

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

Introduction:

La pollution désigne la contamination d'un milieu environnemental par un agent chimique, physique ou biologique, ce qui modifie les caractéristiques naturelles de ce milieu, altérant de manière plus ou moins importante le fonctionnement de son écosystème.

Beaucoup d'activités humaines sont sources de pollution, ce qui provoque la destruction des milieux naturels et l'appauvrissement de la biodiversité. Tout ceci se répercute sur la vie de l'Homme et les autres êtres vivants.

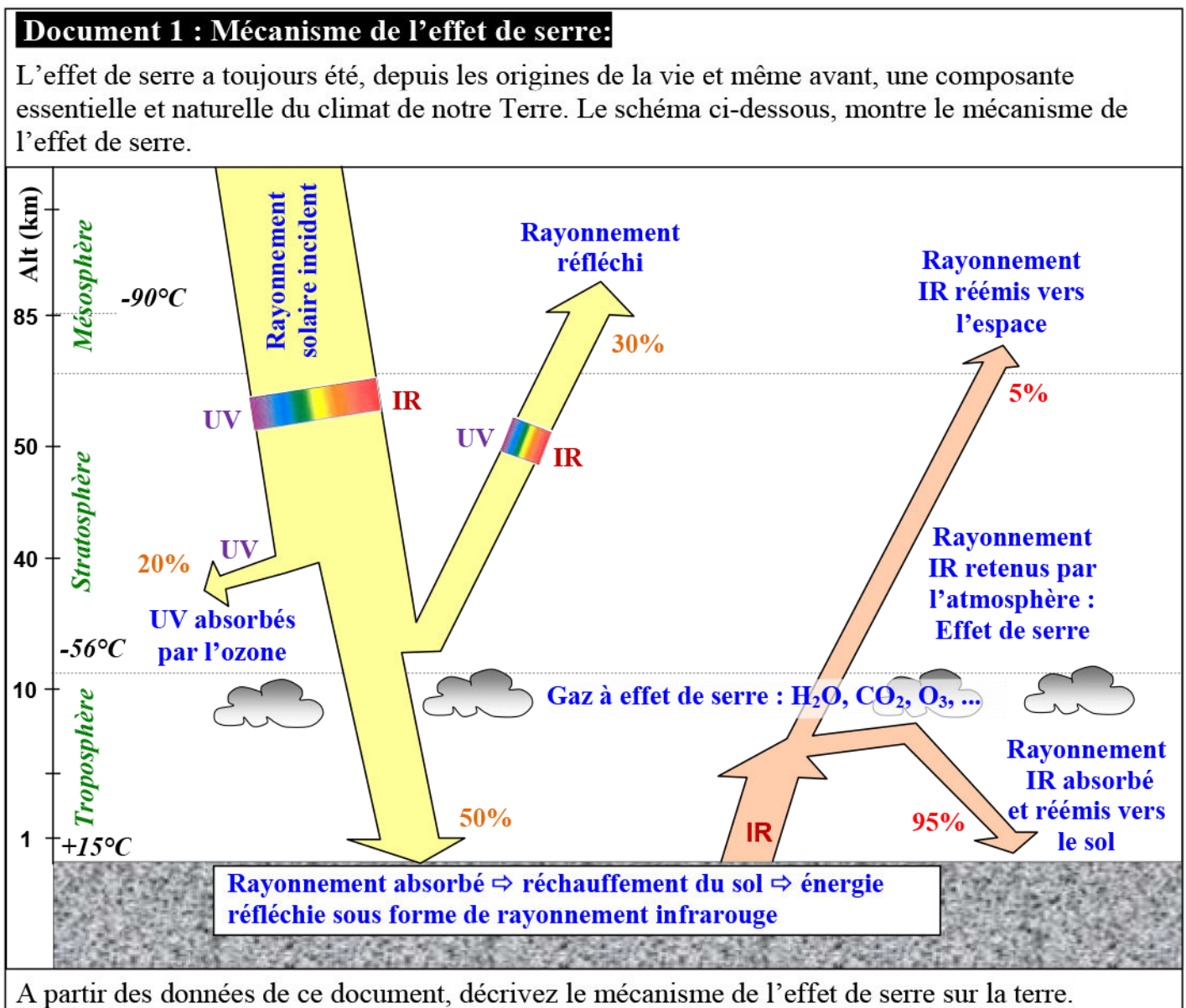
- *Quels sont les types de pollution, et quelles sont les milieux concernés ?*
- *Quels sont les répercussions des pollutions sur la santé, l'économie et l'environnement ?*

I – Les polluants et les milieux pollués

① La pollution de l'air:

a) L'effet de serre:

★ Mécanisme de l'effet de serre : (Voir document 1)



A partir des données de ce document, décrivez le mécanisme de l'effet de serre sur la terre.

L'effet de serre doit son nom à l'analogie entre l'atmosphère terrestre et une serre destinée à abriter des plantes.

Lorsque le rayonnement solaire atteint l'atmosphère terrestre, une partie (environ 30 %) est directement réfléchi (renvoyée vers l'espace). 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, puis réémis dans toutes les directions, notamment 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.

L'effet de serre est donc un phénomène naturel qui permet à la Terre de maintenir une température acceptable pour entretenir la vie. Sans ce phénomène naturel, la température moyenne sur Terre chuterait à (-18°C).

