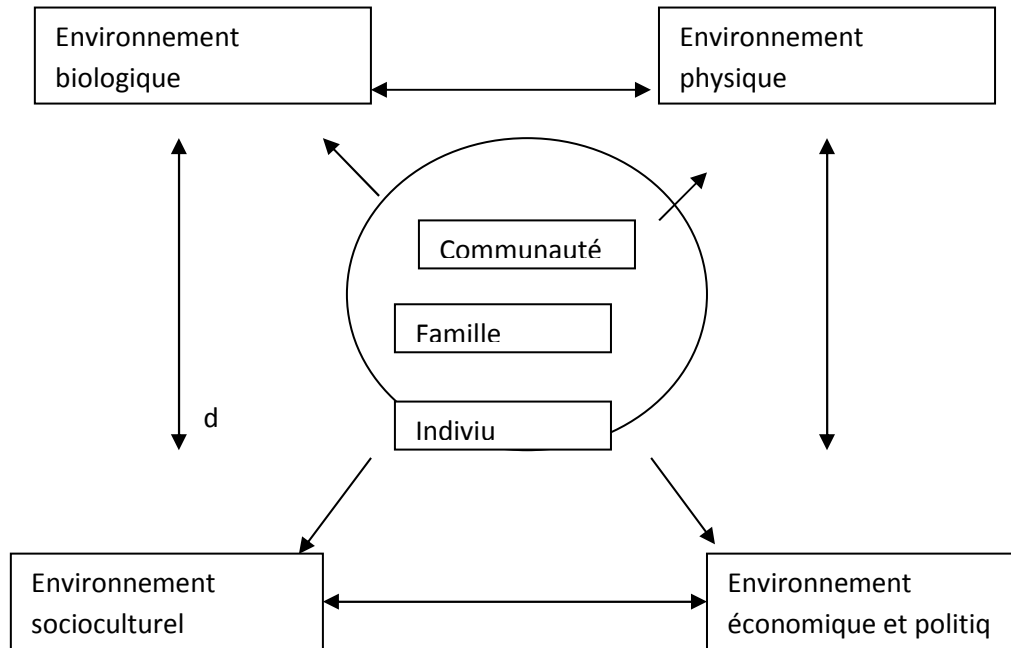
Il y a une relation entre une mauvaise distribution des (richesses) ressources et la malnutrition, la promiscuité, le mauvais habitat et l'insalubrité (mauvaises latrines, problèmes d'évacuation et de traitement des immondices...) qui contribuent à la propagation des maladies transmissibles ou

à l'apparition ou la persistance des maladies chroniques. Les périodes des progrès ou de crise ou récession économique et le chômage déterminent la disponibilité des denrées alimentaires, des fonds et la capacité d'implanter les infrastructures sanitaires. La présence ou l'absence des structures sanitaires dans un milieu influencent la prévalence des maladies dans la communauté.

La technologie (téléphone, Internet) et l'industrialisation d'un pays ou d'une province peuvent être à l'origine de certaines maladies, le progrès dans le secteur de transport et communication peut favoriser la propagation d'une épidémie (cholera, fièvre atypique d'un pays à l'autre à peu de temps.

En résumé, l'environnement détermine comment la population vit et quelles maladies elle contracte. Les multiples interactions entre l'homme ou la population et son environnement est appelé « écologie ». La figure 2 ci-après illustre les interactions écologiques qui déterminent la maladie ou la santé dans une communauté.

Figure 2 : Facteurs environnementaux influençant l'individu, la famille et la communauté



I.3 SANTE

Définitions :

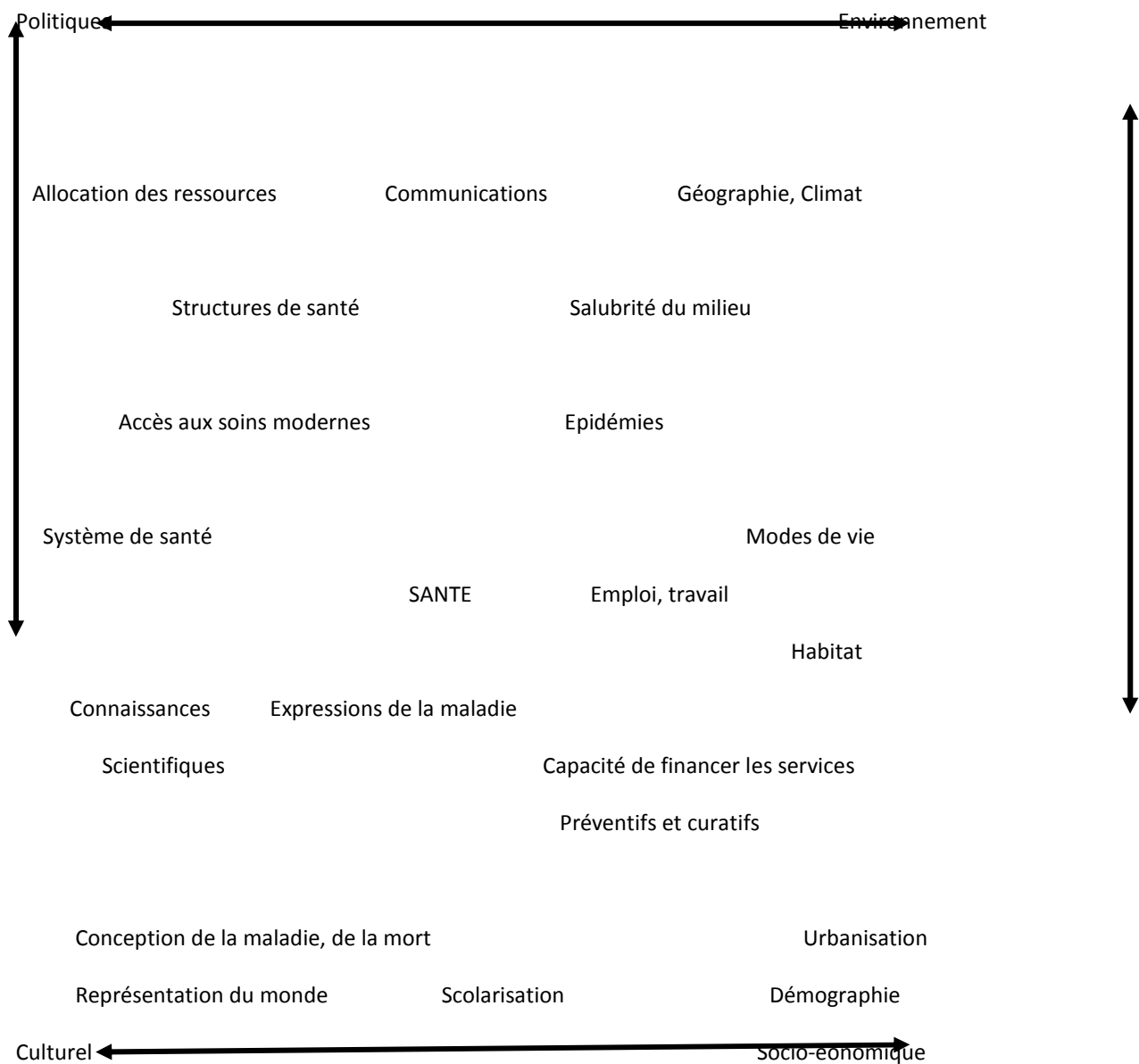
- La santé est un état complet de bien-être physique mental, social, et ne consiste pas seulement à l'absence de maladie ou d'infirmité (selon l'OMS).

- La santé ne se résume pas (plus) à l'absence de la maladie ; c'est un état de bien-être physique, mental et social, ressenti, exprimé par l'individu et accepté par l'entourage comme tel.

I.3.1 Déterminants de la santé

Les déterminants de la santé ou de la maladie sont les facteurs dont la présence ou l'absence entraîne la santé ou la maladie. Ils sont multiples et complexes et ne dépendent pas seulement des actions médicales, ils interagissent entre eux, ils influencent l'émergence biologique de la maladie, la reconnaissance de celle-ci par l'individu, son identification dans un cadre de référence et sa prise en compte par le système de santé. Les déterminants jouent un rôle important dans la genèse ou l'apparition des maladies ou l'amélioration de l'état de santé.

Fig. 3 : Déterminants de la santé



I.3.2 Triangle épidémiologique

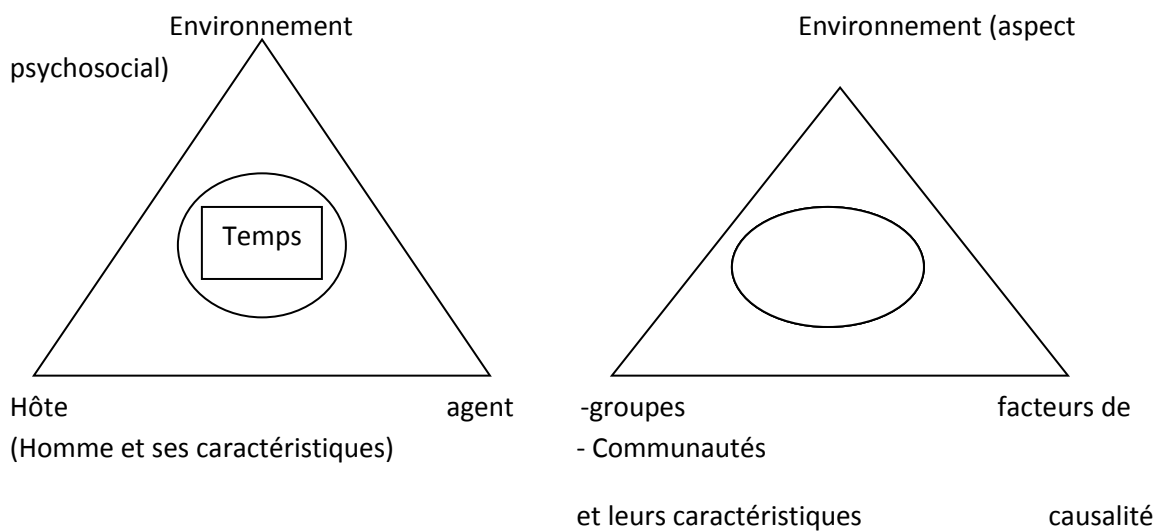
Le triangle épidémiologique utilise un modèle écologique pour analyser ou évaluer les interactions et les interdépendances des différents éléments et facteurs de l'environnement et leurs implications dans la propagation et l'apparition de la maladie. Il démontre l'interdépendance et l'interaction entre l'environnement, les facteurs de causalité ou agent, le temps et l'hôte ou les communautés, populations et leurs caractéristiques dans l'apparition et la propagation des maladies.

Le triangle traditionnel est surtout utilisé pour étudier les maladies infectieuses alors que le modèle moderne est utilisé pour analyser les maladies chroniques.

Figure 4 : Triangle épidémiologique

Modèle traditionnel
moderne

Modèle



Agents :

- Biologiques (microorganismes : virus, protozoaires, bactéries, champignons)
 - Physiques (radiations ionisantes, les rayons ultraviolets, rayons x, le bruit, vibrations...)
- Chimiques (substances toxiques, telles que le mercure, l'uranium, le plomb...)

Hôte :

Age, sexe, composition familiale, état civil, ethnie, race, niveau d'immunité, facteur génétique ou hérédité, état nutritionnel, mode de vie et comportement sexuel, densité etc.

Temps : Période d'incubation ; espérance de vie

Environnement :

- Physique (température, climat, topographie etc.)
- Biologique (microorganismes pathogènes, vecteur des maladies comme le chien, chat, rat, moustiques, mouche tsé- tsé, les plantes).
- Socioculturel : ignorance, niveau d'étude, religion, pratiques culturelles, rites
- Economique et politique : manque de volonté politique,(7% du budget national est alloué au secteur de la santé en RDC ,2006), budget inadéquat, guerre, chômage, crise économique, faible revenu, PNB très bas.
- Facteurs de causalité : facteurs étiologiques, par ex. microorganismes et autres facteurs de risque.
- Environnement psychosocial.

Pathocénose : c'est une nouvelle approche historique, épidémiologique et clinique des maladies. C'est un concept spécialement opératoire non seulement lorsqu'on cherche, comme dans le cas de SIDA, des cofacteurs associés mais surtout lorsqu'il faut aborder de façon globale les problèmes de santé publique.

Ecologie médicale : l'écologie médicale que l'on pourrait aussi appeler écomédecine résulte de la combinaison de la biologie humaine avec l'écologie et l'anthropologie pour interpréter les composées de ce que RIOUX appelle « le risque épidémiologique »

Biotope : (natural focus of diseases : foyer naturel des maladies).

En épidémiologie, le biotope est l'ensemble des sujets et des facteurs environnementaux nécessaires à l'apparition et au maintien de la maladie dans un milieu donné.

CHAPITRE II : QUELQUES ECOLOGIQUES ET SANTE

Dans ce chapitre nous discuterons de certains problèmes environnementaux, leurs effets sur l'environnement et la santé des populations humaines. Une attention particulière sera attachée aux moyens de prévention, aux lois ou protocoles en vigueur aussi bien qu'aux contextes sociaux dans lesquelles ces problèmes évoluent.

II.1. POLLUTION ATMOSPHERIQUE MONDIALE

La pollution peut être définie comme la contamination de l'air, de l'eau ou du sol par des substances qui altèrent le fonctionnement naturel des écosystèmes, ainsi que la qualité de vie et la santé humaine. Les pollutions ont des causes diverses.

On peut cependant dégager deux grandes lignes :

- La pollution de l'atmosphère qui est essentiellement due aux rejets des usines industrielles, des incinérateurs, et des moteurs à combustion interne (pollution par les automobiles) ; parmi ses manifestations visibles figurent le smog et les pluies acides.
- La pollution de l'eau, des rivières, des lacs et des mers, qui a plutôt pour origine les rejets domestiques et municipaux (eaux usées), les déchets nucléaires et les rejets industriels, ainsi que le déversement dans les milieux aquatiques d'hydrocarbures de diverses origines.

Dans ce cours, nous donnerons un aperçu, pour les pollutions les plus importantes.

II.1.1. Appauvrissement de la couche d'ozone (O₃)

L'ozone est une forme chimique particulière de l'oxygène très instable et réactive.

