

Les déchets ménagers issus de l'utilisation des matières organiques.



Introduction:

Les déchets ménagers sont les Conséquences de notre mode de vie, ils ne cessent plus de croître en quantité, en complexité, voire en nocivité. Afin de réduire leurs dangers, leur traitement et leur gestion économique et rationnelle s'avèrent nécessaires dans une perspective de développement durable...

↳ Comment valoriser ces déchets et réduire leur impact négatif sur l'environnement, la santé et l'économie ?

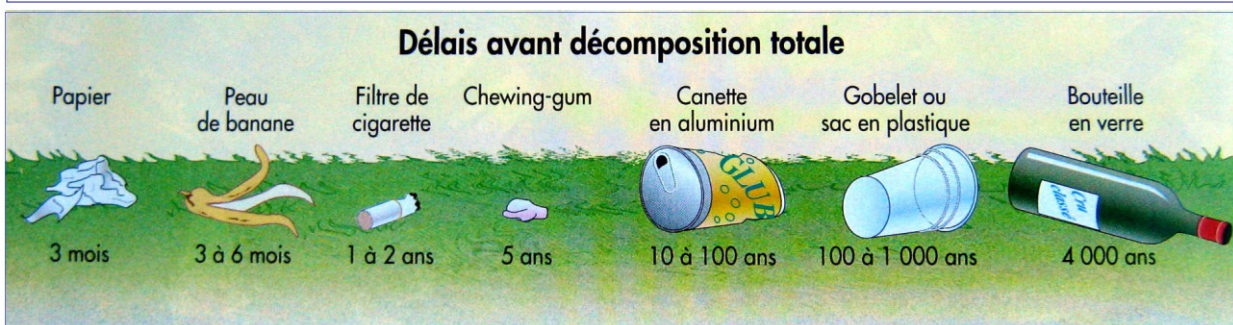
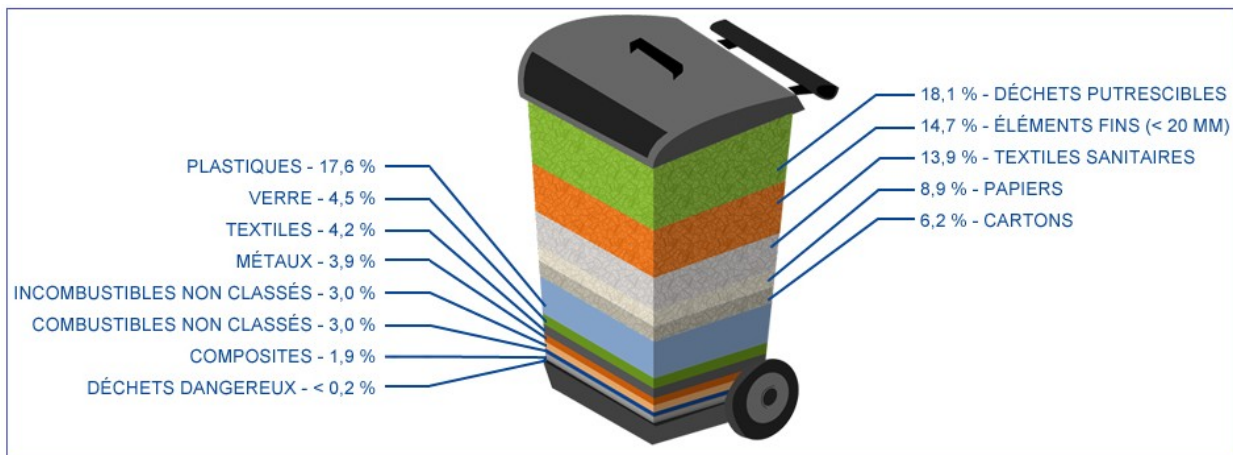
I- les déchets ménagers

1- La variation quantitative et qualitative des déchets ménagers

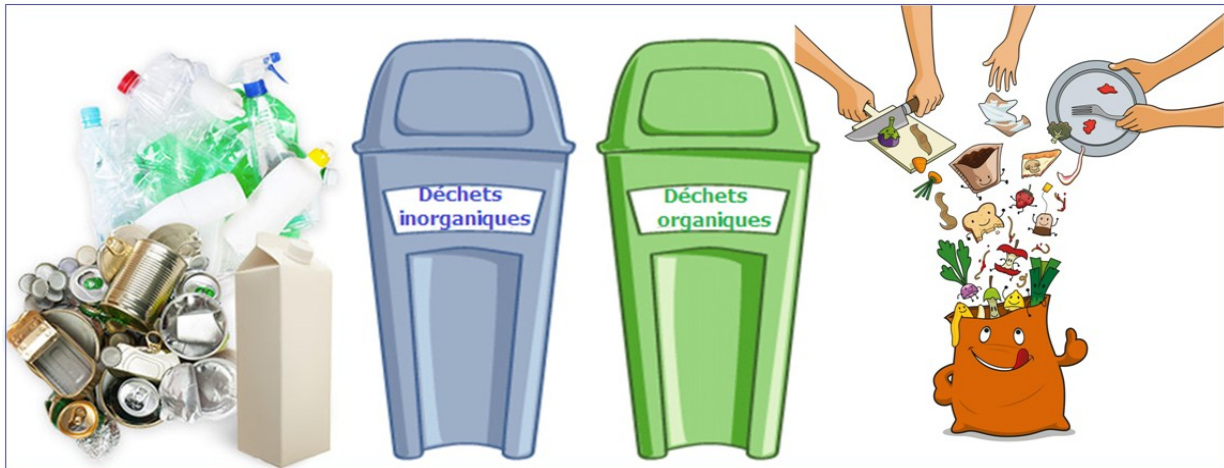
a- Qu'est-ce qu'un déchet ménager ?

C'est un déchet issu de la consommation quotidienne des ménages, hôtels et restaurants : déchet organique issus de l'alimentation, plastique, verre, papier, carton, pile, huile usagée, produit toxique...

b- types de déchets et leurs caractéristiques



On distingue deux catégories de déchets:



↳ Déchets organiques :

- Fermentescibles : résidus alimentaires, bois, papiers, carton,...
- Non fermentescibles : plastique, caoutchouc, textiles...

↳ Déchets inorganiques :

- Les métaux : aluminium, fer, cuivre, ...
- Les verres

☞ La durée de vie des déchets dans la nature dépend de leur nature. Les éléments biodégradables, c'est à dire à base de matière organiques (déchets verts, papiers...) disparaissent en moins d'un an. En revanche, il faut 1000 ans pour les plastiques, le verre peut résister plus que 4000 ans.

2- Facteurs expliquant la hausse de la production de déchets

la croissance démographique rapide (5 milliards en juin 2011 ,plus de 7 milliard à la fin de 2016) et l'élargissement continu des milieux urbains ont permis la production de quantités énormes de déchets ménagers.

par exemple, les pays en développement ont produit 300 millions de tonnes en 1990 ; 580 millions de tonnes en 2005.

Le Maroc produit 7 millions de tonnes de déchets de nature variée, ménagers, médicales et industrielles, avec une moyenne de 0.75 Kg par personne et par jour. Cette moyenne est variable selon les régions, le mode de vie et les saisons, 1 Kg dans le milieu urbain, 0.3 Kg dans le milieu rural.

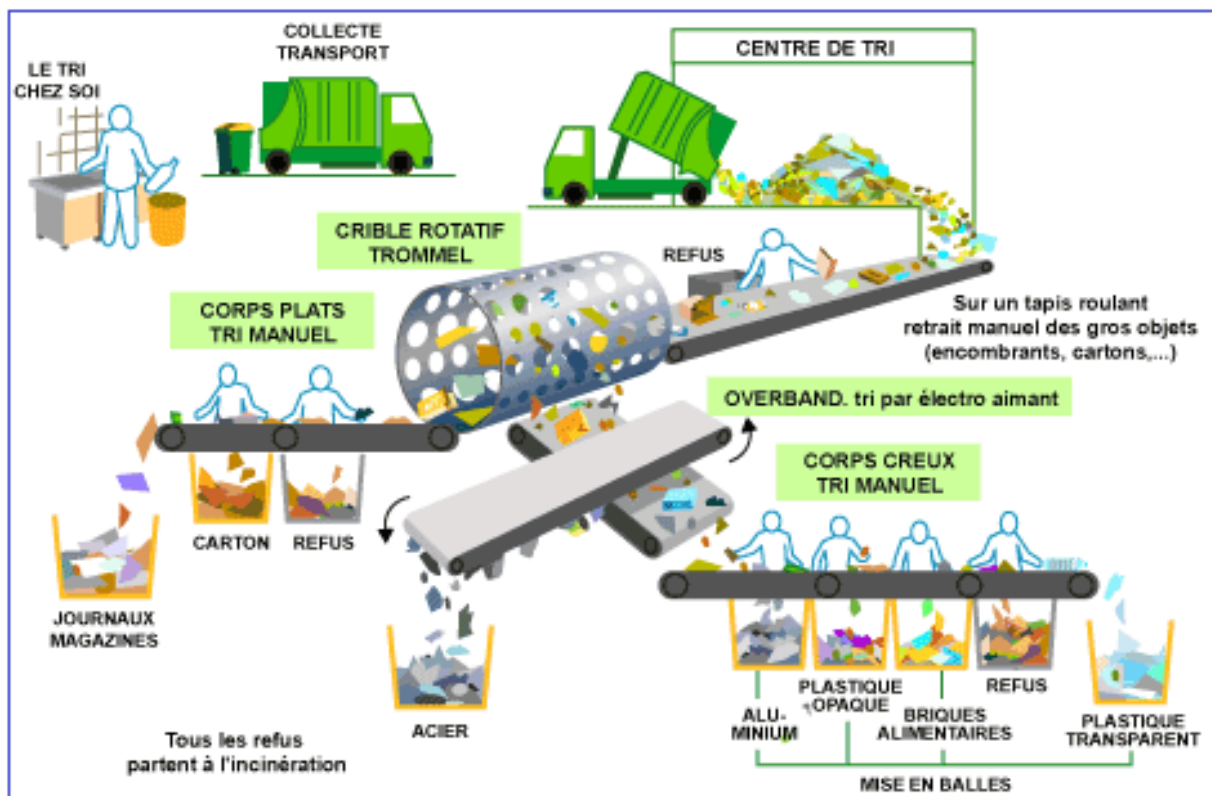
La composition des déchets ménagers est variable d'une population à l'autre et évolue avec le temps:

