

2024

# 2eme Bac Sciences PC

**Cours**



PR. FATHI Sara

## Introduction :

Le développement industriel et la croissance démographique en plus du rejet des substances polluantes dans les milieux naturels (air, eau et sol) ont provoqué la surexploitation des ressources naturelles, ce qui a influencé négativement d'une part, sur ces milieux naturels et sur les êtres vivants qui vivent dans ces milieux et d'autre part sur l'économie.

- Quels sont ces polluants, et quelles sont leurs sources ?
- Quel est l'effet de la pollution sur mes milieux naturels, la santé et l'économie ?
- Quel sont les solutions et les alternatifs pour diminuer l'effet de ces polluants ou les éliminer ?

### I- Les polluants et les milieux pollués :

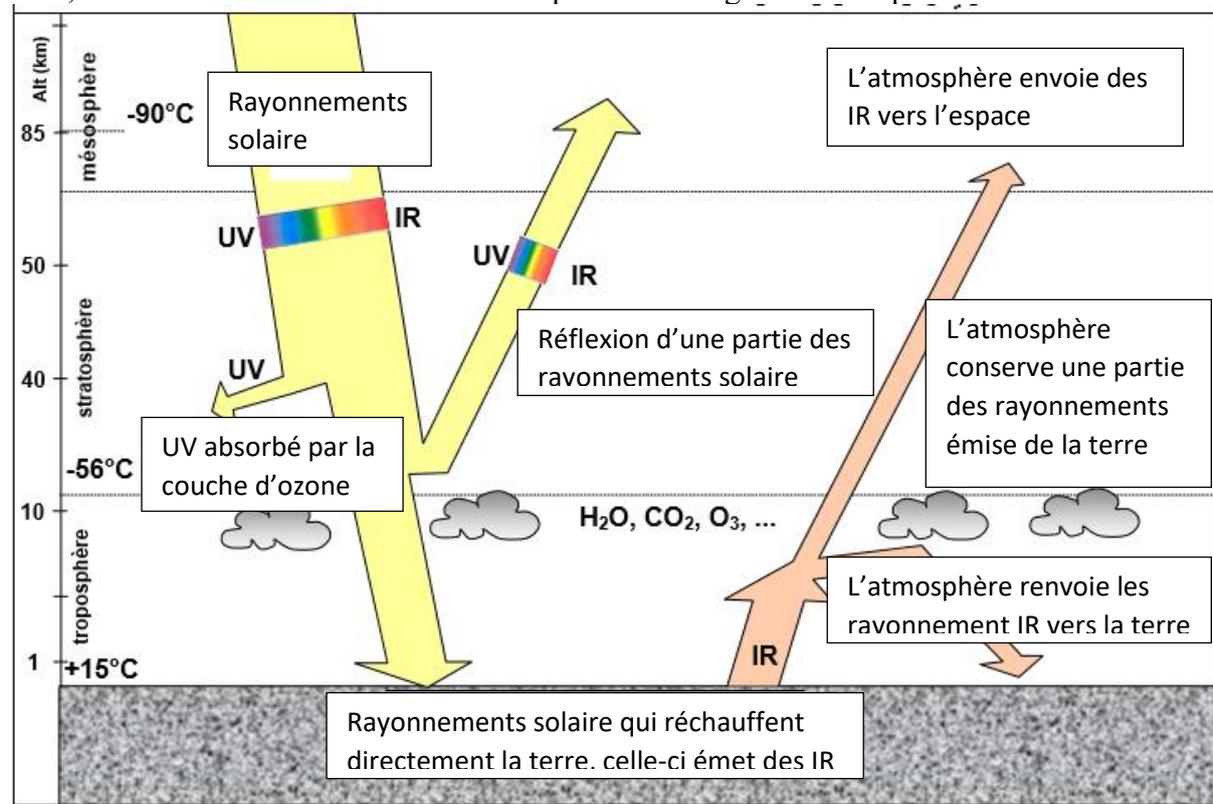
#### 1- Pollution de l'air :

##### a- Effet de serre :

##### ➤ Mécanisme de formation de l'effet de serre :

**Figure 1 :** Schéma qui représente le mécanisme provoquant l'effet de serre sur la terre.

Transformez le schéma en un texte qui résume le mécanisme provoquant l'effet de serre sur terre, en montrant la relation entre l'atmosphère et le degré de la température de la terre.



- La surface de la terre absorbe une grande quantité des rayonnements émis par le soleil, en contrepartie, les nuages reflètent une partie de ces rayonnements vers l'univers sinon elle est absorbée par l'atmosphère.

