

## Chapitre 2 : Les pollutions issues de la consommation des produits énergétiques et de l'utilisation de la matière organique et inorganique dans les industries chimiques, alimentaires et minérales

### Introduction :

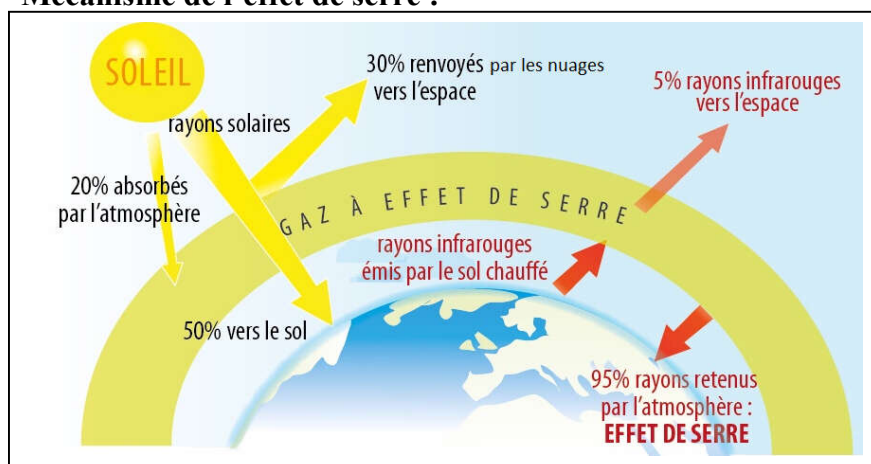
La terre est la seule planète du système solaire habitée, offrant des milieux favorables à la vie et à la biodiversité. Les dangers des pollutions, causées par les diverses activités humaines, perturbent les équilibres de ces milieux naturels et pourraient, un jour, estomper la vie et sa continuité sur cette planète.

- **Quelles sont les sources des pollutions et quel est l'impact des polluants sur les milieux naturels et sur la santé ?**

### I. Les polluants et les milieux pollués : la pollution de l'air :

#### 1. L'effet de serre :

##### a. Mécanisme de l'effet de serre :



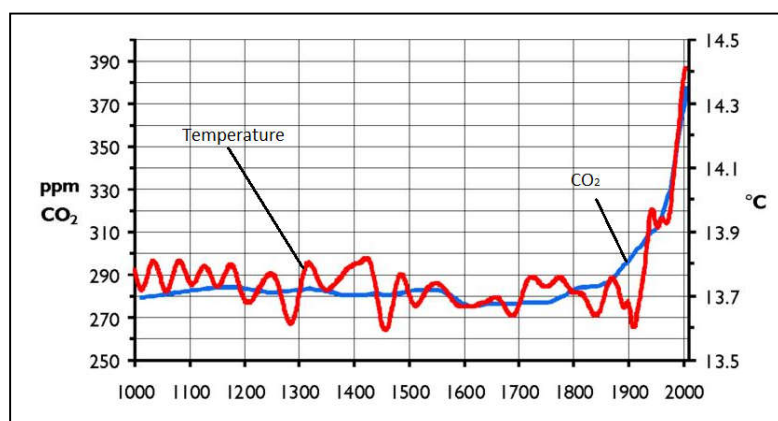
#### ➤ Décrivez le mécanisme de l'effet de serre sur la terre.

Le soleil rayonne de l'énergie solaire sur la terre. La majeure partie de cette énergie (30 %) est renvoyée dans l'espace par les nuages. Les rayons incidents qui n'ont pas été réfléchis vers l'espace sont absorbés par l'atmosphère (20%) et par la surface terrestre (50%).

La partie du rayonnement absorbée par la Terre lui apporte de la chaleur (énergie), qu'elle restitue à son tour en direction de l'atmosphère sous forme de rayons infrarouges.

Ce rayonnement est alors absorbé en partie par les gaz à effet de serre, contribuant au réchauffement des basses couches de l'atmosphère, puis, cette chaleur est réémise vers la Terre. C'est ce rayonnement qui retourne vers la Terre qui crée l'**effet de serre**, il est à l'origine d'un apport supplémentaire de chaleur à la surface terrestre. Sans ce phénomène, la température moyenne sur Terre chuterait à  $-18^{\circ}\text{C}$ .

##### b. L'impact des activités humaines sur l'effet de serre :



➤ **Etablissez la relation entre la teneur en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et la température de la Terre.**

Avant l'année 1800, les teneurs en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère ne dépassaient pas 280 ppm, et la température moyenne de la Terre était ne dépassait pas les 13,8 °C.

A l'arrivée de l'ère industrielle en 1990, la teneur en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère a augmenté progressivement, avec en parallèle, l'augmentation de la température moyenne de la Terre.

On déduit que la révolution industrielle a conduit à l'augmentation de la teneur du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère ce qui a conduit à l'augmentation de la température moyenne de la Terre.

Le CO<sub>2</sub> est donc un gaz à effet de serre.

