

Chapitre 2 : La pollution des milieux naturels liée à la consommation des produits énergétiques et à l'utilisation des matières organiques et inorganiques.

Introduction : la pollution est une modification des propriétés physiques ou chimiques ou biotiques d'un milieu naturel, portant des dommages à la santé, l'environnement et l'économie.

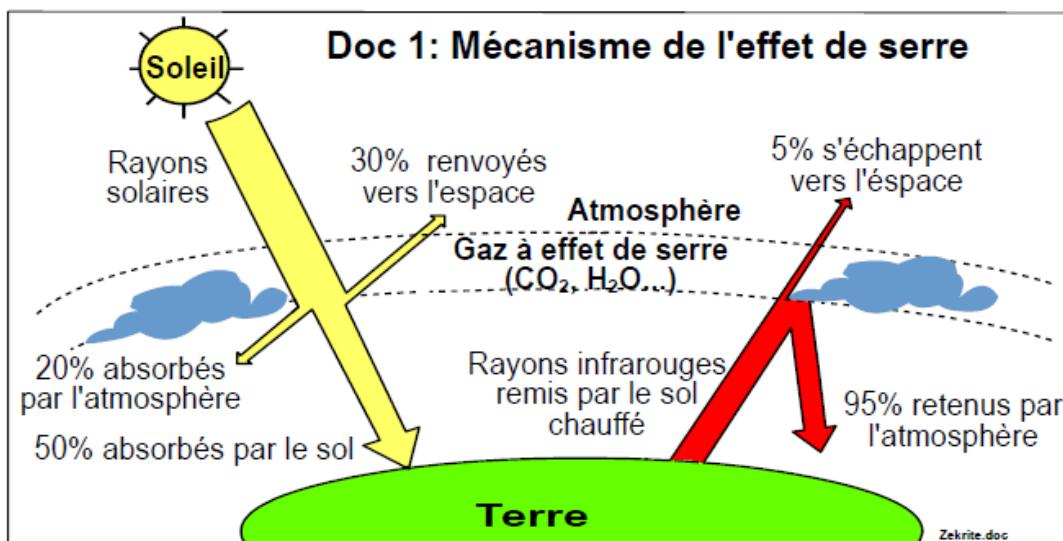
Les dangers des pollutions, causées par les diverses activités humaines, perturbent les équilibres naturels et pourraient, un jour, estomper la vie et sa continuité sur la planète.

**Activité 1 : La pollution des milieux naturels :
Pollution de l'air : manifestations et répercussions**

I/ Manifestations مظاهر de la pollution de l'air et impact sur l'environnement.

1/ L'effet de serre الاحتباس الحراري

a- Mécanisme de l'effet de serre naturel.



Lorsque le rayonnement solaire atteint l'atmosphère terrestre, une partie (environ 30 %) est directement réfléchie par l'air, les nuages blancs. Les rayons incidents qui n'ont pas été réfléchis vers l'espace sont absorbés par l'atmosphère (20%) et la surface terrestre (50%).

Cette dernière partie du rayonnement absorbée par la surface du sol lui apporte de la chaleur (conversion de l'énergie lumineuse en énergie thermique). La terre à son tour émet, en direction de l'atmosphère cette chaleur sous forme de rayonnements infrarouges que les nuages et les gaz à effet de serre (vapeur d'eau, dioxyde de carbone ...) absorbent et réémettent en grande partie vers le sol.

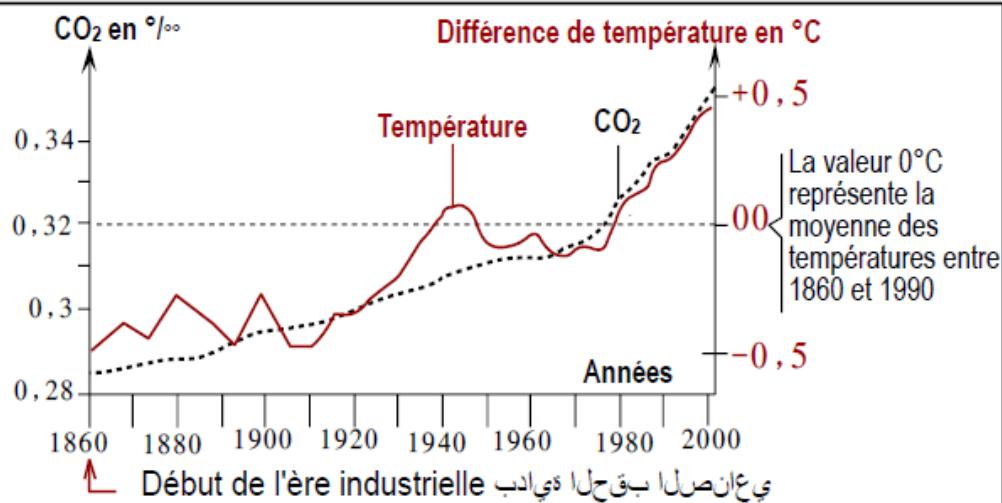
Les gaz à effet de serre ont, en effet la particularité d'être pratiquement transparents (laisquent passer) au rayonnement solaire et opaques (réfléchissent) au rayonnement infrarouge émis par la terre. L'énergie est piégée. Ce phénomène a été nommé « effet de serre » par analogie avec la serre du jardinier.

On estime que sans cet effet de serre de l'atmosphère, la température moyenne à la surface de la terre chuterait à -18°C au lieu des 15°C que nous connaissons. Ainsi, l'effet de serre est un phénomène naturel 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.

Effet de serre : phénomène naturel qui entraîne le réchauffement de la terre par la réfraction d'une partie des rayons infrarouges émis par la terre sous l'action de gaz atmosphériques à effet de serre

b- Les gaz à effet de serre.

La figure ci-contre montre la variation du taux de CO₂ atmosphérique et la différence de la moyenne de la température terrestre depuis 1860, c'est à dire depuis le début de l'ère industrielle.



Doc 2: Relation entre la teneur en CO₂ atmosphérique et la température de la terre

Zekrite.doc

- ✿ Avant l'ère industrielle, le taux de CO₂ dans l'atmosphère était faible et stable, n'excédant pas 0,28 pour mille. La température était inférieure aux taux enregistrés entre 1860 et 1990.
- ✿ Depuis le début de l'époque industrielle, on enregistre une augmentation progressive du taux de CO₂ atmosphérique (0,34‰ en 2000), en parallèle, la température de la terre a augmenté d'environ 1°C.
- ✿ L'ère industrielle الحقب الصناعي a connu une consommation croissante des produits de l'énergie fossile (pétrole, gaz naturel, charbon, schiste bitumineux), ce qui a provoqué un dégagement important du dioxyde de carbone CO₂.
- ✿ On en déduit que l'activité industrielle intensive initiée avec la révolution industrielle a conduit à une forte proportion de CO₂ dans l'atmosphère, cette hausse (augmentation) a provoqué une augmentation de la température terrestre. Le CO₂ est donc classé comme un gaz à effet de serre.