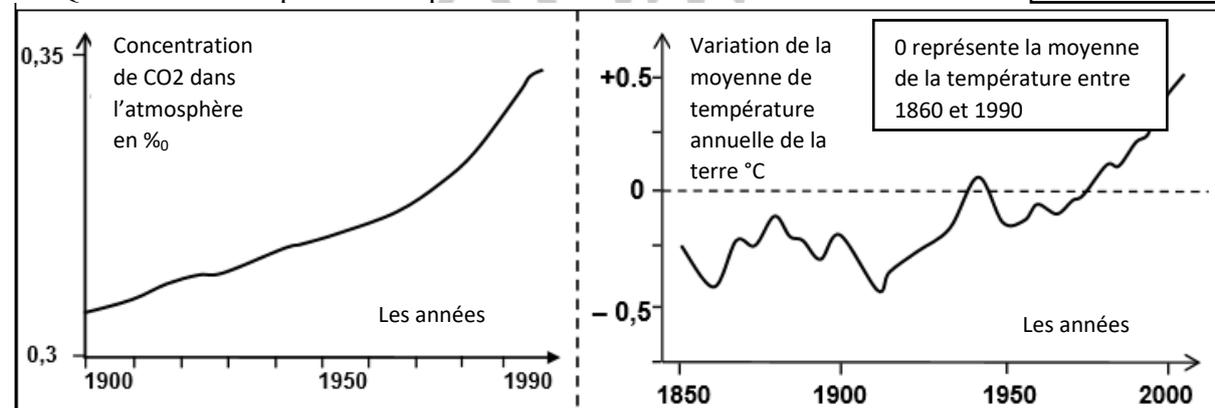
- Lorsque la température de la terre augmente, elle émet une partie de cette énergie sous forme de rayonnements infrarouge IR.
- L'atmosphère (Gaz, vapeur d'eau) retourne une partie de ces rayonnements IR vers la terre à nouveau, ce qui provoque l'augmentation de sa température : ce phénomène est appelé l'effet de serre.
- Plus la couche des gaz formant l'atmosphère est épaisse, plus l'effet de serre est important.
- L'effet de serre est un phénomène naturel provoquant une élévation de la température à la surface de notre planète. Indispensable à notre survie, ce fragile équilibre est menacé. Les activités humaines affectent la composition chimique de l'atmosphère et entraînent l'apparition d'un effet de serre additionnel, responsable en grande partie du changement climatique actuel.

➤ **Le rôle des activités humaines dans l'effet de serre :**

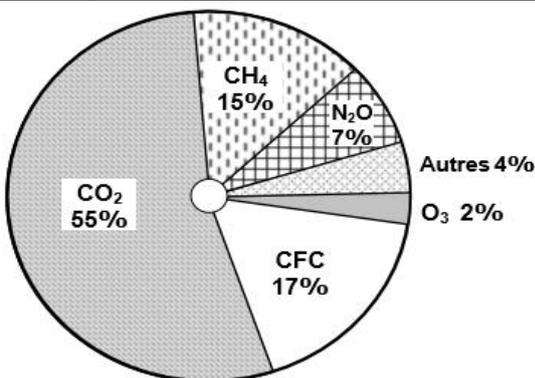
**Figure 2 :** Le rôle des activités humaines dans l'effet de serre.

- La forme a de la figure présente le pourcentage de l'évolution du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, et la variation de la moyenne du degré de la température à travers les années.
- La forme b de la figure présente le pourcentage de la participation de quelques gaz dans le phénomène de l'effet de serre.

- 1- Analysez les courbes de la figure puis liez la relation entre eux et entre la révolution industrielle puis déduisez les causes des variations enregistrées dans la température de la terre.
- 2- Montrez à partir de la forme b de la figure les différents gaz participant au phénomène de l'effet de serre ainsi que leur source.
- 3- Quels sont les impacts de ce phénomène sur l'environnement ?



**Forme b :** Les principaux gaz participant dans le phénomène de l'effet de serre.



Les sources de certains gaz participant à l'effet de serre.

Gaz	Sources
CO <sub>2</sub>	- Utilisation des combustibles (pétrole, charbon...) - Brûler les forêts.
Gaz de méthane CH <sub>4</sub>	Fermentation dans les décharges des ordures et dans le tube digestif des animaux ruminants

	Chlorofluorocarbone CFC	Molécules utilisés dans les aérosols et dans les machines de refroidissement
	Oxyde de carbone	- Fermentation bactérienne dans le sol et l'eau. - Combustion (voitures, usines).

1- Avant l'ère industrielle, le pourcentage de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère était faible et constant, il ne dépassait pas 0.28% en plus que le degré de la température était inférieur aux moyennes enregistrées entre les années 1860 et 1990.

Avec le début de l'ère industrielle, une augmentation progressive du pourcentage de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère a été enregistrée, ce pourcentage a atteint 0.34 % en 2000, en parallèle le degré de la température de la terre a augmenté d'un peu près 1°C.

On déduit de ces données que l'activité industrielle importante qui a commencé avec le début de la révolution industrielle a provoqué l'augmentation du pourcentage du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère, cette augmentation a engendré l'élévation du degré de la température de la terre. Comme ça, le CO<sub>2</sub> est considéré comme gaz à effet de serre.

2- Les gaz à effet de serre ont deux sources :

- Une source naturelle : Explosion volcanique, incendies, êtres vivants. Leur pourcentage reste faible.
- Par l'activité de l'Homme : Activité industrielle (refroidissement, usine, utilisation des carburants), activité agricole (élevage des animaux ruminants...), activité ménagère (déchets ménagers).