Composition des déchets ménagers	Pays asiatique	Angleterre	Etats unis	Maroc	Jordanie
Matière organique	70%	30.6%	20%	60%	60%
Papier	2%	31.2%	43%	8%	14.6
Métaux	0.1%	5.3%	7%	2.5%	13.5
Verre	0.2%	3.8%	9%	1.5%	13.5
Plastiques	0.1%	5.2%	5%	7%	6%
Autres	22.6%	23.9%	26%	12%	5.5%

Au Maroc l'évolution de la composition des déchets ménagers au cours des années, a donner le résultat suivants :

Composition D.M	M o	Papier -carton	Plastiques	Métaux	Verre	autres
1960	75%	15%	0.3%	0.4%	0.6%	0.7%
1990	65%	16%	2.5%	2%	1%	6%
1999	60%	7.5%	7%	2.5%	1.5%	16%

3-Le tri des déchets



Le tri des déchets consiste à séparer les éléments en fonction de leur nature (verre, papier, plastique..) et de leur dangerosité (déchets toxiques).

- ☞ Le tri des déchets se fait en deux étapes :
- ☞ A domicile : par le consommateur
- ☞ Au Centres de tri : il s'agit d'un travail réalisé par des ouvriers spécialisés et à l'aide de machines automatisées.

☞ Les matières premières récupérées sont transférées aux unités industrielles de traitement et de recyclage.

II- Les impacts négatifs des déchets ménagers

1- impact négatif sur l'environnement

Les déchets ménagers contiennent d'importantes quantités de substances organiques dont la décomposition provoque une pollution qui constitue un danger sur l'environnement.

Dans les décharges publiques, la fermentation anaérobie des ordures organiques produit du méthane (CH₄). Leur combustion dégage des gaz comme NO ; NO₂ ; et CO₂. Ces gaz accentuent l'effet de serre et détruisent la couche d'ozone.

Le lixiviat qui se constitue par l'infiltration de l'eau à travers les déchets ménagers, contient des substances à forte toxicité, des microbes et des métaux lourds, cette composition nuit au sol et à la nappe phréatique.

Ainsi, les déchets ménagers provoquent des pollutions au niveau du sol, des eaux et de l'air.

Ce qui provoque des dégâts au niveau de l'environnement.

2- impact négatif sur la santé

La combustion des déchets ménagers par incendie dans les décharges publiques ou par incinération et leur fermentation provoquent le dégagement de plusieurs gaz toxiques qui ont des effets néfastes sur la santé de l'homme.

3- impact négatif sur l'économie

Malgré la valeur économique des déchets ménagers comme source de matière première pour plusieurs industries, et source de poste de travail, ils ont un effet négatif sur l'économie des pays : La détérioration des milieux naturels tels que les fleuves, les sols et les eaux souterraines limite les potentialités de ces milieux comme ressources naturelles exploitables dans les domaines économiques comme l'agriculture, l'industrie et la production d'eau potable, ces eaux polluées ne peuvent être utilisées qu'après traitement. Ce qui augmente le coût de l'utilisation des eaux.

L'apparition d'épidémies ou de maladies liées à la consommation d'eaux polluées ou la respiration de gaz toxiques provoquent des dépenses supplémentaires par l'état et par les personnes pour le traitement.

II-Techniques de traitement et de valorisation des déchets

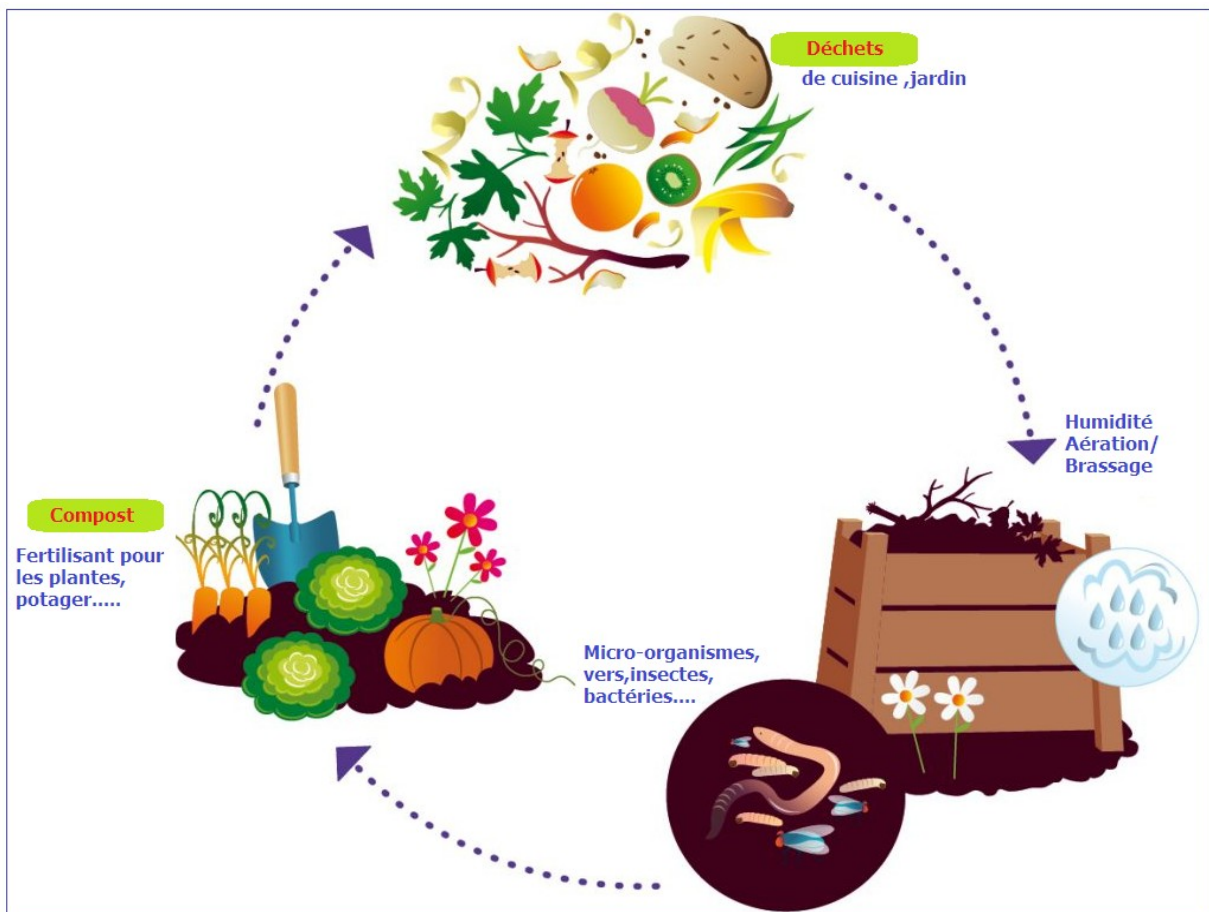
1- Le compostage

Le compostage est la décomposition biologique de matière organique par des micro-organismes sous des conditions aérobies en une matière qu'on appelle compost (engrais organique).

Le compostage comporte deux phases importantes :

1- Phase de décomposition (phase active) : dégradation de matière organique par des microorganismes aérobies (qui consomment de l'O₂). pendant cette phase la température monte progressivement et plusieurs populations de microorganismes se succèdent selon leur capacité à supporter la chaleur (organismes mésophiles (au dessous de 40°C), thermophiles (de 40- 70°C))

2- Phase de maturation : la maturation correspond à la conversion de la matière organique en humus, une matière résistante à la décomposition bactérienne.



↳ Les avantages du compostage :

L'utilisation du compost est intéressante à plusieurs points de vue:

- ✓ Réduction du volume des déchets.
- ✓ Amélioration de la structure du sol par augmentation des agrégats (pénétration des racines facilitée et exploitation du sol favorisée).

- ✓ Meilleure perméabilité à l'air et à l'eau et une bonne rétention d'eau.
- ✓ En se minéralisant, le compost fournit des substances nutritives progressivement assimilables par les plantes.
- ✓ Evite la pollution des nappes phréatiques.

2- Production du biogaz : méthanisation

On utilise les matières organiques contenues dans les déchets ménagers organiques pour produire un gaz inflammable contenant plus de 50 % de méthane. Les matières organiques sont traitées dans des conditions anaérobies.

En effet, les micro-organismes méthanogènes transforment la matière organique en méthane, dans le cadre de la fermentation (méthanobacterium). Le méthane est utilisé comme source d'énergie (électricité ; chauffage ; combustible). En plus du méthane, la matière organique fermentée produit des résidus organiques qui peuvent être utilisés comme engrais organique. Les matières organiques sont disposées dans des fermenteurs pour subir l'effet des micro-organismes.