Gaz a effet de serre	Sources	Contribution a l'effet de serre additionnel
<b>Dioxyde de carbone ( CO<sub>2</sub> )</b>	Utilisation des carburants (pétrole, charbon..), incendies des forêts...	56%
<b>Méthane ( CH<sub>4</sub> )</b>	Fermentation : dans les rivières, les décharges de déchets, tubes digestifs des ruminants...	16%
<b>Chlorofluorocarbone (CFC)</b>	Molécules utilisées dans la fabrication des aérosols, moteurs du froid (réfrigérateurs, climatiseurs).	11%
<b>Oxyde d'azote (NOx)</b>	Fermentation microbienne du sol et des eaux, les fumées d'engins et d'usines.	6%

**1- Identifiez les polluants à effet de serre et leurs sources.**

**2- Quelles sont les conséquences de l'effet de serre sur l'environnement et sur la santé ?**

1- Sources des gaz à effet de serre :

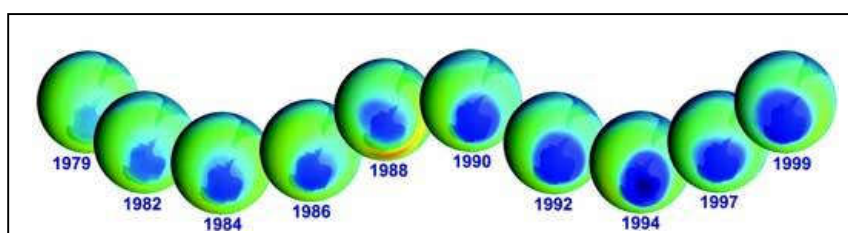
- Sources naturelles : explosions volcaniques, incendies, êtres vivants. Ces sources contribuent faiblement dans l'émission des gaz à effet de serre).
- Activités humaine : activités industrielle (réfrigération, usines, carburantes, ...), activités agricoles (élevages des animaux..), déchets ménagers.

2- Augmentation de la température moyenne de la Terre.

- Elévation des niveaux des mers, provoquée par la fonte d'une partie de la glace polaire, et submersions des zones terrestres basses.
- Risques sanitaires : développement des maladies infectieuses, famine dans certaines régions, ...
- Extinction de certaines espèces.

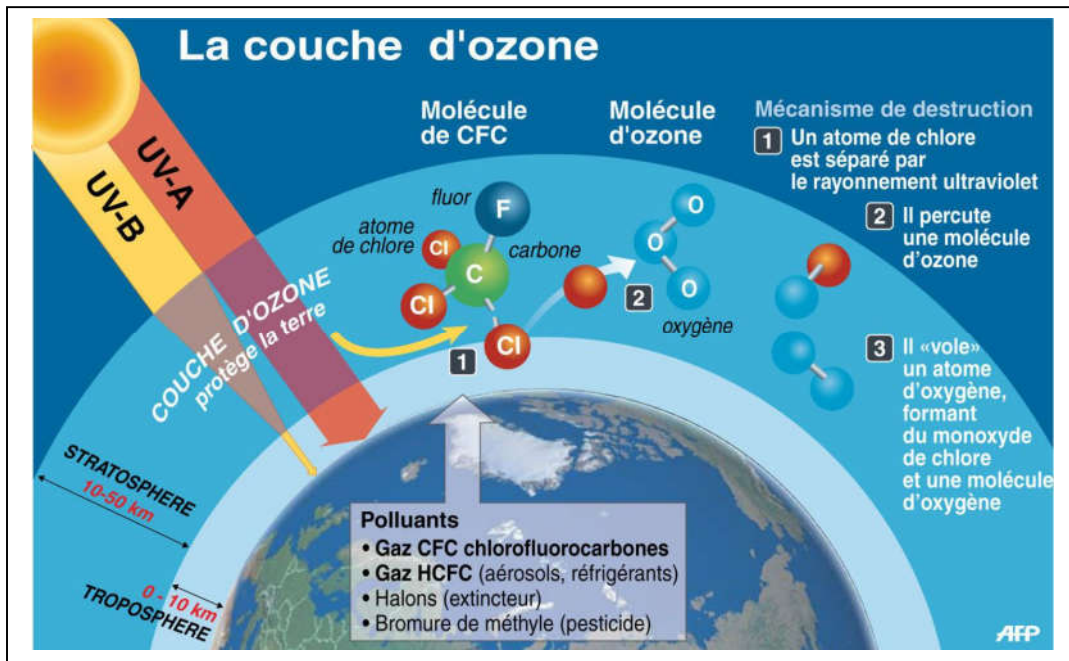
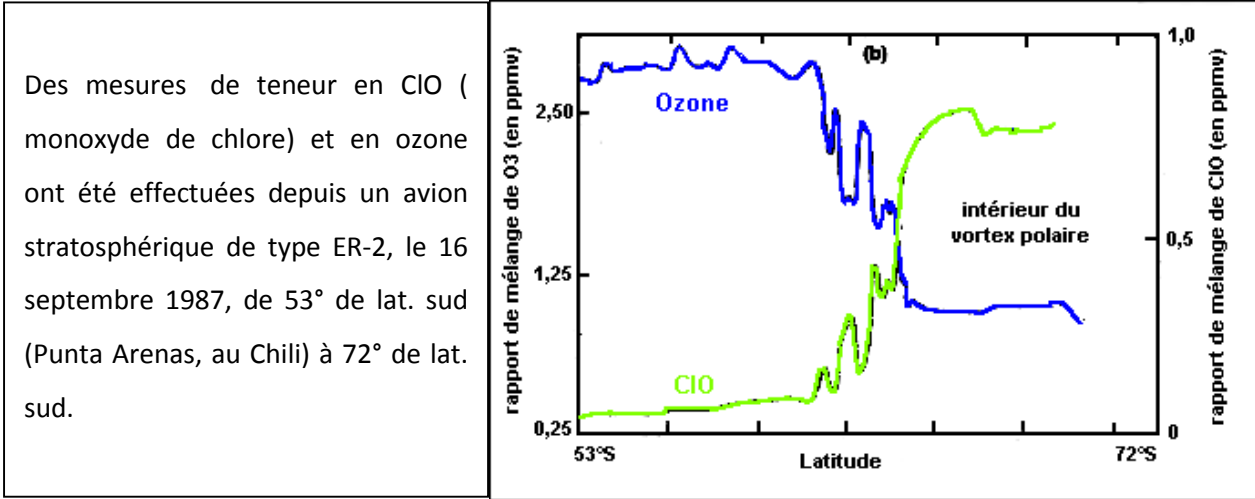
**2. La destruction de la couche d'ozone :**