3- Les impacts prévus pour le phénomène de l'effet de serre :

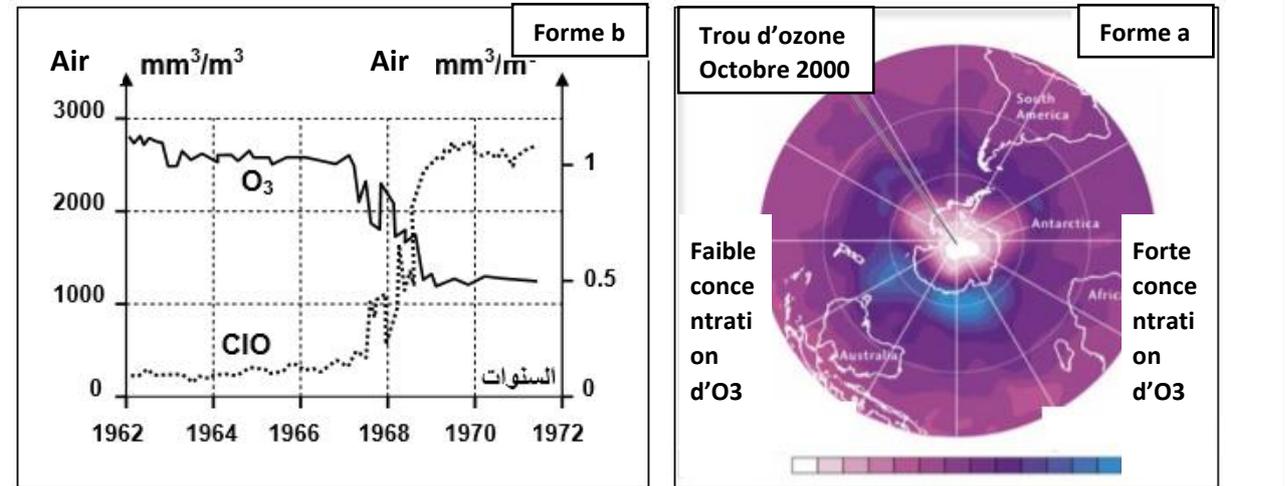
- Augmentation du degré de la température de la terre.
- Fonte de la neige et de la glace polaire.
- L'élévation du niveau de la mer, ce qui menace les zones basses de la terre par leur immersion dans l'eau.
- Diminution de la quantité d'eau dans certaines régions et leur désertification.

### **b- Trou d'ozone et sa relation avec la pollution d'air :**

**Figure 3** : Trou d'ozone et sa relation avec la pollution d'air.

- La forme a de la figure présente les résultats de la mesure de la concentration du gaz d'ozone O<sub>3</sub>, dans la stratosphère (La stratosphère est la seconde couche de l'atmosphère terrestre, se situant au-dessus de la troposphère et sous la mésosphère) au-dessus de l'Antarctique (pôle sud) par satellite.
- La forme b présente la variation de la concentration du gaz d'ozone et du monoxyde du chlore au-dessus de l'Antarctique.

- 1- Définissez la couche d'ozone, puis précisez l'importance de la présence de cette couche dans l'atmosphère.
- 2- Analysez les données des forme a et b.
- 3- Déduisez la cause de la variation observée dans l'épaisseur de la couche d'ozone au-dessus de l'Antarctique.
- 4- Précisez l'impact de la variation de l'épaisseur de la couche d'ozone sur la santé de l'Homme.



- 1- Définition de la couche d'ozone : L'ozone est le gaz O<sub>3</sub>, qui forme une couche qui entoure la terre, sa hauteur varie entre 15 et 50 Km, cette couche absorbe une grande quantité des rayons ultraviolets solaires (UV) dangereuses pour les êtres vivants, et elle a un rôle dans la conservation du degré de la température de la terre.

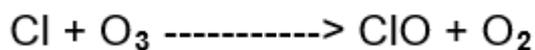
2- Analyse des données et explication :

- La forme a : L'image prise par satellite montre qu'une large zone au-dessus de l'Antarctique, présente une faible concentration d'ozone par rapport aux autres zones. On parle dans ce cas du trou d'ozone.

- La forme b : Avant l'année 1968, les concentrations d'ozone et du monoxyde de chlore étaient presque constantes, mais après cette date, une diminution rapide de la concentration d'ozone a été enregistrée en parallèle avec l'augmentation de la concentration du monoxyde de chlore.

- 3- La diminution de l'épaisseur de la couche d'ozone est dû à la destruction du gaz d'ozone par sa réaction avec certains gaz provenant des activités liées à l'utilisation du complexe chimique CFC (refroidissement, climatiseurs, vaporisateurs de parfums et d'insecticide...) qui est dégagé dans l'air ce qui augmente la concentration du chlore.

Le chlore endommage la couche d'ozone selon la réaction suivante :



Ce qui explique la diminution du pourcentage d'ozone en parallèle avec l'augmentation du pourcentage du monoxyde de chlore.

Le chlore est formé à nouveau selon la réaction suivante :



- 4- L'impact de la diminution de l'épaisseur de la couche d'ozone sur la sante de l'Homme :

- La diminution de l'épaisseur de la couche d'ozone participera à l'augmentation du pourcentage des rayons ultraviolets qui arrive à la terre, ce qui influencera directement sur l'Homme et sur la température de la terre :
- Apparition des cancers de la peau et un vieillissement prématuré de la peau.
- Affaiblissement du système immunitaire.
- Irritation oculaire (cornée de l'œil).