- ✿ Le tableau suivant résume les principaux gaz responsables de l'effet de serre :

Les gaz à effet de serre	Leurs origines
CO ₂	Combustion des combustibles énergétiques, Incendies des forêts
Vapeur d'eau (H ₂ O)	L'un des constituants de l'atmosphère
Méthane CH ₄	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 ...
Monoxyde d'azote. NO	Produit de plusieurs combustions et fermentations
Ozone (O ₃) de basse atmosphère	Foudre (برق), industrie, circulation automobiles

Doc 3 : les principaux gaz responsables de l'effet de serre :

✿ Les gaz à effet de serre ont deux origines :

- Source naturelle : éruptions volcaniques, incendies, organismes vivants, mais leur proportion reste faible.
- Activités humaines : activité industrielle (climatisation, usines, voitures ...), activité agricole (élevage ...) Activités domestiques (élimination des déchets)

c- Impact de l'effet de serre sur l'environnement.

↳ Le réchauffement planétaire, conséquent à l'amplification de l'effet de serre, a des conséquences qui risquent d'être catastrophiques :

↳ Elévation du niveau des mers, provoquée par la fonte des calottes glaciaires, les villes côtières surtout à basse altitude risquent d'être inondées menaçant la vie des centaines de millions de personnes.

↳ Perturbations climatiques avec des effets divers : refroidissement et augmentation de la pluviosité, réchauffement et sécheresse engendrant un élargissement des zones désertiques, augmentation de la fréquence des cyclones (إعصار).

↳ Incendie des forêts.

↳ Ces perturbations auront un impact considérable sur les écosystèmes, engendrant des mutations de la faune et la flore, elles provoqueront des changements dans la production agricole conduisant probablement à des famines et à l'augmentation des maladies et des épidémies.

d- Comment peut-on limiter le réchauffement climatique due à l'effet de serre

Il faut un changement global, coordonné entre les citoyens, les pouvoirs publics et les entreprises afin de limiter le dégagement des gaz à effet de serre :

- Au niveau individuel, parvenir à réduire au maximum sa consommation énergétique : économiser la consommation d'énergie, utiliser des moyens de transport propres ou collectifs, consommer des aliments de saison locaux qui demandent moins d'énergie pour la production ou leur transport ...
- Capter le CO₂ : limiter la déforestation, ajouter des surfaces vertes, stocker le CO₂ émis par l'activité des usines.
- Limiter le dégagement des gaz à effet de serre et notamment le CO₂ : remplacer les ressources d'énergie fossile (pétrole, charbon) par des ressources propres (énergie solaire, éolienne...).

Si T° océan ↗ => solubilité CO₂ dans l'eau ↘ => dégagement du CO₂ dans l'air
=> amplification de l'effet de serre.

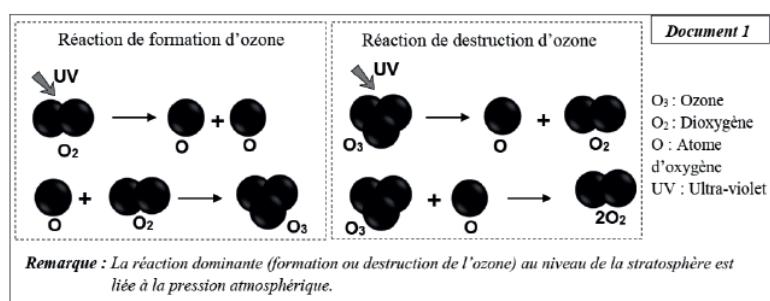
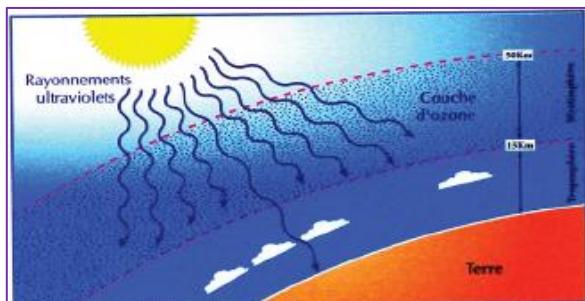


2/ La destruction de la couche d'ozone (trou d'ozone)

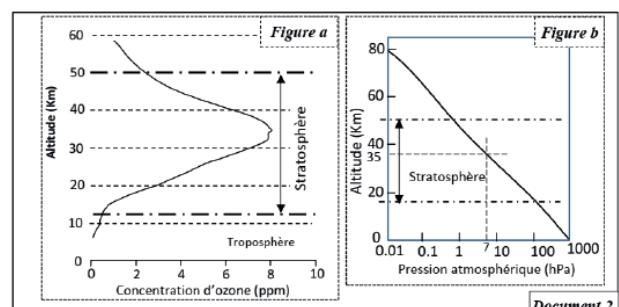
a- Définition de la couche d'ozone.

L'ozone (O_3) est présent dans l'atmosphère terrestre en quantité limitée, cette molécule joue un rôle essentiel en filtrant les rayons solaires ultra-violets dont les effets sont nocifs pour les êtres vivants. Dès 1980, une baisse de la quantité totale d'ozone a été observée (trou d'ozone) au-dessus de l'Antarctique. Pour mettre en évidence les causes à l'origine de cette baisse, on propose l'étude des données suivantes :

Le document 1 montre une représentation simplifiée des réactions de production et de destruction d'ozone dans la stratosphère. Le document 2 présente la distribution verticale d'ozone dans la stratosphère (figure a) et la variation de la pression atmosphérique en fonction de l'altitude (figure b).

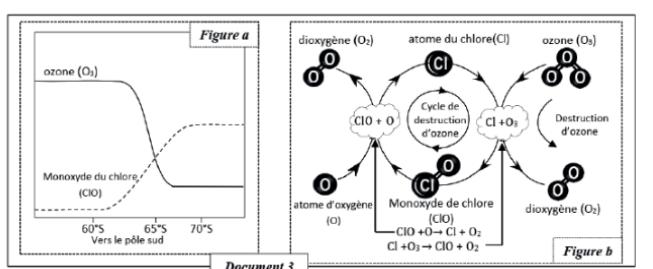


- Dans les altitudes inférieures à 35 km de la stratosphère, l'augmentation de la concentration d'ozone en fonction de l'altitude est corrélée à des valeurs de pression atmosphérique supérieures à 7 hPa → dominance des réactions de formation d'ozone ($O_2 \rightarrow 2O$) et ($O_2 + O \rightarrow O_3$).
- Dans les altitudes dépassant 35 km de la stratosphère, la diminution de la concentration de l'ozone est corrélée à des valeurs de pression atmosphérique inférieures à 7 hPa → dominance des réactions de destruction d'ozone ($O_3 + O \rightarrow 2O_2$).