★ **L'impact des activités humaines sur l'effet de serre :** (Voir document 2)

Document 2 : L'impact des activités humaines sur l'effet de serre:

★ Le phénomène de l'effet de serre 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 à effet de serre :

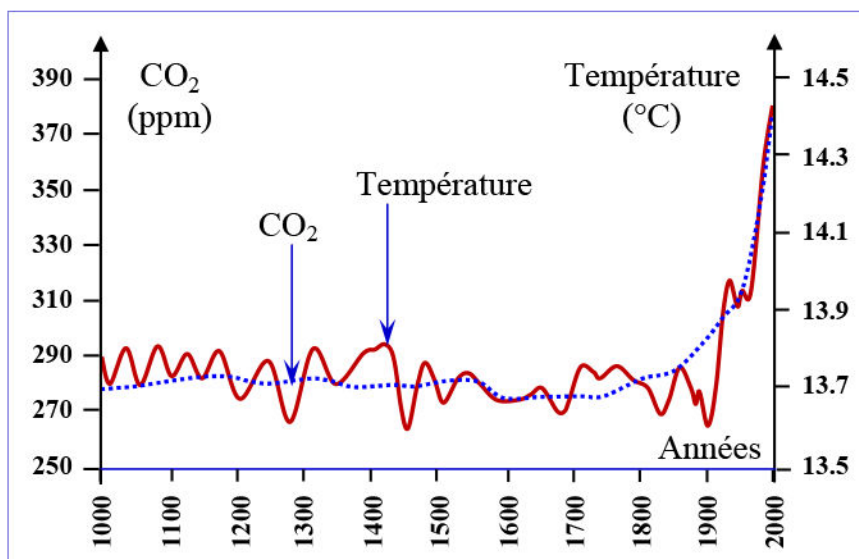
Les gaz à effet de serre	Leurs origines
Eau (H_2O)	L'un des constituants de l'atmosphère.
Dioxyde de carbone (CO_2)	Les volcans, les combustions des énergétiques; Incendies des forêts, procédés industriels (fabrication du ciment)...
Méthane (CH_4)	Fermentation des matières organiques dans les décharges; tubes digestif des animaux (Agriculture)...
Chlorofluorocarbures (CFC)	Gaz utilisés dans les aérosols et dans les machines du froid et de la climatisation...
Le monoxyde d'azote (NO)	Produit de plusieurs combustions et fermentations...

1) En exploitant Ces données, identifiez les polluants à effet de serre et leurs sources.

★ L'effet de serre additionnel provient des activités humaines qui entraînent l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre, naturellement présents dans l'atmosphère.

La figure ci-contre, présente l'évolution, sur 1000 ans, des températures et des concentrations de CO_2 terrestre.

Cette courbe, publiée par le groupe d'expert intergouvernemental, a été établie à partir des relevés effectués au sein des carottes glaciaires polaires.



- 2) Etablissez la relation entre la teneur en CO_2 dans l'atmosphère et la température de la Terre.
- 3) Quelles sont les conséquences de l'augmentation de l'effet de serre?

- 1) Il existe un grand nombre de gaz à effet de serre naturellement présents dans l'atmosphère terrestre, ((Vapeur d'eau H₂O) ; (NO₂) ; (O₃) ; (CO₂) ;(CH₄)...), mais dont la concentration varie du fait des activités humaines.

Les principales sources de 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) Bien que la Terre connaisse des cycles naturels, responsables de certains pics de dioxyde de carbone atmosphérique, ces variations sont lentes et faibles en comparaison avec l'augmentation rapide et permanente du taux de CO₂ constatée depuis 1800, c'est-à-dire depuis la révolution industrielle.

L'augmentation du taux du CO₂ atmosphérique est accompagnée par l'augmentation de la température moyenne de la Terre.

Les activités de l'Homme ont augmentée la concentration des gaz à effet de serre, ce qui a amplifié l'intensité de l'effet de serre et a augmenté le réchauffement de la planète.

Parmi ces activités qui ont amplifiés le phénomène de l'effet de serre :

- ✓ La combustion des énergies fossiles, surtout des dérivées du pétrole.
- ✓ La destruction des forêts qui absorbent une grande partie du CO₂ lors de la photosynthèse.
- ✓ Emissions des gaz à effets de serres des usines et des moyens de transports.
- ✓ Emissions du méthane des décharges publics et des rizières.
- ✓ Emissions des gaz à effets de serres par fermentation des tubes digestifs des animaux.

- 3) Les conséquences de l'augmentation de l'effet de serre :

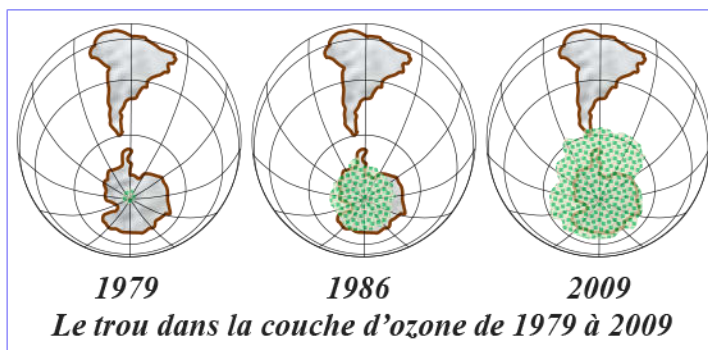
- ✓ Changement du climat terrestre.
- ✓ Elévation progressive de la température de la planète terre.
- ✓ Elévation des niveaux des mers, provoquée par la fonte d'une partie de la glace polaire.
- ✓ Submersions des zones terrestres basses (Disparition de plusieurs îles et pays sous l'eau).
- ✓ Extinction des êtres vivants qui ne supporteront pas l'élévation de température.
- ✓ Risques sanitaires, famine dans certaines régions...

b) La destruction de la couche d'ozone : (Voir document 3)

Document 3 : La destruction de la couche d'ozone:

La couche d'ozone stratosphérique (20 - 40 Km d'altitude) est formée de molécule d'ozone O₃. Elle agit comme filtre qui empêche la pénétration d'une grande quantité de rayons ultra-violet (UV) solaires vers la Terre. C'est donc une couche protectrice, car les rayons UV sont dangereux pour les cellules vivantes et ils participent au réchauffement de la Terre.

- ★ Les mesures d'ozone (O₃) de la stratosphère, par satellites, ont permis le suivie de l'évolution de la couche d'ozone au dessus du pôle Sud (Antarctique). La figure ci-contre présente l'évolution du trou de la couche d'ozone.