C'est un gaz bleuâtre, très toxique et explosif qui a l'odeur de l'ail.

a) Formation de l'ozone atmosphérique

L'ozone est produit naturellement par le bombardement de la molécule d'oxygène stable (produit par les plantes et autres organismes photosynthétiques) par les rayons ultraviolets. Il est aussi formé quand les hydrocarbures et les dioxydes d'azote réagissent avec la lumière solaire qui les active (hydrocarbures produits par la combustion incomplète de pétrole, gasoil, solvants et des peintures, dioxyde d'azote dégagé par les industries, automobiles, trains...).

L'ozone est présent dans deux régions de l'atmosphère terrestre : la troposphère et la stratosphère.

La concentration la plus importante d'ozone soit 90% forme une couche débutant entre 8 et 18km, au dessus de la surface de la terre et s'élevant à 50km, cette couche de l'atmosphère porte le nom de « stratosphère », le reste de la concentration d'ozone soit 10% se situe dans la basse atmosphère appelée communément « troposphère ». L'ozone qui se trouve dans cette région forme ce qu'on appelle communément la « couche d'ozone ».

L'atmosphère a plusieurs couches entre autres:

- Magnétosphère : Plus de 2000km
- Exosphère : 1600-2000km
- Thermosphère : 480-1600 km
- Ionosphère : 80-480 km
- Mésosphère : 48-80 km
- Stratosphère : 16-48 km
- Troposphère : de 0 à 16 km, la plus basse surface terrestre

b) La couche d'ozone et son rôle

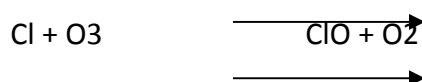
L'ozone est une substance très rare dans l'atmosphère, on y retrouve trois molécules d'ozone pour dix millions des molécules d'air. La concentration normale d'ozone dans la stratosphère est de 235microgrammes (parties par million).

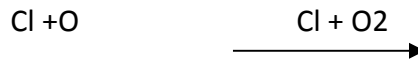
Malgré sa rareté l'ozone joue un rôle vital dans l'atmosphère. La couche d'ozone constitue une protection ou un bouclier naturel indispensable à la vie sur la terre. Elle joue en effet un rôle déterminant dans la structure de la température de l'atmosphère terrestre. L'ozone de la stratosphère joue un rôle bénéfique en absorbant la plupart des rayons ultraviolets sur le plan biologique et ne laissant passer qu'une petite partie à la terre. Sans action filtrante de la couche d'ozone un grand nombre des rayons ultraviolets pénétrerait l'atmosphère et atteindrait la surface de la terre. La couche d'ozone prévient ainsi certaines maladies comme le cancer de la peau, le cataracte,..et contribue à maintenir la vie sur terre et à élever la température ambiante de l'atmosphère.

c) Causes de l'appauvrissement de la couche d'ozone

Les études menées pendant les quatre dernières décennies par la communauté internationale NASA (station Américaine spatiale) ont démontré que ce sont les produits chimiques fabriqués par l'homme qui sont responsables de la destruction de la couche d'ozone observée. Il s'agit des composants suivants: les chlorofluorocarbures (CFC), les halons, le bromure de méthyle (CH₃Br) ; le brome (Br) et d'autres gaz. Le CFC, le Tétrachlorure de carbone(TCC) et le Méthylchloroforme (MC) qui contiennent du chlore, fluor et brome sont utilisés dans nombreuses applications comme : la congélation, le gonflage de la mousse, les solvants, le nettoyage des pièces électroniques, la climatisation, dans les avions, etc.

Réactions chimiques :CFCL₃ bombardement par lesUV → CFCl₂+ Cl





L'ozone et le chlore ne sont pas stables, c'est pourquoi ils doivent se partager les électrons libres, alors l'ozone est détruit.

Note : Un atome de chlore peut détruire 100 000 molécules d'ozone. L'atome de chlore est libre et répète la réaction, c'est-à-dire le processus de destruction de la molécule d'ozone. Il agit comme catalyseur en détruisant l'ozone, et en le déformant en molécule d'oxygène. Le CFC peut rester dans l'atmosphère pendant 20 à 100 ans (life time : durée de vie).

Les halons sont des extincteurs càd ils sont utilisés pour éteindre les incendies.

Le brome formé à partir du bromure de méthyle (CH_3Br) utilisés depuis 1932 dans les pesticides non seulement détruit l'ozone mais aussi il est toxique pour les agriculteurs qui manipulent les pesticides et peut entraîner la mort.

Le brome obtenu à partir du bromure de méthyle est 50 fois plus destructeur d'ozone stratosphérique que le chlore du chlorofluorocarbure.

Autres composés destructeurs de la couche d'ozone :

-le chlore naturel qui a le même effet que les chlorofluorocarbures mais sa durée de vie dans l'atmosphère est très courte ;

-les gaz émis par les avions qui volent dans la stratosphère dont la durée de vie est de deux ans.

*Part de responsabilité de l'homme par rapport aux autres facteurs dans la destruction de la couche d'ozone :

Activités humaines : 75-80% ; Sources naturelles : 15-20% ; Eruptions volcaniques : 1-5%.

d) Tendances globales de la destruction de l'ozone (statistiques)

La concentration de l'ozone stratosphérique a diminué en moyenne de 1,7 à 3% dans l'hémisphère Nord entre 1969 et 1986. Les régions arctiques et antarctiques sont des plus affectées car les particules de neige stratosphériques accélèrent les réactions de destruction de l'ozone.

Le rayonnement moyen mondial des U.V.B. au niveau de la surface terrestre s'est élevé de 10% entre 1986 et 1996.

Selon les estimations, l'appauvrissement de la couche d'ozone atteindra 4 à 30 % si les précautions ne sont pas prises. Et selon les scientifiques, en moyenne il y a perte de plus ou moins 5% d'ozone par an dans le monde. Les régions affectées sont : Canada, Europe, USA, beaucoup de pays asiatiques et africains. Bien que ces pourcentages semblent bas, l'impact

de l'appauvrissement de la couche d'ozone est significatif, par exemple selon les estimations, la réduction de 1% d'ozone entraînerait une augmentation de 2% des rayons ultraviolets qui atteignent la terre, ce qui entraînerait une augmentation de 4 à 6% de certains types des cancers ou une augmentation d'un million des cancers de peau dans le monde.

NB : On parle de « trou dans la couche d'ozone » lorsque la valeur de la colonne intégrée en ozone est inférieure à 220 unités Dobson ; la valeur normale étant de 300 unités Dobson environ. Les unités Dobson expriment la totalité de l'ozone dans une colonne qui part du sol et traverse toute l'atmosphère.

e) Effets de l'appauvrissement de la couche d'ozone sur l'homme et les écosystèmes

Une grande dose des rayons UVB atteignant la surface de la terre entraînerait les effets suivants :

Effets sur l'homme :

- brûlures superficielles et noircissement de la peau ;
- conjonctivites et cataractes ;
- augmentation des cancers (y compris les cancers de la peau et vieillissement de la peau) ;
- vieillissement précoce ;
- diminution du système immunitaire ;
- mutations chromosomiques car les rayons ultraviolets affectent l'ADN.

Sur les autres êtres vivants :

- les planctons (plantes microscopiques aquatiques, producteurs des écosystèmes marins) sont détruits par les UVB. Ceci entraîne la réduction de la reproduction et production des poissons ;
- destruction des plantes par les rayons ultraviolets, ceci a des répercussions sur la production alimentaire ;
- déséquilibre de la biodiversité et de la communauté biologique.

Effets sur les non vivants :

- les immeubles ou matériels de construction sont endommagés
- élévation de la température de la terre

f) Mesures de contrôle de l'appauvrissement de la couche d'ozone

Les instruments de protection de la couche d'ozone sont :

- la convention cadre de Vienne (signée le 22\3\1985)
- le protocole de Montréal (signé le 16\9\1987)
- l'amendement de Montréal (adopté en 1997)
- l'amendement de Pékin (adopté le 3\12\1999)

a) La convention de Vienne

Cette convention ne contient aucun dispositif contraignant mais constitue un cadre institutionnel permettant d'échanger les informations relatives à la protection de la couche d'ozone.

b) Le protocole de Montréal

-Il a pour objet de réduire progressivement la consommation, la production, l'exportation de huit substances qui appauvrissent la couche d'ozone ;

- Il prévoit la réduction de la production des CFCs de 50% en 1999 dans les nations du monde et de bannir la production des halons.

****Données de production des substances qui appauvrissent la couche d'ozone (en tonnes pondérées par le coefficient d'appauvrissement en ozone en 2000) :**

- Pays développés : 113 000 tonnes (1 649 000 tonnes avant les mesures de réduction)
- Pays en développement : 171 000 tonnes (273 000 tonnes avant les mesures de réduction)

****Données de consommation des substances qui appauvrissent la couche d'ozone (en tonnes pondérées par le coefficient d'appauvrissement en ozone en 2000) :**

- Pays développés : 53 000 tonnes (1 475 000 tonnes avant les mesures de réduction)
- Pays en développement : 249 000 tonnes (323 000 tonnes avant les mesures de réduction).

c) l'Amendement de Montréal

- Interdiction d'importer ou d'exporter le bromure de méthyle (à cause de son potentiel destructeur de 0,6)

-La production de bromure de méthyle était supposée stopper en 2001.

-Renforcement des dispositifs pour les parties n'appliquant pas correctement le protocole de Montréal ; ces dispositifs visent à interdire la mise sur le marché des substances interdites par le protocole de Montréal. Il s'applique avant tout à la fédération de Russie qui continue à produire et à ne pas respecter les mesures prises par le protocole.

-La mise en place d'un système d'autorisation des importations et exportations pour contrôler le mouvement des substances nocives à la couche d'ozone.

d) L'amendement de Pékin

-Interdiction de la production et de la consommation du bromochlorométhane (un solvant et produit de lutte contre les incendies) à partir du 1er Janvier 2002.

**Mesures de prévention individuelle contre les effets des rayons ultraviolets :

-Ne pas trop s'exposer aux rayons solaires

- Porter des lunettes antisoieil

-Appliquer la lotion Block\White, Skin lightener sur la peau ou toute autre lotion protégeant contre les UV.

II.1.2. Réchauffement de la planète et gaz à effets de serre

La teneur de l'atmosphère en gaz carbonique (CO₂) était restée stable semble-t-il pendant des siècles. Elle était de l'ordre de 280 p.p.m. avant le début de la révolution industrielle. Elle a augmenté depuis 1850 de 280 p.p.m. à 335 p.p.m. à nos jours (= 335 cm³ de CO₂ dans un m³ d'air). Ces changements importants provoquent déjà des modifications de l'état général de la biosphère et entraînent en particulier une amplification de l'effet de serre. Depuis 1850 la température moyenne de la surface du globe a ainsi augmenté de près d'1°C (c'est l'effet de serre « Greenhouse effect » en anglais) ou le réchauffement de la planète et de la troposphère dû principalement au CO₂.

Les spécialistes estiment que si les tendances actuelles continuent les concentrations du CO₂ dans l'atmosphère de la période préindustrielle pourrait doubler vers l'année 2075 et entraînerait ainsi une augmentation de la température du globe comprise entre 1,5°C et 4,5°C vers 2075 ou entre 2°C et 6°C dans un siècle.

a) Causes de l'élévation de la température du globe

Le réchauffement de la planète est dû à certains gaz dits « gaz à effets de serre », entre autres : le CO₂, le méthane, les chlorofluorocarbures, l'oxyde nitreux (N₂O,...).

Environ 50% d'élévation de la température du globe est dû au CO₂ libéré dans l'atmosphère lors de l'utilisation des combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel,...) par les

industries et automobiles, la déforestation, la dévégétation, le feu de brousse et le feu en général.

Les autres gaz à effet de serre sont:

- Le méthane dont les émissions ont pour origine la décomposition organique anaérobie (dans la rizière, le sol, la décharge publique ou des déchets biodégradables dans les dépotoirs publics ou enfouissement sanitaire), la fermentation microbienne de la nourriture dans l'appareil digestif des animaux, l'industrie du charbon et les éruptions volcaniques (le méthane atmosphérique augmente à 1% chaque année).
- Les chlorofluorocarbures utilisés dans la climatisation, la réfrigération, gonflage de la mousse, solvants, nettoyage des pièces électroniques...
- L'oxyde nitreux produit par la combustion des matières organiques et la dénitrification du sol (voir cycle géo- biochimique, particulièrement le cycle de l'azote).
- L'augmentation de ces gaz à effets de serre est à relier d'une part à l'augmentation de la population mondiale et d'autre part au développement des techniques industrielles et aux besoins qu'elles impliquent.

Trois quarts (3/4) des gaz à effets de serre sont produits par les USA, l'ancienne Union Soviétique, l'Europe et le Japon ; les pays développés produisent donc la plus grande partie de ces gaz.

b) Effets du réchauffement de la planète

Si rien n'est fait pour lutter contre les émissions des gaz à effet de serre dans l'atmosphère le réchauffement de la planète entraînerait les conséquences suivantes:

- la fonte d'une partie des glaces polaires qui, à leur tour, entraînerait une élévation du niveau des mers estimée à 80m en l'an 2100 et des inondations dans les régions côtières, ainsi des millions d'espèces périraient (celles qui ne pourraient pas migrer ou s'adapter au changement climatique durable) ;
- la perte des terres cultivables (arables) ou la désertification ;
- la réduction de la production alimentaire mondiale ;
- la destruction des écosystèmes, la perte de la biodiversité et l'isolement des espèces ;
- l'introduction et la propagation des maladies infectieuses ;
- le changement des précipitations (pluies) et des saisons, ex : certains spécialistes prédisent que l'Asie connaîtra une saison plus sèche qu'aujourd'hui avec des conséquences sur la production alimentaire mondiale. Tout ceci a des effets concomitants sur la qualité de la vie humaine.

c) Mesures de contrôle du réchauffement ou changement climatique et des gaz à effet de serre

- La convention des Nations Unies de 1997 sur le changement climatique a demandé aux pays industrialisés et développés de réduire de 20% les gaz à effets de serre vers 2005 en partant de leurs concentrations en 1990.