### **c- Les pluies acides et leur relation avec la pollution de l'air :**

**Figure 4** : Les pluies acides et leur relation avec la pollution de l'air.

Dans certains pays comme la Suède, la Norvège et l'Allemagne, on a remarqué la mort des arbres par millions d'hectares des forêts, et l'augmentation de l'acidité de plusieurs lacs et du sol : ces effets indésirables sont dus aux pluies acides (la valeur de pH dans ces pluies peut atteindre 4) elle comporte l'acide sulfurique et l'acide nitrique.

Ces pluies acides sont formées au cours d'une réaction chimique entre l'eau de l'atmosphère et les oxydes de soufre (SO<sub>2</sub>) ou les oxydes d'azote (NO<sub>2</sub>). Ces gaz sont dégagés naturellement lors d'une activité volcanique ou d'une activité de certaines bactéries du sol, sauf que l'utilisation dense des carburants par l'Homme a haussé considérablement le pourcentage de ces gaz dans l'air.

A partir de ces données, montrez l'origine des pluies acides et leur effet sur l'environnement.

Les pluies acides sont formées par la réaction entre l'eau de l'atmosphère avec le nitrate (HNO<sub>3</sub>) et l'acide sulfurique (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), ce qui provoque la diminution de pH du sol (il peut atteindre pH=4).

- Le nitrate est produit par la transformation des oxydes d'azotes dégagés par les moteurs des véhicules ou des moteurs industriels.
- L'acide sulfurique est produit par la transformation du dioxyde de soufre issu de l'utilisation des carburants industriels renfermant le soufre.
- Les pluies acides causent plusieurs problèmes environnementaux :
  - ✓ Le blocage du phénomène de la photosynthèse et l'inhibition de l'absorption de certains sels minéraux nécessaires pour les plantes.
  - ✓ L'augmentation de l'acidité du sol et l'acidité des circuits d'eau, ce qui influence négativement sur les organismes qui vivent dedans.

## **2- Pollution de l'eau :**

### **a- Pollution des eaux douces :**

**Figure 5** : Pollution des eaux douces.

**Pollution due aux utilisations ménagères (eaux usées) :**

- ✓ Substances inorganiques.
- ✓ Substances organiques dégradables par

**Pollution due à l'activité agricole :**

- ✓ Les engrais : Sels minéraux : nitrate, phosphate...
- ✓ Pesticides.

<ul style="list-style-type: none"> <li>les microorganismes.</li> <li>✓ Substances phosphatiques, substances azotiques comme l'acide urique et les protéines.</li> <li>✓ Détergents.</li> <li>✓ Microorganismes dont certains sont pathogènes comme les bactéries de Cholera ou de Typhoïde.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Substances organiques : Denrées alimentaires, le tannage du cuir et de l'industrie textile.</li> <li>✓ Substances toxiques : Plomb, Cadmium, Mercure, hydrocarbures (industrie pétrolière).</li> <li>✓ Rejet d'eau chaude : denrées alimentaires, stations thermiques et nucléaires.</li> </ul>																
<p><b><u>Pollution issu de l'activité industrielle :</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Matières en suspensions.</li> <li>✓ Sels minéraux issus de la production des engrais.</li> <li>✓ Substances organiques : Denrées alimentaires, le tannage du cuir et de l'industrie textile.</li> <li>✓ Métaux lourds comme le mercure le cadmium et le plomb.</li> <li>✓ Hydrocarbures : industrie pétrolière.</li> <li>✓ Eaux acides ou basiques.</li> <li>✓ Rejet d'eau chaude : denrées alimentaires, stations thermiques et nucléaires.</li> </ul>	<p><b>L'évolution du volume des eaux usées selon les années et l'estimation prévue pour l'année 2020</b></p> <table border="1" data-bbox="794 633 1359 972"> <thead> <tr> <th>Année</th> <th>Volume des eaux usées en million m<sup>3</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1960</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>1970</td> <td>129</td> </tr> <tr> <td>1980</td> <td>270</td> </tr> <tr> <td>1990</td> <td>370</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td>495</td> </tr> <tr> <td>2010</td> <td>666</td> </tr> <tr> <td>2020</td> <td>954</td> </tr> </tbody> </table>	Année	Volume des eaux usées en million m <sup>3</sup>	1960	48	1970	129	1980	270	1990	370	2000	495	2010	666	2020	954
Année	Volume des eaux usées en million m <sup>3</sup>																
1960	48																
1970	129																
1980	270																
1990	370																
2000	495																
2010	666																
2020	954																

**- Définition de la pollution de l'eau :**

Selon l'organisation mondiale de la santé OMS, la pollution des milieux aquatiques est : toute variation des caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques, ou tout rejet de substances liquide, gazeuse ou solide dans l'eau rendant cette dernière dangereuse ou nocive pour la santé publique.

**- Source de la pollution d'eau :**

Les sources qui participent le plus à la pollution des eaux douces de surface ou souterraine nous avons :

- Les eaux usées (les eaux sanitaires) : ces eaux sont caractérisées par l'augmentation de leur volume, et par le fait qu'elles sont riches en substances organiques et minérales ainsi qu'en détergents. En plus ces eaux sont riches en métaux lourds et en bactéries.
- Lexiviat : qui s'infiltré des déchets ménagers solides polluant ainsi les eaux douces de surface et souterraine.
- Les activités agricoles : par l'utilisation des pesticides et des engrais dans les champs et dans les fermes, ces substances sont très solubles, et se transportent rapidement par les eaux d'écoulement vers les drainages de surfaces à proximité. Il faut noter que ces substances s'infiltreront vers les eaux souterraines ce qui diminue leur qualité.
- Les eaux usées industriels.