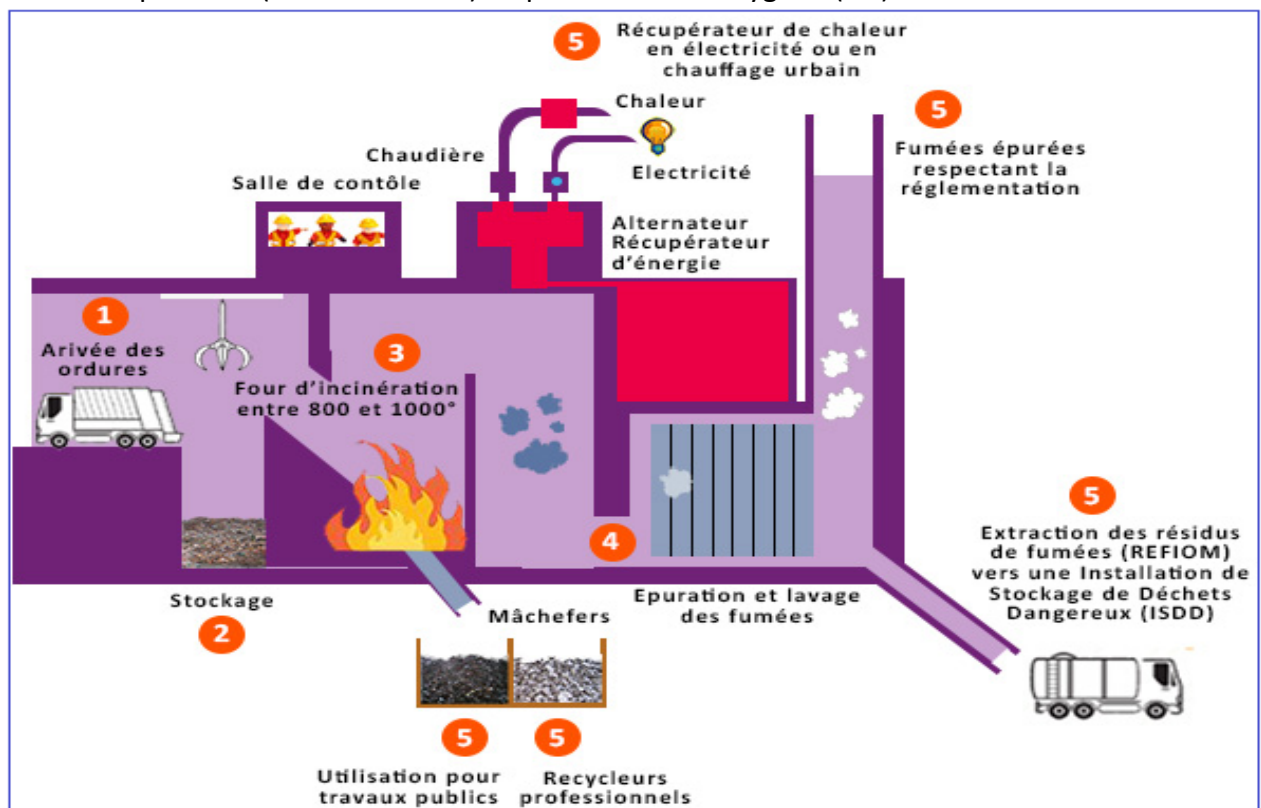


- ↪ Les avantages de cette technique :
- ✓ Réduction du volume des déchets

- ✓ Le biogaz est utilisé comme source d'énergie (production d'électricité, chauffage, biocarburant...) ce qui permet de diminuer l'utilisation de combustibles fossiles (pétrole, charbon).
- ✓ En brûlant le biogaz (CH₄), on limite son action sur l'effet de serre.
- ✓ Utilisation des résidus comme engrais organique.

3-L'incinération des ordures ménagères

L'incinération est une combustion aérobie des ordures ménagères dans un four, sous une haute température (800°C à 1000°C) en présence du dioxygène (O₂).



↳ Les avantages de L'incinération

L'incinération a plusieurs avantages :

- ✓ Elle permet de réduire le volume des déchets d'un pourcentage qui peut atteindre 90 % et de réduire leur poids d'un peu près de 70 %.
- ✓ La chaleur issue de la combustion chauffe l'eau qui se transforme en vapeur. La vapeur est utilisée pour le chauffage ou fait actionner des alternateurs qui génèrent de l'électricité.
- ✓ Les mâchefers ou résidus solides de l'incinération sont réutilisés dans le recyclage du fer et dans les travaux publics surtout la construction de routes.

L'incinération menace la composition de l'air et la santé de la population par le rejet de gaz de nature variés.

4- Enfouissement des déchets

L'enfouissement des déchets c'est le stockage des déchets (non dangereux) dans des décharges contrôlées, il concerne les déchets ultimes, c'est-à-dire impossible à recycler ou valoriser.

✓ Les centres de stockages sont constitués d'unités de stockage appelées alvéoles. Celles-ci sont équipées d'un dispositif d'étanchéifiassions afin d'éviter la contamination du sous sol et des nappes phréatiques. Un réseau de drains permet également l'évacuation des lixiviats vers un bassin de traitement. Une fois pleines, les alvéoles sont fermées avec une couverture étanche.

Conclusion:

Les ordures ménagères résultent des activités quotidiennes des ménages, leur volume augmente continuellement avec l'accroissement des populations. Ils se caractérisent, au Maroc, par l'abondance des matières organiques fermentescibles. Pour éviter les problèmes de pollution et leurs impacts sur l'environnement et la santé, la gestion des déchets ménagers nécessite des procédures de tri et de traitement. L'incinération, le compostage, la production de biogaz et le recyclage des matières réutilisables, sont les principaux traitements. Ces procédures permettent de réduire d'une part, le volume des déchets et d'autre part le coût de gestion, en réutilisant les produits recyclés comme matières premières.



Les pollutions liées à la consommation des matières énergétiques Et à l'utilisation des matières organiques et inorganiques dans les industries chimiques, alimentaires et minérales

Introduction

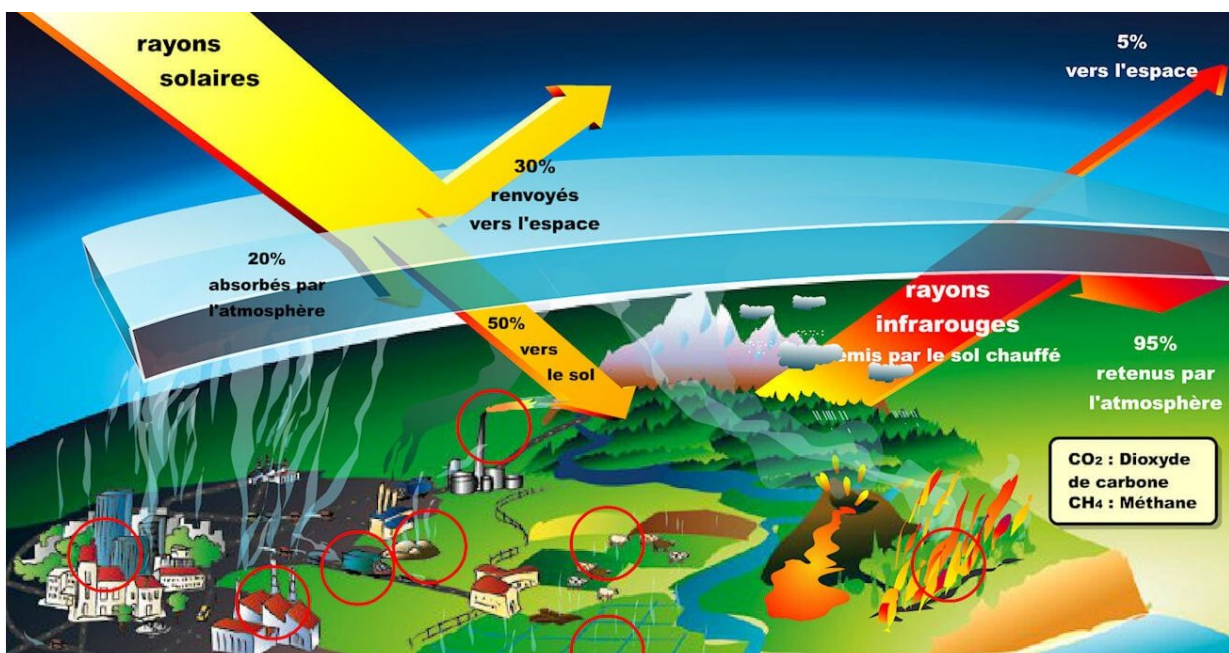
Toutes les activités humaines sont sources de pollution. Les pollutions de différents types provoquent la destruction des milieux naturels et appauvrissent la biodiversité. Tout ceci se répercute sur la vie de l'homme et sur son économie.

- Quels sont les types de pollution, et quelles sont les milieux concernés ?
- Quels sont les répercussions des pollutions sur la santé, l'économie et l'environnement ?
- Comment protéger nos milieux naturels milieux ?

I- la pollution de l'air

1-effet de serre

Lorsque les rayons du soleil pénètrent dans l'atmosphère, ils suivent plusieurs destinations : Une partie des rayons est réfléchi à la surface des continents et des mers et renvoyée vers l'espace. Une autre partie de l'énergie lumineuse est absorbée par les molécules de l'air et se transforme en chaleur (conversion de l'énergie lumineuse en énergie thermique). La partie « capturée » est transformée en chaleur constitue le phénomène appelé « effet de serre ». Ainsi, grâce à l'effet de serre, la terre conserve une moyenne de température atmosphérique qui oscille autour de 15 °C. Sans cet effet de serre, la température atmosphérique terrestre serait de l'ordre de -18 °C.