-Le protocole de Kyoto a recommandé aux pays industrialisés de diminuer progressivement la production et l'utilisation des chlorofluorocarbures étant donné qu'ils détruisent l'ozone stratosphérique et qu'ils contribuent à l'augmentation de la température de la surface terrestre.

D'autres mesures de contrôle sont :

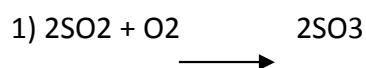
- la reforestation/le reboisement ; protection des forêts(réserves forestières) ;
- l'investissement dans les appareils ou équipements qui utilisent bien ou moins d'énergie (foyers améliorés qui consomment moins de bois ou de braise) ; utilisation des biocarburants et des fours améliorés;
- encourager la récupération et la transformation du gaz méthane produit dans les enfouissements sanitaires et par les volcans ; utilisation des énergies alternatives (énergie éolienne, solaire, géothermique, Biogaz, biocarburants/ agrocarburants, fours améliorés...);
- l'utilisation de l'énergie solaire et autres énergies alternatives qui polluent moins.

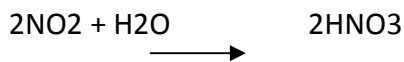
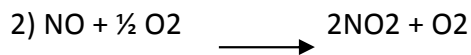
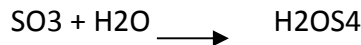
II.1.3. Pluies Acides

Les pluies normales ont un pH moyen de 5,6. Par définition, les pluies acides sont celles dont le pH est inférieur à 5,6. (Le pH mesure l'acidité ou la concentration des ions H⁺ dans une solution).

Formation et Sources des pluies acides

Les pluies acides sont comme l'effet de serre une conséquence de l'utilisation des combustibles fossiles. Elles sont provoquées par le rejet du dioxyde de soufre (SO₂) et oxydes nitreux (NO,...) lors de la combustion qui a lieu dans les centrales thermiques, les chaudières de chauffage des centrales d'industries ou les émissions des moteurs des véhicules. Ces gaz sont aussi émis par les volcans. Ces gaz, en présence des rayons ultraviolets solaires, réagissent avec la vapeur d'eau atmosphérique venant de l'évaporation des eaux de surface et de l'évapotranspiration des plantes et avec des oxydants comme l'ozone, se transformant en acide sulfurique (H₂SO₄) et en acide nitrique (HNO₃) qui sont entraînés loin de leur lieu de production par les courants atmosphériques.





Ces particules acides se déposent et s'accumulent sur les feuilles d'arbres et sont lavées par la pluie ou la neige d'où le nom « pluies acides ».

Dans le Nord Ouest de l'Europe le pH moyen de la pluie est de 4,3 et on a enregistré un pH record de 2,3 aux USA, soit égal à celui du vinaigre.

Les pluies acides sont un exemple de pollution sans frontières. Celles qui dégradent les eaux douces qui détruisent le Sud de la Norvège et les poissons ont leur origine dans les zones industrielles d'Allemagne et d'Angleterre, et celles qui provoquent le dépérissement des forêts au Québec(CANADA) proviennent des Etats-Unis d'Amérique. Il en est de même des gaz du volcan Nyiragongo de Goma dont les effets, selon l'OVG, sont observés à plus de 600km de la ville de Goma, dans la province de l'Equateur .

b) Effets des pluies acides sur l'environnement et la santé

Les pluies acides corrodent (détruisent) les métaux, altèrent les édifices en pierres, détruisent la végétation, acidifient le sol et les lacs dont les poissons meurent. En effet les pluies acides ralentissent la croissance des arbres, tuent les jeunes plantes : les feuilles virent de la couleur verte à la couleur jaune et tombent, elles endommagent la structure des racines et ainsi détruisent tout l'arbre.

Les pluies acides, évacuent avec les eaux de ruissellement, les sels minéraux du sol et peuvent amener des substances ou éléments toxiques tels que l'aluminium et le mercure dans le sol et enfin dans la chaîne alimentaire pour finalement affecter l'homme (les mercures inorganiques causent la dépression, le crétinisme, endommagent les reins, le cerveau et a des effets tératogènes : causent des anomalies congénitales). L'aluminium est cancérigène.

Les pluies acides peuvent aussi rendre le sol stérile en l'acidifiant et même intoxiquer les plantes.

Elles détruisent les organismes aquatiques des eaux de surface en les dissolvant et en y évacuant certains métaux tels que l'aluminium et mercure. ex : plusieurs lacs de New York (plus ou moins 200 lacs) sont déclarés « morts » ou dénués de vie. En Suède plusieurs lacs ne contiennent plus de poissons (plus ou moins 15 000). Tous ces effets affectent la qualité de vie de l'homme.

Les pluies acides irritent la peau, causes des conjonctivites, les diarrhées, rhinites,...chez l'homme.

Mesures de contrôle des pluies acides

Les pluies acides peuvent être prévenues :

- en nettoyant le charbon avant son utilisation comme sources d'énergie ou avant sa combustion. Ce procédé permettrait de se débarrasser de 10% de soufre mais il est coûteux.

- en traitant les hydrocarbures (pétrole et ses dérivés) par des voies chimiques pour se débarrasser du soufre

- en mettant un dispositif sur les moteurs des véhicules pouvant réduire les émissions des gaz.

- en réduisant la vitesse des véhicules pour diminuer la production ou émissions d'oxydes d'azote.

Il est conseillé aux populations exposées aux pluies acides de respecter les règles d'hygiène (bien nettoyer les légumes avant de le cuire et le consommer, couvrir les aliments,...).

II.2. POLLUTIONS LOCALISEES

II.2.1. Pollution de l'air (voir TP)

II.2.2. Pollution de l'eau

1° Définition

La pollution de l'eau peut être définie comme la contamination de l'eau par des corps étrangers tels que des micro-organismes, des produits chimiques, des déchets industriels, etc.

Ces substances dégradent la qualité de l'eau et la rendent impropre aux usages souhaités.

2° Principaux polluants

Les principaux polluants de l'eau sont nombreux. Dans le cadre de ce cours, nous énumérons les principaux :

- les eaux usées et autres déchets consommateurs d'oxygène (essentiellement les substances organiques dont la décomposition entraîne un épuisement de l'oxygène)

- les agents contaminants, notamment les bactéries, les virus, les moisissures, etc. On observe une pollution bactériologique par exemple par le taux élevé de coliformes fécaux http://fr.wikipedia.org/wiki/Pollution_de_l'eau - cite_note-10. Le taux des bactéries coliformes est utilisé pour mesurer la qualité de l'eau. Cette pollution peut provenir des effluents d'élevage (dans ce cas on observe un taux élevé de nitrates), des rejets domestiques, ...

- les engrais azotés et ou phosphatés : Ils libèrent particulièrement les nitrates, ou les phosphates. Présents à l'état naturel dans le sol et solubles, ils pénètrent dans le sol et les eaux souterraines et se déversent dans les cours d'eau. Mais ces derniers temps, ils sont surtout apportés de manière artificielle par les engrais chimiques. La pollution par les nitrates (NO₃) et/ou les phosphates (PO₄) est actuellement, l'une des causes majeure de la dégradation de la qualité de l'eau. Très souvent, ils provoquent le processus d'eutrophisation de l'eau, la rendant presque inutilisable.

- les pesticides ou produits phytosanitaires : Ces substances chimiques aujourd'hui prioritairement recherchées, destinées à protéger les végétaux contre les insectes, les champignons ou les « mauvaises herbes » peuvent pénétrer dans le sol et s'y accumuler pour atteindre les eaux souterraines. Dans l'environnement certains de ces pesticides se transforment en molécules de dégradation ou en métabolites qui sont nombreux, parfois plus écotoxiques ou toxiques que la molécule-mère, et parfois difficilement ou couteusement détectables.

- le pétrole et ses dérivés,

- les minéraux, tels que les métaux lourds ex. Cuivre, plomb, arsénic,

- les sédiments (composés de particules minérales) extraits du sol,

- les déchets plastiques : Les déchets plastiques sont déversés en grande quantité dans les océans. Actuellement, on évoque des chiffres de plus de 50 millions de tonnes de déchets se trouvant entre 0 et 200 m de profondeur dans le golfe de Gascogne (France), et 50 000 tonnes de ces mêmes sacs reposent au fond du golfe.

Le stade ultime de la fragmentation de ces déchets consiste en ce que l'on appelle les larmes de sirène, granules de plastiques omniprésents et indestructibles de dimension variant de quelques millimètres à 20 microns et moins

- et plus récemment, les déchets radioactifs provenant des activités nucléaire, industrielle, médicale et scientifique. Les systèmes de refroidissement de l'eau des industries et des centrales, notamment les centrales nucléaires, représentent une source de pollution par réchauffement de la température de l'eau.

3° Origine et contrôle de la pollution

Les pollutions urbaine, industrielle et agricole représentent les trois causes essentielles de la pollution de l'eau.

Les eaux usées des habitations et des commerces entraînent la pollution urbaine de l'eau. L'objectif essentiel du traitement de ces eaux usées urbaines consiste à réduire leur teneur en substances solides en suspension, en matériaux consommateurs d'oxygène, en composés

inorganiques dissous (notamment les composés phosphorés et azotés) et en bactéries nocives. Ces dernières années, l'accent a été mis sur l'amélioration des moyens d'élimination des résidus solides issus de ce processus de retraitement, qui peuvent représenter entre 25 et 50 % des coûts d'investissement et d'exploitation d'une usine de traitement.

Les caractéristiques des eaux usées industrielles peuvent varier selon leur origine. L'impact des rejets industriels sur la qualité de l'eau est fonction de leur affinité avec l'oxygène, de la quantité de solides en suspension, et de leurs teneurs en substances organiques et inorganiques. Dans le meilleur des cas, une première étape d'épuration se fait sur le site même de la production, le reste des eaux usées étant ensuite dirigé vers les systèmes de traitement municipaux. Dans quelques cas, beaucoup plus rares, le retraitement dans son ensemble est effectué sur place, puis l'eau est réutilisée ou simplement déversée dans un cours d'eau. Malheureusement, pour de nombreuses unités de production, les eaux usées retournent dans un cours d'eau sans retraitement préalable, ou insuffisamment assainies.

L'agriculture, l'élevage et l'aviculture sont responsables du rejet de nombreux polluants organiques et inorganiques dans les eaux de surface et souterraines. Ces contaminants comprennent à la fois des sédiments provenant de l'érosion des terres agricoles, des composés phosphorés ou azotés issus des déchets animaux et des engrais commerciaux, notamment des nitrates. Les déchets animaux sont avides d'oxygène, riches en azote et en phosphore, et renferment souvent des organismes pathogènes. Les résidus issus des engrais sont retenus par les sols, mais peuvent contaminer les nappes phréatiques et les cours d'eau par ruissellement et lessivage par les eaux naturelles.

4° Effets de la pollution de l'eau

La pollution de l'eau peut avoir des conséquences sur la santé de l'homme. Les nitrates (sels de l'acide nitrique) existants dans l'eau potable peuvent être la cause de maladies mortelles chez les jeunes enfants. Le cadmium, présent dans les engrais dérivés des boues d'épuration, est susceptible d'être stocké par les plantes cultivées. La consommation ultérieure de ces végétaux contaminés peut provoquer des troubles digestifs sérieux et une atteinte du foie ou des reins. Le mercure, l'arsenic et le plomb sont toxiques.

Les lacs sont particulièrement exposés à la pollution. L'eutrophisation, un des problèmes majeurs, se produit lorsque l'eau s'enrichit artificiellement et excessivement en nutriments, provoquant une croissance anormale de la végétation. Elle peut être déclenchée par l'écoulement des engrais chimiques depuis les terres cultivées. Le processus d'eutrophisation entraîne des odeurs désagréables, une prolifération d'algues vertes, l'épuisement des réserves d'oxygène des eaux profondes et des modifications de la composition chimique de l'eau.

Le problème des pluies acides est également devenu très préoccupant ces dernières années. Ces dépôts ont anéanti toute forme de vie dans de nombreux lacs d'Europe du Nord et de l'Est, et dans le nord-est des États-Unis.

5° La pollution marine

Les déchets déversés directement dans les mers contiennent des substances toxiques qui sont plus ou moins rapidement absorbées par les organismes marins. Ils forment également d'importants dépôts près des littoraux, qui entraînent une croissance excessive de certains organismes. Ces déchets proviennent de boues d'épuration, de résidus de dragage (essentiellement dans les ports et les estuaires), des graviers, du sable et de la vase, ainsi qu'une grande variété de substances toxiques, organiques ou chimiques.

Les déversements accidentels et à grande échelle de produits pétroliers liquides sont une cause importante de pollution des littoraux. Les cas les plus spectaculaires de pollution par hydrocarbures sont dus aux pétroliers géants et aux opérations de forage en mer. Il a été estimé que, pour un million de tonnes de pétrole transportées, une tonne est déversée dans la mer. Parmi les plus graves marées noires recensées jusqu'ici figurent celles provoquées par le pétrolier Amoco Cadiz au large des côtes françaises en 1978 (plus de 200 000 t de pétrole brut).



Fig.11. Cas d'une marée noire (Source : www.wikipedia.org)

Pollution du sol

La pollution du sol correspond à l'accumulation dans le sol, de composés toxiques : produits chimiques, sels, matières radioactives ou agents pathogènes qui, tous, ont des effets nocifs sur la croissance des plantes et la santé des animaux. L'utilisation accrue d'engrais et de nombreux produits insecticides et fongicides après la fin de la Seconde Guerre mondiale est, depuis les années 1960, source d'inquiétude sur l'état des sols. Certes, l'application d'engrais contenant les principaux éléments nutritifs, à savoir azote, phosphore et potassium, n'a pas, globalement, contribué à la pollution des sols ; cependant, les apports excessifs d'engrais

azotés et de phosphore contribuent à la pollution des eaux ; de même, l'utilisation excessive d'oligoéléments peut nuire à l'état des sols.

L'irrigation des terres arides mène souvent à une pollution par le sel.