Les mesures d'ozone ( O<sub>3</sub> ) de la stratosphère (couche moyenne de l'atmosphère) , par satellites , ont permis le suivie de l'évolution de la couche d'ozone au-dessus du pole sud .



➤ **Comparez l'épaisseur de la couche d'ozone entre 1979 et 1999.**

On observe que l'épaisseur de la couche d'ozone diminue progressivement au fil des années au dessus du pôle sud.



- 1- Définir la couche d'ozone.
- 2- Etablissez une relation entre ClO et O<sub>3</sub>.
- 3- Quelles sont les conséquences de la réduction de l'épaisseur de la couche d'ozone.

1- **La couche d'ozone** est la partie de l'atmosphère située entre 20 km et 50km d'altitude (stratosphère). L'ozone de la stratosphère absorbe la plupart des rayons ultraviolets néfastes pour les êtres vivants.

2- D'après le graphe, on observe que le taux de ClO augmente et la teneur en ozone décroît simultanément.

L'élément chlore (Cl) qui se trouve en abondance dans des composés riches en chlore comme le CFC, détruit la molécule d'ozone selon la réaction suivante :  $Cl + O_3 \rightarrow ClO + O_2$

La reconstitution du chlore se fait selon la réaction suivante :  $ClO + O \rightarrow Cl + O_2$

Ainsi, la couche d’ozone est détruite.

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

L’exposition au rayonnement ultraviolet peut provoquer plusieurs types de cancer de la peau chez l’homme, Ils sont aussi dangereux sur les yeux

Les rayons (UV) sont aussi dangereux sur le système immunitaire car ils peuvent affaiblir la réponse du système immunitaire et provoquer aussi son altération.

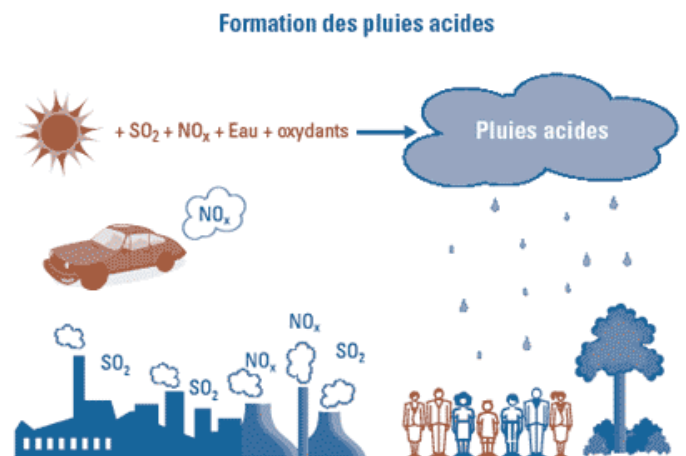
L'appauvrissement de la couche d’ozone entraîne une diminution de l’ozone dans la stratosphère et une augmentation de l’ozone présent dans la basse atmosphère. La présence d’ozone dans la basse atmosphère est considérée comme un polluant et un gaz à effet de serre. L’ozone dans la basse atmosphère contribue donc au réchauffement climatique.

### 3 - Les pluies acides :

Les pluies acides sont les pluies dont l’acidité est importante, avec un pH faible, qui peut par endroit atteindre une valeur de pH = 4. Elles résultent de réactions chimiques combinant les oxydes d’azotes