**b- Pollution des eaux salées :**

**Figure 6** : Pollution des eaux salées.

Les mers et les océans reçoivent, en plus de ce qu'apportent les rivières des échappements des villes et des unités industrielles situées sur les côtes, des huiles des moteurs que rejettent les bateaux et les transporteurs de pétroles. Cette pollution influence sur la qualité des eaux ce qui provoque une forte diminution de la bioactivité de l'eau, ceci induit à la prolifération des bactéries nocives qui vivent en anaérobie.

Les accidents des transporteurs de pétroles sont considérés comme l'unes des plus dangereuses sources de la pollution des eaux de mer et des océans, car le déversement du pétrole forme des tâche noires dont la surface de propagation augmente jour après jour. Ces accidents sont considérés comme des vraies catastrophes environnementales car elles mettent fins à la vie d'un grand nombre de poissons, des oiseaux, des huitres et des algues marins.

Extrayez à partir de cette figure les sources de la pollution des eaux salées.

Les mers et les océans sont pollués essentiellement par :

- Le pétrole et ses dérivés : ce type de pollution est lié à l'activité du transport marin soit au cours d'un accident des transporteurs de pétrole et leur destruction, ou au cours du nettoyage des réservoirs des transporteurs des résidus et des déchets pétroliers, ou pendant l'exploration pétrolière dans les fonds marins.
- Les eaux usées ménagères ou industrielles rejetées directement dans les mers ou qui arrivent à travers les rivières.
- L'utilisation des pesticides chimiques ou des engrais transportés par les rivières et déversés dans les mers et les océans.

**c- Pollution du sol :**

- L'impact de l'activité agricole et industrielle sur le sol.

**Figure 7** : Impact de l'activité agricole et industrielle sur le sol.

Les engrais sont utilisés dans le domaine agricole pour augmenter le rendement, et les pesticides sont utilisés pour éliminer les organismes nocifs. Sauf que les quantités non utilisées par les plantes restent dans le sol et deviennent une source de pollution, car elles renferment des métaux lourds comme le cadmium, le chrome, le cobalt, le cuivre, le plomb, le mercure, le nickel, le zinc... (voir le tableau), ces substances sont importantes pour les plantes et les animaux avec de faibles quantités, mais elles deviennent toxiques lorsqu'elles se trouvent avec une grande quantité.

Engrais	Cd	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Triphosphate	9	5	92	3	36	3	108
Urée	<0.1	<1	<3	<0.4	<1	<3	<1
Chlorure de potassium	<0.1	<2	<3	<0.6	<4	<3	<1
Chaux agricole	<0.1	<1	<3	<0.2	<5	<3	<2
Excréments d'animaux	1	6	56	62	29	16	71

A partir des données de la figure, montrez où se trouve le danger dans l'utilisation des engrais et des pesticides, puis proposez une gestion pour diminuer l'importance de ce problème.

Les engrais deviennent dangereux lorsqu'ils sont utilisés en excès dans le domaine agricole, car ils renferment, en plus des sels minéraux, des quantités des métaux lourds. Certains de ces métaux sont utilisés par les cultures alors que les quantités non absorbées restent dans le sol et le pollues, en plus que ces substances peuvent être transportées par les eaux de drainage ou les eaux infiltrées vers les nappes phréatiques ou les eaux de surface provoquant leurs pollutions.

Pour diminuer l'impact du problème de la pollution du sol et de l'eau par les engrais et les pesticides, il faut les utiliser avec des doses exactes, ceci ne pourra être concrétisé que par la sensibilisation des agriculteurs utilisant ces substances par leur danger et la méthode de leur utilisation.

- L'impact de la pollution industrielle sur le sol.

**Figure 8 : Impact de la pollution industrielle sur le sol.**

Le sol reçoit des milliers de tonnes des oxydes de soufre et d'azote à travers les pluies acides qui provoquent l'augmentation de l'acidité du sol. Le pH du sol est considéré comme un facteur limitant la croissance de plusieurs plantes, car l'augmentation de l'acidité du sol diminue la capacité des plantes à absorber l'eau et les sels minéraux nécessaires pour leurs survies et leurs croissances.

Le tableau ci-dessous présente les limites de tolérance de certaines plantes pour la variation de pH.