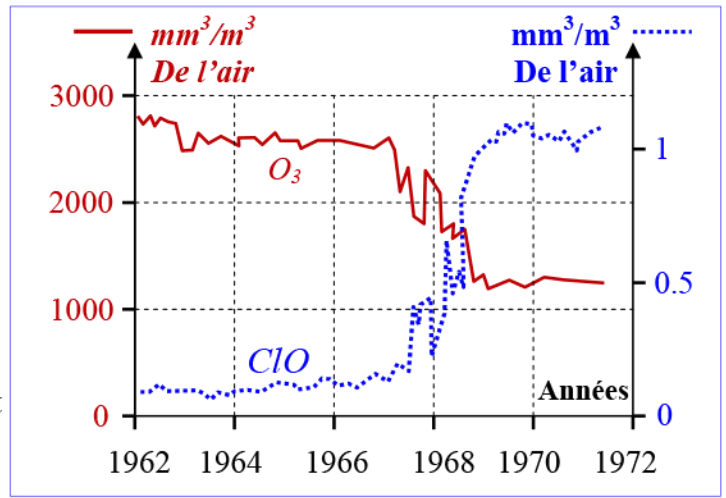


- 1) Décrire l'évolution du trou de la couche d'ozone d'après ce document.
- 2) Quelles sont vos conclusions ?

Document 3 : (Suite):

- ★ La couche d'ozone contient une quantité relativement importante d'ozone (O_3) (concentration de l'ordre de un pour cent mille). Mais au 20^{ème} siècle on a observé une diminution de la couche d'ozone, à cause des chlorofluorocarbures (C.F.C) exemples : Trichlorofluorométhane ($CFCl_3$) – Dichlorodifluorométhane CF_2Cl_2 ...

La figure ci-contre présente la relation entre l'évolution du taux atmosphérique de l'ozone et du monoxyde de chlore ClO au niveau du pôle sud.



A partir de l'analyse des données de ce document :

- 3) Etablissez une relation entre ClO et O_3 .
- 4) Quelles sont les conséquences de la réduction de l'épaisseur de la couche d'ozone.

- 1) Les mesures d'ozone stratosphérique, par satellites, ont permis d'observer un trou dans la couche d'ozone au niveau du pôle Sud (Antarctique), qui se caractérise par une faible concentration du gaz d'ozone (O_3). Ce trou atteint en 2009 une des plus importantes superficies de son histoire.
- 2) D'après le graphe, on observe que le taux de ClO augmente et la teneur en ozone (O_3) décroît Simultanément.

La diminution de la concentration d'ozone est due sa destruction par les composés ClO , issues des composés CFC. Ces composés sont inodores, ininflammables, non corrosifs et non toxiques. C'est pour cette raison que les scientifiques pensaient à l'origine qu'ils ne pouvaient avoir aucun effet sur l'environnement. C'est pourquoi ils sont largement utilisés dans la réfrigération et la climatisation, dans la fabrication de mousse et de plastique et dans les aérosols.

Mais l'élément chlore (Cl) qui se trouve en abondance dans ces composés, 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 (UV) qui vont atteindre la terre. Ces rayons, invisibles à l'œil nu, sont nocifs pour toute forme de vie, notamment à cause de leur effet mutagène car leur haute teneur énergétique leurs permet de casser la molécule d'ADN des êtres vivants.

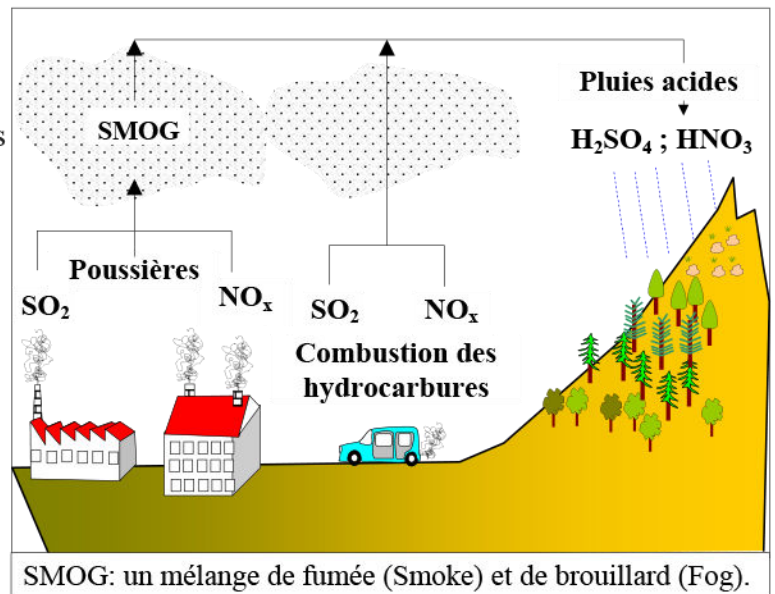
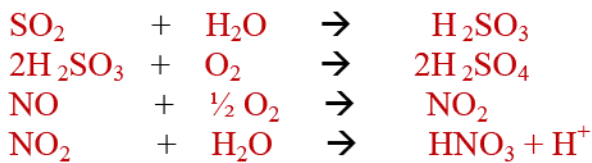
L'exposition aux UV pour des durées moyennes ou longues à pour effets :

- ✓ Le vieillissement prématuré de la peau et le déclenchement de plusieurs types de cancer de la peau (mélanomes), surtout pour les peaux Claire.
- ✓ Inflammation de la cornée (même pour les animaux), l'opacification partielle ou totale du cristallin (La cataracte), la cécité, les cancers oculaires.
- ✓ Affaiblissement général du système immunitaire.
- ✓ Réduction de l'intensité de la photosynthèse et donc de la quantité d' O_2 produite et de CO_2 absorbé, d'où la diminution du rendement agricole.
- ✓ Cause la disparition de certains animaux.
- ✓ Réchauffement climatique par renforcement de l'effet de serre.

Document 4 : Les pluies acides et leurs impacts sur l'environnement:

En Scandinavie (Norvège, Suède), au Canada, en Allemagne et en Pologne, des millions d'hectares de forêts sont détruites, avec la mort d'un grand nombre de poissons dans les lacs. Ce sont les impacts dramatique de pluies acides ($7 < \text{pH} \leq 4$), résultant de réactions chimiques, entre les oxydes gazeux (SO_2) et (NO_2) et l'eau de l'atmosphère.

Les réactions de formation des acides sulfuriques et nitriques sont :



Utilisez le texte et l'illustration ci-dessus pour expliquer le phénomène des pluies acides puis déterminez leurs impacts sur l'environnement.