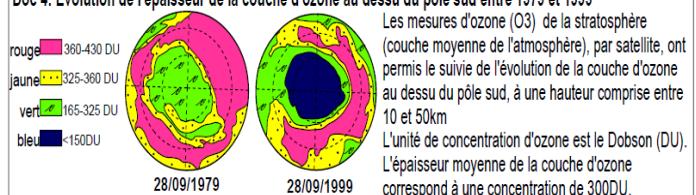


b- Causes de la destruction de la couche d'ozone.

Pour déterminer la relation entre la baisse de la quantité totale d'ozone et la concentration de certains composés d'origine industrielles ou agricoles (composés azotés, chlorés ou bromés) dans l'atmosphère, on propose le document 3 qui donne la variation de la quantité du monoxyde du chlore et d'ozone dans l'atmosphère (figure a) et l'effet du monoxyde du chlore sur l'ozone (figure b).



Doc 4: Evolution de l'épaisseur de la couche d'ozone au dessus du pôle sud entre 1979 et 1999



Des mesures effectuées avec des instruments portés par des satellites artificiels (doc 4), ont montré que l'épaisseur de la couche d'ozone (O_3) a fortement diminué entre 1979 et 1999 au niveau du pôle Sud. Cette diminution correspond à ce qu'on appelle **trou d'ozone**.

En utilisant les données des documents ci -dessus et vos acquis :

a- Décrivez la variation de la quantité de monoxyde du chlore et l'ozone dans l'atmosphère ?

.....

.....

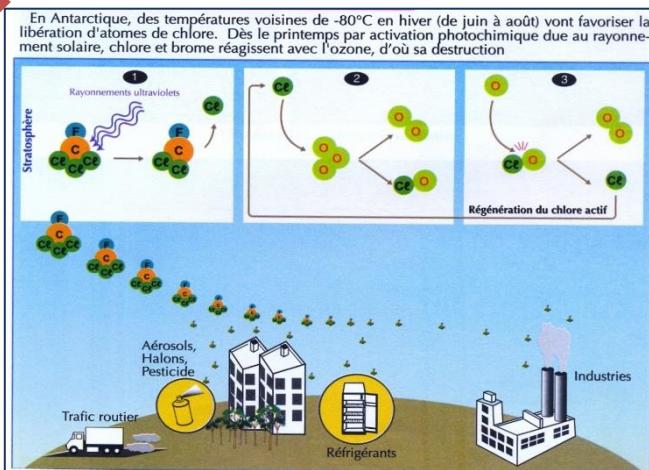
.....

b- Montrez la dangerosité du chlore (Cl) sur l'ozone stratosphérique ?

.....

.....

.....



Définition : Le **trou d'ozone** est une **diminution de l'épaisseur** de la couche **d'ozone** stratosphérique à cause de la destruction **de l'O₃** par des gaz polluant (**chlore cl, brome br, NO₂ ...**). !

Remarques :

- + Le Chlore provient du **CFC (Chlorofluorocarbure)** utilisé dans les **réfrigérateurs**, les **climatiseurs**, vaporisateurs (**aérosol**) ... etc
- + Le gaz **NO₂** des avions détruit aussi l'O₃.

Conséquences et solutions : Les **trous d'O₃** permettent la pénétration des **radiations Ultra-Violettes**, ce qui provoque:

- + **Mutations, déficience immunitaire, cancer** de la peau (**Kaposi**)
- + **Vieillissement** précoce de la peau, inflammation de la **cornée** (yeux).

Solutions :

- + Utilisation **d'autres** gaz de réfrigération autres que les CFC ;
- + Diminution de la **pollution** par les gaz du transport et de l'industrie.

3/ Les pluies acides :

↳ Quesque les pluies acides ?

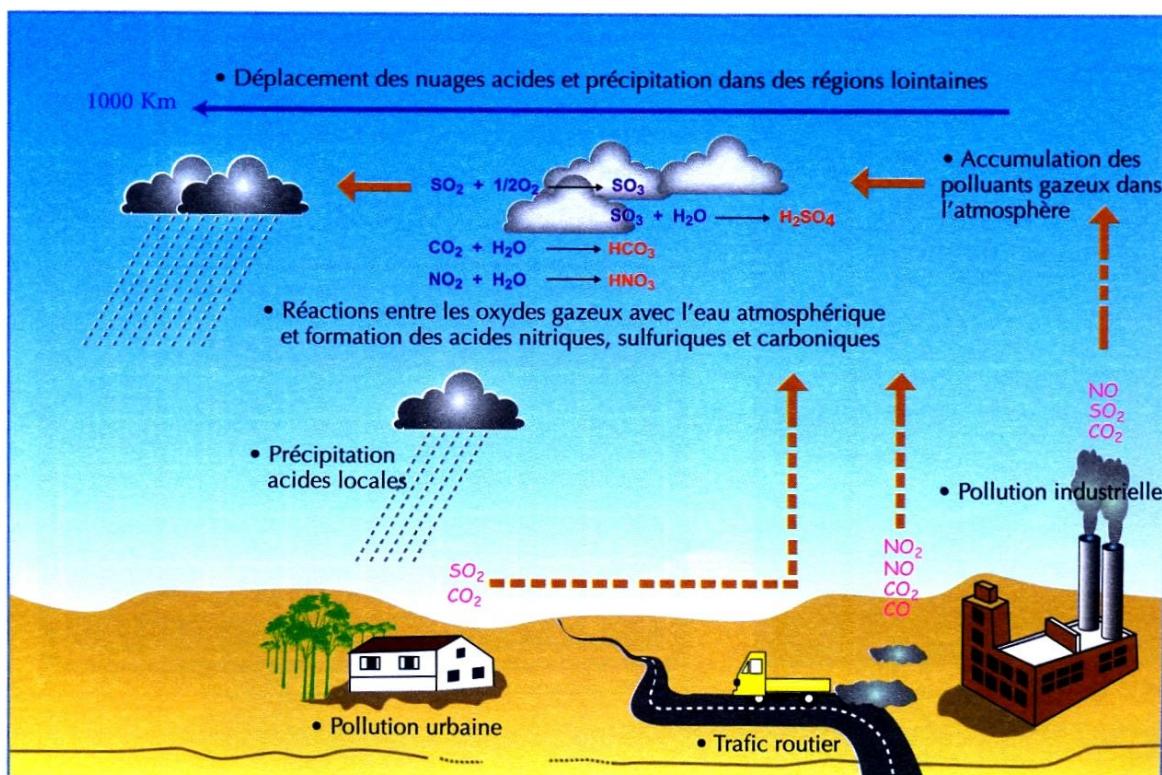
Les pluies acides sont des pluies à pH acide ($7 < \text{pH} \leq 4$), elles sont chargées d'acides tels que : l'acide nitrique (HNO_3), l'acide sulfurique (H_2SO_4) et l'acide carbonique (H_2CO_3).