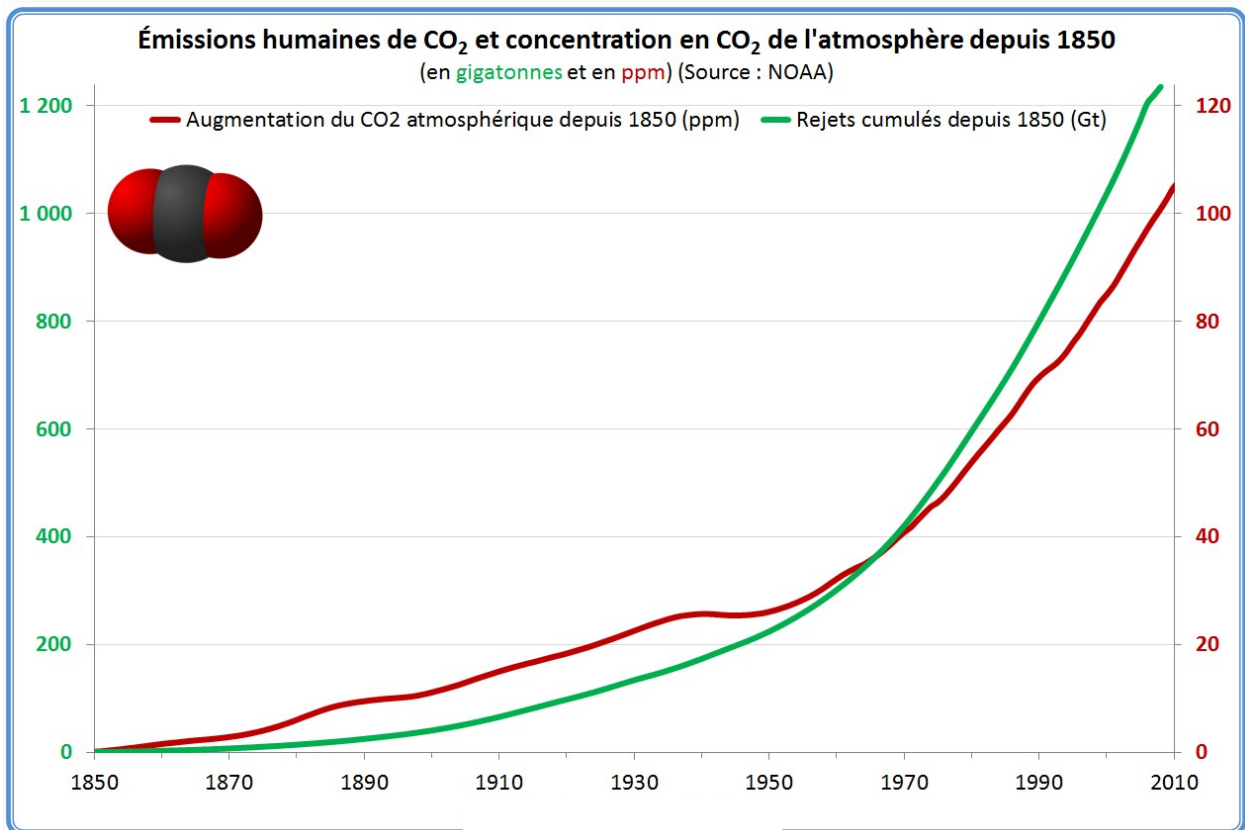
On peut donc constater que l'effet de serre est un phénomène positif, puisqu'il assure les conditions favorables à la vie des organismes vivants. Ce phénomène n'est devenu négatif que lorsque son intensité a dépassé certaines limites ; notamment suite à la révolution industrielle responsable de l'émission de gaz de nature différentes dans l'atmosphère.

Le tableau suivant montre les principaux gaz responsables de l'effet de serre.

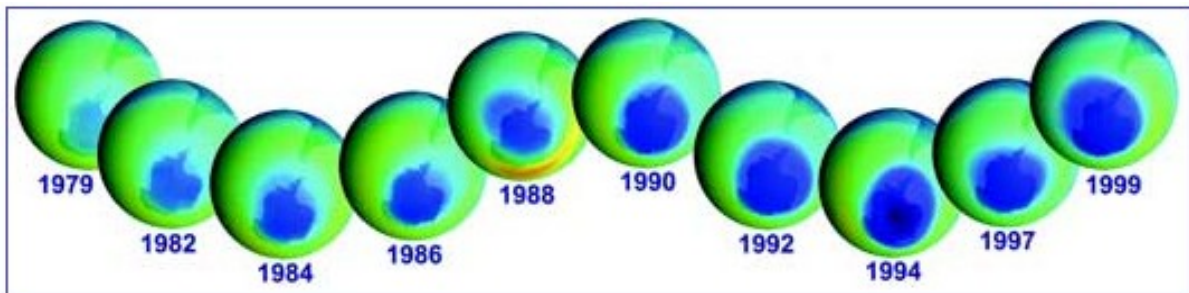
Les gaz à effet de serre	Leurs origines
CO2	Combustion des combustibles énergétiques: incendies des forêts ...
H2O	L'un des constituants de l'atmosphère
Méthane CH4	Fermentation des matières organiques dans les décharges ; tubes digestif des animaux...
CFC Chlorofluorocarbures	Gaz utilisés dans les aérosols et dans les machines du froid et de la climatisation....
Le monoxyde d'azote	Produit de plusieurs combustions et fermentations

La consommation croissante des produits de l'énergie fossile a provoqué la réduction des stocks du pétrole et du gaz naturel ; en plus du charbon et du schiste bitumineux.

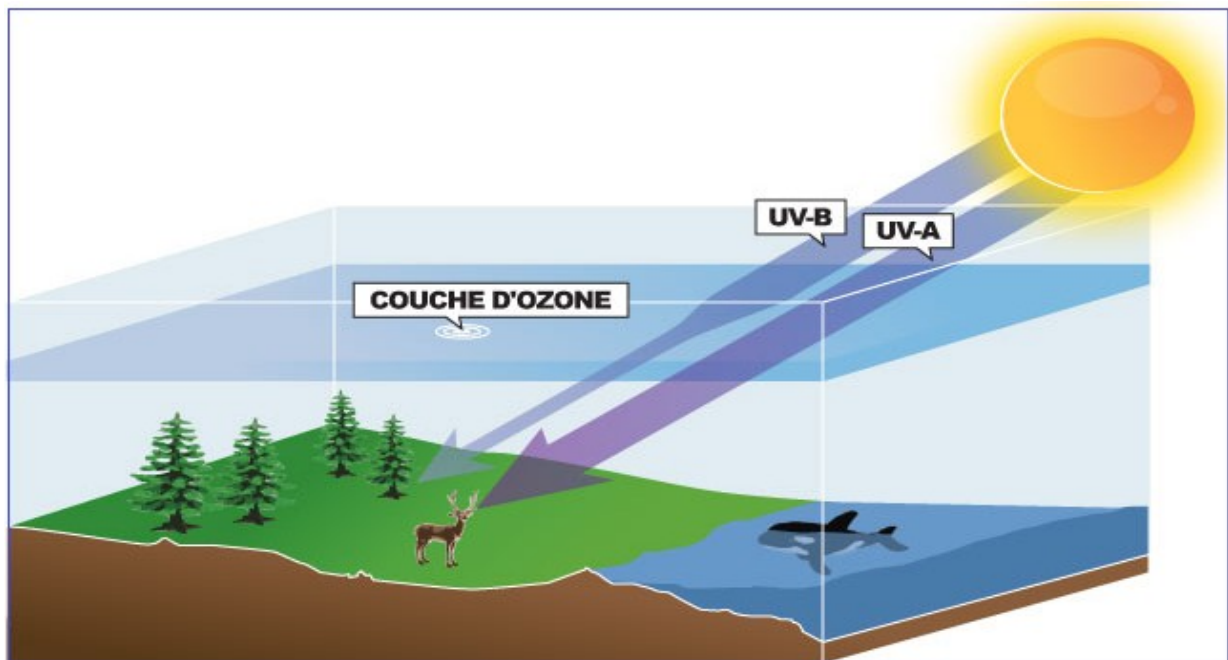
Cette consommation accrue a aussi comme effet des perturbations climatiques dues surtout au dégagement des gaz à effet de serre, notamment le dioxyde de carbone CO2. La figure ci-contre montre la variation du taux du CO2 atmosphérique et la moyenne de la température terrestre depuis 1850, c'est-à-dire depuis le début de l'ère industriel.



2-La destruction de la couche d'ozone



Des mesures effectuées avec des instruments embarqués sur des satellites artificiels, ont montré que l'épaisseur de la couche d'ozone (O₃) a fortement diminué entre 1979 et 2015 au niveau du pôle Sud.



La couche d'ozone protège la Terre, et surtout les êtres vivants, contre les effets des rayons ultraviolets UV provenant du soleil, Les UV contribuent à la formation de l'ozone selon la réaction suivante :