Plantes	Limites de tolérances pour le pH
Blé	$6 \leq \text{pH} \leq 7$
Choux	$6.4 \leq \text{pH} \leq 7$
Avoine	$5.8 \leq \text{pH} \leq 7$
Maïs	$6 \leq \text{pH} \leq 7$
Pomme de terre	$5.2 \leq \text{pH} \leq 6.2$

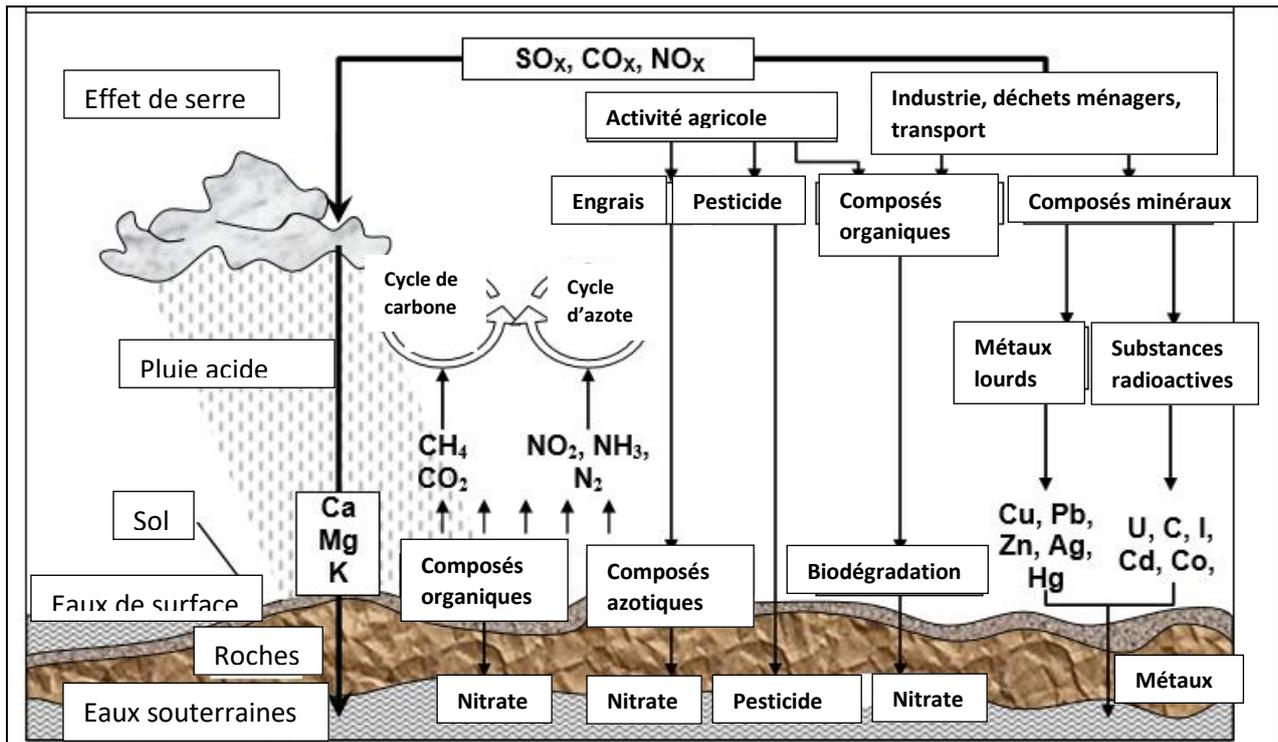
Comparez entre les limites de tolérances des différentes plantes pour le pH du sol, puis déduisez l'influence des pluies acides sur le sol et ses organismes.

La capacité de tolérance des plantes pour l'acidité varie d'une plante à une autre, sauf qu'en générale, les plantes ont besoin d'un pH neutre ou faiblement acide. Les pluies acides augmentent l'acidité du sol, ce qui influence négativement sur les plantes, car leur absorption d'eau et des sels minéraux est inhibé ce qui provoque leur mort.

- D'autres sources qui provoquent la pollution du sol : Les eaux usées et le rejet des déchets issus des activités ménagers et industrielles d'une façon inorganisée en plus des substances radioactives provenant des activités industrielles.

- Le sol joue le rôle de l'intermédiaire dans le transport des polluants vers les différents milieux (voir figure 9).

**Figure 9 : Le rôle du sol comme intermédiaire pour le transport des polluants entre les différents milieux.**



Le sol est situé entre l'atmosphère, les eaux de surface et les eaux souterraines, et présente le pilier de plusieurs écosystèmes et des activités de l'Homme. C'est pourquoi, il reçoit tous les polluants naturels ou provenant de l'activité de l'Homme et les transporte vers les eaux de surfaces (drainage) ou vers les eaux souterraines (par le lavage du sol) sinon il les accumule. Le sol dégrade quelques éléments nocifs et les transforme en des substances non toxiques pour les êtres vivants et non polluantes des eaux sous terrains, sauf que ces rôles sont limités par rapport aux pollutions liés à l'activité de l'Homme.

## II- Effets de la pollution sur la santé, l'environnement et l'économie :

### 1- Effet de la pollution sur la santé :

**Figure 10 :** Effet de la pollution sur la santé.

Analysez les données de la figure en montrant l'effet des différents polluants sur la santé de l'Homme.