- L'expression «pluie acide» désigne toute forme de précipitations anormalement acides, dont le pH peut atteindre 4.
- Ces pluies acides se forment par interaction entre l'eau atmosphérique, les oxydes de soufre (SO_2) et les oxydes d'azote (NO_2). 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.
- Ces polluants réagissent dans l'atmosphère avec le dioxygène et l'eau pour former respectivement de l'acide sulfurique H_2SO_4 et de l'acide nitrique HNO_3 .
- L'acidification des précipitations a des conséquences néfastes sur l'environnement, comme:
 - ✓ La pollution des eaux douces de surface et les eaux marines;
 - ✓ L'acidification des eaux des lacs, l'acidification des sols, ce qui tue ainsi les êtres vivants qui y résident ;
 - ✓ Perturbation des équilibres écologiques ;
 - ✓ La perturbation et l'arrêt de la croissance des arbres, ce qui détruit la couverture végétale et la destruction de certaines forêts ;
 - ✓ L'effet néfaste sur le cheptel (Les animaux d'élevage) et l'agriculture ;
 - ✓ La corrosion de certains édifices et métaux exposés à l'air libre.

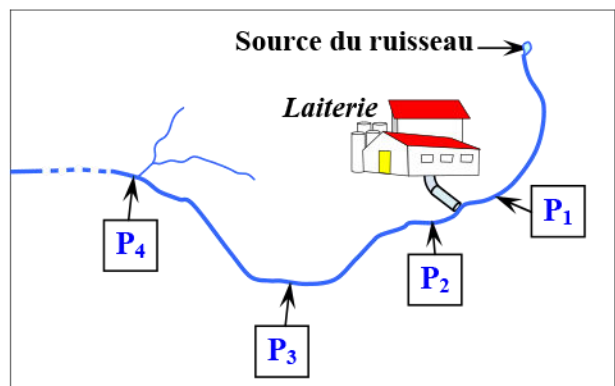
② La pollution de l'eau:

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.

Le document 5, présente les principaux niveaux de pollution des eaux :

Document 5 : La pollution des eaux:

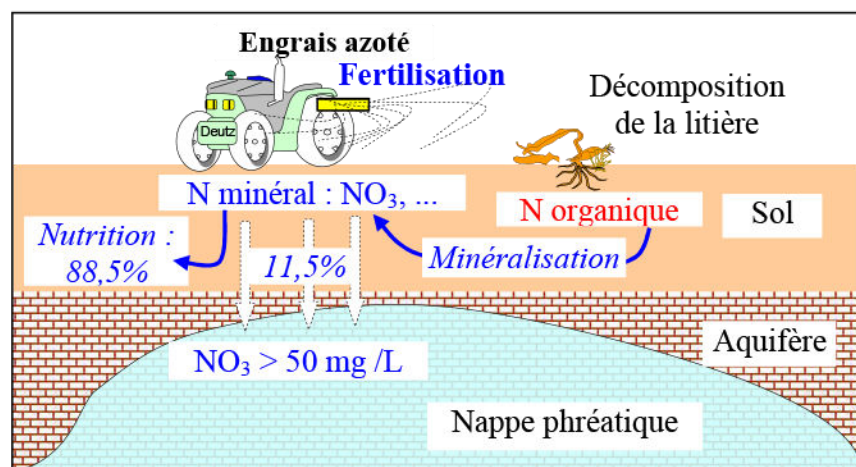
★ La pollution d'un ruisseau par les rejets d'une laiterie (P : points de prélèvements)



Prélèvements	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
T° eau °C	8	8	8	5,5
O ₂ dissous immédiat (mg/l)	12,2	3,4	7,4	12,4
O ₂ dissous en % de saturation	106	30	65	98
DBO ₅ mg/l	3	78	7,8	2
nitrites NO ₂ mg/l	0,01	0,3	0,11	0,03
sels ammoniacaux NH ₄ mg/l	0,0	0,75	0,35	0,0

DBO₅ : La demande biochimique en O₂ pendant 5 jours.
(Mesure la quantité de matière organique biodégradable)

★ La figure ci-dessous présente la pollution des nappes phréatiques par la fertilisation azotée:



★ Le tableau ci-dessous présente la quantité de quelques polluants industriels en tonnes dans les eaux de surface marocaines :

Polluants	1993	2020
Matières oxydables	72000	220000
Azote total	3300	9000
Phosphate total	200	600
Chrome	110	1200

★ Pollution engendrée par une personne consommant 150 à 200 litres d'eau par jour.

Quantité pour 100 ml	Microorganismes pathogènes	Matières organiques	Matière azotée	Matière phosphorée	Matière en suspension (MES)
	Milliards	60-70 g	15-17 g	4 g	70-90 g

★ 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.

★ L'origine des principaux polluants de l'eau douce :

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

Définissez la pollution des eaux et dégagez les différents polluants des eaux de surface, les eaux des océans et des mers, puis déterminez les principales manifestations de la pollution des eaux.

a) Définition de la pollution des eaux :

La pollution des eaux est toute variation de leurs 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.

b) Pollution des eaux douces :

Les eaux superficielles des rivières et des lacs reçoivent différents types de déchets produits par les activités humaines domestiques, industrielles et agricoles, ce qui menace la qualité de ces eaux, et leurs utilisations dans les différents domaines.

Ces eaux reçoivent plusieurs éléments polluants, tel que :

- ✓ Les pluies acides ;
- ✓ Les déchets liquides rejetés par les habitations (Les eaux usées) ;
- ✓ Les eaux du lessivage des sols.
- ✓ Les engrais chimiques et les pesticides utilisés dans le domaine agricole.
- ✓ Les déchets de l'industrie, tel que : la dioxine, les métaux lourds, les substances radioactives...

Tout ceci provoque une dégradation de la qualité des eaux de surface et par suite la contamination des eaux souterraines (nappe phréatique), ce qui est susceptibles de porter atteinte à la santé humaine et au milieu aquatique lui-même en tant qu'écosystème.

c) La pollution des mers et des océans

En plus des décharges déversées par les rivières et les oueds, les mers et les océans reçoivent les déchets des agglomérations citadines et des unités industrielles situés sur le littoral. Ainsi que les hydrocarbures déversés par les navires, notamment les grands pétroliers.