Dans un passé récent, le soufre provenant de déchets industriels a pollué certains sols, de même que la pulvérisation des cultures avec de l'arséniate de plomb a conduit à l'accumulation d'arsenic. De nos jours, les épandages excessifs de matières organiques, fumier, lisier, en plus des apports d'engrais minéraux, conduisent à une pollution par excès de nitrates que les eaux de pluie entraînent vers les nappes phréatiques et les cours d'eau.

Rappelons aussi le grave problème de la pollution par les matières radioactives, iode-131, césium-137 par exemple, éléments répandus dans l'atmosphère lors de la catastrophe de Tchernobyl et qui sont concentrés par les végétaux et les animaux herbivores, puis par les carnivores.

Enfin, l'emploi excessif d'insecticides organochlorés pose de graves problèmes dans la mesure où ces composés se dégradent lentement et, de plus, s'accumulent progressivement dans la chaîne alimentaire dont l'homme est le maillon terminal.

Quelques ONGs, ont recensé les terres/sols les plus pollués dans le monde, et en ont retenu douze sites, dont six en Russie, un en Afrique et deux en Chine. Ex. :

- Norilsk (Russie) : ancien goulag devenu le complexe sidérurgique le plus énorme au monde, leader mondial pour le raffinage du nickel et du palladium. Cette seule usine émet 2 millions de SO₂ par an (4 fois plus que la France), les vapeurs acides et toxiques ont tué les arbres à 30 km à la ronde, et la cueillette des champignons (qui concentrent les métaux) a dû être interdite en 2007 dans un périmètre de 50 km autour de l'usine ;
- Linfen (Chine) ; charbon et carbochimie, et Tianying ; métallurgie, avec 50 % environ du recyclage du plomb de toute la Chine ;
- Kabwe (Zambie) : contamination au plomb (plombémie infantile 10 fois supérieure au maximum autorisé aux USA).

Retenons que l'introduction du plomb dans le corps sous quelque forme que ce soit est très toxique, et est appelée « Saturnisme ». Ses effets se font généralement sentir après une période d'accumulation du métal dans l'organisme. L'empoisonnement se manifeste par l'anémie, la faiblesse, la constipation, la colique et la paralysie, en particulier des poignets et des chevilles (voir saturnisme). Les conduites servant à l'acheminement de l'eau potable ne doivent donc pas contenir de plomb, les gouvernements tentent de promouvoir l'utilisation d'essence sans plomb pour lutter contre cette pollution.

Les enfants sont particulièrement exposés à l'empoisonnement, même pour des concentrations minimales : le plomb peut retarder le développement moteur, altérer la

mémoire et provoquer des problèmes d'audition et des troubles de l'équilibre. Chez les adultes, il peut provoquer une augmentation de la pression artérielle. On traite l'empoisonnement au plomb par ingestion d'un sel double de l'acide éthylène-diamino-tétraacétique, ou EDTA. Le plomb est ensuite éliminé de l'organisme par formation d'un complexe stable avec l'EDTA, complexe soluble dans les urines.

Les autres métaux lourds causent aussi des troubles divers.

Pollution radioactive

La pollution radioactive est la contamination générée par la radioactivité. Elle peut avoir plusieurs origines :

- Naturelle (ex. : Radon)
- Industrielle :
 - pour la production d'électricité nucléaire, il y a pollution lors de la production d'électricité, lors du retraitement des déchets, lors du stockage des déchets radioactifs
 - dans le domaine médical qui crée également un certain nombre de déchets radioactifs
 - dans un certain nombre d'industries créatrices de déchets radioactifs (autres que la production d'électricité)
- autres
 - Militaire : notamment lors d'essais de bombes atomiques qui ont été pendant longtemps fait en altitude (pratiqués à grande échelle au cours des années 1950 et au début des années 1960), mais aussi par les épaves de chars laissées dans le désert après avoir été détruits par la fusion eutectique des obus à uranium appauvri, la pollution en mer par le rejet des bidons radioactif ainsi que les sous-marins nucléaires épaves, russes, américaines et autres.
 - Médicale : l'utilisation de substances radioactives pour des examens médicaux (ex: scintigraphie) pourrait contaminer les eaux via les urines des patients, provoquant une variation faible mais sensible de la radioactivité mesurée ;
 - Accidentelle : lors d'accidents nucléaire comme ceux de Tchernobyl (avril 1986) ou Fukushima (mars 2011), un certain nombre d'éléments radioactifs peuvent se disperser dans l'atmosphère et/ou le sol et/ou le réseau hydrographique (fleuves, nappes phréatiques, etc.).

La pollution radioactive est nocive pour l'homme : en effet, les radio-éléments ont une durée de vie plus ou moins longue et se désintègrent en émettant des rayonnements dangereux. Lorsque des radio-éléments sont fixés dans le corps humain, ils peuvent être dangereux

même si la quantité totale de rayonnements émis est relativement faible, car ils atteignent les cellules environnantes de manière très concentrée, pouvant créer des tumeurs (caractère mutagène des radiations).

Le corps humain peut être amené à fixer des radio-éléments de plusieurs manières :

- Par la respiration : si des particules de gaz radon se désintègrent alors qu'elles sont dans les poumons, elles se transforment en éléments lourds qui se fixent, et continuent leur "vie radioactive" et leurs émissions nocives jusqu'à leur fin de vie.

- Par l'alimentation : si un organisme est contaminé par une pollution radioactive, les végétaux et les animaux mangeant ces végétaux courent le risque d'une contamination radioactive. Certains végétaux sont particulièrement radio-accumulants : lavande (plante aromatique et médicinale originaire d'Eurasie aux fleurs de couleur généralement bleu-mauve disposées en épis très odorants, cultivée à des fins ornementales ainsi que pour ses applications en parfumerie, cosmétique, phytothérapie et aromathérapie.), champignons. Certains organes sont aussi plus sensibles : par exemple, la thyroïde fixe l'iode, (iode 131).

C'est pourquoi, en cas de contamination radioactive, on distribue des pastilles d'iode stable, naturellement non radioactive, à la population avant l'exposition ou l'inhalation de fumées. L'iode stable, ainsi se fixe sur la thyroïde, la sature, empêchant l'iode 131 issue de la radioactivité, de s'y accumuler.

Cependant, pour évaluer l'étendue des conséquences des retombées nucléaires, il est indispensable de prendre en compte les effets génétiques des radiations. Celles-ci peuvent en effet provoquer des mutations, c'est-à-dire des modifications des cellules reproductrices qui transmettent les caractères héréditaires. À peu près toutes les mutations dues aux radiations sont nocives, et leurs effets persistent chez les générations suivantes.

L'évaluation des risques d'irradiation issus de retombées radioactives repose à peu près sur les mêmes critères que pour d'autres types de risque impliquant des populations importantes. De telles évaluations sont complexes, nécessairement liées à des intérêts politiques et économiques, et à d'autres risques. Dans le cas des retombées, le risque potentiel est mondial, impliquant de nombreuses incertitudes quant aux doses de radiation et leurs effets ; la situation internationale évoluant sans cesse, elle doit constamment être réévaluée.

Dans le cadre d'une guerre nucléaire, les risques découlant des retombées seraient bien plus importants que pour les seuls essais nucléaires. On aurait alors affaire à des effets immédiatement mortels, ainsi qu'à des effets à long terme. Des études sur de telles situations ont débouché sur des programmes de protection contre les retombées dans le cadre des plans de défense civile. Des procédés de décontamination du sol, de l'eau et des aliments sont actuellement en cours de développement, afin de combattre les éventuels effets de retombées pendant et après une attaque nucléaire. Cependant, plusieurs études

indépendantes laissent à penser que, si des êtres humains survivaient à une guerre nucléaire totale et à un éventuel hiver nucléaire, ils seraient probablement stériles.

Vues tous ces risques, l'humanité finira un jour par abandonner complètement l'énergie nucléaire. Certains pays, comme l'Allemagne fédérale, a déjà décidé la fermeture de toutes ses centrales nucléaires, d'ici l'année 2025. C'est un exemple à suivre.

Pollution électromagnétique

*Définition

La pollution électromagnétique, également nommée smog électromagnétique, signifie exposition excessive d'êtres vivants ou d'appareils, à des champs électromagnétiques, c'est-à-dire à des champs produits par des objets chargés électriquement. Son intensité dépend a priori essentiellement du niveau de champs électromagnétique, de la fréquence, et de la durée d'exposition.

Le terme de pollution est employé car certains champs électromagnétiques sont soupçonnés, pour les espèces vivantes, d'être un facteur de perturbation, d'affecter leur santé ou leur reproduction, ou encore d'être un facteur de fragmentation écopaysagère. Cette question fait l'objet de controverses et n'est pas tranchée, notamment en ce qui concerne les impacts sur la santé, lors d'une exposition chronique à des champs de relativement faible intensité.

* Sources de rayonnements électromagnétiques

Elles sont de deux types :

-Les sources naturelles : ex : rayonnement solaire et stellaire, les cellules vivantes, certains poissons, etc.

- Les sources artificielles : ex : Lignes électriques à haute tension, les appareils électriques, mais surtout les réseaux de télécommunications... téléphonie mobile (GSM), réseaux informatiques (Wi-Fi, WIMAX), réseaux radiophoniques, réseaux audiovisuels (les appareils électroménagers et électroniques grand public (four à micro-ondes, tubes cathodiques des téléviseurs et des ordinateurs) ; etc. À la suite de développement des télécommunications sans fil, la présence d'ondes électromagnétiques dans l'environnement s'est accrue dans les bandes de fréquences autorisées.

* Effets suspectés ou envisagés

Depuis quelques années persiste une méfiance vis-à-vis de la téléphonie mobile et des antennes-relais.

L'exposition aux rayonnements électromagnétiques n'est pas le même pour les deux sources. Les téléphones mobiles et les stations de base (antennes-relais) utilisent des radiofréquences (RF) mais représentent des situations différentes.

Le premier a un temps d'exposition et une puissance faible, mais une forte proximité du cerveau, le second a un temps d'exposition permanent et une puissance forte en sortie, mais le champ perd rapidement de sa puissance au fur et à mesure de la distance et des murs d'habitation.

Les études n'ont pour l'instant pas formellement prouvé de risques pour la santé, mais certains scientifiques déclarent que la vigilance doit être maintenue et que ce sujet nécessite la poursuite de travaux scientifiques.

* Effets connus

- Effets thermiques : Le rayonnement électromagnétique des micro-ondes et des ondes radio a un effet thermique sur la matière, principalement en surface. Ce principe est notamment utilisé dans les fours à micro-ondes.

* Evaluation des risques

Même si les réglementations en vigueur imposent l'utilisation des appareils électroniques en deçà des effets connus de l'électromagnétisme, tels que l'effet thermique pour les ondes radio et micro-ondes, les dangers d'une exposition pour de faibles puissances ne sont pas à ce jour démontrés scientifiquement. Malgré cela, de nombreuses études de risque ont été lancées afin de déterminer le risque sanitaire ou environnemental des champs électromagnétiques.

* Principes de précaution

En l'absence de preuves scientifiques concernant les effets des champs électromagnétiques, des organismes, tels l'OMS recommande le principe de précaution dans ce domaine :

respecter les normes de sécurité ;

utiliser des barrières de protection autour des sources électromagnétiques ;

instaurer le dialogue entre les autorités et les populations locales concernant les décisions d'implantations de lignes électriques ou de stations de téléphonie.

Par précaution parfois, mais surtout pour limiter les parasites qui peuvent perturber les matériels électroniques (TV, ordinateurs, radio, etc.), les constructeurs utilisent des protections et câbles blindés pour réduire ce phénomène. Des auteurs comme George Carlo proposent, en attendant des études indépendantes qui prouveraient une absence de risque, un retour à la technologie de la fibre optique permettant - à confort presque équivalent - de fortement réduire le recours aux modes sans fils.

Des villes comme Paris en France tentent de réguler par une charte les installations

d'antennes et de diminuer l'exposition des habitants en imposant des cahiers des charges aux opérateurs.

L'usage d'oreillettes pour les téléphones mobiles, particulièrement en cas d'utilisation intensive, réduit les effets du rayonnement électromagnétique sur le cerveau.

Pollution olfactive

* Définition

La pollution olfactive concerne toutes les nuisances qui affectent et touchent le domaine de l'odorat.

* Origine

Les odeurs sont généralement dues à une multitude de molécules différentes, en concentrations très faibles, mélangées à l'air que nous respirons. La plupart des composés odorants sont détectés à des niveaux très faibles par rapport aux niveaux toxiques. A l'inverse, des gaz très toxiques comme le monoxyde de carbone n'ont aucune odeur. Pourtant ce gaz est un poison violent pour tous les animaux à sang chaud, y compris l'homme. En cas d'inhalation, il se combine de façon quasi irréversible avec l'hémoglobine du sang à la place du dioxyde de carbone, provoquant une anoxie et conduisant à l'asphyxie, donc la mort. Étant inodore, c'est un poison insidieux, qui ne provoque que des symptômes légers de maux de tête, de nausées, ou de fatigue, suivis d'une perte de connaissance.

* Mesure

Les odeurs peuvent être mesurées par un olfactomètre qui permet d'exprimer la concentration de l'odeurs en Unité d'Odeurs Européenne par mètre cube d'air (oue/m³).

* Source de pollution olfactive

Il existe plusieurs sources de pollution olfactive ; les plus communes chez nous sont :

Déchets divers : ordures ménagères,

Élevage (porcs, bovins, volailles, etc...)

WC

Marécages,

Etc.

Pollution sonore

C'est la pollution due au bruit. Dans le langage courant, le terme « bruit » est appliqué à tout son qui prend pour nous un caractère affectif désagréable ou inacceptable (déplaisant, fatigant, perturbateur, douloureux...). La notion de bruit a ainsi un caractère subjectif. Avec le développement des techniques, le bruit ambiant a augmenté ces dernières décennies de plusieurs dizaines de décibels. Cette pollution par le bruit est un important problème d'environnement, notamment lorsque les niveaux sonores dépassent certaines valeurs pouvant provoquer des dommages physiques.