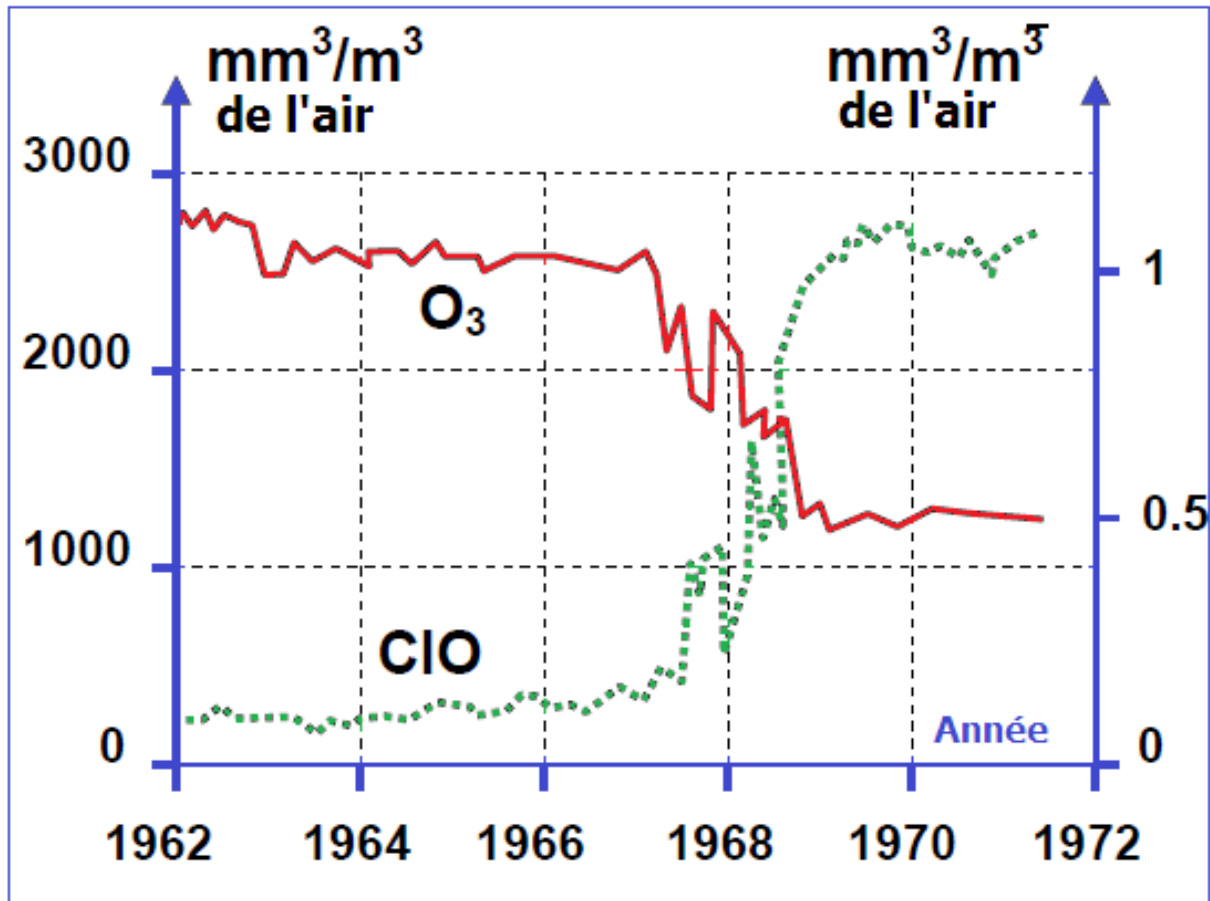
La couche d'ozone s'étend entre 20 Km et 45 Km d'altitude au niveau de la stratosphère.

L'épaisseur de l'atmosphère est d'environ 100 Km. La couche d'ozone est détruite surtout par le chlore selon la réaction suivante :

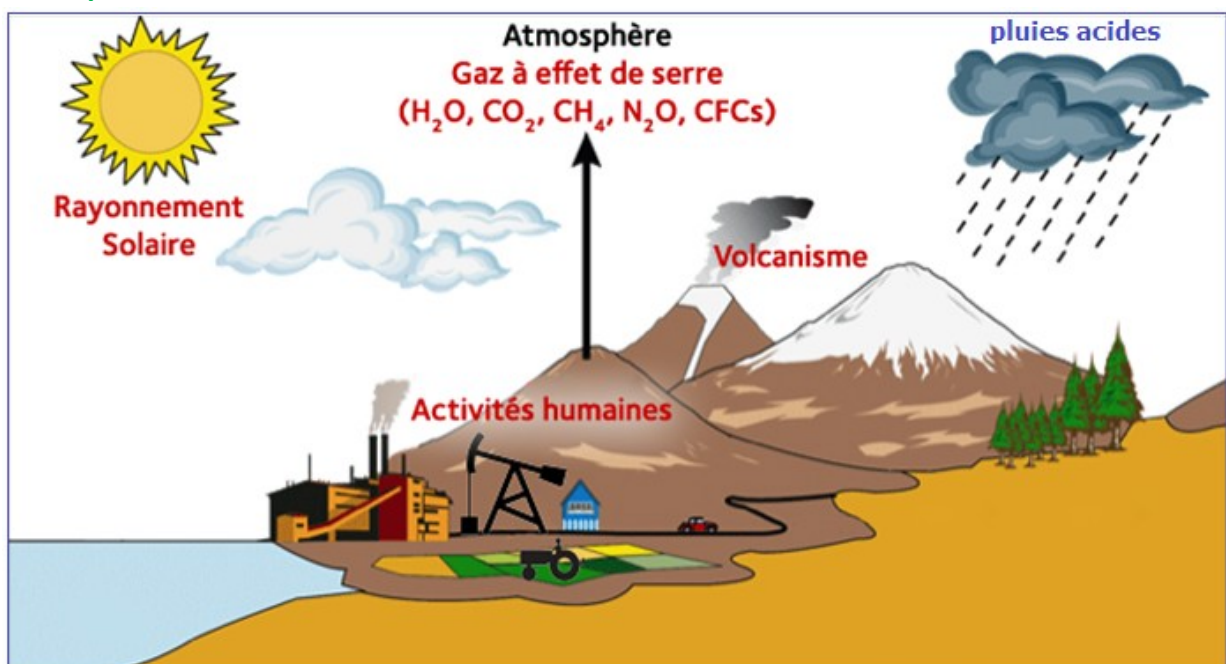


Le chlore qui apparaît dans l'atmosphère a deux origines : L'une naturelle ; c'est le chlore produit par les algues marines. L'autre est liée à certaines activités industrielles utilisant le CFC chlorofluorocarbone (aérosol ; froid climatisation).

La destruction du CFC par les rayons UV libère le chlore.



3- Les pluies les acides



Dans certains pays européens, on a constaté la mort des arbres sur des millions d'hectares de forêts ; en plus de l'élévation de l'acidité des eaux de plusieurs lacs.

Ces effets néfastes sur les végétaux, le sol et les eaux des lacs sont dus à des pluies acides dont le pH peut atteindre 4. Ces pluies contiennent de l'acide sulfurique et de l'acide nitrique. Elles se forment par interaction entre l'eau atmosphérique, les oxydes de soufre (SO₂) et les oxydes d'azote (NO₂). Ces gaz sont libérés naturellement par l'activité volcanique et l'activité des bactéries du sol. Mais l'émission de ces gaz est devenue plus importante suite à l'utilisation intense des combustibles fossiles par l'homme.

II- La pollution des eaux

L'approvisionnement en eau potable pose beaucoup de problèmes, surtout après que le niveau des pollutions des sources ; des eaux souterraines ; des rivières et des mers ont atteint des seuils plus ou moins critiques

1- Pollution des eaux douces

Malgré la rareté des eaux douces (3 % des eaux terrestre) , les eaux superficielles des rivières et des lacs reçoivent différents types de déchets produits par les activités humaines domestiques et industrielles , ce qui menace la qualité de ces eaux , et leurs utilisation dans les différents domaines .

a- Evaluation de la qualité des eaux douces

La pollution des eaux est toute variation de leurs caractéristiques physicochimiques, biologiques et organoleptiques. Les éléments polluants peuvent être solides, dissous ou gazeux, leur accumulation dans l'eau provoque la multiplication des bactéries aérobiques qui consomment le dioxygène pour oxyder la matière organique, DBO₅ et DCO sont de paramètres de mesure des degrés de pollution de l'eau.

DBO₅ : demande biologique en dioxygène pendant 5 jours, et signifie la quantité de dioxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique de l'eau par les bactéries pendant 5 jours à l'obscurité et à 20°C, elle est exprimé en mg/L.

DCO : demande chimique en dioxygène, et signifie la quantité de dioxygène nécessaire à l'oxydation de toutes les matières oxydables chimiquement pendant 5 jours à l'obscurité et à 20°C, elle est exprimé en mg/L.

La qualité de l'eau dépend de ses caractéristiques, l'organisation mondiale de la santé OMS a posé une échelle de l'évaluation de la qualité de l'eau douce :

	Le degrés de la qualité de eaux			
	Très bonne	Bonne	Moyenne	mauvaise
Température	20	22	25	>30
pH	6.5	7.5	8.5	>9.5
Matières en suspension	<25	<25	25-30	30-70
O2 soluble mg/l	7	5-7	5-3	<3
DCO	20	25	40	80
DBO5	<3	3-5	5-10	10-25
Nitrate NO ₃ ⁻ mg/l	30	50	70	100
Nitrite NO ₂ ⁻ mg/l	0.1	0.3	1	2
Ammonium NH ₄ ⁺ mg/l	<0.1	0.1-0.5	0.5-2	2-8
Sulfate so ₄ ²⁻ mg/l	200	250	300	400
Chlorure cl ⁻ mg/l	<100	100-200	200-400	400-1000
Fer -fe mg/l	100	200	250	300
Bactéries du colon/100ml	0	0	500	

b- L'origine des polluants de l'eau douce

La pollution liée à l'utilisation ménagère

- ✓ Substances solides et dissoutes ; organiques ou inorganiques ; biodégradables comme les sucres et les lipides.
- ✓ Substances organiques non biodégradables par les micro-organismes (pétrole et dérivés...)
- ✓ Substances azotées phosphatées des eaux usées
- ✓ Micro-organismes.

La pollution industrielle

- ✓ Matières solides en suspension ; organiques ou minérales.
- ✓ Dérivés du pétrole
- ✓ Métaux lourds : mercure ; cadmium ; plomb...

Pollution thermique :

Le rejet des eaux des systèmes de refroidissement industriels (centrales nucléaires par exemple) provoque un déséquilibre thermique des milieux aquatiques (mer ; océan...)

Pollution liée aux activités agricoles

- ✓ Substances minérales : engrais : phosphates, nitrates
- ✓ Pesticides

2- La pollution des mers et des océans

Les mers et les océans reçoivent les déchets des agglomérations citadines et des unités

industrielles situés sur le littoral. Elles reçoivent aussi les huiles de vidange rejetées par les navires transportant le pétrole ou les navires ordinaires.

Cette pollution détruit la qualité des eaux. Ce qui réduit l'activité biologique normale et favorise les micro-organismes pathogènes qui vivent en anaérobiose.

Les accidents des navires pétroliers constituent une source grave de pollution pour les eaux marines. En effet, dans plusieurs cas des dizaines de milliers de tonnes de pétrole se déversent dans les mers et les océans, provoquant la mort des poissons, des algues et autres organismes marins. Ce qui constitue de véritables catastrophes écologiques.