↳ Comment se forment les pluies acides ?

- Les pluies acides résultent de réactions chimiques, entre l'eau de l'atmosphère et les oxydes gazeux libérés dans l'atmosphère (NO_2), (SO_2), et (CO_2) selon les réactions suivantes :



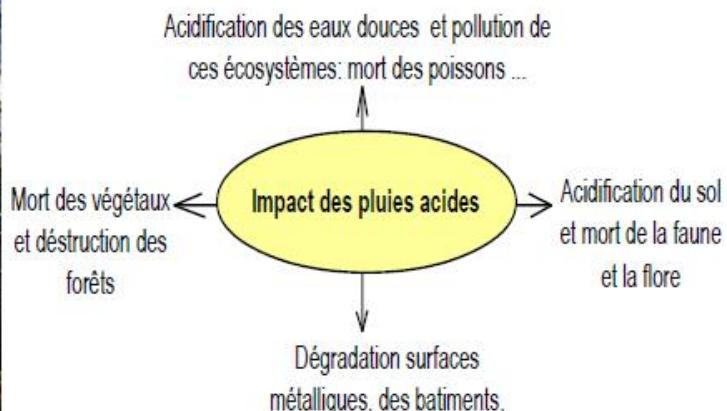
- Les gaz générateurs des pluies acides (NO_x , SO_2 , CO_2) proviennent de la combustion des énergies fossiles (pétrole, gaz naturel ...) dans le secteur du transport et de l'industrie.



Quel est l'impact des pluies acides sur l'environnement ?



En Norvège, des centaines d'hectares de forêts sont détruites sous l'effet des pluies acides



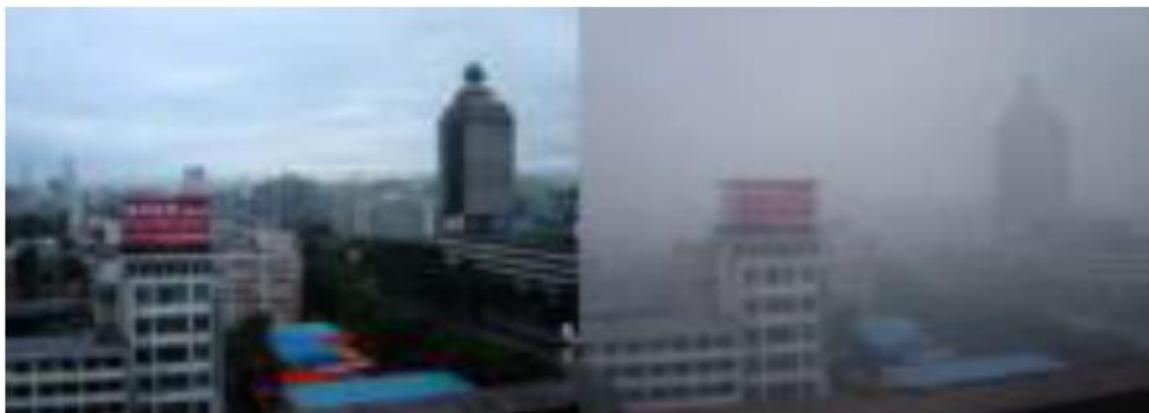
Définition : Ce sont des pluies **saturées en acides** (nitriques et sulfuriques) formés par **réactions** entre l'eau des **nuages** (H_2O) et les **gaz** polluants des industries et des transports (SO_2 et NO_2).

Conséquences :

- Destruction des **forêts** (mort des feuilles => diminution de la photosynthèse).
- Acidification du **sol** ce qui affecte l'absorption des **sels minéraux** par les racines des **plantes**. 
- Acidification des eaux des **lacs** et **rivières** ce qui **tue** la faune et la flore aquatiques.

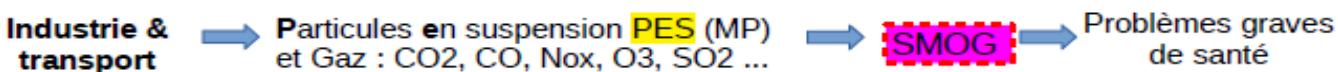
Remédiations : Filtres antipollution (cheminée/usine, pot d'échappement/voiture), réduction de la **consommation** des énergies fossiles; remplacement par des énergies **propres**.

4/ Pollution des villes : Smog



Vues de Pékin un jour après la pluie (à gauche) et un jour ensoleillé avec le smog (à droite).

Les grandes villes, se trouvent souvent sous un brouillard épais, particulier, appelé « **smog** » de l'anglais « **smoke** » pour fumée et « **fog** » pour brouillard. C'est un mélange de polluants atmosphériques : ozone (O_3), SO_2 , NO_x , SO_2 , CO_2 et des particules en suspension dans l'air (PES) ainsi que des composés organiques volatiles (COV).



Définition : Le smog est un **nuage épais de gaz atmosphériques** (H_2O , O_3 , CO_2 , NO_2 , SO_2 ...) etc) et de **particules en suspension** PES qui se forment sur les grandes **villes industrielles** à cause des rejets de **l'industrie** et du **transport** provoquant de grave problèmes de **santé publique**.

Conséquences : Problèmes de **santé publique** : respiratoires (asthmes), cardiaques ... etc

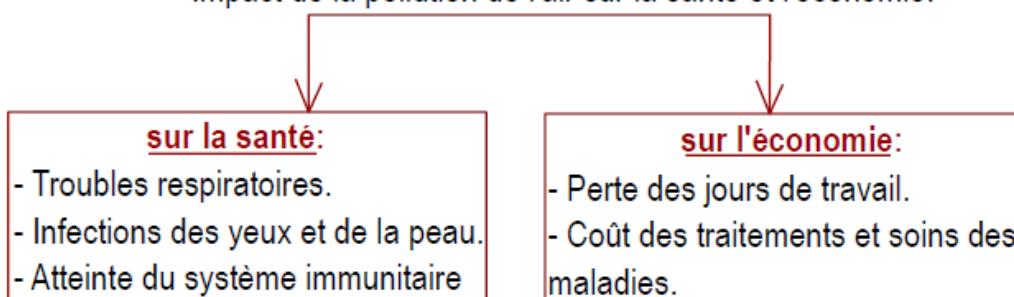
Remédiations : Filtres antipollution (cheminée/usine, pot d'échappement/voiture), réduction de la consommation des **énergies fossiles**; remplacement par des **énergies propres**.

II/ Les effets de la pollution de l'air sur la santé et l'économie

La pollution de l'air provoque des maladies liées aux inflammations التهابات et aux infections أمراض des voies respiratoires, l'asthme الربو, les crises cardiaques و العيوب. La fréquence de ces maladies augmente avec l'augmentation des taux atmosphériques en oxydes d'azote et de soufre, en ozone (O_3), en fumées et en particules de poussière.