En effet, l'unité de mesure du bruit est le décibel (dB), qui est le dixième du Bel, en mémoire au Physicien Américain Bell, inventeur du téléphone en 1876. Dans une conversation normale, la voix humaine a une puissance de 70 dB. A partir de 120 dB, à proximité d'un marteau piqueur ou d'un avion au décollage par exemple, le bruit devient douloureux et peut provoquer des lésions à l'oreille interne. Cette situation préjudiciable à la santé, rare il y a deux siècles, devient de plus en plus régulière, surtout dans les grandes villes, aux alentours des aéroports, des autoroutes, des aciéries, de groupes électrogènes défectueux, etc.

Une réglementation de la situation s'avère donc nécessaire.

Pollution lumineuse

* Définition

L'expression pollution lumineuse (light pollution, ou photopollution pour les anglophones) désigne à la fois la présence nocturne anormale ou gênante de lumière et les conséquences de l'éclairage artificiel nocturne sur la faune, la flore, la fonge (le règne des champignons), les écosystèmes ainsi que les effets suspectés ou avérés sur la santé humaine.

Elle est souvent associée à la notion de gaspillage d'énergie, dans le cas d'un éclairage artificiel mal adapté, s'il constitue une dépense évitable d'énergie.

Comme celle de pollution du ciel nocturne qui la remplace parfois et qui désigne particulièrement la disparition des étoiles du ciel nocturne en milieu urbain, la notion de pollution lumineuse est récente. Apparue dans les années 1980, elle a évolué depuis.

L'attraction parfois fatale pour la flamme et la lumière de nombreux insectes nocturne est connue depuis longtemps, et même exploitée par les scientifiques, pour capturer les insectes nocturnes.

* Source de pollution lumineuse

La pollution lumineuse a plusieurs sources :

- la lumière artificielle perdue ou réfléchi, émise par des sources fixes et permanentes telles que les luminaires (appareils d'éclairage) des villes, des ports, des aéroports, des parkings, routes, et autres voies de transport, des installations industrielles et commerciales, publicitaires, des locaux et bureaux éclairés la nuit et dont les parois vitrées et fenêtres ne sont pas occultées, par les phares des littoraux, etc.

- des sources mobiles comme les phares de véhicules ; elles y contribuent également pour une part encore difficile à mesurer, mais qui ne devrait pas être sous-estimée, étant donné l'importance du phénomène dit de Roadkill (ensemble des animaux tués sur les routes la nuit).

- très localement, des canons à lumière et éclairage lasers, qui peuvent aussi avoir des impacts sur certaines espèces.

- Par extension, le halo lumineux (cercle lumineux que l'on observe autour d'une source de lumière, tel la lune ou le soleil) urbain qui en est un indice. Ce halo est produit par la lumière « utile » ou plus souvent inutile « perdue » dispersée ou réfléchi par les molécules de certains gaz et les particules en suspension dans l'atmosphère terrestre. Ainsi se forme un halo lumineux diffus qui - en augmentant la luminance générale du ciel - masque la vision de la voûte céleste et donne une couleur orangée à brunâtre au ciel nocturne.

Ce halo diffus visible à des dizaines de kilomètres est un indice de probable pollution lumineuse à grande échelle. Il est souvent exacerbé par une forte humidité de l'air, par les micro-gouttelettes d'eau provenant de cheminées ou d'évaporateurs et autres tours de refroidissement, par les particules émises avec les gaz d'échappement, par les poussières, et par les fumées et autres particules fines,...caractéristiques des grandes villes.

* Conséquences

La pollution lumineuse qu'il s'agisse d'un halo diffus (à l'abord des villes) ou de points d'éclairages puissants (phares, grands bâtiments), éventuellement disposés en alignements ont diverses conséquences, en particulier sur la faune. La plupart des animaux nocturnes ou partiellement nocturnes sont perturbés par l'éclairage artificiel, au point de parfois disparaître de leur habitat quand il est éclairé. Pour les espèces grégaires, les colonies de reproduction, les gîtes d'hibernation, les reposoirs peuvent être délaissés ou abandonnés ; pour les espèces photophobes, l'éclairage fragmente l'environnement nocturne.

Des conséquences indirectes sur la flore semblent probables, mais encore mal cernées.

Les dégâts les plus connus sont ceux se rapportant :

- Aux oiseaux migrateurs, qui attirés par la lumière, perdent leur repère et s'écrasent sur les hauts bâtiments illuminés de New-York, de Toronto, etc.

- Aux chiroptères : beaucoup d'espèces sont nocturnes, et sont complètement perturbées par une luminosité permanente (Ex : grand rhinolophe en France, dont les effectifs chutent depuis trente ans ; il ne chassent que dans une obscurité totale.
- Aux insectes : La plupart des invertébrés du sol (ou du bois-mort) fuient la lumière. Pour les espèces prédatrices, l'éclairage peut affecter la disponibilité alimentaire, la distribution des proies, la compétition inter-spécifique, etc.
- Conséquences sur l'homme : D'un point de vue chronologique, l'expression pollution lumineuse a, en fait, d'abord désigné la gêne occasionnée par les halos lumineux aux astronomes qui ont besoin d'un ciel pur et d'une bonne obscurité pour observer les astres. Ils doivent s'éloigner de plus en plus des villes et des zones éclairées pour pouvoir correctement observer le ciel. De nombreux observatoires astronomiques d'universités situés en ville ou dans leurs banlieues ont dû être abandonnés en Europe et aux États-Unis, dont l'observatoire royal de Greenwich (Cfr GMT).

L'observation du ciel étoilé, qui est un facteur de joie et de paix pour l'homme, est de nos jours très difficile pour 75 % de la population de la planète vivant dans des zones suffisamment urbanisées. La pollution lumineuse contribue à déshabituer l'Homme du noir et par conséquent à entretenir sa dépendance de la lumière artificielle. Ces aspects socio-psychologiques sont complexes et demandent pour y répondre une approche pluridisciplinaire.

L'alternance du jour et de la nuit est d'autre part une donnée sur laquelle se sont appuyées la plupart des espèces terrestres dans leur évolution. Chez l'être humain, plusieurs processus hormonaux en dépendent et sont localisés dans les parties les plus primitives du cerveau. Les adaptations physiologiques ne sont pas possibles chez la plupart des espèces, dont peut-être l'espèce humaine, où l'alternance du jour et de la nuit a probablement profondément modelé le psychisme. Certaines personnes sont incapables de dormir les lampes allumées, d'autres en auraient des maux de têtes au réveil d'une telle nuit.

Depuis les années 1970, divers acteurs s'interrogent ainsi sur les conséquences socio-psychologiques de la perte du contact de l'homme avec l'environnement nocturne, l'observation du ciel profond et de la voie lactée. L'ONU a accordé au ciel étoilé une valeur particulière, en l'instituant comme patrimoine commun de l'humanité.

Par ailleurs, les solutions techniques envisagées et localement testées pour limiter la pollution lumineuse convergent avec des enjeux de développement durable, en particulier d'économies d'électricité et d'émissions de gaz à effet de serre, ou de diminution de l'empreinte écologique.

* Réglementation et lutte contre la pollution lumineuse

La législation concernant l'éclairage varie fortement selon les pays et elle est parfois récente. Elle comprend toujours une composante sécurité pour l'éclairage embarqué des véhicules, l'éclairage ou la signalisation de sites dangereux (aéroports et objets élevés en particulier) ou l'éclairage routier, portuaire, etc. Une réglementation particulière est apparue concernant certaines lampes émettant des rayonnements potentiellement dangereux (rayons X, UV, infra-rouge).

La prévention de la pollution lumineuse consiste à adapter la politique d'éclairage aux nécessités réelles. De telles politiques, mises en place dans des municipalités, peuvent contribuer à une économie d'énergie électrique et ainsi à la rentabilisation des moyens mis en place pour la lutte contre la pollution lumineuse.

La réduction de la pollution lumineuse passe par différentes solutions dépendant de la source principale de pollution dans l'environnement considéré. Elle peut ainsi passer par :

- Réduction de la lumière émise en direction du ciel : La réduction de la lumière émise en direction du ciel peut être réalisée par la rénovation du matériel d'illumination urbain, notamment, l'utilisation d'abat-jours diffusant la lumière vers le bas. Mais aussi l'abandon de certaines pratiques peu écologiques, comme les Canons de lumières du mémorial du World Trade Center, New-York, qui piègent attirent dans leur faisceau de nombreux oiseaux migrateurs.



Fig.12. Canons à lumière érigés en 2004, en mémoire des attentats du 11 septembre 2001 (Source : www.wikipedia.org)

- La réduction de la sur-illumination : En posant par ex., des minuteries et des systèmes de détection de personnes, animaux et véhicules à des endroits appropriés. En plus, l'illumination des édifices publics, des panneaux publicitaires peut être réduite en pleine nuit ou en dehors de la période touristique.

- Installation de dispositifs rétro réfléchissants (catadioptrés), c'est-à-dire renvoyant vers l'émetteur (mobile ou non) la lumière reçue favorisent la visibilité sans rendre nécessaire l'utilisation de lumières supplémentaires.

- etc.

II.2.3. Pollution par les volcans(Cas de Nyiragongo et Nyamuragira, Voir Documentaire)

II.2.4. Evacuation et traitement des immondices (Voir cours d'Hygiène et Assainissement)

II.2.5. Pollution par les pesticides

Les pesticides sont des produits chimiques destinés à lutter contre les insectes nuisibles (insecticides), les mauvaises herbes (herbicides) ou les champignons nuisibles (fongicides).

a) Types des pesticides

- Les pesticides inorganiques comprennent les composés de l'arsenic, du cuivre, du plomb et du mercure. Ces pesticides sont généralement toxiques et essentiellement non destructibles, ils restent dans le sol pour toujours. Ils sont généralement neurotoxiques et même une seule dose peut causer des dommages permanents.

- Les pesticides organiques naturels (ou botaniques) sont généralement extraits des plantes ex : pyrèthre, la nicotine et les alcaloïdes nicotiniques du tabac, l'ail.

- Les fumigants qui sont généralement des petites molécules comme le bromure de méthyle, le tétrachlorure de carbone, disulfure de carbone, dichlorure d'éthylène...utilisés pour stériliser le sol et lutter contre les rongeurs et insectes qui attaquent les graines stockés.

- Les hydrocarbures chlorés ou organochlorure tel que le DDT (dichloro-diphényl-trichloroéthane) dont certains persistent dans le sol jusque 15 ans et deviennent concentrés à travers les chaînes trophiques. Ils sont stockés dans les tissus adipeux de l'organisme.

- Les organophosphates tels que parathion, malathion utilisé pour pulvériser les fruits ex : carbofurane (Baygon) généralement très toxiques pour les mouches et moustiques.

- Agents microbiens et lutte biologique : sont des microbes tels que la bactérie « Bacillus thuriengiensis » ou qui tue les larves des moustiques, les scarabées, les chenilles.

Effets bénéfiques des pesticides

- Ils luttent contre les vecteurs des maladies tels que les moustiques anophèles qui transmettent le paludisme, le vecteur de la fièvre jaune, de la fièvre hémorragique dengue(Aedes egypti), de l'encéphalite, la mouche tsé-tsé, le vecteur de l'onchocercose (river blindness) et les filarioses (micro filaires transmis par certaines mouches ex : éléphantiasis).

-Ils luttent contre les champignons microscopiques (fungis) et les insectes ravageurs des cultures comme les criquets pour augmenter la production agricole.

Effets néfastes sur l'environnement et l'homme

Bien que les pesticides synthétiques ou chimiques ont des bénéfices sociaux et économiques ils posent des sérieux problèmes sur l'environnement et la santé de l'homme.

- Ils tuent aussi les espèces non ciblées qui sont nécessaires dans l'environnement.
Ex : les abeilles qui produisent du miel (d'où perte des millions des dollars) et qui facilitent la fécondation des plantes (d'où baisse des récoltes).

- Beaucoup des pesticides sont très stables et résistent pendant des années à la dégradation et peuvent s'accumuler dans l'air, le sol et l'eau ainsi que dans les tissus végétaux et des animaux causant ainsi des sérieux problèmes écologiques et de santé chez l'homme à travers des chaînes alimentaires.

Les effets des pesticides sur la santé de l'homme peuvent être subdivisés en 2 catégories :

–effets à court terme comprenant l'intoxication aigue et les maladies dues aux doses relativement élevées ainsi que les expositions accidentelles.

–effets à long terme comprenant les cancers, anomalies congénitales (mutations des chromosomes), les problèmes immunologiques, la maladie de Parkinson et autres maladies chroniques et dégénératives causées par le plomb, mercure, DDT, etc.)

L'OMS estime que 1 million des personnes souffrent d'intoxication aigue des pesticides et qu'au moins 20 000 meurent chaque année. Au moins 2/3 de ces maladies et décès viennent des expositions professionnelles dans les pays en voie de développement où les travailleurs utilisent les pesticides sans vêtements de protection ou sans aucune précaution. Ex : 2500 personnes ont perdu la vie et des milliers d'autres étaient accidentés dans l'explosion de « Union Carbide Pesticide Manufacturing» en Bhopal, Inde en 1984.

- La résistance aux pesticides et la réapparition des pestes. Ex : plus de 80% de moustiques anophèles sont devenus résistants au DDT.

- La création des nouvelles pestes. Comme susmentionné, les pesticides peuvent aussi tuer les insectes ou animaux non ciblés tels que les prédateurs d'insectes nuisibles et ainsi favoriser l'apparition des maladies. Par ex : en Bornéo (village)-DDT- mort des moustiques anophèles – mort des geckos- prolifération des termites- destruction des toitures des maisons –mort des chats après consommation des cadavres de geckos –prolifération des rats –épidémie de peste -mort élevée des personnes.

d) Alternatives à l'utilisation des pesticides toxiques

Un bon nombre d'alternatives peut être utilisé pour réduire la dépendance aux pesticides chimiques toxiques, parmi celles-ci citons :

- La rotation des cultures ex : la rotation soja - maïs empêche la population d'insectes nuisibles d'augmenter ;

- La polyculture : plusieurs cultures dans un même champ empêchent aux insectes nuisibles de trouver facilement la culture à détruire.

- Le contrôle biologique tels que l'utilisation des prédateurs d'insectes (geckos, guêpes, coccinelle ou des microorganismes, virus, fungi et bactéries) peuvent contrôler beaucoup d'insectes nuisibles à moindre coût et sans danger. La bactérie *Bacillus thuringiensis* (Bt) tue les larves des moustiques et des papillons et des termites mais elle est inoffensive aux mammifères.