Nature du polluant	Effet sur la santé de l'Homme
Dioxyde de soufre SO <sub>2</sub>	Irritant respiratoire, il aggrave les troubles bronchiques et provoque des difficultés de respiration chez les enfants.
Monoxyde de carbone CO	Se lie aux particules d'hémoglobines induisant à une diminution du transport d'O <sub>2</sub> vers le système nerveux. Il est considéré comme gaz toxique et mortel dans le gaz d'inhalation de grandes quantités.
Dioxine	Influence sur les systèmes immunitaire, nerveux et hormonal, menace du cancer.
Matières en suspensions	Les fines particules entrent dans les voies respiratoires, et peuvent contenir des

	substances toxiques ou cancérigènes.
Métaux lourds	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le plomb perturbe la formation d'hémoglobine et influence sur le système nerveux.</li> <li>- Le cadmium provoque des perturbations digestives, sanguines et rénales et peut causer la mort.</li> <li>- Le nickel provoque des irritations des voies respiratoires.</li> <li>- - L'arsenic est un poison pour les cellules, il atteint les organes du système digestif surtout le foie.</li> </ul>

- Les gaz d'oxydes de soufre, d'oxydes d'azote ainsi que le monoxyde de carbone et l'ozone à basse attitude, influence principalement sur l'appareil respiratoire et cardiaque. En plus que certaines substances comme la dioxine, influencent sur le système immunitaire, nerveux et hormonal et menace du cancer.

- La diminution de l'épaisseur de la couche d'ozone d'1% provoque l'apparition de 7000 cancers de peau annuellement dans le monde. Les métaux lourds sont transportés du sol ou de l'eau vers les plantes, puis se transportent à travers les boucles des chaînes trophiques, ce qui provoque l'augmentation de leur concentration et leur accumulation.

## **2- Effet de la pollution dur l'environnement :**

**Figure 11 :** Effet de la pollution sur l'environnement.

A partir des données de la figure, expliquez comment provient le phénomène de l'eutrophisation en montrant son influence sur l'écosystème.

Certains lacs reçoivent une grande quantité des engrais agricoles et des substances organiques des eaux usées. Ces substances présentent un excès de nutriments pour les algues qui prolifèrent rapidement à la surface d'eau (Eutrophisation). Ce phénomène éclipse la lumière du soleil, d'où l'arrêt de la photosynthèse en profondeur, ce qui provoque la diminution de la quantité d'O<sub>2</sub>. La matière végétale produite précipite et sa dégradation en présence de bactéries aérobies épuise l'oxygène en profondeur et engendre la fermentation anaérobie accompagnée par le dégagement de substances toxiques (H<sub>2</sub>S, NH<sub>4</sub>) qui participent à la mort des animaux.

- L'eutrophisation : c'est un phénomène issu de la pollution d'eau par le phosphate et les nitrates, l'eau s'enrichie par les substances nutritionnelles (azote, phosphore) que certaines plantes aquatiques consomment pour qu'elles prolifèrent à la surface, éclipant ainsi la lumière dans les profondeurs d'où la diminution de la quantité d'O<sub>2</sub> et la mort de plusieurs animaux.

Ainsi, la pollution induit à la dégradation des milieux aquatiques, et l'intoxication des végétaux et des animaux et donc la dégradation des écosystèmes.

## **3- Effet de la pollution sur l'économie :**

La pollution cause des pertes matérielles importantes pour les pays en tenant en considération :

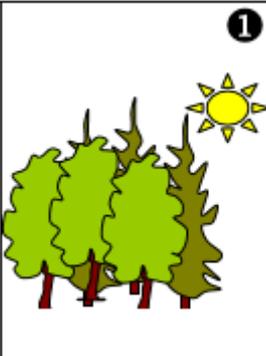
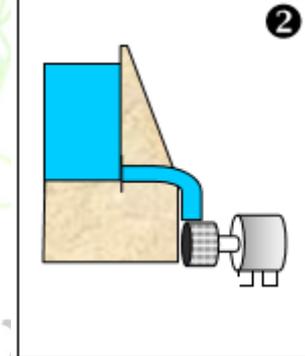
- Les frais de traitement des malades de la pollution, et la perte des jours de travail.
- L'augmentation des frais de traitement des eaux, et la perte de la faune aquatique.
- Perte de la valeur de productivité des terrains agricoles.
- Influence sur l'activité touristique...

### III- Sources des énergies alternatives :

#### 1- Les alternatifs de la consommation des substances énergétiques d'origine biochimique :

**Figure 12** : Les alternatifs de la consommation des substances énergétiques et l'utilisation des substances organiques et inorganiques.

La figure présente les principaux alternatifs de l'utilisation des substances organiques et inorganiques. Comparez les sources énergétiques et leurs relations avec la pollution de l'environnement.

 <p style="text-align: center;"><b>1</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Biocarburant</b></p>	<p>Un hectare de grains assure la production de 30 hl d'éthanol ainsi que l'absorption du CO<sub>2</sub> dégagé par trois voitures. Le remplacement d'un tonne d'essence par un tonne d'éthanol permet la diminution du dégagement des gaz à effet de serre de 75%.</p>	 <p style="text-align: center;"><b>2</b></p> <p style="text-align: center;"><b>L'énergie hydraulique</b></p>	<p>L'impulsion de l'eau dans les barrages ou les cours d'eau ou de l'eau se déplaçant à travers les marées, permettent de produire de grandes quantités d'électricité sans nuire à l'environnement. En plus cette énergie est générée en continu 24 heures par jour.</p>
---	---	---	--

- L'éthanol C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH (Bioéthanol) est obtenu suite à la fermentation des glucides végétatifs présents dans certains végétaux comme les grains (Blé, maïs, riz...), canne à sucre, tournesol... Le pourcentage des déchets et des pollutions causées par les biocarburants sont généralement très faibles.