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.

Impact de la pollution de l'air sur la santé et l'économie:



Bilan de l'activité 1:

Certaines activités humaines provoquent la pollution de l'air ce qui donne des effets néfastes sur la santé et sur l'environnement. Parmi les conséquences de ces pollutions, on peut citer l'augmentation de la température atmosphérique suite à l'effet de serre, la diminution de l'épaisseur de la couche d'ozone, les pluies acides et le brouillard (smog).



Exercice d'application

I/ Définissez ce qui suit : La couche d'ozone - L'eutrophisation

II/ Pour chacune des propositions numérotées de 1 à 4, une seule suggestion est correcte, choisissez pour chaque numéro la lettre correspondante à la suggestion correcte.

1-Les gaz à effet de serre :

- A - Emettent les rayons infrarouges et absorbent de la chaleur.
- B - Absorbent les rayons infrarouges et absorbent de la chaleur.
- C - Emettent les rayons infrarouges et émettent de la chaleur.
- D - Absorbent les rayons infrarouges et émettent de la chaleur.

2- La dégradation de la couche d'ozone se fait selon la réaction suivante :

- A - $ClO + O \rightarrow Cl + O_2$
- B - $Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2$
- C - $Cl + O_2 \rightarrow ClO + O$
- D - $ClO + O_2 \rightarrow Cl + O_3$

3- Les pluies acides :

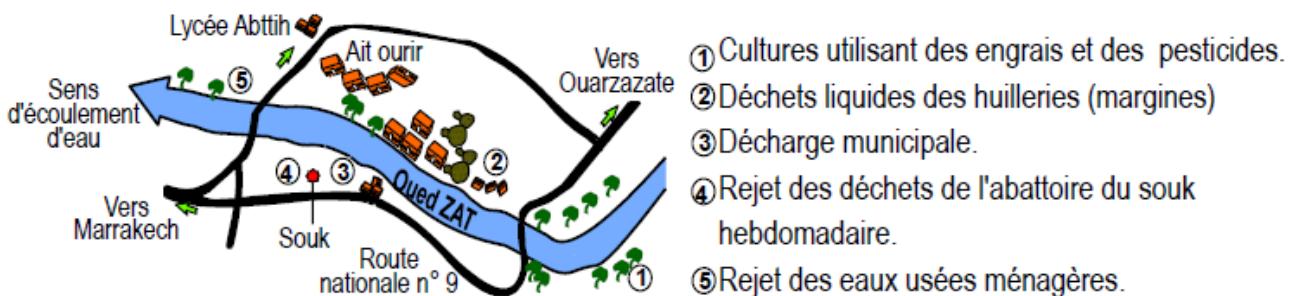
- A - Aboutissent à la dégradation de la couche d'ozone.
- B - Augmentent la qualité des écosystèmes.
- C - Aboutissent à la dégradation des forêts.
- D - Résultent des réactions chimiques entre l'eau atmosphérique et l'oxygène.

Activité 2 : La pollution des milieux naturels : Pollution de l'eau: manifestations et répercussions.

I/ Nature des polluants et leur origine.

1/ Pollution des eaux douces تلوث المياه العذبة

Doc 1 : L'oued Zat est l'un des rivières les plus importantes qui traversent la plaine d'Al Haouz et alimentent le bassin du Tensift. Cependant, avec l'augmentation de la population dans la région, ce cours d'eau est devenu un dépotoir pour le déversement de tous les types de déchets, ce qui risque sa pollution.



Quelques sources de pollution de l'oued Zat en traversant la ville d'Ait ourir

Les eaux de surface (rivières, lac...) sont des dépotoirs à ciel ouvert où sont déversées de nombreuses substances polluantes provenant de plusieurs origines :

- Des déchets solides ménagères.
 - **المياه العادمة المنزلية والصناعية**
 - **المياه الناتجة عن غسل التربة**, ces eaux contiennent plusieurs polluants et notamment des pesticides et des engrais.
 - Rejet des eaux chaudes provenant des systèmes de refroidissement industriels.
- En conséquence, ces pollutions entraînent une dégradation de la qualité des eaux de surface et souterraines (nappe phréatique).

2/ Pollution des eaux salées تلوث المياه المالحة

Les mers et les océans reçoivent des déchets divers :

- Déchets des agglomérations citadines **الجماعات السكنية** et des unités industrielles situés sur le littoral.
- **الحمولة** qui est déversée par les rivières et les oueds **والأودية**.
- Les huiles de vidange **الزيوت المستعملة** déversées par les navires notamment les grands pétroliers **ناقلات النفط**.
- En cas d'accidents maritimes, les grands pétroliers déversent des quantités importantes d'hydrocarbures (pétrole) qui forme une couche noire superficielle et gluante appelée **marée noire**.

3/ Classification des Polluants des eaux selon leur origine

La pollution liée à l'utilisation ménagère	Pollution thermique
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 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. ▪ Micro-organismes. 	Le rejet des eaux des systèmes de refroidissement industriels (centrales nucléaires par exemple) provoque un déséquilibre thermique des milieux aquatiques (mer, océan....)
La pollution industrielle	Pollution liée aux activités agricoles
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Matières solides en suspension, organiques ou minérales. ▪ Dérivés du pétrole. ▪ Métaux lourds : mercure, cadmium, plomb... 	