Un grand nombre d'insectes nuisibles aux plantes tels que tomates, maïs, soja, ... peut être contrôlé par la pulvérisation des bactéries inoffensives sur les cultures. Certaines plantes comme l'ail (avec son odeur) repoussent les insectes et tuent certains germes. Le génie génétique et la biotechnologie produisent des cultures et des souches d'animaux résistantes aux insectes nuisibles.

II.3. La Déforestation

La déforestation est l'acte de déboisement à grande échelle alors que le code forestier la définit comme une opération consistant à défricher une terre forestière, à couper ou à extirper ses végétaux ligneux en vue de changer l'affectation du sol.

La déforestation progresse au rythme de 17 millions d'hectares par an soit une superficie égale au tiers de celle de la France ou 1/12 de la RDC. Entre 1980 et 1990, le taux de déforestation était de 1,2% en Asie ; 0,8% en Amérique latine (dans la zone pacifique) et de 0,7% en Afrique.

*Fonctions principales de la forêt

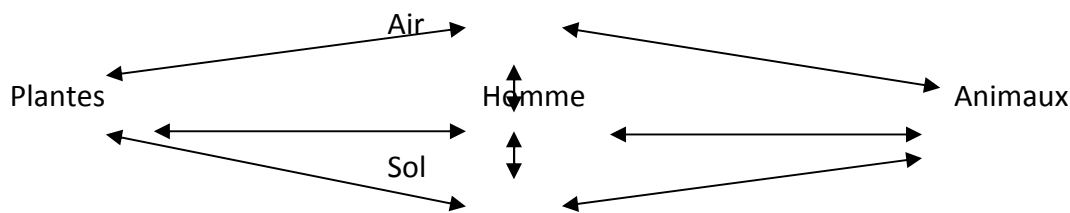
- Fonction écologique : la forêt constitue le stock génétique, assure la photosynthèse, l'habitat naturel pour la biodiversité, protège les sols et donne la fertilité aux plantes, laboratoire naturel, procure de l'ombrage, protège contre les vents,... intervient dans la régulation du climat et dans la chaîne alimentaire (autotrophes et hétérotrophes).

- Fonction alimentaire : la forêt constitue une source d'un bon nombre d'aliments consommés par l'homme et les animaux tels que les fruits, le noix, les légumes, du miel,...et du fourrage pour le bétail.

- Fonction médicale : environ ¼ de médicaments sont utilisés dans la médecine moderne sont fabriqués à partir des plantes tirées des forêts.

- Fonction économique : les forêts procurent des produits industriels tels que les contreplaqués, le placage papier, la gomme, le latex, les résines, les huiles d'exploitation, les mats ; le bois de chauffage, la braise, les matériaux de construction, les meubles, le papier...

Notons que toutes ces fonctions se réalisent de manière interdépendante et forment un équilibre pour la survie de l'homme à travers le complexe écologique ci-après :



* Facteurs influençant la déforestation

Ces principaux facteurs sont : l'accroissement démographique ; l'ignorance des principes écologiques, du fonctionnement des écosystèmes naturels de l'harmonie entre l'homme et son environnement ; l'aménagement des grands ouvrages(routes, grandes édifices,...) ; les exploitations minières, les activités agro-pastorales(recherche des terres arables et pâturables, la culture sur brûlis, le feu de brousse) ; les besoins en énergie domestique(bois de chauffe, fabrication des braises) ; l'artisanat ; les catastrophes naturelles(éruption volcanique, séismes, inondations, vents violents, foudre,...).

* Effets de la déforestation sur l'environnement

-Altération et/ou modification d sol et sous-sol entraînant l'érosion, glissement des terres, éboulements, effondrement, failles et fissures des édifices et du continent ;

- pollution des cours d'eau ; - perturbation climatique (réchauffement de la terre : chaque année 0,5 degré Celsius augmente sur la température mondiale suite au déboisement entraînant la sécheresse et la désertification, le tarissement des sources d'eau);

- inondations, disparition de la biodiversité, pollution de l'air,...

* Effets socio-économiques

- Lessivage des sels minéraux essentiels (N, P, K) dans le sol avec pour conséquence l'infertilité du sol, la faible productivité agricole, pénurie alimentaire, famine, diminution du revenu national, malnutrition,...

- enclavement des villages/villes : l'absence de couverture végétale conduit à la dégradation des routes, blocage de circulation entre ville et village.

- déplacement des populations dus au glissement de terrain, aux inondations, ...

* Effets sur la santé

- pollution de l'air ; émergence de vecteurs de certaines maladies, disparition des plantes médicinales, disparition de certains aliments.

* Mesures de contrôle de la déforestation

- protéger strictement les réserves forestières et aires protégées par l'application de la loi forestière (code forestier) ;
- vulgariser le code forestier en organisant les programmes de communication environnementale ;
- encourager et appuyer matériellement et financièrement les initiatives de reforestation (appliquer le principe « qui déboise, reboise » ; couper un arbre et planter 2 ; couper un arbre et planter 10.
- utiliser les fonds perçus auprès des exploitants forestiers dans la reconstitution du capital forestier ;
- encourager et vulgariser l'usage de four/cuisine écologique (foyers améliorés) comme source d'énergie alternative ;
- encourager l'utilisation des blocs en ciment au lieu des briques cuites, les installations hydro-électriques ;
- assurer l'inventaire périodique des végétales afin de connaître leur liste et savoir les contrôler ;
- donner le titre foncier aux pygmées qui ont longtemps vécu en harmonie avec la forêt ;
- protéger les espaces forestiers ancestraux(amahero).

CHAPITRE III: AUTRES QUESTIONS D'INTERETS ECOLOGIQUES

III.1. Accroissement démographique rapide

La croissance démographique mondiale augmente rapidement de façon quasi exponentielle comme le montrent les chiffres suivants :

On estimait la population mondiale à 900 millions habitants en 1800 ; 2.5 milliards en 1950 ; 5 milliards en 1989 ; 5,6 milliards en mi-1994 ; 6,5milliards en 2000. Selon les estimations la population mondiale atteindra près de 8 milliards en 2025.

Près de la moitié population mondiale se trouve en Asie, Afrique et Amérique Latine ; dans les pays moins industrialisés dépendant surtout de l'agriculture de subsistance avec un faible revenu par habitant, un taux d'analphabétisme élevé et un taux de natalité élevé.

Actuellement la population de l'Afrique Subsaharienne croit à 3% annuellement et pourra doubler dans 24 ans si les précautions ne sont pas prises. C'est le taux de croissance démographique le plus élevé du monde (le taux de croissance démographique du monde

était estimé à 1,7% en 1997 ; taux de croissance démographique de la RDC était estimé à 3% en 2006, et pourrait doubler en 2027).

Toute espèce y compris l'homme doit disposer pour survivre d'une quantité de nourriture et d'un espace suffisant. Des nombreux pays ont des populations trop élevées par rapport aux ressources dont ils disposent : 407 habitants/km² aux Pays-Bas ; 538 habitants/km² au Bangladesh ; 38 habitants/km² pour l'ensemble de l'Égypte mais 1170 habitants dans la vallée du Nil qui est la seule région fertile et habitable du pays, RDC : 27habitants/ km² et Rwanda : 300habitants/km².

La croissance démographique d'un pays ou d'une région dépend de plusieurs facteurs structurels et conjoncturels.

Facteurs structurels

- Situation économique : ex : l'amélioration des conditions d'hygiène et de l'alimentation, l'amélioration du niveau de production des richesses ont permis la diffusion de l'information et la mise en place des structures sanitaires qui ont contribué à la baisse de mortalité à partir du milieu du 18ème siècle et ceci avant le progrès de la médecine. On considère généralement que le développement de la protection sociale, l'accroissement de l'activité individuelle et l'allongement de l'espérance de vie offrent une garantie suffisante d'une descendance nombreuse.
- Le progrès des services de santé : les vaccinations et les antibiotiques ont marqué l'évolution de la démographie en limitant de façon radicale les décès liés aux maladies infectieuses.
- Les cultures : Les populations ont toujours recherché une certaine maîtrise de leur fécondité soit par des pratiques contraceptives ou abortives soit par la régulation de la nuptialité (mariage) ou des limitations ou sélection des enfants ou sexe allant jusqu'à l'infanticide sélective(des filles au profit des garçons par ex) ; la religion intervient également pour orienter ou diriger les pratiques contraceptives en matière de fécondité.

Facteurs Conjoncturels

- Guerres, épidémies et catastrophes naturelles. Ces facteurs apportent ou constituent un frein brutal négatif à la croissance d'une population.
- Migrations : les états ont toujours contrôlé les entrées des étrangers. Ces mouvements se produisent en deux temps alternés ci-après :
 - une phase de forte croissance économique crée une demande de la main d'œuvre que l'offre locale ne parvient pas à satisfaire. Les pays vont alors jusqu'à ouvrir des bureaux de recrutement dans d'autres pays (France au Maghreb en 1950, Australie au Maghreb en 1970, U.S.A, Canada, Nouvelle Zélande et aux Philippines actuellement, etc.) ;

- les phases de récession économique limitent les possibilités d'emploi et font reposer leur poids de chômage dans un premier temps sur les étrangers afin de favoriser leur retour au pays. Elles s'accompagnent toujours des mouvements xénophobes qui aboutissent à des conséquences dramatiques.

- Politiques démographiques : la décision de procréation est individuelle mais elle a des conséquences collectives.

En court terme une faible natalité ne pèse pas sur les finances publiques mais en moyen terme elle peut poser des véritables problèmes pour la prise en charge des personnes âgées par la population économiquement active.

-Les interventions du gouvernement peuvent être directes comme en Chine (limitation autoritaire à un seul enfant par famille), moins brutale comme dans d'autres pays d'Asie (où la contraception chimique durable est fortement encouragée ex : le norplant) ou à l'inverse indirectement des mesures incitatives comme dans les pays occidentaux par les biais des allocations familiales ou des divers avantages accordés aux familles nombreuses (mesures socio-économiques).

-La menace de l'explosion démographique sur l'humanité et sur la biosphère a été dénoncée en 1968 par l'Américain Paul Ehrlich qui a créé l'expression actuellement célèbre de « bombe P » (P comme population) : bombe ou explosion démographique.

-La croissance démographique a beaucoup d'implications ou de conséquences négatives.

*Une des conséquences de cette croissance est l'impossibilité pour beaucoup des pays de subvenir aux besoins de leur population malgré la recherche des nouvelles terres cultivables qui deviennent de plus en plus rares. En effet selon Storer(1979) la population mondiale croît suivant une progression géométrique alors que la production alimentaire croît arithmétiquement, et que pour la population estimée à plus de 6 milliards en 2000 il faudrait que la production alimentaire augmente d'environ 40% à 50%. Pourtant l'augmentation de la production alimentaire attendue dans les terres arables est estimée seulement à 5%. Thomas MALTHUS, économiste du 19ème siècle, dans sa théorie le Malthusianisme stipule que la croissance des moyens de subsistance plus lente que celle de la population conduit à la famine. Ainsi pour Malthus les guerres, les épidémies, la famine et les catastrophes naturelles sont importantes pour contrôler l'explosion démographique.

*Une autre conséquence de la croissance démographique est l'urbanisation accélérée de la population :

- promiscuité ou concentration des populations dans des grandes agglomérations où les conditions de vie sont précaires et les ressources insuffisantes ;

- Les grandes villes des pays en développement ont contribué à la détérioration des conditions environnementales, entre autres: le trafic routier, la pollution de l'air, les

problèmes d'évacuation des immondices et des eaux usées, la pollution de l'eau, l'insuffisance de logements, la prolifération des taudis et bidonvilles. Actuellement sur la terre la moitié des adultes ne savent ni lire, ni écrire ; une personne sur cinq est mal nourrie ; une personne sur six ne possède pas d'habitation décente; une personne sur quatre ne dispose pas d'eau potable.

*D'autres conséquences de la croissance démographique sont l'accélération de l'épuisement des ressources naturelles, le besoin accru en espace et en ressources, la destruction de l'environnement et les problèmes sociaux tels que la violence, la rébellion, la délinquance, la criminalité, la prostitution, l'alcoolisme, le tabagisme et la drogue, le chômage et les phénomènes « enfants de la rue », etc.

Mesures de contrôle de la croissance démographique :

- Politiques démographiques (c'est la responsabilité des gouvernements)
- Planification familiale (c'est la responsabilité des couples, cfr. méthodes contraceptives)
- Mesures socio-économiques incitatives pour décourager les naissances non désirées (c'est la responsabilité des gouvernements et parfois des employeurs).

III.2. La sous-alimentation dans le monde

On estime qu'environ 870 millions de personnes ont été sous-alimentées pendant la période 2010–2012, soit 12,5 pour cent de la population mondiale, ou encore une personne sur 8. L'écrasante majorité d'entre elles, 852 millions de personnes, vivent dans des pays en développement, où on estime maintenant que 14,9 pour cent de la population sont touchés par la sous-alimentation. C'est inacceptable.

Les chiffres actualisés que l'on obtient après amélioration de la méthode et des données que la FAO utilise pour calculer son indicateur de la sous-alimentation permettent de conclure que le nombre de personnes sous-alimentées dans le monde a baissé plus vite que ce qui était précédemment estimé jusqu'à 2007, mais que la baisse s'est ralentie ensuite.

De ce fait, l'ensemble des pays en développement s'est rapproché considérablement de la cible de l'Objectif du Millénaire pour le développement (OMD) consistant à réduire de moitié le pourcentage de personnes souffrant de faim chronique pour 2015. Si la baisse moyenne annuelle des 20 dernières années se poursuit jusqu'en 2015, la prévalence de la sous-alimentation dans les régions des pays en développement serait de 12,5 pour cent, chiffre restant supérieur à celui de la cible, mais beaucoup plus proche de celui-ci que celui de l'estimation précédente.