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 (Marée noire).

d) Principales manifestations de la pollution des eaux

La pollution de l'eau se manifeste principalement par :

- ✓ La présence de produits toxiques provenant de l'industrie chimique, de l'industrie des métaux, de l'activité agricole et des décharges de déchets domestiques ou industriels.
- ✓ Une modification physique du milieu récepteur : le milieu peut être perturbé par des apports aux effets divers : modification de la salinité, augmentation de la température...
- ✓ La présence de bactéries ou virus dangereux : les foyers domestiques, les hôpitaux, les élevages et certaines industries agro-alimentaires rejettent des germes susceptibles de présenter un danger pour la santé.
- ✓ Une prolifération d'algues de manière importante et devenant extrêmement gênantes en démarrant le processus d'eutrophisation.
- ✓ Le pétrole répandu dans la mer rend difficile l'oxygénation des eaux et empêche la photosynthèse indispensable au développement du phytoplancton.
- ✓ La diminution de la teneur en oxygène dissous, réduit l'activité biologique normale et favorise la multiplication des micro-organismes pathogènes qui vivent en anaérobiose.

③ La pollution du sol:

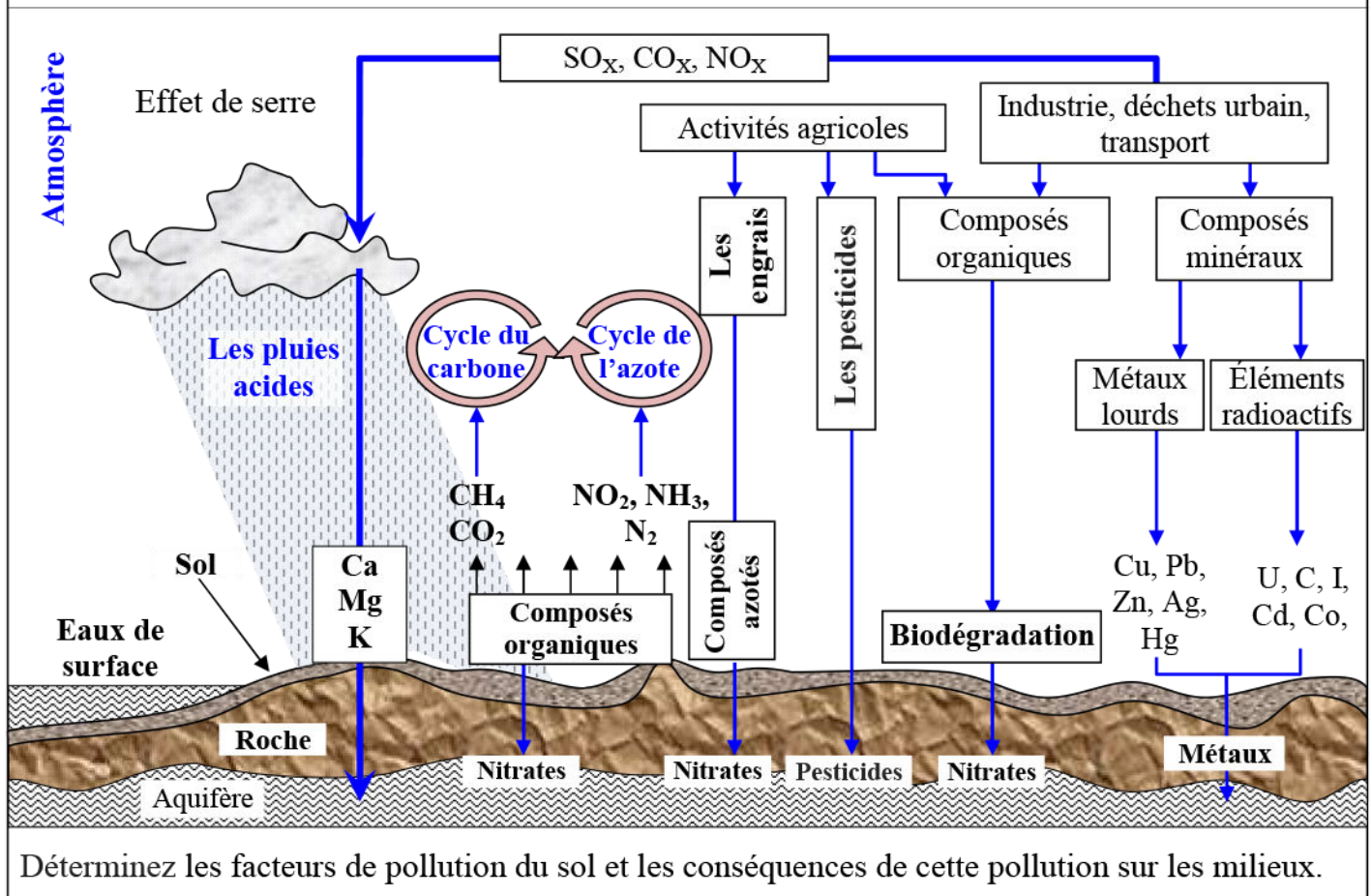
Le sol est la partie superficielle de la croûte terrestre. Il occupe une place importante entre l'atmosphère, les eaux de surface et les eaux souterraines. C'est le support des diverses activités humaines, ainsi il subit les effets négatifs dus à certaines activités.

Le document suivant est un schéma qui présente le flux de la matière transitant par le sol. (Voir document 6)

Document 6 : La pollution du sol:

Les rejets sauvages des déchets solides et le déversement incontrôlé des eaux usées dans le sol, lui apporte une quantité importante de polluants dont des 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.

Le schéma suivant, montre le rôle du sol comme milieu intermédiaire transité par des polluants:



Le sol est le siège d'une pollution dont les sources sont diverses :

a) La pollution agricole :

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'accumule dans le sol et devient 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.

b) La pollution industrielle :

Les gaz rejetés dans l'atmosphère par les activités industrielles provoquent des 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 microorganismes et la perturbation de l'absorption de l'eau et des sels minéraux par les plantes.

c) 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 microorganismes pathogènes. Ces polluants qui s'accumulent dans le sol, vont rejoindre les eaux de surface par ruissellement, ou les eaux souterraines par lessivage.