Doc 2 : Classification des polluants d'eau selon leur origine

II/ Impact de la pollution des eaux sur l'environnement, l'économie et la santé

1/ Impact sur l'environnement

a/ Exemple : phénomène d'eutrophisation des lacs

Doc 3 : Aspect de l'eutrophisation

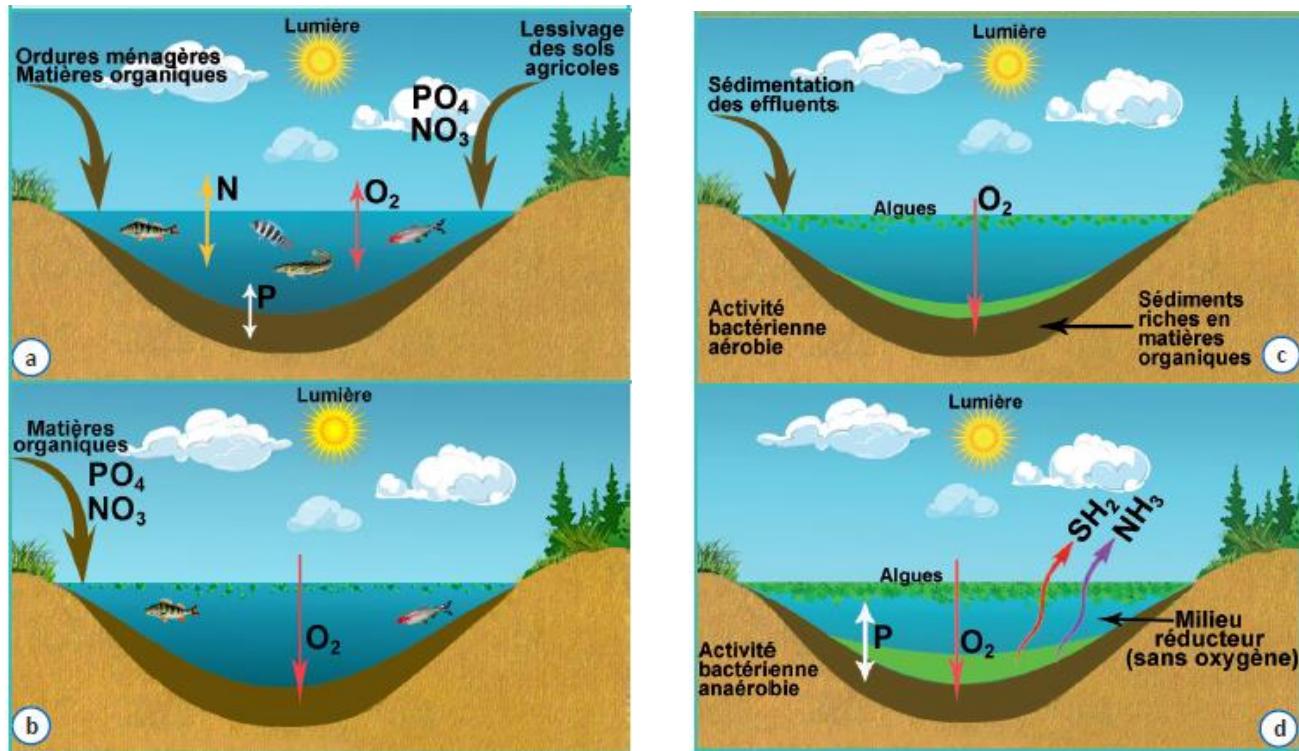


L'azote répandues sur les cultures sous forme d'engrais ou de déjections animales (par exemple lisier روث البهائم), les nitrates, ne sont pas entièrement utilisés par les plantes, très solubles , ils sont partiellement entraînés dans les cours d'eau et les nappes souterraines. Ceci provoque un état « eutrophe » (bien nourrir) des milieux aquatiques et conduit à un aspect de pollution appelé eutrophisation des cours d'eau ظاهرة التخاصب

L'eutrophisation se manifeste par la poussée massive d'algues entraînant l'apparition d'une couche verte sur la surface de l'eau (soupe verte).

Les eaux de surface reçoivent :

- ⊕ les eaux usées chargés de matière organique, détergents, microbes, Le lixiviat,
- ⊕ les rejets industriels chargés en métaux lourds, les hydrocarbures ...)
- ⊕ les rejets agricoles chargés de fertilisants chimiques, pesticides ...)



Le schéma du document 4 résume les étapes de l'eutrophisation et ses conséquences néfastes sur l'écosystème aquatique :

Doc 4: Etapes de l'eutrophisation

Engrais agricoles amenés par l'eau de ruissellement, eaux usées

↓
Enrichissement du lac en phosphate, azote et matières organiques

↓
Prolifération des algues et plantes aquatiques

↓
Formation d'une couche verte à la surface de l'eau

↓
Diminution de la transparence de l'eau

↓
Arrêt de la photosynthèse dans les parties profondes du lac

Mort et tassemement des végétaux au fond et
leur décomposition par des bactéries aérobies

↓
Diminution d' O_2 dissous

↓
Prolifération bactérienne et décomposition anaérobie.

Dégradation de
l'écosystème aquatique

↓
Mort de la faune

↓
Libératin de gaz
toxiques (H_2S , NH_4)

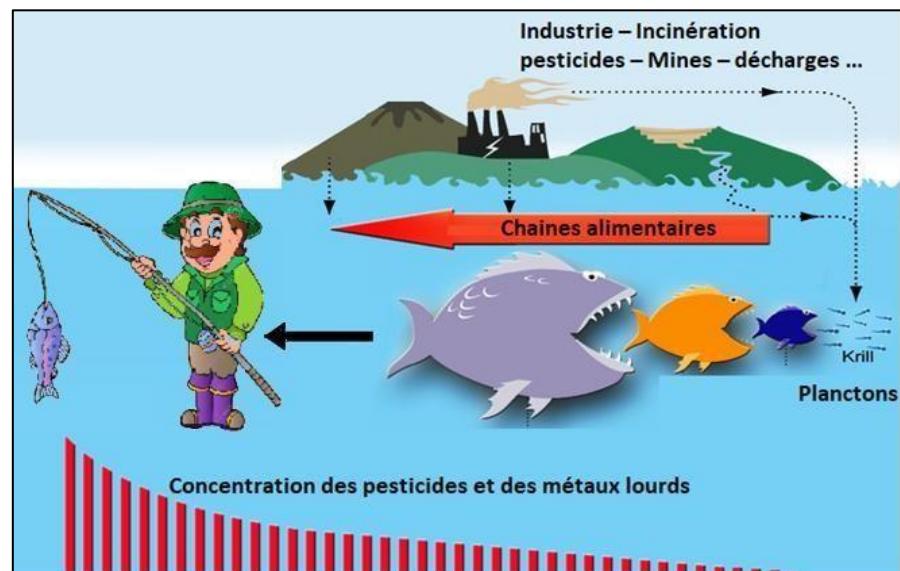
Comment lutter contre l'eutrophisation ?

- Réduction des apports en azote et phosphore aux eaux de surface continentales et marines littorales. Dans l'idéal, il faudrait diminuer les rejets à la source: diminution de l'utilisation de détergents et d'engrais contenant ces éléments. Mais il est également mieux de traiter, les eaux usées domestiques et industrielles pour éliminer ces éléments.
- Ramassage des dépôts d'algues présent sur les plages.
- Vidange partielle des lacs ou barrages eutrophisés pour diminuer la quantités d'algues et la teneur en matière organique.
- Introduction d'animaux herbivores (poissons par exemple) dans les milieux eutrophisés, pour diminuer la production végétale.

b/ Impact de la pollution de l'eau sur la biodiversité

La bioaccumulation

correspond à l'augmentation de la concentration de certaines substances toxiques comme les métaux lourds et pesticides à travers les chaînes alimentaires.



TOXICITÉ DES MÉTAUX LOURDS ET DE LA MATIÈRE RADIOACTIVE

La **concentration** de ces substances toxiques **augmente** progressivement dans la chaîne alimentaire. La **toxicité** est donc **maximale** dans le maillon **final** qui est le plus touché.