III- La pollution du sol

Le sol est un support pour diverses activités humaines, et il constitue un élément important dans les écosystèmes. Il subit les effets négatifs dus à certaines activités.

1- La pollution agricole.

Dans le domaine agricole, les engrais sont utilisés pour augmenter la production.

Les pesticides sont utilisés pour lutter contre les organismes nuisibles.

Les engrais qui ne sont pas absorbés par les plantes persistent dans le sol et deviennent une source de pollution.

À forte dose, les pesticides deviennent toxiques pour les plantes et les animaux ; il contient des métaux lourds tels que le chrome, le cuivre le plomb et le mercure. En plus de la pollution du sol, ces substances vont vite s'infiltrer dans les eaux de surface et les eaux souterraines.

2- La pollution industrielle

Les gaz rejetés dans l'atmosphère par les activités industrielles provoquent les pluies acides.

Le sol reçoit des millions de tonnes d'oxydes de soufre et d'azote issus de ces pluies. Ce qui provoque l'augmentation de l'acidité du sol, la mort de plusieurs micro-organismes et la perturbation de l'absorption de l'eau et des sels minéraux par les plantes.

3- La pollution due aux eaux usées

L'infiltration des eaux de l'assainissement liquide, ainsi que le rejet anarchique des ordures, provoquent une grande pollution au niveau du sol qui devient aussi riche en micro-organismes pathogènes.

À partir du sol les éléments polluants vont atteindre la nappe phréatique (les eaux souterraines).

4- la pollution par les éléments radioactifs

Les éléments radioactifs issus des accidents de centrales nucléaires reviennent au sol à travers les pluies. Ces éléments radioactifs s'accumulent à travers les chaînes alimentaires et provoquent des perturbations graves au niveau des êtres vivants.

IV- Les effets de la pollution sur la santé, l'environnement et l'économie.

Les différents types de pollution ont un impact négatif sur des domaines liés étroitement à la vie de l'homme, tels que la santé l'environnement et l'économie.

1- Les conséquences des pollutions sur la santé et l'économie.

Le terme smog désigne un mélange de gaz et d'éléments en suspension dans l'air. Ces gaz sont issus des fumées des usines et des moyens de transport, et ils sont nuisibles à la santé.

Le brouillard « smog » se forme surtout au-dessus des grandes villes industrielles. Parmi ses constituants on trouve : l'ozone (O₃) ; SO₂ ; NO ; CO₂ et des particules très fines. Ce brouillard provoque des inflammations au niveau des yeux et des voies respiratoires (nez ; gorge..), des perturbations respiratoires et cardiaques. Les enfants et les personnes âgées sont plus touchés. La pollution de l'air provoque des maladies liées aux inflammations et aux infections des voies respiratoires, l'asthme, les crises cardiaques et les pathologies des yeux. La fréquence de ces maladies augmente avec l'augmentation des taux atmosphériques des oxydes d'azote et de soufre, de l'ozone (O₃), des fumées et des particules de poussière. Les métaux lourds tels que le plomb, le mercure, le cadmium et le nickel sont des polluants très dangereux. Ils sont néfastes pour la santé, surtout parce qu'ils s'accumulent à travers les chaînes alimentaires dont l'homme occupe le sommet de la pyramide. Lorsque la santé est affectée, cela se répercute sur l'économie. En effet, l'arrêt de travail des individus actifs signifie le ralentissement de la machine de production économique. D'autre part les frais des soins ont un impact négatif sur l'économie.

2- L'eutrophisation des lacs

Quelques lacs reçoivent des quantités importantes d'engrais agricoles et de substances organiques issues des eaux usées. Ces substances nutritives pour les algues provoquent leur multiplication massive à la surface de l'eau (eutrophisation = surabondance de nourriture). Les algues abondantes à la surface empêchent la pénétration des rayons du soleil, et donc empêchent la photosynthèse dans les parties profondes de l'eau. Ce qui provoque la diminution de la quantité d'oxygène. La matière végétale se dépose au fond du lac et se décompose en aérobiose sous l'effet de micro-organismes. Ceci aboutit à l'épuisement de

l'oxygène et l'apparition de la fermentation anaérobie qui s'accompagne de la libération de substances toxiques (H₂S ; NH₄) qui provoquent la mort des organismes vivants.

V- Protection des milieux naturels

1- Protection de l'air

L'exploitation massive du pétrole et ses dérivés comme source d'énergie (combustibles fossiles) provoque plusieurs pollutions par les différents gaz émis dans l'air, D'autre part l'énergie fossile est une énergie non-renouvelable. Elle est donc menacée par l'épuisement des ressources mondiales des combustibles en question. Ainsi, il est intéressant de chercher des énergies alternatives qui doivent être à la fois renouvelables et non polluantes (énergie propre).

a- Des alternatives d'origine physique

+ L'énergie solaire

L'énergie lumineuse reçue par la surface de la terre varie selon le climat est la situation géographique (voir tableau).

Zone	Norvège	Afrique du nord	Arabie
Energie reçue (KJ.cm-2.an-1)	300	600	800

L'énergie lumineuse du soleil peut être reçue par des capteurs qui la transforment en chaleur (photo thermique) ou en énergie électrique emmagasinée dans des batteries (photovoltaïque)

+ Les éoliennes

La puissance de l'éolienne augmente avec la vitesse du vent dont la moyenne annuelle varie d'une région à l'autre. Les éoliennes transforment l'énergie mécanique du vent en énergie électrique. Parmi les qualités de l'énergie éolienne, on peut noter l'absence des émissions de gaz à effet de serre.

b-Resource d'origine biochimique

On peut produire du bio-méthanol à partir de la fermentation des matières végétales. Ce bio-méthanol est utilisé comme carburant pour produire de l'énergie mécanique thermique ou électrique (voitures ; moteurs..) L'émission de gaz à effet de serre est relativement faible. La fermentation des substances organiques peut aussi donner du biogaz (méthane).

2- Protection de l'eau et du sol

La protection de l'eau et du sol peut se réaliser par :

↳ Prise de conscience par les agriculteurs des dangers de l'utilisation des engrais minéraux sur le sol et sur les eaux douces de surface et de profondeur, et des avantages de l'utilisation des engrais organiques naturels dans le maintien de la fertilité du sol et la protection des eaux.

↳ Traitement des eaux usées ménagères et industrielles qui de récupérer des eaux utilisables dans l'irrigation, et de l'engrais organique.



Introduction

Les stocks des combustibles traditionnels vont s'épuiser dans quelques décennies. Il est donc nécessaire de chercher des énergies alternatives qui puissent satisfaire la demande croissante en énergie. L'énergie nucléaire est l'une de ces alternatives, bien qu'elle suscite des inquiétudes. Il existe aussi d'autres alternatives plus propres (solaire ; éolien ; géothermie...)

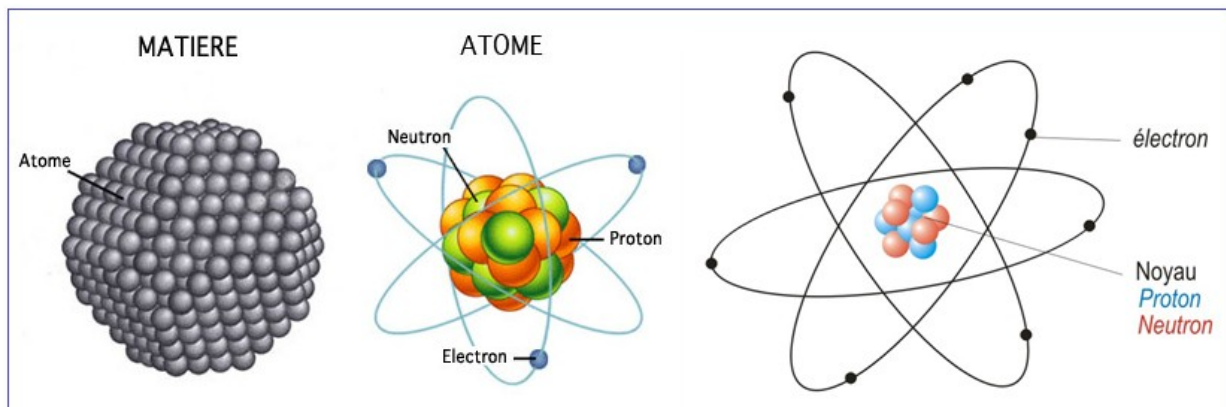
La pollution nucléaire est une menace pour l'environnement et la santé. L'utilisation de l'énergie nucléaire doit donc être accompagnée rigoureusement de plusieurs précautions.

- ↳ Quels sont les impacts négatifs de l'utilisation de l'énergie nucléaire sur la santé et l'environnement ?
- ↳ Quelles sont les alternatives possibles ?

I- La radioactivité

1- structure de l'atome

Le noyau de l'atome est constitué de neutrons et de protons. Ces particules s'appellent nucléons.



Z = nombre de protons = nombre de charges = numéro atomique.