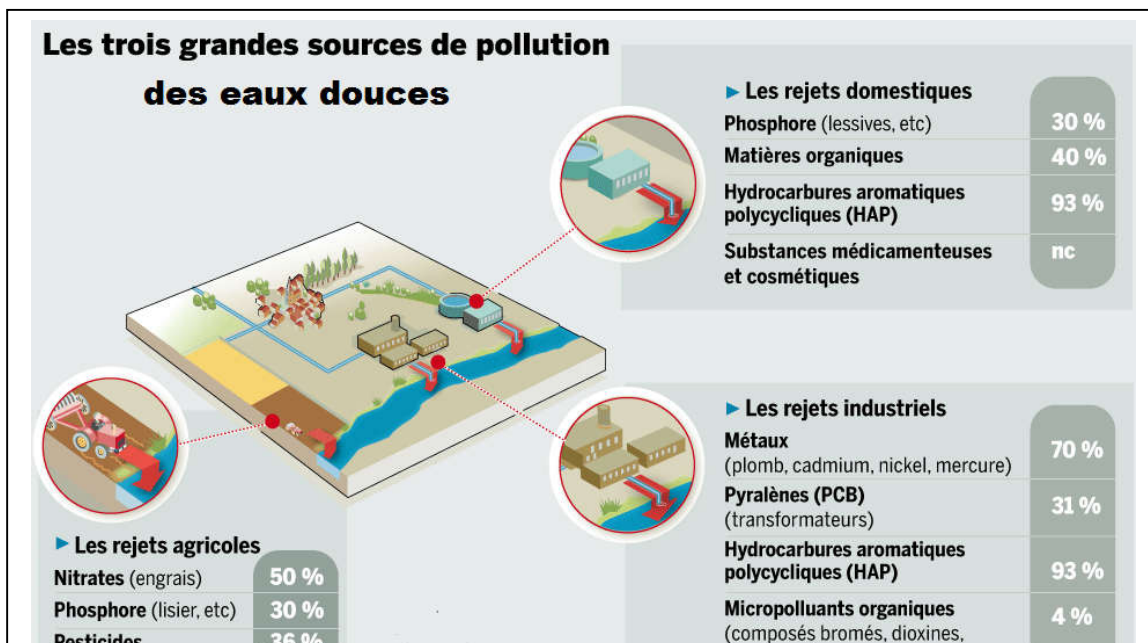
(NO<sub>2</sub>), de soufre (SO<sub>2</sub>) et les gaz polluants, à l’eau atmosphérique.

Ces pluies qui tombent sous forme d’acide nitrique et d’acide sulfurique, amènent au sol de grandes quantités d’azote et de soufre. La pollution du sol et des eaux de surface, par ces pluies est la cause de destruction de grandes surfaces de forêts et d’écosystèmes.



## II. Les polluant et les milieux pollués : pollution de l’eau :

### 1. Pollution des eaux douces :

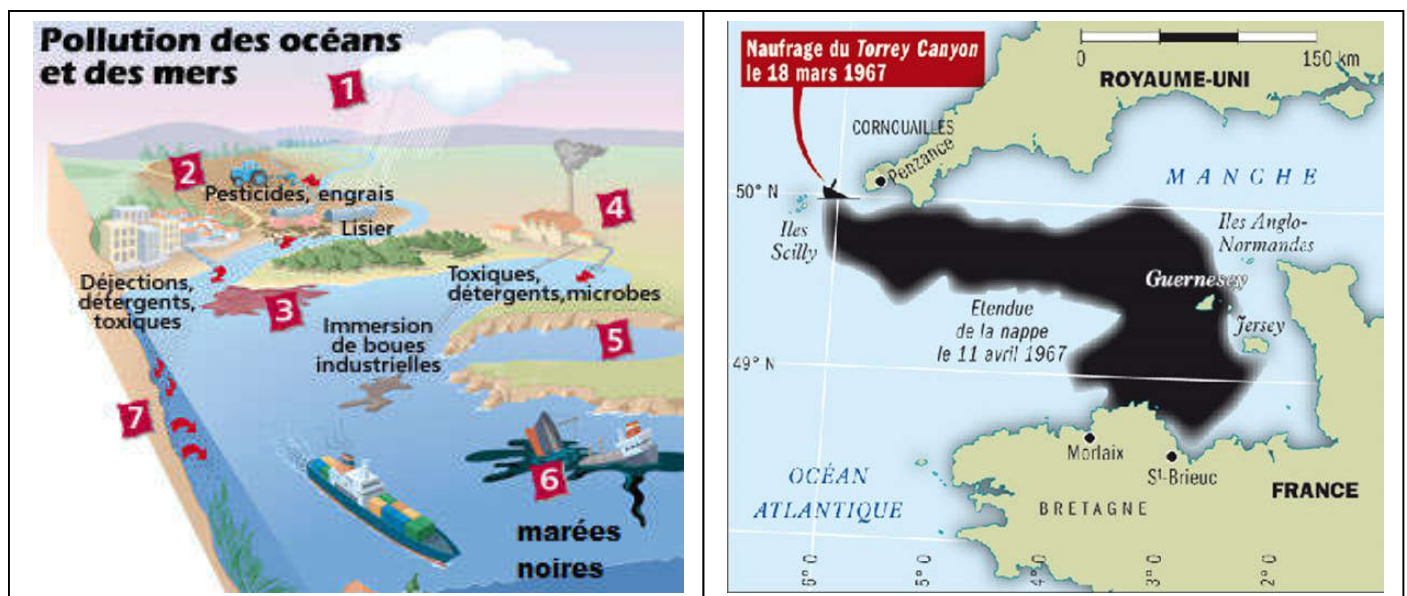


➤ Définissez la pollution de l'eau et dégagez les différents polluants des eaux de surface.

**La pollution de l'eau :** correspond aux changements de ses caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques. Elle se manifeste aussi par les déversements de substances solides, liquides ou gazeuses, susceptibles de nuire à la qualité de l'eau et à la santé.

Les eaux de surface reçoivent les eaux usées ménagères, industrielle et agricoles. Les polluants des eaux usées sont très diversifiés, et véhiculent des substances organiques et inorganiques, qui vont modifier les propriétés physiques et chimiques des milieux aquatiques ainsi que leur richesse spécifique.

## 2. Pollution des eaux salées :



➤ Dégagez les différents types de pollution des océans et des mers.