Les différences entre les régions et les divers pays restent cependant considérables. La réduction à la fois du nombre et de la proportion de personnes sous-alimentées observée

ces dernières années en Asie s'est poursuivie, de sorte que l'Asie n'a qu'un léger retard s'agissant de la cible de l'OMD relative à la faim qui la concerne. Il en va de même de l'Amérique latine. En revanche, l'Afrique continue à s'écarter considérablement et de plus en plus de la voie qu'elle devrait emprunter pour atteindre sa cible; la tendance des progrès faits en matière de réduction de la sous-alimentation suit approximativement celles de la pauvreté et de la mortalité infantile.

En Asie de l'Ouest également, la prévalence de la sous-alimentation a progressivement augmenté depuis 1990–1992.

Les parts de l'Asie du Sud-Est et de l'Asie de l'Est dans le nombre de personnes sous-alimentées dans les régions en développement ont surtout diminué entre 1990–1992 et 2010–2012 (passant respectivement de 13,4 à 7,5 pour cent et de 26,1 à 19,2 pour cent), alors que celles de l'Asie du Sud, de l'Afrique subsaharienne et de l'Asie de l'Ouest et de l'Afrique du Nord sont passées respectivement de 32,7 à 35,0 pour cent, de 17,0 à 27,0 pour cent et de 1,3 à 2,9 pour cent.

La sous-alimentation ces dernières années

Les nouvelles estimations permettent aussi de conclure que l'aggravation de la faim pendant la période 2007–2010, caractérisée par les crises des prix des denrées alimentaires et la crise économique, n'a pas été aussi forte que ce qui était estimé auparavant. Il y a plusieurs raisons à cela.

D'abord, la méthode de la FAO estime la sous-alimentation chronique à partir des apports énergétiques alimentaires habituels et ne mesure pas les effets des hausses soudaines des prix, qui sont généralement de courte durée. C'est pourquoi la prévalence ne doit pas être utilisée pour tirer des conclusions définitives au sujet des effets des hausses soudaines des prix et des autres chocs de courte durée.

Ensuite, la transmission des chocs économiques à de nombreux pays en développement a été moins prononcée que l'on ne le prévoyait initialement. Des estimations récentes du PIB montrent que la «grande récession» de 2008–2009 n'a provoqué qu'un léger ralentissement dans nombre de pays en développement, et les hausses des prix des aliments de base ont été très faibles en Chine, en Inde, et en Indonésie (les trois plus grands pays en développement).

III.3. La Crise alimentaire mondiale de 2007-2008.

Sommaire

Constat de la flambée des prix agricoles

Déterminants de la flambée des prix

Causes structurelles:

Destruction de terres arables , Phénomènes climatiques, Augmentation des prix du pétrole, Augmentation de la demande, Baisse des prix agricoles

Causes conjoncturelles ou dépendant de choix politiques:

Fabrication d'Agro-carburants, Baisse des stocks, Crise financière

Les troubles sociaux provoqués par la crise

La flambée des prix des matières agricoles de base a affecté l'ensemble de la population mondiale. Si elle ne pose essentiellement dans les pays développés qu'une question de pouvoir d'achat, ses conséquences sont plus graves dans les pays en voie de développement. La FAO a dressé une liste de 37 pays touchés et « requérant une aide extérieure »[]

De nombreux pays d'Asie et d'Afrique, et plus particulièrement le Burkina Faso, le Cameroun, le Sénégal, la Mauritanie, la Côte d'Ivoire, l'Égypte, et le Maroc ont connu des manifestations ou des scènes d'émeutes à la fin de l'année 2007 et au début de l'année 2008 liées au renchérissement des denrées alimentaires de base. D'autres pays qui ont connu des émeutes liées à l'alimentation ou des émeutes semblables : Mexique, Bolivie, Yémen, l'Ouzbékistan, le Bangladesh, le Pakistan, le Sri Lanka, et l'Afrique du Sud.

Comme les réserves mondiales de riz ont diminué de moitié, plusieurs pays producteurs comme la Chine, le Viet Nam, le Cambodge, l'Égypte et d'autres, ont imposé des interdictions des exportations.

Haïti

Le 10 avril 2008, le Sénat d'Haïti vote la destitution du Premier ministre Jacques-Édouard Alexis deux jours après que des émeutes liées à la pénurie alimentaire éclatèrent après son annonce d'un programme d'investissement destiné à diminuer le coût de la vie. Le prix des produits alimentaires comme le riz, les haricots, les fruits et le lait concentré ont augmenté de plus de 50% en Haïti depuis la fin de l'année 2007 tandis que le prix du fuel a triplé seulement en deux mois. L'État a tenté de maintenir l'ordre en annonçant le financement d'une réduction de 15% sur le prix du riz.

Indonésie

De violentes émeutes ont explosé en Indonésie, où les aliments de base et l'essence ont doublé de prix depuis janvier 2008

Égypte

En Égypte, une forte tension sociale a vu le jour à la veille des élections municipales d'avril 2008. Ces troubles ont pour origines notamment une inflation galopante et une pénurie de pain. Les 6 et 7 avril, des manifestations importantes ont eu lieu au Caire et à El-Mahalla El-

Kubra, ville industrielle située dans le delta du Nil, provoquant des affrontements violents avec les forces de police.

Philippines

Aux Philippines, c'est la hausse vertigineuse du prix du riz qui est à l'origine des tensions, avec une hausse de 50% entre les mois de février et avril 2008. L'armée a été appelée en renfort pour gérer la distribution des rations de riz du stock national. La cote de popularité de la présidente Gloria Arroyo s'en est fait ressentir, atteignant à la mi-avril 2008 son plus bas niveau depuis 2 ans.

Côte d'Ivoire

Le 31 mars, à Abidjan, capitale de la Côte d'Ivoire, la police a utilisé des gaz lacrymogènes et une douzaine de manifestants ont été blessés après une émeute de la faim qui avait frappé la ville. Les émeutes étaient provoquées par la hausse du prix de la nourriture et du carburant. Par exemple, le prix de la viande de boeuf est passé de 1,68 dollars américains à 2,16 dollars par kilo, et le prix de l'essence est passé de 1,44 dollars américains à 2,04 dollars par litre en trois jours seulement.

Cameroun

Le Cameroun, quatrième producteur mondial de cacao, a connu une émeute à grande échelle à la fin du mois de février 2008 tout comme une tentative du Président Paul Biya d'étendre son mandat à 25 ans. Au moins sept personnes furent tuées dans les pires troubles qu'ont connu le pays depuis quinze ans.

Les mesures mises en place au niveau mondial

Alors que 75% des pauvres habitent dans des zones rurales, l'agriculture ne recevait que 4% des investissements publics et l'aide au développement. En avril 2008, la Banque mondiale et le FMI annoncèrent conjointement une série de mesures visant à atténuer la crise, comprenant l'augmentation des prêts agricoles en Afrique et l'aide monétaire d'urgence aux zones durement touchées tel que Haïti. Le PAM a annoncé avoir besoin de 500 millions de dollars supplémentaires à son budget de 2,9 milliards pour financer ses projets en 2008 en raison de la hausse des prix. Les puissances occidentales augmentent leur aide alimentaire d'urgence, le président des États-Unis Georges Walker Bush a ainsi débloqué, le 14 avril 2008, 200 millions de dollars d'un fonds d'affectation spéciale afin de pouvoir accroître l'aide alimentaire d'urgence de l'Agence des États-Unis pour le développement international et demandé 350 millions de dollars de crédits budgétaires supplémentaires au Congrès des États-Unis.[]

III. 4. L'Initiative du Bassin du Nil (IBN)

Le Bassin du Nil et l'IBN

Le Bassin du Nil : espace géographique arrosé par les eaux du fleuve Nil et qui s'étend de la source jusqu'au delta au bord de la Mer Méditerranée.

Cette a été créée officiellement en février 1999, elle regroupe 9 pays à savoir : l'Égypte, le Soudan, l'Éthiopie, le Kenya, l'Uganda, le Rwanda, le Burundi, la Tanzanie et la RDC, quant à l'Érythrée il est observateur.

A.1. Objectifs

Les objectifs de l'IBN sont :

Mettre en place un cadre approprié de coopération Régionale,

Assurer une gestion efficiente et durable des ressources en eau du Bassin du Nil pour les générations présentes et futures,

Assurer la mise en œuvre d'actions conjointes,

Lutter contre la pauvreté et promouvoir l'intégration économique et régionale.

Systemes Hydrographiques du Nil

Long de 6 600 kilomètres

Le Nil draine une superficie de 3,1 millions de kilomètres carrés

Deux sources : Nil Blanc et Nil Bleu

Les eaux de surface sont essentiellement constituées des eaux des Lacs Victoria, Albert, Edouard, Tana, Kyoga, Georges et couvrent environ 90 000 km²

Pluviométrie dans les régions des sources du Nil : plus de 1000mm/an

Principaux problèmes environnementaux

C.1. Problèmes d'ordre général ayant un impact sur l'environnement dans le Bassin du Nil :

La pauvreté, la mauvaise gouvernance, les conflits de diverses natures, l'accès inadéquat aux ressources qu'offre le Nil, etc.

C.2. Menaces environnementales spécifiques :

Le déboisement, l'érosion des sols, la pollution des cours d'eau et des lacs, l'assèchement, le braconnage, la désertification, les crues, la sécheresse, la sédimentation, les plantes aquatiques sauvages, les surpâturages, etc.

Conséquences

Les conséquences qui en découlent sont multiples, on peut citer :

La destruction et diminution drastiques des ressources environnementales,

Le déséquilibre des écosystèmes et la perte de la biodiversité

La baisse de la qualité de l'eau et la recrudescence des maladies d'origine hydrique,

La dégradation des terres agricoles et des pâturages,

La baisse de la production agropastorale

La diminution des terres humides et des forêts,

Les crues et sécheresse,

L'accroissement de la pauvreté.

Agenda de l'Initiative du Bassin du Nil

Le plan d'Action Stratégique de l'Initiative du Bassin du Nil est axé sur deux principales composantes :

1. Le Programme de la Vision Commune

(Constitué de 7 projets)

2. Le Programme d'Actions Subsidiaries

(Constitué de 29 projets)

Programme de la Vision Commune

Objectifs et Projets

F.1. Objectifs :

Développer les ressources en eau du Bassin du Nil,

Assurer une gestion efficiente de l'eau et une utilisation optimale des ressources,

Assurer la coopération entre les Etats membres et le partage équitable des avantages mutuels,

Contribuer à la lutte contre la pauvreté,

Veiller à ce que le programme aboutisse en passant de la planification à l'action.

F.2. Projets :

Le Projet d'Action Environnementale Transfrontalière -NTEAP (39 Millions de dollars)

Le Projet Régional d'Echanges Energétiques (12 millions de dollars)

Le Projet d'Utilisation Efficiente de l'Eau pour l'Agriculture (5 millions de dollars)

Le Projet de Planification et Gestion des Ressources en Eau (28 millions de dollars)

Projet de Renforcement de la Confiance et Participation des Parties Prenantes (15 millions de dollars)

Projet de Formation Appliquée (20 millions de dollars)

Projet de Développement Socioéconomique et Partage des Avantages (11 millions de dollars)

Budget Total : 130 millions \$US

Programme d'Actions Subsidiaries

Objectifs :

Le Programme d'Action Subsidiaries est un programme d'investissement mis en œuvre par un groupe de deux ou plusieurs pays de l'IBN (ENSAP et NELSAP) et visant le développement équitable et durable des ressources en eau en vue d'assurer la prospérité, la sécurité et la paix dans la région.

Programme d'Actions Subsidiaries se subdivise en 2 groupes

NELSAP (Nil Méridional) : Burundi, Rwanda, Tanzanie, Kenya, Uganda, RDC

ENSAP (Nil Oriental) : Egypte, Ethiopie, Erythrée, Soudan

Projets :

Les projets du NELSAP sont :

Alimentation en Eau et Assainissement

Développement de l'irrigation et drainage

Développement des Pêcheries

Lutte contre la désertification

Lutte contre la jacinthe d'eau et autres mauvaises herbes aquatiques

Gestion durable des terres humides et de la biodiversité

Interconnexion des réseaux électriques et gazoducs

Développement des télécommunications

Développement industriel

Prévention et gestion des catastrophes

Promotion de l'Investissement Privée et des co-entreprises

Les Activités de l'IBN en cours en RDC

Elles se déroulent dans les projets suivants :

NTEAP

CBSI

ATP

EUWAP

POWER TRADE

WRPMP

NILE DISCURSE

Les Défis et Opportunités pour l'IBN

Principaux défis à relever :

Pauvreté

Instabilité

Accroissement rapide de la population (Ex : 3,4% en RDC en 2006)

Dégradation de l'environnement

Opportunités :

La production énergétique et alimentaire

Le transport

Le développement industriel

La préservation de l'environnement et d'autres activités de développement

L'intégration régionale

II.5. Le développement durable

Définition

La définition du développement durable remonte à 1987 sous l'impulsion de Madame Gro Harlem Brundtland, la commission mondiale pour l'environnement et le développement publiait un rapport définissant « développement durable » de la façon suivante : c'est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre à leurs propres besoins ». Cela signifie qu'il faut mettre en place un développement économique qui tient compte de contraintes environnementales et sociales afin de s'assurer que les générations futures pourront vivre sur notre planète dans de bonnes conditions, sans souffrir de problèmes de l'épuisement des ressources naturelles et d'inégalités sociales. Il s'agit donc de mettre en place l'idée d'un développement pouvant

à la fois réduire les inégalités sociales et les pressions exercées sur les ressources naturelles. Deux concepts sont inhérents à cette définition. Il s'agit en principe du concept de la satisfaction des « besoins », et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui, il conviendra d'accorder la plus grande priorité et celui de l'utilisation rationnelle des ressources naturelles au profit des générations futures. Parmi les besoins essentiels, on retiendra les besoins indispensables à l'« être humain » en tant qu'élément de base vivant dans un environnement bien défini, que l'on appelle les besoins primaires ou physiologiques. Et parmi ceux-ci, on notera le besoin de se reproduire qui établit pour l'homme et la femme une filiation, et qui assure le renouvellement des générations. Par conséquent, pour les êtres humains, le concept développement durable sous-entend un équilibre dans la satisfaction des besoins essentiels : conditions économiques, environnementales, sociales et culturelles d'existence au sein de la société ou d'une communauté.