- Les huiles végétales : Elles sont obtenues à partir de leur extraction directe des plantes oléagineuses, comme les huiles de maïs, de soja ou de tournesol. Ces huiles sont utilisées comme des biocarburants.

- Le gaz de méthane : La fermentation des substances organiques présentes dans les déchets ménagers, par des bactéries anaérobies.

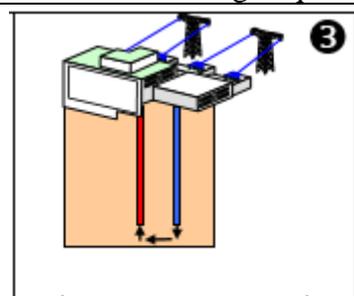
#### 2- Les alternatifs de la consommation des substances énergétiques d'origine physique :

##### a- Energie hydraulique (voir figure 12-2) :

Les mouvements d'eau renferment un grand stock d'énergie naturel permettant de produire de grandes quantités d'électricité sans nuire à l'environnement. Contrairement à l'énergie éolienne et solaire, les eaux peuvent générer l'énergie d'une façon continue d'une moyenne de 24h/Jours.

### **b- Energie géothermique (voir figure 12-3) :**

**Figure 12 :** Les alternatifs de la consommation des substances énergétiques et l'utilisation des substances organiques et inorganiques.



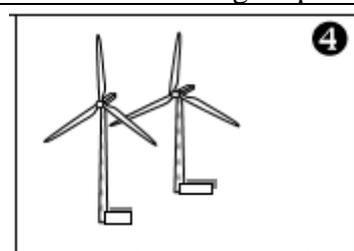
**Energie géothermique**

Le sol renferme une chaleur naturelle stockée qui peut être exploitée. Des stations d'énergie géothermique ont été mise en place qui pompent l'eau chaude à la surface et le transforment en une chaleur et électricité. Dans d'autres cas, la chaleur est extraite du fond de la terre par le pompage de l'eau normale qui descend à travers un trou vers les strates rocheuses chaudes et retourne sous forme d'un courant très chaud. L'énergie géothermique est considérée comme l'une des sources les plus productives des énergies renouvelables.

La terre renferme une chaleur naturelle stockée qui peut être exploitée et transformée en une chaleur et électricité. L'énergie géothermique est considérée comme l'une des sources les plus productives des énergies renouvelables.

### **c- Energie éolienne (voir figure 12-4) :**

**Figure 12 :** Les alternatifs de la consommation des substances énergétiques et l'utilisation des substances organiques et inorganiques.

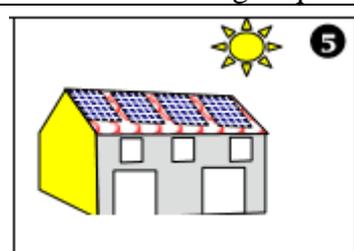


**Energie éolienne**

L'énergie éolienne est l'énergie du vent dont la force motrice est utilisée dans le déplacement de voiliers et autres véhicules ou transformée au moyen d'un dispositif aérogénérateur comme une éolienne ou dans un moulin à vent en une énergie diversement utilisable. C'est une des formes d'énergie renouvelable.

### **d- Energie solaire (Voir figure 12-5) :**

**Figure 12 :** Les alternatifs de la consommation des substances énergétiques et l'utilisation des substances organiques et inorganiques.



**Energie solaire**

L'énergie solaire est la fraction de l'énergie électromagnétique provenant du soleil et parvenant à la surface de la Terre, après filtrage par l'atmosphère terrestre. Cette énergie peut être exploitée en utilisant des capteurs solaires qui captent la chaleur des rayons IR pour produire une énergie électrique.

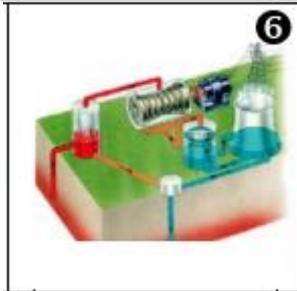
Des panneaux solaires avec des récepteurs sont utilisés, ils captent les rayons solaires et les transforment par deux méthodes :

- Transformations des rayonnements solaires directement en une énergie électrique par des cellules solaires.
- Transformations des rayonnements solaires en une énergie thermique à travers des collecteurs solaires.

L'énergie solaire permet d'épargner 2700 Mégawatt d'électricité annuellement, et permet aussi d'éviter le dégagement de 50 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> sachant que chaque mégawatt assure les besoins énergétiques d'environ 1000 foyers.

**e- Energie nucléaire (Voir figure 12-6) :**

**Figure 12 :** Les alternatives de la consommation des substances énergétiques et l'utilisation des substances organiques et inorganiques.



**Energie nucléaire**

Ces stations travaillent sur la fission nucléaire, cette opération génère une réaction en chaîne qui ne se termine que par la transformation de la matière fissile en des nouvelles matières dégageant ainsi une grande quantité d'énergie. Bien que cette technique ne participe pas directement à la pollution de l'atmosphère, elle met en question le problème des résidus nucléaires qui menace l'Homme. La consommation de l'énergie nucléaire présente 6% de l'ensemble des consommations mondiales.

SVT

FATHI SARA