La pollution marine bien résulte du rejet dans l'environnement par les activités humaines de quantités excessives de produits physiques ou chimiques toxiques, ou de la dispersion de déchets abandonnés par l'homme sur les sols, qui viennent polluer les fleuves et se retrouvent finalement dans les mers.

Cette pollution arrive dans le milieu marin via le ruissellement et les cours d'eau, ou est apportée par les vents et les pluies, ou provient de produits et objets volontairement ou accidentellement rejetés à la mer. Cela fait des dégâts au niveau de la faune et la flore marine, mais aussi au niveau des plages.

Les accidents des navires pétroliers sont considérés comme des catastrophes écologiques car ils contribuent à la réduction de la biodiversité, vu le nombre d'espèces touchées et éliminées par les taches d'huile dispersés sur de grandes surfaces.

### III. Les polluants et les milieux pollués : pollution du sol :

#### 1. Les facteurs de pollution du sol :

##### a. Les activités agricoles :

Afin d'augmenter et d'améliorer la production agricole, les cultivateurs et les éleveurs, utilisent d'avantages d'engrais et de pesticides. Or les quantités non utilisées par les plantes, s'accumulent dans le sol et deviennent une source de pollution. Les métaux lourds de ces substances ( zinc, cuivre, nickel, mercure, cobalt, plombe, molybdène...) sont indispensable aux végétaux mais a faible doses.



Le sol est le support de toutes les activités de l'homme et aussi le support de nombreux écosystème. Cependant il subit les effets des différents aspects de pollution liés aux activités de l'homme, comme l'activité agricole.

L'utilisation intensive et excessive des engrais et des pesticides, engendre des quantités excédentaires, non assimilées par les plantes, et qui s'accumulent et deviennent une source de pollution. Elles contaminent le sol, les eaux de surface et les eaux souterraines.

##### b. Les activités industrielles :

Le sol reçoit des millions de tonnes d'oxydes de soufre ( $\text{SO}_2$  et  $\text{SO}_3$ ) et d'azote ( $\text{NO}$  et  $\text{NO}_2$ ) sous forme d'acide sulfureux  $\text{H}_2\text{SO}_3$  et de l'acide nitrique  $\text{HNO}_3$ . Son acidification conduit a son appauvrissement en microorganismes et à des perturbations dans l'absorption de l'eau et de certains sels minéraux (phosphore, calcium, manganèse...) par les plantes.

Cultures	Tolérance au pH
Blé	$6 \leq \text{pH} \leq 7$
Avoine	$5,8 \leq \text{pH} \leq 7$
Maïs	$6 \leq \text{pH} \leq 7$
Pomme de terre	$5,2 \leq \text{pH} \leq 6,2$
Ail	$5,5 \leq \text{pH} \leq 7,5$

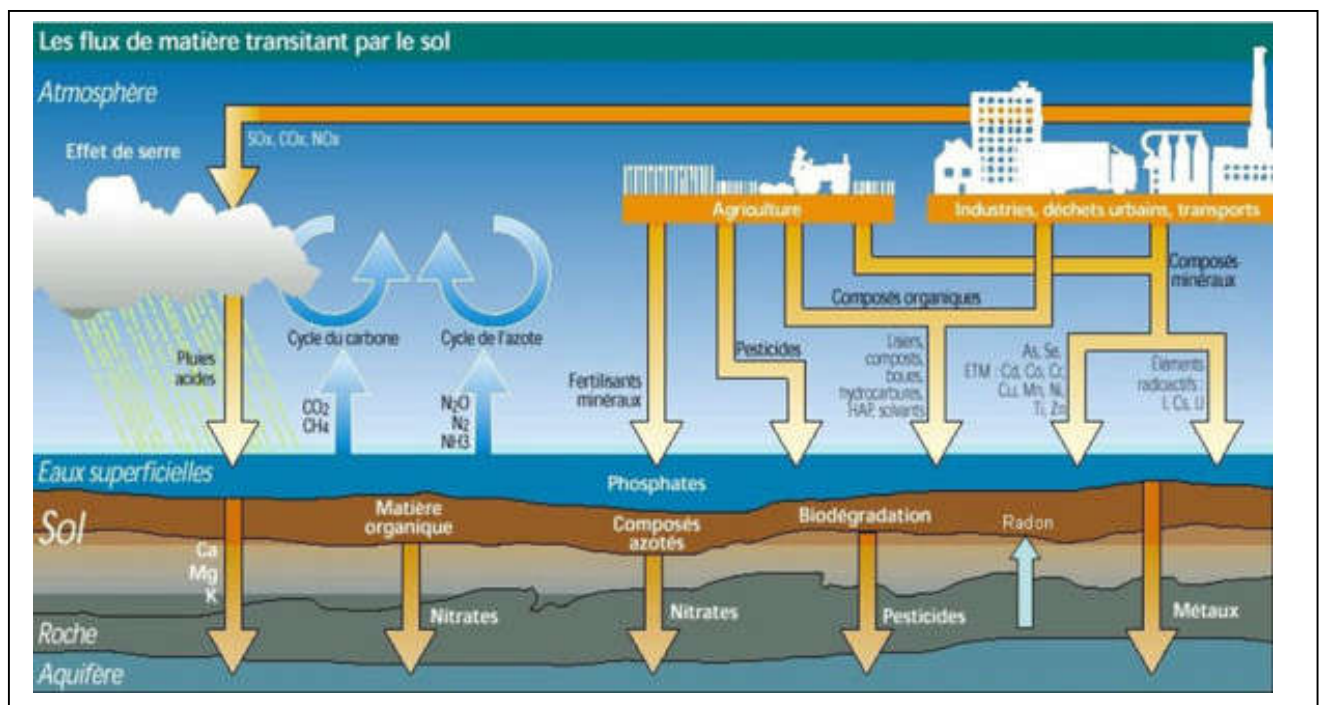
La libération des gaz polluants, oxydes d'azote ( $\text{NO}_2$ ) et de soufre ( $\text{SO}_2$ ), engendre des pluies acides qui polluent le sol, en ramenant des millions de tonnes d'azote et de soufre, ce qui augmente son acidité et conduit à la disparition des microorganismes et de la microflore.