II – Impacts des pollutions 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 Impact de la pollution sur la santé : (Voir document 7)

Document 7 : Impact de la pollution sur la santé:

La pollution a des impacts importants sur la santé. Elle est à l'origine de nombreuses maladies et de décès prématurés. L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), estimait en 2012 à 3,7 millions le nombre de décès prématurés provoqués dans le monde par la pollution ambiante.

Le smog : De l'anglais Smoke (fumée) et Fog (brouillard). C'est une brume brunâtre épaisse stagnante au-dessus des concentrations urbaines et industrielles, où il y a une intense circulation, produisant des gaz d'échappement et des grandes activités industrielles.

Le smog résulte de la condensation dans les basses couches de l'atmosphère de l'humidité (brouillard) et de polluants atmosphériques (SO_2 ; CO ; CO_2 ; NO_2 ; NO_3 ; O_3 ...).

Le tableau suivant présente les effets de quelques polluants sur la santé :

Type de polluants	Effets sur la santé
Dioxyde de soufre (SO_2)	Inflammation de l'appareil respiratoire, toux, crises d'asthme, des irritations oculaires ...
Monoxyde de carbone (CO)	Affecte le système nerveux central et les organes sensoriels, cause des troubles cardiovasculaires, des concentrations élevées est susceptible de conduire au décès.
Dioxine (molécules organochlorées)	Malformations congénitales, toxicité fœtale, altérations du développement de l'enfant, troubles endocriniens... Augmentations de risque de pathologies cancéreuses.
Les métaux lourds	Plomb : troubles du comportement, pertes de mémoire, hypertension artérielle... Nickel : inflammation des voies respiratoires, éruptions cutanées, asthme et bronchite chronique. Mercure : troubles digestifs, insuffisance rénale, troubles de la vision. L'arsenic : infertilité, altération de l'ADN, atteinte du foie.
Les particules fines	Maladies cardiovasculaire et respiratoires, cancers pulmonaires.

Analysez les données de ce document en déterminant l'impact de la pollution sur la santé.

La pollution peut avoir de nombreuses conséquences néfastes sur la santé :

★ Impact de la pollution de l'air :

Le smog qui enveloppe les zones urbaines, suburbaines et rurales, est composé principalement d'ozone (O_3), SO_2 , NO_x , CO_2 et de fines particules, peut avoir de nombreux effets défavorables sur la santé.

Bien que toute la population puisse être affectée par le smog, les enfants, les personnes âgées et les personnes ayant des troubles cardiaques et respiratoires sont particulièrement vulnérables.

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, le mercure, le cadmium et le nickel ou sont cancérogènes, comme la dioxine.

Les gens en contact prolongé avec la pollution de l'air sont plus exposés aux maladies infectieuses à cause de la faiblesse de leur système immunitaire.

★ Impact de la pollution de l'eau :

La pollution de l'eau a aussi des conséquences néfastes sur la santé des êtres humains :

L'eau est un vecteur des maladies infectieuses tel que le choléra, la malaria la typhoïde...

L'usage alimentaire des eaux polluées par le Plomb, le cadmium, le Zinc relève le taux de maladies nerveuses et autres les cancers.

L'eau devient un vecteur d'insectes nuisibles et autres virus ou bactéries dangereuses.

② Impact de la pollution sur l'environnement et sur l'économie :

L'altération d'un des paramètres du milieu peut provoquer une perturbation générale de tout l'équilibre naturel. (Voir document 8)

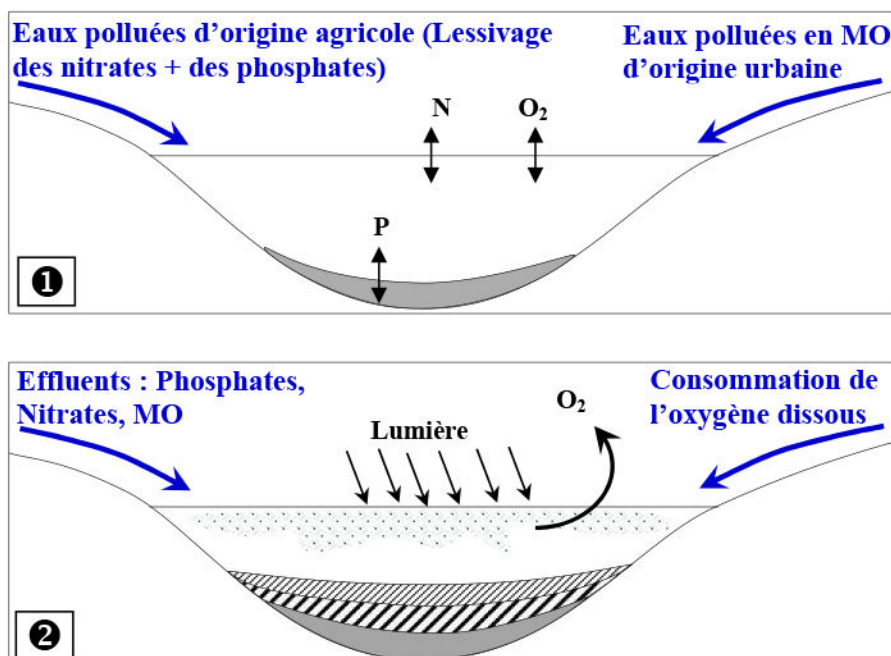
Document 8 : Impact de la pollution sur l'environnement et l'économie:

★ Suite aux actions humaines, les milieux naturels sont modifiés et parfois dégradés.

De tout temps l'Homme a utilisé l'eau pour différents usages, et de ce fait il en a modifié sa qualité originelle par la pollution résultante de ses activités diverses.

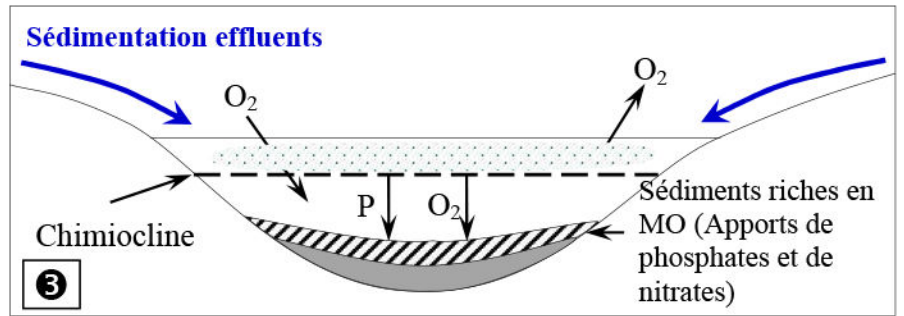
La pollution par les matières organiques représente le premier danger pour les eaux douces dans les quelles ces effluents sont déversés, ce type de pollution s'appelle l'eutrophisation.