A = le nombre de masse = nombre de nucléons

N = A - Z nombre de

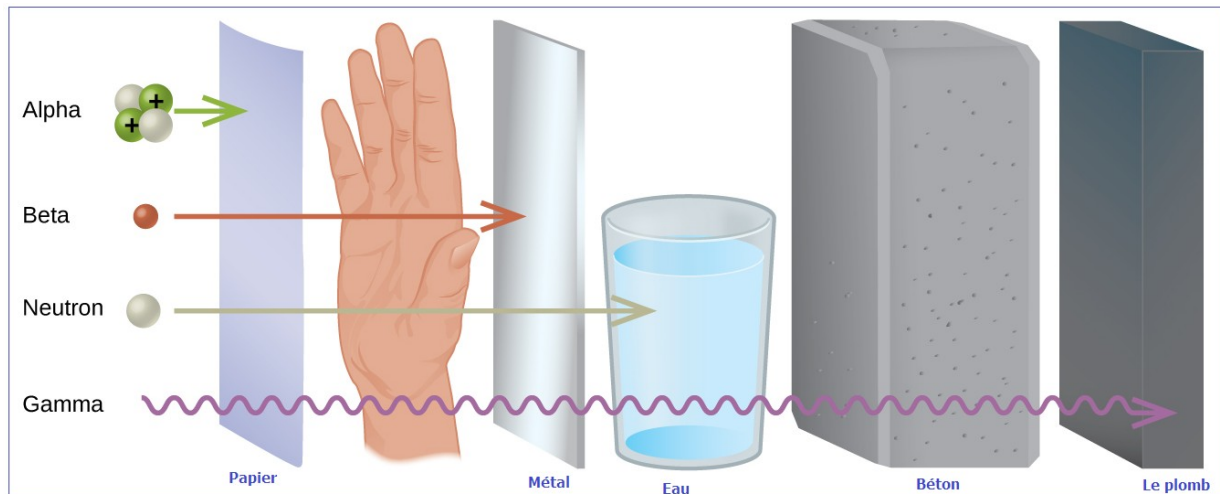
Le nombre Z est caractéristique de chaque élément chimique.

Chaque élément chimique est représenté comme suit :

Si le numéro atomique change l'élément change aussi.

Les atomes qui ont le même numéro atomique mais des nombres de masse différents sont appelés isotopes. Le noyau de l'atome est appelé nucléide.

2- Les types de radiation



en 1899, Ernest Rutherford a découvert que la désintégration de l'uranium libère trois types de radiations qu'il a classées selon leur capacité à traverser la matière.

- ↳ Les particules α : Ce sont les nucléides d'hélium. Ils peuvent être stoppés par une feuille ordinaire.
- ↳ Les particules α et β sont des électrons ou des positrons. Ils détiennent une forte énergie, et ils ne peuvent être stoppés que par une feuille d'aluminium dont l'épaisseur dépasse 6 mm.
- ↳ Les particules γ : Ce sont des photons à très haute énergie. Ils ne sont stoppés que par une plaque de plomb de quelques centimètres d'épaisseur.

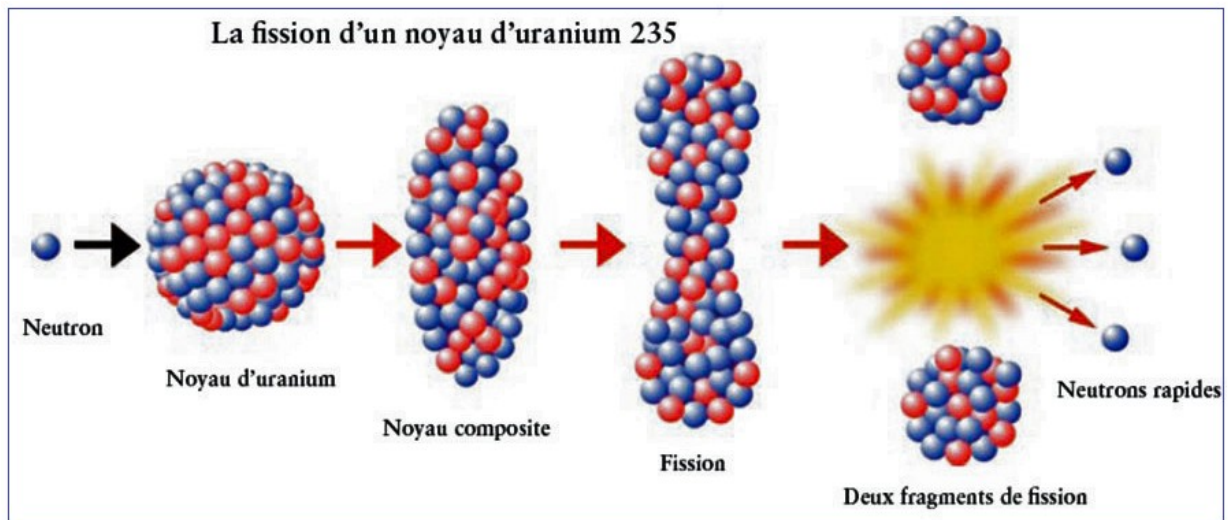
Lorsqu'un faisceau de particules est dévié par un champ magnétique, cela signifie que ces particules sont chargées électriquement.

3-La radioactivité naturelle

Plusieurs isotopes se désintègrent de façon spontanée et naturelle. En effet, un nucléide instable se désintègre et génère ainsi un nucléide plus stable avec émission d'une ou plusieurs particules. Il s'agit donc d'une réaction nucléaire.

Les radiations sont libérées par des nucléides radioactifs pères qui se désintègrent pour donner de nouveaux nucléides fils. La désintégration s'effectue lentement au fil du temps. La demi-vie d'un nucléide radioactif est la période T qui correspond à la désintégration de 50 % des nucléides constituant un échantillon donné. Les nucléides fils peuvent eux même être radioactifs. Ainsi, la désintégration se poursuit jusqu'à atteindre un nucléide stable et non radioactif. Les nucléides qui sont issus d'un même nucléide originel constituent une filiation radioactive (par exemple la filiation radioactive de l'uranium).

4-La radioactivité artificielle ou induite : la fission nucléaire



Les réactions de fission nucléaire s'effectuent dans les centrales nucléaires (réacteurs) en utilisant le nucléide d'uranium qui est bombardé par des neutrons thermiques. La fission aboutit à la libération d'une quantité d'énergie impressionnante que l'on peut exploiter de plusieurs façons. Les particules libérées au cours de la fission provoquent des vibrations thermiques au sein du réacteur ; ce qui provoque une importante augmentation de la température. Cette énorme chaleur est exploitée pour produire de l'énergie.

Bilan :

↳ Un atome est constitué d'un noyau (nucléide) qui contient plusieurs nucléons (protons + neutrons) entourés par un nuage électronique.

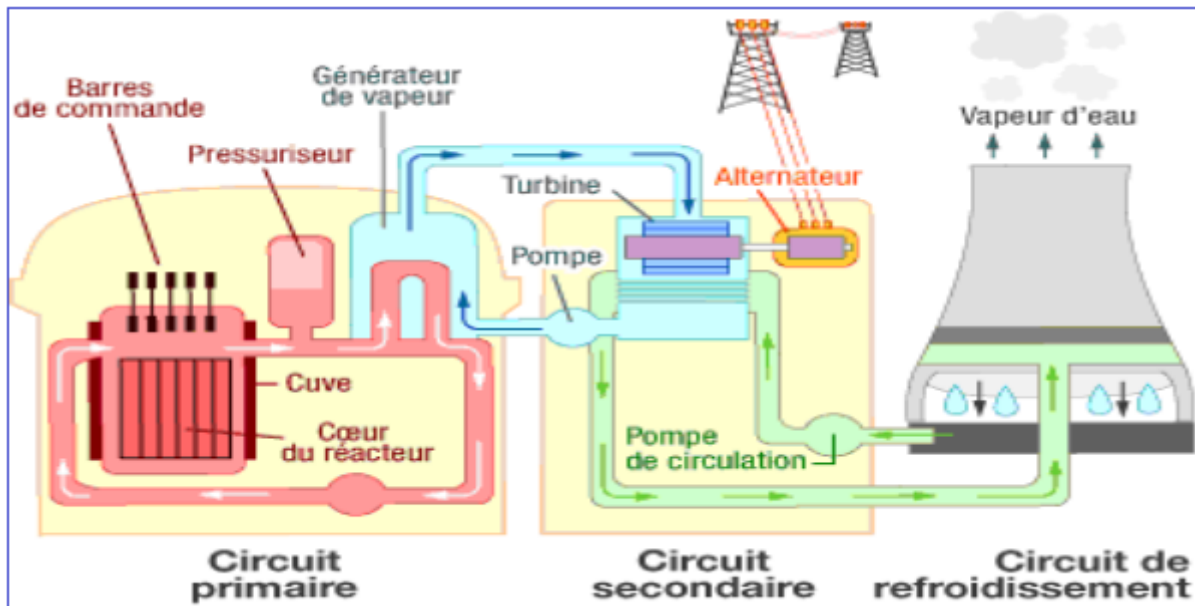
↳ Dans la nature, il existe plusieurs éléments chimiques dont le noyau n'est pas stable. Ce qui explique sa désintégration. Donc la désintégration du nucléide père donne un nucléide fils plus stable. Cette réaction nucléaire s'accompagne de la libération de plusieurs types de radiations (). C'est la radioactivité naturelle. Chaque nucléide instable se caractérise par sa demi-vie.

Généralement les nucléides constituent des filiations radioactives comme la filiation de l'uranium.

↳ La radioactivité induit au niveau des réacteurs nucléaires libère d'énormes quantités d'énergie exploitable de plusieurs manières.