Le développement durable cherche à favoriser donc un changement considérable de nos habitudes de penser, tout en faisant un simple retour au bon sens : il s'agit de faire avancer en même temps le progrès économique, le progrès social et l'amélioration de l'environnement. Autrement dit de concilier l'économie, l'environnement et le social.

Pour y parvenir, les entreprises, les pouvoirs publics et la société civile devront travailler main dans la main afin de rapprocher trois univers qui sont longtemps ignorés : l'économie, l'environnement et le social. A long terme, il n'y aura pas de développement possible s'il n'est pas économiquement efficace, socialement équitable et écologiquement tolérable/soutenable.

Piliers du développement durable

Le concept du développement durable englobe trois dimensions (le bien-être économique, environnemental et social) et on distingue 3 piliers du développement durable : l'efficacité économique, l'équité sociale et la qualité environnementale.

Efficacité économique, il s'agit de concilier la croissance économique à la croissance écologique en assurant une gestion saine et durable des ressources naturelles, sans causer des préjudices sur l'environnement et le social. En d'autres termes, l'efficacité économique vise à favoriser une gestion optimale des ressources humaines, naturelles et financières afin de permettre la satisfaction des besoins des communautés humaines et ce, notamment par la responsabilisation des entreprises et des consommateurs au regard des biens et des services qu'ils produisent et utilisent ainsi que par l'adoption de politiques gouvernementales appropriées (principe du pollueur/payeur, internationalisation des coûts environnementaux et sociaux, éco-fiscalité, etc.).

Equité sociale, il s'agit de satisfaire les besoins essentiels de l'humanité en logement, alimentation, santé et éducation, en réduisant les inégalités entre les individus, dans le respect de leurs cultures et du principe de l'équité ou de la justice sociale. La responsabilité

sociale (sociétale) des entreprises : les entreprises devraient intégrer les préoccupations sociales, environnementales, voire de bonne gouvernance ou gouvernement dans leurs activités et dans leurs interactions avec leurs parties prenantes sur une base volontaire.

Qualité environnementale, il s'agit de préserver les ressources naturelles à long terme, en maintenant les grands équilibres écologiques et en limitant des impacts environnementaux.

leurs activités et dans leurs interactions avec leurs parties prenantes sur une base volontaire.

Ces 3 piliers se présentent dans le schéma ou dans la figure ci-dessous :

Figure 3: Développement durable

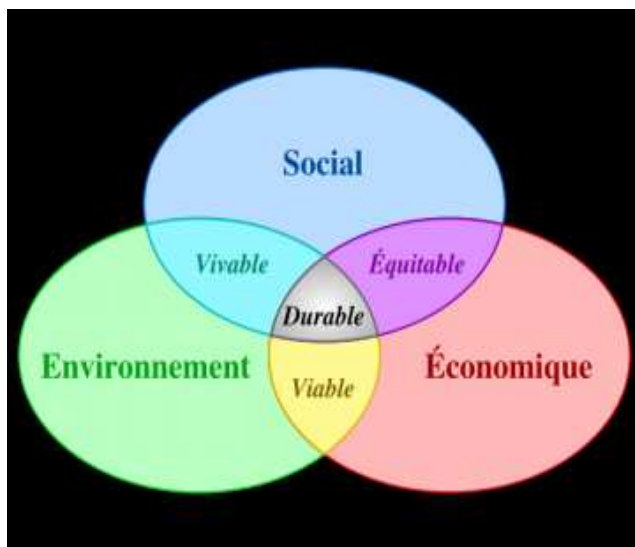


Diagramme du développement durable : (Développement durable et ses rapports avec l'économie, le social et l'environnement, dessin de Johann Dréo tiré de Wikipédia). Le schéma du développement durable n'est pas qu'un dessin. On est tous dedans ! Si on l'a en tête, il est donc possible de situer chacun de nos gestes dans ce schéma. Ainsi le développement durable ne doit pas gaspiller les ressources de l'environnement, il ne doit pas entraîner la faillite économique mais doit permettre aux êtres humains de vivre dignement. Ce schéma vise par conséquent, l'équité sociale, l'efficacité économique et la qualité environnementale.

Objectifs du développement durable

Le développement durable vise à :

- répondre aux besoins actuels et à venir ;
- assurer l'équité entre les nations, les individus et les générations ;

- réseaux territoriaux : agenda 21 (comment améliorer l'équilibre de la planète dans les 10ans qui viennent pour que le 21eme siècle soit siècle de développement durable) ;

III.6 ECO-ÉPIDÉMIOLOGIE DU PALUDISME

lozere.org/perso/malaria/ecoepidemiologie.htm

DEFINITION, L'HOMME ET SON MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE, PHYSIQUE ET BIOLOGIQUE

III.6.1. DEFINITION

L'éco-épidémiologie est la "science qui étudie les conditions d'existence des êtres vivants et les interactions de toutes natures qui existent entre ces êtres vivants et leur milieu" (Haeckel, 1866).

La solution du problème du paludisme en tant que problème écologique consiste en une restriction du milieu d'habitat du parasite dans ses deux hôtes, à la suite de laquelle son épanouissement comme espèce deviendrait impossible. Il est donc nécessaire d'exercer une influence sur les deux milieux d'habitat, les hôtes intermédiaires et définitifs, dans le but de réduire au minimum la possibilité de circulation du parasite et de son transfert d'un de ses milieux d'habitat dans l'autre. S'il est possible d'exercer une influence directe sur l'homme sans répercussion sur le milieu du premier ordre (l'environnement dans lequel vit l'homme lui-même) l'influence sur le Vecteur n'est réalisable que de façon indirecte, par le biais de cet environnement, et dans ce dernier cas toutes les mesures de lutte, la lutte génétique mise à part, interviennent considérablement dans les biocénoses naturelles. Ces mesures auront un impact sur l'environnement, dont les transformations doivent apporter la réduction du nombre des vecteurs du paludisme.

La recherche de la structure de la transmission du Paludisme dans des zones géographiques variées représente le travail perspectif qui permettra d'orienter d'une façon convenable toutes les méthodes d'action sur le processus épidémiologique du paludisme en général.

Les composantes essentielles responsables de cette transmission (sa durée et son intensité) sont dues au réservoir d'infection, au genre de vecteur, sa biologie et aux facteurs du milieu ambiant.

Pour fixer la stratégie de lutte antipaludique à adopter, on doit s'appuyer donc sur une étude détaillée des conditions existantes dans la zone considérée. Cette étude est nécessaire parce que les caractéristiques locales du paludisme varient beaucoup suivant la topographie des lieux, le climat, la répartition de la population, les conditions épidémiologiques, la nature du vecteur et le milieu économique et social.

Certains aspects socio-économiques de la communauté peuvent avoir une influence directe sur la transmission du paludisme.

III.6.2. L'HOMME ET SON MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE

III.6.2-1- Condition de logement

L'emplacement des maisons près des gîtes larvaires est un facteur important. Les douars ou les maisons isolées sont plus facilement atteints que les villages et ces derniers le sont plus que les villes. Il y a un rapport entre la densité de la population et celle des vecteurs ; en d'autres termes, c'est une question de degré de contact humain avec les vecteurs.

III.6.2-2- Profession

Le paludisme est reconnu comme une maladie professionnelle affectant les travailleurs qu'ils soient bergers, pêcheurs, bûcherons, fermiers ou main-d'oeuvre temporaire que leur occupation oblige à vivre à certaines périodes de l'année dans des abris provisoires.

III.6.2-3-Déplacement des habitants

Ce facteur doit être étudié soigneusement dans les diverses couches de la population. De tels mouvements peuvent être dus à des pratiques professionnelles (nomadisme) ou à des rites religieux.

Les types de déplacements qu'on observe couramment sont :

III.6.2-3-1- Le nomadisme

Déplacements saisonniers continuels d'hommes et d'animaux, définis généralement et valant d'une année à l'autre (nomades du désert, déplacement dans les régions limitrophes entre provinces).

III.6.2-3-2- La transhumance

Les mouvements suivent ici une direction verticale plutôt qu'horizontale, déterminée par les variations saisonnières, mais les chemins sont clairement définis.

III.6.2-3-3- La migration des travailleurs

De tels mouvements apparaissent d'ordinaire temporairement pendant les saisons de moissons ou continuellement pour les mines, les constructions de barrages ou pour les travaux d'expansion industrielle ou d'irrigation.

III.6.2-3-4-Déplacements pour des raisons mythiques

Les déplacements plus ou moins importants pour la visite de sites religieux (Zaouias) sont communs dans beaucoup de régions et peuvent contribuer à l'augmentation de la prévalence du paludisme lorsqu'ils se produisent durant la saison de transmission. Ces différents mouvements peuvent se produire à l'intérieur d'un seul pays, mais quelques fois

dépassent ses frontières, ce qui nécessite une coordination dans les actions entre les pays frontaliers.

III.6.2-3-5- L'exode rural

L'exode rural vers les villes contribue au développement des zones périphériques de bidonvilles qui, si elles sont situées dans les localités atteintes par le paludisme, contribuent à aggraver les risques de transmission aux habitants eux-mêmes.

III.6.2-4-Coutumes et moeurs

Les coutumes et moeurs profondément enracinées dans une population donnée sont susceptibles d'entraver toute action antipaludique visant sa protection, elles sont liées le plus souvent à l'ignorance, au conservatisme et aux attitudes traditionnelles freinant ainsi tout changement et progrès.

III.6.2-5-Facteurs concernant l'hôte (être humain)

III.6.2-5-1- L'âge

Les nourrissons et les enfants sont plus susceptibles au paludisme.

III.6.2-5-2- L'immunité

La population habitant dans les zones endémiques de paludisme a un certain degré de prémunition contre cette maladie.

III.6.2-5-3- La grossesse

La grossesse s'accompagne d'une augmentation de la sensibilité aux infections et au paludisme.

III.6.2-5-4-Facteurs génétiques

Certains facteurs génétiques (hémoglobines anormales, hémoglobine S et thalassémie) procurent une certaine protection contre le paludisme. L'absence d'antigène érythrocytaire du groupe Duffy protège contre l'infection à *Plasmodium vivax*.

III.6.2-5-5- L'état nutritionnel

Il peut influencer l'infection palustre.

II.6.3. MILIEU PHYSIQUE ET BIOLOGIQUE

III.6.3-1- Le milieu physique

Cela inclut les caractéristiques climatiques ainsi que les traits topographiques du milieu qui ont une influence sur l'épidémiologie du paludisme.

III.6.3-1-1- Le climat

Les principaux éléments climatologiques incluent la température, l'humidité relative, les précipitations et les vents.

A- La température

Elle agit sur le parasite au niveau du vecteur (moustique) ainsi que sur le vecteur lui-même.

Les basses températures moyennes critiques journalières pour le cycle sporogonique dans le vecteur sont 16°C pour *P. vivax* et *P. malariae*, et 20°C pour *P. falciparum*. Les isothermes d'été de 15°C et 19°C limiteront les régions du monde où *P. vivax*, *P. malariae* et *P. falciparum* peuvent apparaître respectivement.

Une température moyenne journalière de 16°C peut permettre l'apparition de la transmission, mais le cycle sporogonique prendra tellement de temps (55 jours) que très peu de moustiques survivraient à ce moment-là. Au-dessous de cette température, les sporozoïtes, s'ils sont présents dans le vecteur, dégénèrent. L'exflagellation (formation de gamètes) et le cycle sporogonique nécessitent des températures favorables.

Ce cycle est achevé en 9 jours pour *P. vivax* et en 12 jours pour *P. falciparum* à une température moyenne journalière de 27°C. Les températures supérieures à 32°C deviennent rapidement mortelles pour les oocystes des moustiques et empêchent les sporozoïtes de *P. vivax* de passer du coéloma aux glandes salivaires.

B- L'humidité relative

Elle n'agit pas sur le parasite, mais contribue principalement à la longévité du vecteur, plus l'humidité relative est élevée, plus les chances de survie du vecteur à "l'âge épidémiologiquement dangereux" sont grandes. Au-dessous de 60% d'humidité relative, les vecteurs ont moins de chance de survie durant le cycle sporogonique.

C- Les précipitations

Elles agissent de deux manières elles augmentent l'humidité relative et favorisent l'expansion

des gîtes larvaires.

D- Les vents

Ils ont un effet sur les facteurs de transmission quand il s'agit de brises fortes et continues chassant les moustiques et les empêchant de pondre. Ils peuvent aussi agir en augmentant le rayon de vol du moustique.

Pour ce qui est des facteurs climatiques, il faut considérer l'effet de l'altitude sur les températures journalières moyennes (un demi-degré centigrade de moins en été par 100 mètres d'altitude) et l'existence de microclimats où se réfugient les vecteurs pour éviter les températures extrêmes pendant le jour (dans les fissures, les grottes, etc.)

III.6.3-1-2- Le terrain

L'éclosion du paludisme peut être due à l'existence d'un terrain caractéristique qui détermine la vie du vecteur dans son écologie, et à un certain degré, le mode d'existence de la population.

On peut noter ici l'effet d'un sol poreux sur l'extension des gîtes larvaires, la présence de fissures et de grottes qui offrent les lieux de repos pendant le jour pour certains vecteurs.

III.6.3-2- Le milieu biologique

Les caractéristiques du terrain ainsi que les conditions climatiques d'un certain territoire peuvent définir le milieu biologique qui agit aussi comme facteur décisif dans la distribution et la prévalence du paludisme. La présence de forêts denses, les hautes herbes, etc., ainsi que la culture du riz et de la canne à sucre par exemple, ont une grande influence sur le développement, la répartition, les habitudes de repos et le comportement en général des anophèles vecteurs.

°L'élément important dans ce contexte est la notion de contact anophèle / homme du fait que l'on peut agir efficacement sur presque toutes ses composantes. Il va sans dire que, pour pouvoir transmettre le paludisme, le moustique doit être agressif à l'égard de l'homme et avoir la possibilité de le piquer. La réalisation de ces conditions dépend de plusieurs facteurs, et avant tout, de l'écologie et du comportement des moustiques, mais elle dépend aussi des conditions particulières de vie de la population humaine.

Cours Préparé et dispensé par Prof. KAMBALE KARAFULI

NB. Interdiction de photocopier et d'imprimer ce support sans l'autorisation de l'auteur

Novembre 2014