Les figures ①, ②, ③ et ④, montrent les étapes de ce phénomène.

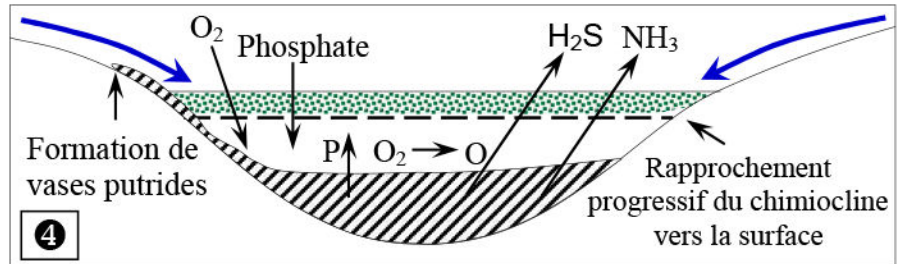


Document 8: Suite.

MO = matière organique
O₂ : oxygène, P : Phosphore
H₂S : hydrogène sulfuré
NH₃ : ammoniac, N : azote
Chimiocline : Interface entre différentes couches d'eau.
Putride : en décomposition.



- 1) Décrire les différentes étapes d'eutrophisation.
- 2) Définir l'eutrophisation.
- 3) Selon vos connaissances proposer des solutions pour éviter ce phénomène.



- ★ Le coût de la dégradation environnementale pour la société marocaine a été évalué, pour l'année 2014, à près de 32,5 milliards de dirhams, ce qui équivaut à 3,52% du PIB (*produit intérieur brut*). Concernant le coût de la dégradation de la qualité de l'air, il a connu une augmentation entre 2000 et 2014 pour atteindre 9,7 Mds de dirhams, ce qui représente 1,05% du PIB.
- 4) D'après ces données et selon vos connaissances quelle est l'impacte de la pollution sur l'économie ?

1) Le phénomène d'eutrophisation se fait selon les étapes suivantes :

★ **Premier stade ①:**

Le lac exposé à une pollution croissante accumule dans ses eaux de grandes quantités de sels minéraux nutritifs amenés par des effluents d'origines diverses (Les eaux usées, l'irrigation...).

★ **Deuxième stade ②:**

L'enrichissement des eaux en éléments nutritifs déclenche la prolifération des algues vertes en surface, ce qui diminue la transparence de l'eau, et la photosynthèse n'est possible que dans les couches superficielles, ce qui provoque la diminution du taux d'oxygène.

★ **Troisième stade ③:**

Mort de l'énorme quantité d'algues, puis décomposition aérobie de la matière organique, avec consommation rapide de l'oxygène contenu dans les eaux profondes.

★ **Quatrième stade ④:**

Dans les couches profondes, apparition de fermentations anaérobies après disparition de l'oxygène dissous, ce qui provoque le dégagement de sulfure d'hydrogène (H₂S) et d'ammoniac (NH₃). Cette phase ultime de l'évolution est marquée par la disparition de tous les êtres vivants de ce milieu.

- 2) L'eutrophisation est un phénomène qui résulte de la multiplication des algues à la surface des eaux riches en phosphates et azotes provenant de l'activité agricole ou des certains détergents, ce qui entraîne un appauvrissement de l'eau en oxygène, s'ensuit une diminution de la biodiversité.

3) Pour éviter l'eutrophisation :

- ✓ Eviter l'utilisation des engrais chimiques (ou les utiliser selon des normes bien précis), et utiliser des engrais organiques.
- ✓ Réduire l'utilisation des pesticides utilisés dans les cultures.
- ✓ Construction des stations d'épuration pour traiter les eaux usées avant de les rejeter dans les milieux naturels.

4) L'impact de la pollution sur l'économie :

La pollution dans tous ses aspects, atmosphérique, hydrique et édaphique, est accompagnée d'impacts négatifs sur l'économie car tous les milieux qui constituent notre environnement et tous les écosystèmes sont des ressources naturelles exploitées par l'homme.

Étant donné que l'individu est un élément important dans la production économique (ressources humaines), lorsque la santé est touchée l'économie l'est aussi. 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 médicaux, ont un impact négatif.

II – Alternatives à l'usage des matières énergétiques et des matières organiques et inorganiques dans les industries:

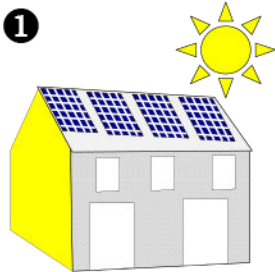
Pour réduire les impacts négatifs de l'utilisation abusive des énergies fossiles épuisables, on peut recourir à d'autres ressources énergétiques moins polluantes et souvent renouvelables :

(Voir document 9)

Document 9: Les énergies alternatives.

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

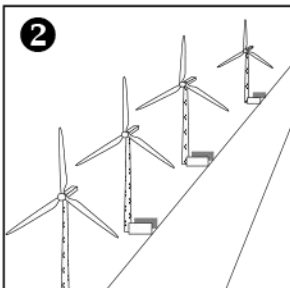
Parmi les énergies alternatives, on a :



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.



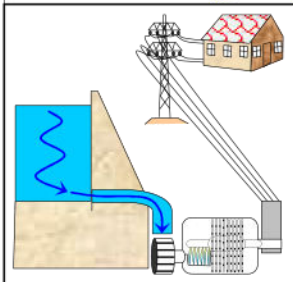
L'énergie éolienne

L'énergie éolienne est l'énergie du vent, dont la force motrice (énergie cinétique) est transformée au moyen d'un dispositif aérogénérateur, comme une éolienne ou un moulin à vent, en une énergie électrique.