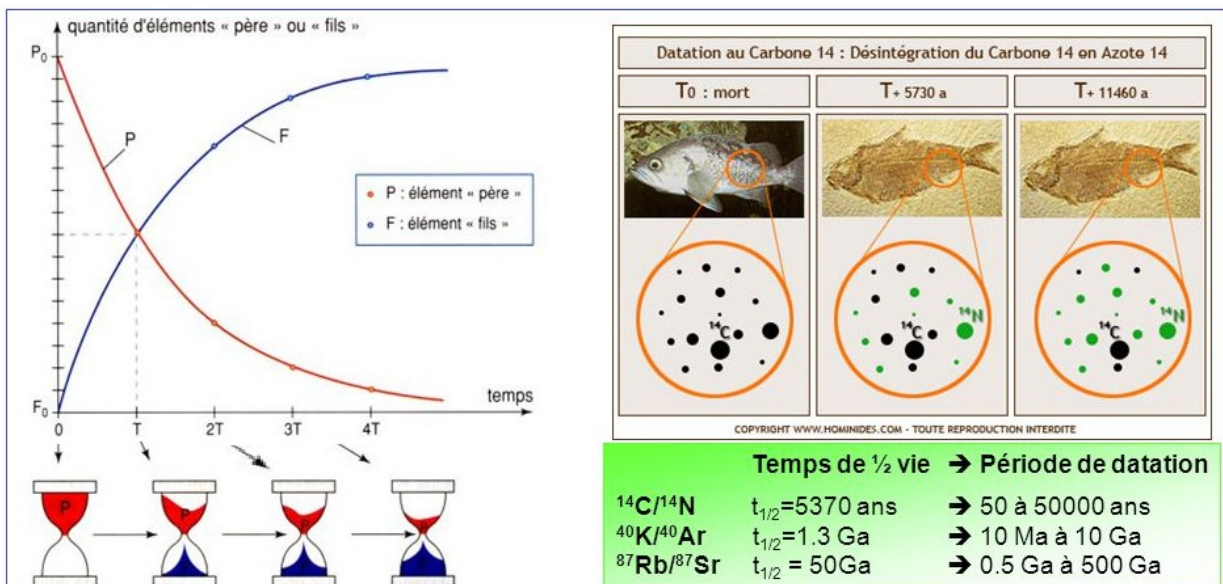
II- L'utilisation des substances radioactives

1-Production de l'énergie électrique



L'uranium se désintègre au cœur du réacteur nucléaire. La réaction nucléaire est contrôlée par des tiges de cadmium qui absorbent une partie des neutrons issus de la fission nucléaire. Ce qui permet de réguler la libération de l'énergie. La température de l'eau augmente dans le circuit secondaire, suite au transfert de chaleur à partir du circuit primaire. L'eau devenue sous forme de vapeur fait tourner les alternateurs qui produisent l'électricité.

2- La datation absolue avec la radioactivité



Exemple de la datation au ¹⁴C : Le noyau du ¹⁴C se forme dans les couches supérieures de l'atmosphère à partir de l'azote. Et ceci sous l'effet des neutrons qui proviennent de l'espace :

Les plantes absorbent le ^{12}C et le ^{14}C sous forme de dioxyde de carbone CO_2 . Le carbone passe aux animaux suivant les chaînes alimentaires. Après la mort d'un être vivant l'absorption du ^{14}C s'arrête, et ce dernier diminue au fil du temps suite à sa désintégration (radioactivité naturelle).

Sachant que la demi-vie du ^{14}C est de 5730 ans, on compare la radioactivité résiduelle a dans le reste de la plante ou de l'animal avec la radioactivité a_0 d'une plante ou d'un animal vivant comparable avec le fossile. On peut donc dater la mort de l'être vivant grâce à la radioactivité naturelle. On a pu dater des événements géologiques, des fossiles et des roches. Par exemple, on a daté des roches âgées de plus de 3 milliards d'années.

Les isotopes à demi-vie élevées sont utilisés pour dater les événements très anciens (uranium). Ceux à demi-vie réduite sont utilisés pour dater les événements récents.

Exemples

- ✓ Pour dater un parchemin remontant à l'Antiquité on utilise le ^{14}C
- ✓ Pour dater une roche vieille de quelques dizaines à quelques centaines de millions d'années, on utilise le couple Rubidium-Strontium (Rb/ Sr).

3-Utilisation des substances radioactives dans le domaine industriel

Le traitement avec les radiations ionisantes est une méthode physique destinée à la stérilisation de quelques aliments comme les épices. Ainsi on peut augmenter la période de conservation de ces produits. Ce traitement est complémentaire à la congélation, au traitement chimique et à la cuisson.

Les aliments sont exposés aux rayons issus du Cobalt 60 radioactive, aux rayons X ou à un faisceau d'électrons. Il faut prendre des précautions en ce qui concerne les doses de radiation pour ne pas rendre les aliments toxiques. Ce traitement inhibe la germination des graines et des spores, empêche le développement des insectes et tue les microorganismes pathogènes.

4- Les utilisations de la radioactivité dans le domaine médical

a- Le diagnostic médical

↳ L'imagerie médicale utilisant le scanner et autres appareils se base sur les rayons X pour produire une image en 2D ou en 3D de l'organe exploré.

↳ La technique de la scintigraphie se base sur l'injection au patient d'une quantité très faible d'une substance radioactive qui diffuse dans l'organisme et se fixe sur un ou plusieurs organes. Avec une caméra spéciale on détecte les radiations émises par l'organe. L'intensité

de la radioactivité dépend de la quantité de la substance radioactive fixée qui dépend elle-même de la nature et du fonctionnement de l'organe.

L'iode est utilisé pour explorer la thyroïde ; le calcium marqué (ou le technétium) est utilisé pour explorer les os. L'image de l'organe malade n'est pas homogène comme celle de l'organe normal. D'autre part quelques cellules cancéreuses fixent la substance radioactive plus que les cellules normales.

b- La radiothérapie

Les radiations ionisantes sont utilisées de façon ciblée pour tuer les cellules cancéreuses au niveau d'une tumeur. Cette technique a profité du développement de l'informatique et de l'imagerie médicale. En effet la précision a permis de cibler les cellules en question et utiliser les doses de radiations optimales pour atteindre l'objectif sans endommager les cellules saines.

BILAN:

↳ Au cours de la fission nucléaire induite au niveau des réacteurs nucléaires, l'énergie libérée est utilisée pour produire de l'électricité. Les radiations ionisantes sont utilisées pour stériliser les aliments. La radioactivité naturelle et exploitée dans le domaine de la datation absolue des objets et des événements géologiques, paléontologiques et archéologiques.

↳ Dans le domaine médical, la radioactivité est utilisée dans le diagnostic médical. C'est le cas de plusieurs techniques d'imagerie médicale. La radiothérapie consiste surtout à détruire certaines cellules, notamment les cellules cancéreuses



Contrôle de la qualité des milieux naturels

Introduction

À cause de l'intensité et la diversité des sources de pollution, on a mis au point de critères pour déterminer la qualité des milieux naturels

I- des critères pour mesurer la qualité des milieux aquatiques

Les eaux de surface et les eaux souterraines constituent des ressources pour produire l'eau potable. Ces eaux subissent des degrés de pollution assez importants, ce qui rend leur traitement assez délicat et coûteux. En principe l'eau potable doit être claire, incolore, inodore et d'un goût neutre. Elle doit aussi être exempte de microorganismes pathogènes. Les concentrations des substances non désirées, organiques ou minérales, doivent être assez faibles. Ainsi, on a mis au point des critères rigoureux en ce qui concerne la qualité de l'eau et sa potabilité.

En plus des critères physico chimiques (cités dans le 2° chapitre) la qualité de l'eau peut être déterminée par **l'indice biotique** :

On peut estimer le degré de pollution des eaux courantes à partir de l'observation et l'étude d'échantillons d'invertébrés vivant dans ces eaux. Ensuite, on détermine la valeur de l'indice biotique.

On prélève un échantillon de l'eau courante, et on détermine le groupe d'invertébrés indicateur ; c'est-à-dire le plus sensible à la pollution de l'eau. D'autre part, on détermine l'ensemble des unités taxonomiques présentes dans l'échantillon d'eau. Le recoupement entre la ligne correspondant au groupe indicateur avec la colonne correspondant au nombre des unités taxonomique permet de préciser l'indice biotique.

Exemple :

L'existence des larves de libellules dans un échantillon comportant 12 unités taxonomiques correspond à l'indice 6.

L'indice biotique (entre 0 et 10) permet de déterminer la qualité de l'eau dans un cours d'eau. On le détermine grâce aux invertébrés les plus sensibles à la pollution. Ainsi, on se base sur 7 groupes zoologiques classés selon leur exigence en oxygène. La quantité d'oxygène est faible lorsque l'eau est sursaturée en substances organiques

Exemple : La présence des trichoptères dans une eau qui comporte 8 unités taxonomiques donne un indice de 6

Indice biotique $\geq 6 \rightarrow$ Eau non polluées

Indice biotique $<5 \rightarrow$ Eau polluée.

Unités taxonomiques			Nombre total des unités taxonomiques dans l'échantillon				
			1	2 à 5	6 à 10	11 à 15	≥ 16
			Indice Biotique				
Sensibilité décroissante à la pollution organique	1	Plécoptères	-	7	8	9	10
		Ephéméroptères	5	6	7	8	9
	2	Trichoptères	-	6	7	8	9
			5	5	6	7	8
	3	Ephéméroptères	-	5	6	7	8
		Bivalve	3	4	5	6	7
	4	Hémiptères ; libelles ; Crustacées ; snails d'eau	3	4	5	6	7
5	Sangsue ; Hémiptères	2	3	4	5	-	
6	Vers ; larves ; chironomes	1	2	3	-	-	
7	Larves des mouches des fleurs	0	1	1	-	-	

II- Les critères de mesure de la qualité de l'air et du sol.

1-Contrôle de la qualité de l'air

, l'organisation mondiale de la santé (OMS) a déterminé les concentrations de polluants qu'il ne faut pas dépasser. Ces polluants sont par exemple les particules de poussière en suspension ; O₃ ; NO₂ ; SO₂.

2-Contrôle de la qualité du sol

On se base sur la biodiversité pour évaluer la qualité du sol. La biodiversité se traduit par la diversité des espèces vivantes dans le sol (microfaune et microflore). La biodiversité est évaluée avec l'indice biotique de la qualité du sol IBQS.

On prélève des échantillons de sol en des points différents. On procède ensuite à l'extraction et à l'identification de la faune. On calcule le nombre des individus et on détermine la valeur de l'IBQS:

IBQS faible \rightarrow **le sol est de mauvaise qualité**

IBQS élevé \rightarrow **le sol est de bonne qualité**

IBQS	Désignation	Catégorie de qualité	Evaluation de la qualité
<282-685	1 - 4	I	Médiocre
686-1089	5 - 8	II	Moyen
1090-1492	9 - 12	III	Bon
3941-1997	13 - 17	IV	Très bon
3991-2300	18 - 20	V	Excellent