Niveau trophique : Eau → producteurs → consommateurs I → consommateurs II → Homme				
Toxicité :	+	++	+++	++++

Interprétations : **Accumulation** dans les organes **vitaux**.

Exemple : **Hg** dans le tissu **nerveux** et **Iode** I^* radioactif dans la **thyroïde**.

TOXICITÉ DES PESTICIDES (INSECTICIDES, HERBICIDES, FONGICIDES)

- + Les **pesticides** sont utilisés en **agriculture** contre les organismes considérés comme **indésirables** ou **nuisibles** (insectes, herbes, champignons)
- + ils ont des effets **négatifs** sur la santé (reproduction, hormones, immunité...)

Solution : Lutte biologique

Méthode de lutte au moyen d'organismes vivants **antagonistes**.

Exemple : Éliminer les pucerons grâce à leurs prédateurs **spécifiques**, les **coccinelles**, au lieu des **pesticides**.



Coccinelle et pucerons

2/ Impact de la pollution de l'eau sur la santé :

- Troubles digestifs (diarrhée, intoxication ...) par l'ingestion de germes pathogène (bactérie de choléra).
- Toxicité par accumulation des métaux lourds
- Lésions cutanées جروح جلدية.

3/ Impact de la pollution de l'eau sur l'économie :

- Perte de la biodiversité التنوع البيولوجي .
- Coût de traitement des eaux usées et des eaux polluées (lacs, rivières, mers).
- Les eaux de surface et les eaux souterraines constituent des ressources d'eau potable الماء الصالح للشرب. La pollution de ces ressources rend leur traitement assez délicat et coûteux.
- Cout de traitement des maladies dues à la pollution de l'eau.
- Perte de sites touristiques à cause de leur dégradation.

Bilan de l'activité 2 :

- ✿ La pollution de l'eau résulte de l'activité domestique الأنشطة المنزلية, agricole, industrielle et du transport maritime. L'eutrophisation des eaux stagnantes est un aspect de pollution, ce phénomène résulte de la multiplication excessive des algues à la surface des eaux riches en phosphate et azote et matières organique ce qui provoque un appauvrissement de l'eau en O₂ et le déséquilibre de l'écosystème.
- ✿ La pollution modifie les propriétés physiques ou chimiques ou biologique de l'eau ce se répercute négativement sur cet écosystème et sur la santé de l'homme et son économie.



Exercice d'application

I. Recopier le numéro de chaque définition et donner le terme ou l'expression qui lui correspond. (1pt)

1	Apport excessif d'éléments minéraux nutritifs, entraînant la prolifération des algues et le déséquilibre d'un écosystème aquatique.
2	Phénomène naturel qui permet de retenir une partie de la chaleur émise par la terre dans l'atmosphère.
3	Liquide résiduel engendré par l'infiltration de l'eau à travers les déchets dans les décharges.
4	Energies propres provenant de sources naturelles inépuisables.

III/ Placez en ordre chronologique les différentes étapes de l'eutrophisation d'un plan d'eau.

- 1 - Manque d'oxygène dans l'eau et mort des animaux aquatiques.
- 2 - Prolifération de plantes aquatiques, d'algues, de phytoplancton et de bactéries photosynthétiques.
- 3 - Accumulation de tous les organismes morts au fond du plan d'eau.
- 4 - Mort et sédimentation des végétaux qui vivent en profondeur.
- 5 - Formation d'une pellicule verdâtre à la surface de l'eau.
- 6 - Dégradation progressive et transformation du plan d'eau en marais, puis en tourbière ou en prairie.
- 7 - Multiplication de bactéries qui décomposent la matière organique morte.

Activité 3 : La pollution des milieux naturels : Pollution du sol: manifestations et répercussions.

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

I/ Les facteurs polluants le sol.

1/ La pollution agricole.

Dans le domaine agricole :

↳ Les engrains الأسمدة sont utilisés pour améliorer la production agricole. Lorsque l'emploi de ces fertilisants المواد المخصبة est excessif (intense), les quantités excédentaires non assimilées par les plantes, persistent dans le sol et deviennent une source de pollution, en plus, les engrais contiennent des métaux lourds (doc 1), tels que le chrome, le cuivre, le plomb et le mercure, ces métaux deviennent toxiques.

Doc 1 : Concentration des métaux lourds dans quelques engrais							
Type d'engrais	Zinc	Plomb	Nickel	Cuivre	Crome	Cobalt	Cadmium
Engrais ternaire (NPK)	108	3	36	3	92	5	9
Urée	<1	<3	<1	<0,4	<3	<1	<0,1
Chaux agricole الجير الفلاحي	<2	<3	<5	<0,2	<3	<1	<0,1
Fumier روث البهائم	71	16	29	62	56	06	01

↳ Les pesticides المبيدات الحشرية sont utilisés pour lutter contre les organismes nuisibles, les insectes ravageurs. À forte dose, les pesticides deviennent toxiques pour les plantes et les animaux. En plus de la pollution du sol, ces substances vont vite s'infiltrer dans les eaux de surface et les eaux souterraines entraînant leur contamination.

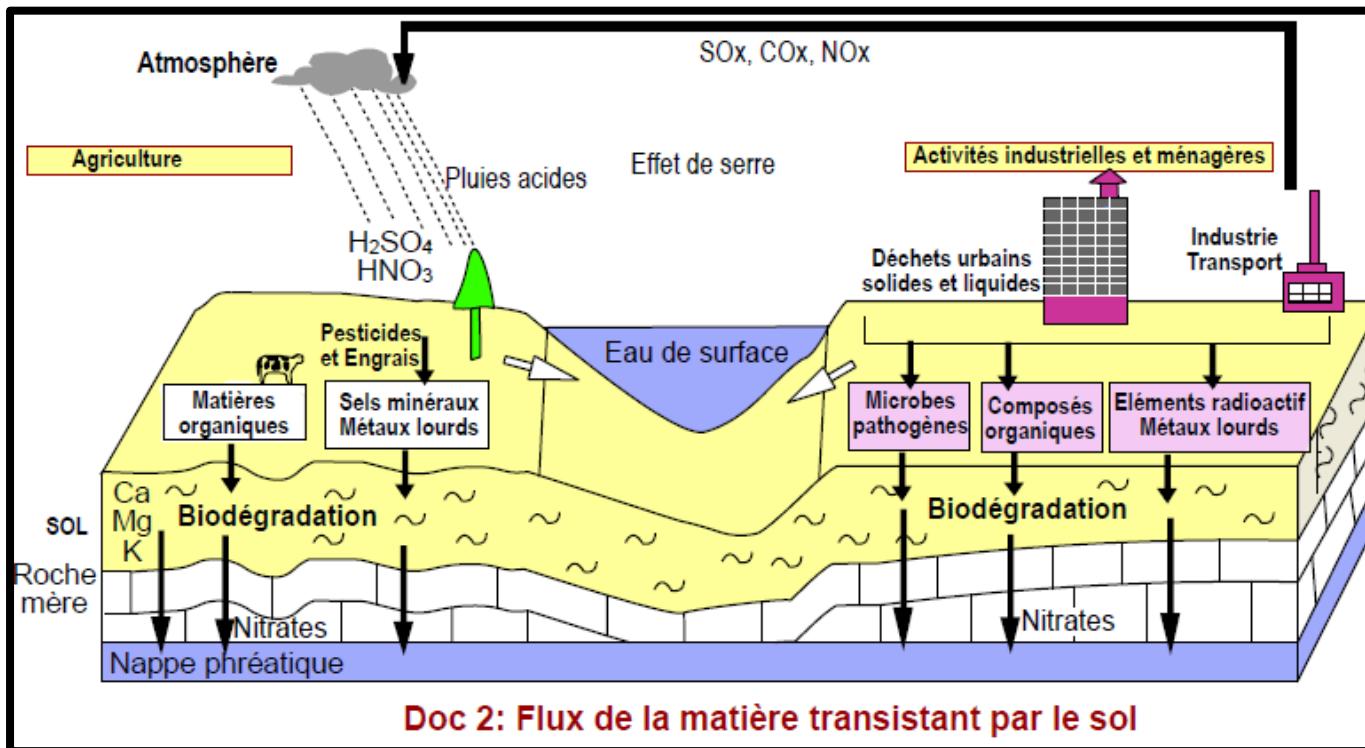
2/ La pollution industrielle.