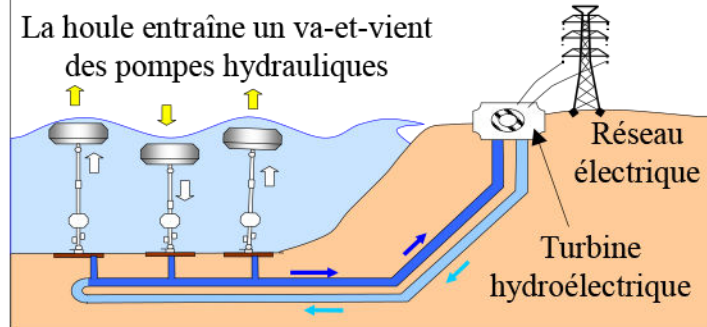
Le Maroc s'est récemment engagé dans un projet éolien intégré de 850MW, réparti sur 5 parcs éoliens :

Tanger (150 MW), Boujdour (100 MW), Midelt (150 MW), Essaouira (200 MW) et Laayoune (300 MW). Il s'est donné pour ambition de couvrir 52% de ses besoins à l'aide des énergies renouvelables à l'horizon 2030.

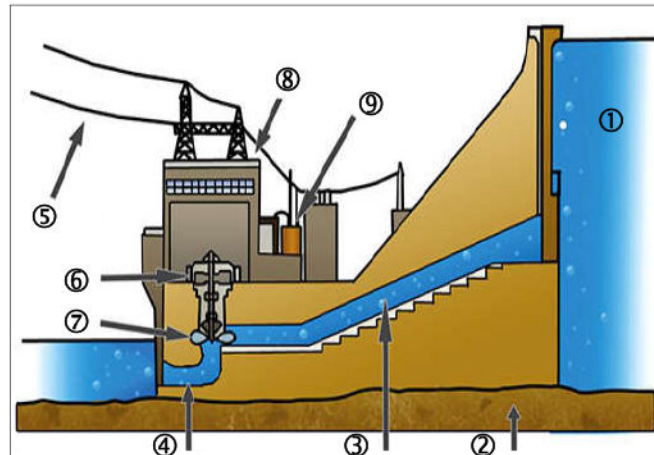
3 Les énergies hydrauliques



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 des barrages est basé sur la rotation des turbines, convertie en énergie mécanique, qui par un alternateur est transformée en énergie électrique.

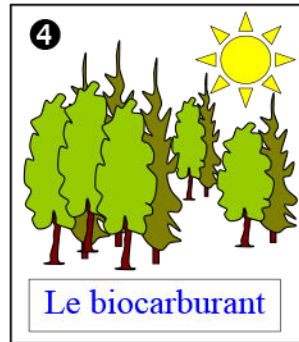


L'énergie houlomotrice ou énergie des vagues désigne la production d'énergie électrique à partir de la houle (mouvement ondulatoire de la surface de la mer), c'est-à-dire à partir de vagues successives nées de l'effet du vent à la surface de la mer et parfois propagées sur de très longues distances.



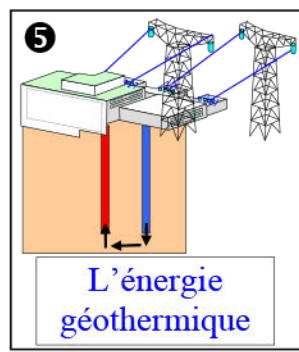
L'énergie marémotrice désigne l'énergie exploitée en tirant profit du phénomène des marées. On profite de l'énergie cinétique de l'eau pour actionner des turbines (une différence de hauteur), ou actionner des hydroliennes (mouvement du flux et reflux).

① : Réservoir - ② : Substrat rocheux -
 ③ : Canal d'écoulement de l'eau - ④ : Canal d'évacuation de l'eau - ⑤ : Ligne haute tension -
 ⑥ : Générateur - ⑦ : Turbine - ⑧ : Centrale électrique - ⑨ : Transformateur.



On peut produire du bioéthanol à partir de la fermentation des matières végétales (betteraves – maïs – colza...). Ce bioéthanol 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 (-75%). On peut aussi noter que parmi les bienfaits du bioéthanol c'est que les champs de culture nécessaire à sa production absorbent beaucoup de CO₂ et émettent de l'O₂.



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

Lorsque le réservoir géothermique est à une température modérée, cette ressource est exploitée pour de la production de chaleur distribuée par un réseau de chaleur.

A partir des données de ce document, déterminez pourquoi ces ressources d'énergie sont considérées comme des énergies alternatives renouvelables et propres.

① Des alternatives d'origine physique :

a) L'énergie solaire

C'est une énergie récupérée à partir de la lumière du soleil, par des panneaux solaires, qui la transforment en chaleur (photo thermique) ou en énergie électrique (photovoltaïque).

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

b) Les éoliennes

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 où elle est convertie en électricité.

L'énergie éolienne est une source d'énergie dont les fluctuations sont difficilement prévisibles. Mais c'est une des formes d'énergie renouvelable, avec absence des émissions de gaz à effet de serre.

c) L'énergie hydraulique:

L'énergie hydraulique est l'énergie fournie par les mouvements de l'eau, sous toutes ses formes : chutes d'eau, cours d'eau, courants marin, marée, vagues... C'est une énergie cinétique liée au déplacement de l'eau. Ce mouvement peut être utilisé directement, par exemple avec un moulin à eau, ou plus couramment être converti, en énergie électrique dans une centrale hydroélectrique.

d) L'énergie géothermique:

La géothermie ou "chaleur de la terre" se présente sous forme de réservoirs de vapeur ou d'eaux chaudes ou encore de roches chaudes. Lorsque le réservoir géothermique est à une température modérée, cette ressource est exploitée pour de la production de chaleur distribuée par un réseau de chaleur. Lorsque la température du réservoir géothermique est plus élevée et permet de produire de la vapeur, il est possible de produire de l'électricité.

② Des alternatives d'origine biologique (Biocarburants):

Contrairement aux carburants issus des sources fossiles, les biocarburants tel que le bioéthanol, sont extraits à partir de la matière organique végétale fraîche, et sont donc peu polluants en CO₂.