##### c. Les rejets sauvages :

Par le rejet sauvage, des déchets solides, et le déversement incontrôlé des eaux usées, le sol reçoit des quantités importantes de polluants et de germes pathogènes. Ces polluants, en s'infiltrant dans le sol, vont

augmenter les risques de contamination qui pourraient engendrer de graves problèmes écologiques et de santé publique.

## 2. Rôles du sol comme interface intermédiaire transitée par des polluants :



Les sols représentent la couche supérieure de la croûte terrestre, ils constituent le support naturel de plusieurs écosystèmes et le support de toutes les activités de l'homme ; agricoles ; industrielles et ménagères. En s'intercalant entre l'atmosphère et les eaux souterraines, les sols jouent des rôles très importants, assurant l'équilibre des cycles de l'eau et des matières ainsi que l'équilibre des écosystèmes.

### IV. Impacts des pollutions sur la santé, l'économie et l'environnement :

#### 1. Impact de la pollution sur la santé :

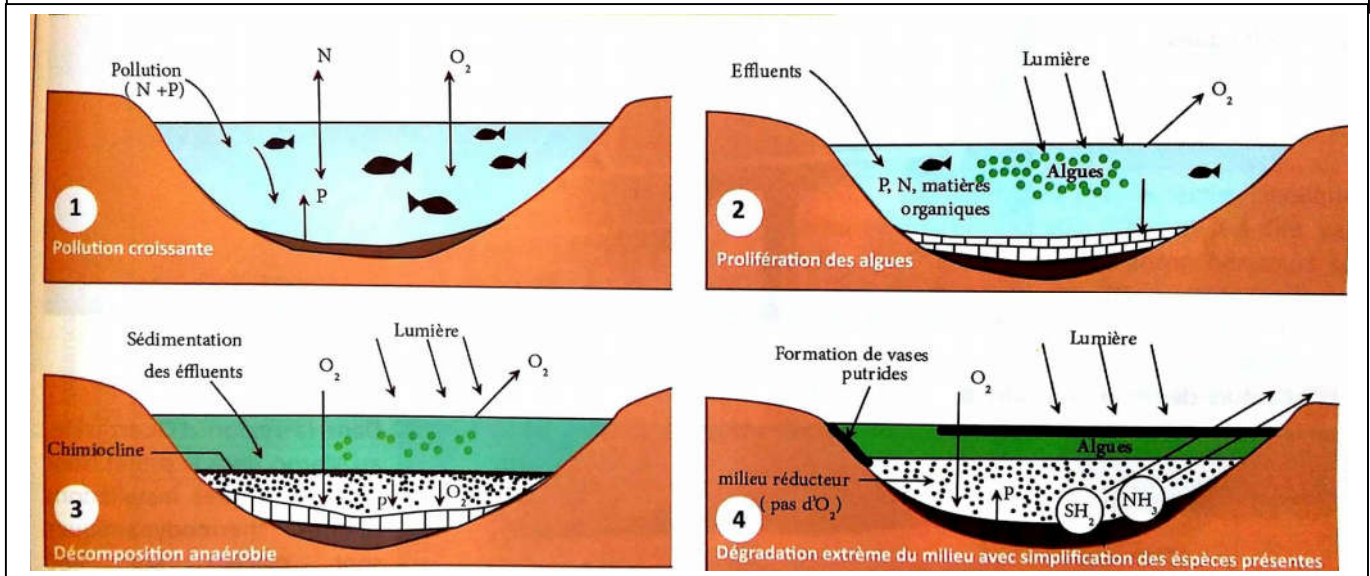
Type de polluants	Effets sur la santé
<b>Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</b>	Inflammation de l'appareil respiratoire, toux, crises d'asthme...
<b>Monoxyde de carbone (CO)</b>	Affecte le système nerveux central, cause des troubles cardiovasculaires et le cancer
<b>Dioxine</b>	Malformations congénitales, toxicité fœtale, altérations du développement de l'enfant, troubles endocriniens... Augmentations de risque de pathologies cancéreuses.
<b>Les particules fines</b>	Maladies cardiovasculaire et respiratoires, cancers pulmonaires.
<b>Les métaux lourds</b>	<b>Plomb :</b> troubles du comportement, pertes de mémoire, hypertension artérielle... <b>Nickel :</b> inflammation des voies respiratoires, éruptions cutanées, asthme et bronchite chronique. <b>Mercuré :</b> troubles digestifs, insuffisance rénal, troubles de la vision. <b>L'arsenic :</b> infertilité, altération de l'ADN, atteinte du foie.