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, causant 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 مياه الصرف الصحي, ainsi que le rejet anarchique des ordures (lixiviat), provoquent une grande pollution au niveau du sol qui devient aussi riche en micro-organismes pathogènes.

II/ Le sol, une interface (وسيط) dans l'environnement



Doc 2: Flux de la matière transistant par le sol

Le sol reçoit massivement des polluants issus des diverses activités humaines. Les polluants s'accumulent dans le sol ou rejoignent les eaux de surface par ruissellement, ou les eaux souterraines par lessivage. Un sol pollué est donc une source de contamination et de déséquilibres des autres écosystèmes.

III/ Quelques répercussions négatives de la pollution du sol

Les conséquences de pollution du sol :

- Dégradation de la faune et la flore, et la réduction de la fertilité des sols
- Contamination des eaux de surface et des nappes phréatiques
- Contamination des produits alimentaires
- La perte de la valeur productive des terres agricoles

Bilan de l'activité 3:

Le sol est un support pour diverses activités humaines. Il constitue un élément important dans les écosystèmes. Il subit plusieurs dégâts à cause de ces activités humaines. Parmi les sources de pollution pour le sol on peut citer :

- ▣ L'utilisation des engrais et des pesticides dans le domaine agricole les quantités excessives excédentaires de ces substances persistent dans le sol et deviennent sources de pollution.
- ▣ Le sol reçoit des millions de tonnes d'oxydes de soufre et d'azote à travers les pluies acides qui en augmentent l'acidité et provoquent la mort des micro-organismes.
- ▣ L'infiltration des eaux de l'assainissement liquide et le rejet anarchique des ordures provoquent la pollution du sol et des réservoirs d'eau.
- ▣ Les éléments radioactifs issus de diverses pollutions reviennent au sol à travers les pluies et s'accumulent dans les chaînes alimentaires.

Les mesures pour réduire les effets négatifs des polluants :

- Traitement des déchets produits par les activités industrielles, avant leur rejet dans l'environnement.
- La construction des unités industrielles loin des zones résidentielles, et des ressources vitales de la nature (les eaux).
- La protection des sols par l'adoption d'une agriculture durable sans usage intensif de pesticides.
- Utilisation des alternatives énergétiques propres (non polluantes).

Activité 4 : Les énergies alternatives المصادر البديلة للطاقة

L'exploitation massive du pétrole et ses dérivés comme source d'énergie (combustibles fossiles) provoque plusieurs pollutions (CO_2 , effet de serre ...). 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).

I/ Des alternatives d'origine physique

1/ L'énergie solaire

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

Zone	Norvège	Afrique du nord	Arabie
Energie reçue (KJ/cm ² /an)	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).

2/ L'énergie éolienne الطاقة الريحية

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.

3/ L'énergie hydraulique الطاقة المائية

Les énormes volumes d'eau retenue dans les barrages emmagasinent une grande énergie potentielle. Le principe de conversion de l'énergie hydraulique en électricité au niveau des barrages est basé sur le fonctionnement des turbines.

4/ L'énergie géothermique الطاقة الجيوجرارية

Elle utilise la chaleur du sous-sol pour chauffer directement de l'eau ou bien pour fournir de l'électricité.

5/ L'énergie nucléaire :

Les centrales nucléaires utilisent l'énergie nucléaire issue de la fission atomique des isotopes radioactif. (voir chapitre 3)

6/ Laquelle des énergies choisir au Maroc?

Origine	Charbon	Pétrole	Gaz naturel	nucléaire	hydraulique	solaire	éolienne
Quantité de CO ₂ dégagée en g	1071	855	605	16	16	121	36

Doc 2 : Quantité de CO₂ produite lors de la production d'1 kwatt-heure d'énergie par les différentes sources d'énergie

↳ Les ressources énergétiques fossiles (le gaz naturel, le pétrole et le charbon) sont des ressources d'énergie non-renouvelable. Elles sont donc menacées par l'épuisement, en plus leur combustion dégage une grande quantité de CO₂, gaz à effet de serre.

↳ L'énergie hydraulique et nucléaire sont les sources les moins productrice de CO₂, cependant l'utilisation de l'énergie nucléaire pose de nombreux problèmes (voir le chapitre 3), l'énergie hydraulique repose sur la ressource en eau, qui est menacée par la pénurie, surtout que le Maroc est devenu vulnérable à la sécheresse causée par le réchauffement climatique.

↳ A la lumière des problèmes soulevés par les différentes sources d'énergie mentionnées ci-dessus, l'énergie solaire et l'énergie éolienne constituent une alternative idéale à l'heure actuelle pour le Maroc. Ces deux sources ont plusieurs avantages :

- Énergie renouvelable.
- Energie propre.
- Energie abondante, notamment avec la localisation distinctive du Maroc: sa présence en Afrique, reçoit d'énormes quantités d'énergie solaire, la présence de certaines zones du Maroc exposées aux vents forts (Tétouan, Essaouira, Safi).

II/ Resource d'origine biochimique

On peut produire des biocarburants (bioéthanol, biométhane) à partir de la fermentation des matières végétales. Ce biocarburant est utilisé comme carburant pour produire de l'énergie mécanique, thermique ou électrique (voitures, moteurs..). Les biocarburants dégagent moins de CO₂ que les hydrocarbures fossiles habituels.