La pollution de l'air extérieur aux particules est responsable des problèmes de santé comme des maladies respiratoires, des poumons et du cœur. Elles ont aussi des effets sur la reproduction et le développement du fœtus. Les effets de la qualité de l'air dépendent aussi de la quantité et de la durée des polluants avec lesquels nous sommes en contact. Les enfants et les personnes âgées seront plus sensibles.

Chaque polluant n'aura pas les mêmes effets sur notre santé. L'ozone ( $O_3$ ) et le dioxyde d'azote ( $NO_2$ ) pénètrent jusqu'aux bronches, provoquent de la toux et peuvent aggraver les crises d'asthme. Certains polluants sont toxiques, même à faible dose, comme le plomb ou sont cancérigènes, comme la dioxine.

## 2. Impact de la pollution sur l'environnement :

L'enrichissement des lacs et des rivières en matières nutritives, amenés par les eaux usées et par les engrais agricoles, les faisant passer à un état eutrophe (bien nourri). Cet enrichissement fait activer la production biologique, par multiplication rapides des algues microscopiques (phytoplancton) et des plantes aquatiques, c'est l'eutrophisation. Ce phénomène est l'une des causes de dégradations des écosystèmes aquatiques.



➤ Définir l'eutrophisation et citer ses stades.

**L'eutrophisation** : un phénomène qui se manifeste par la formation d'un tapis vert, d'algues et de plantes aquatiques, à la surface de l'eau. C'est une pollution des eaux par les rejets domestiques et par des engrais agricoles. Ceci enrichit l'eau en azote et en phosphore, éléments nutritifs indispensables à la croissance des plantes et conduit à l'eutrophisation :

- L'arrivée des eaux polluées amène l'azote et le phosphate et fait augmenter leurs teneurs solubles.
- En captant la lumière et en profitant de l'abondance nutritive, azote et phosphore, l'activité photosynthétique des algues et des plantes aquatiques augmente et leur croissance est amplifiée.
- La prolifération des plantes et algues continue avec précipitation des effluents (N et P) et tassement de la matière végétal au fond, ce qui active la décomposition anaérobie et la multiplication bactérienne.

La formation d'une couche végétale dense empêchant la pénétration des rayons lumineux entraînant l'arrêt de la photosynthèse, avec réduction d' $O_2$  dissous.

La décomposition anaérobie et la prolifération bactérienne enrichissent l'eau en gaz toxiques

(  $H_2S$  et  $NH_4$ ). Par manque d' $O_2$ , et en présence de ces gaz toxiques, dans ces conditions de dégradation, la vie animale devient impossible, ce qui provoque la mort de la faune.

### 3. Impact de la pollution sur l'économie :

La pollution dans tous ses aspects, atmosphériques, hydriques et édaphiques, est accompagnée d'impacts négatifs aussi bien sur l'environnement que sur la santé de l'homme.

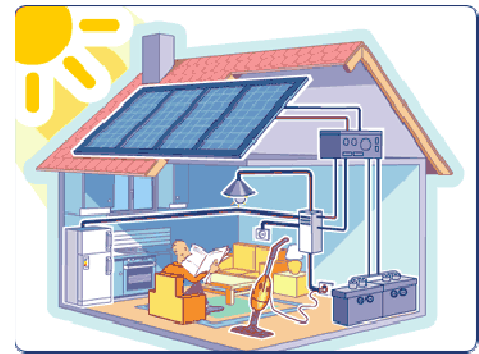
Le coût des soins et d'hospitalisations, liés aux problèmes de santé dus à la pollution, s'est considérablement progressé. Il s'élève à plusieurs milliards d'euros par année, absorbé des budgets des états. Une bonne partie de ce budget est destinée également aux réparations des impacts sur l'environnement.

## V. Utilisation des énergies renouvelables :

### 1. L'énergie solaire :

L'énergie solaire est exploitée sous 2 modes différents :

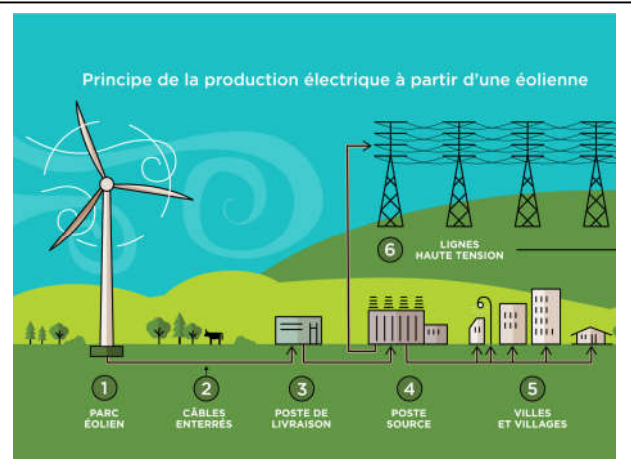
- **Photovoltaïque** : l'énergie du rayonnement solaire récupérée est transformée directement en électricité par des panneaux photovoltaïques, elle résulte de la conversion directe dans un semi-conducteur d'un photon en électron.
- **Thermodynamique** : le principe est basé sur la concentration du rayonnement solaire direct à l'aide de miroirs, dont la chaleur transmise actionne des turbines génératrices d'électricité.



L'énergie solaire est une source naturelle dont l'exploitation peut générer de grandes quantités d'énergies thermodynamique et électrique.

### 2. L'énergie éolienne :

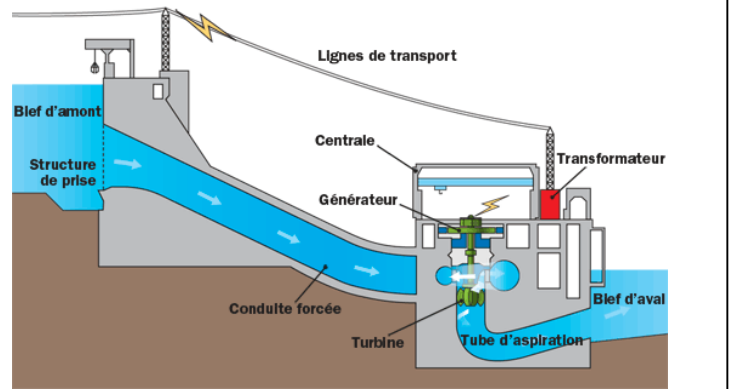
Le Maroc s'est récemment engagé dans un projet éolien intégré de 850 MW, réparti sur 5 parcs éoliens : Tanger (100 MW), Boujdour (100 MW), Midelt (150 MW), Essaouira (200 MW) et Laayoune (300 MW). Il s'est donné pour ambition de couvrir 42% de ses besoins à l'aide des énergies renouvelables à l'horizon 2020 et 52% à l'horizon 2030.



L'énergie éolienne désigne l'énergie cinétique véhiculée par les masses d'air, c'est-à-dire par le vent. Les éoliennes ou aérogénérateurs se chargent ainsi de convertir l'énergie éolienne en une énergie mécanique qui alimente ensuite un générateur électrique, ou elle est convertie en électricité.

### 3. L'énergie hydraulique :

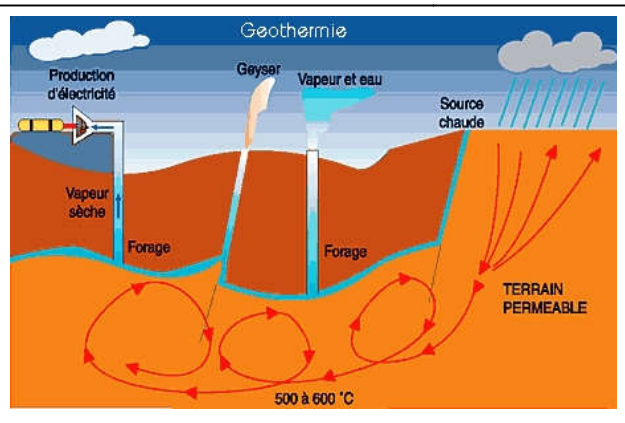
Les énormes volumes d'eau retenue dans les barrages, grands fleuves, grandes cascades et chutes d'eaux, emmagasinent une grande énergie potentielle. Le principe de conversion de l'énergie hydraulique en électricité au niveau de barrages est basé sur la rotation des turbines convertie en énergie mécanique, qui par un alternateur est transformée en énergie électrique.



L'énergie hydraulique c'est l'énergie potentielle emmagasiné par les masses d'eau. Cet énergie est exploitée pour produire de l'électricité.

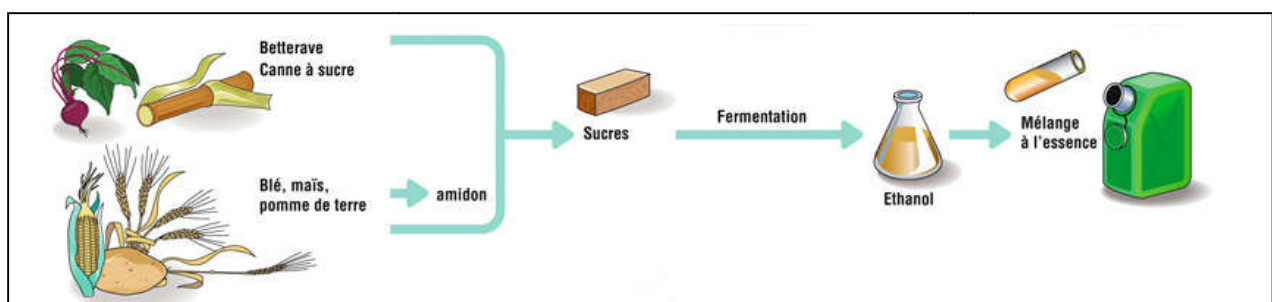
### 4. L'énergie géothermique :

L'eau chaude contenue dans le sol près d'un volcan, d'un geyser ou d'une source thermale est amenée par forage dans un circuit pour en extraire la vapeur afin de produire de l'électricité.



L'énergie géothermique est une énergie due à la chaleur des couches géologiques de la croûte terrestre. L'eau qui circule en profondeur, en s'échauffant, permet le transfert de la chaleur vers la surface. La vapeur de cette eau, récupéré en surface ou reconduit de la profondeur par des forages, est utilisée pour faire tourner des turbines produisant de l'électricité.

### 5. Les biocarburants :



Les biocarburants sont produit à partir de matériaux organiques d'être vivants non fossiles, et ils sont

Ces carburant contrairement au carburant habituels, provenant de la matière fossiles, sont extraits à partir de la matière organique végétale fraîche et sont peu polluants en CO<sub>2</sub>.