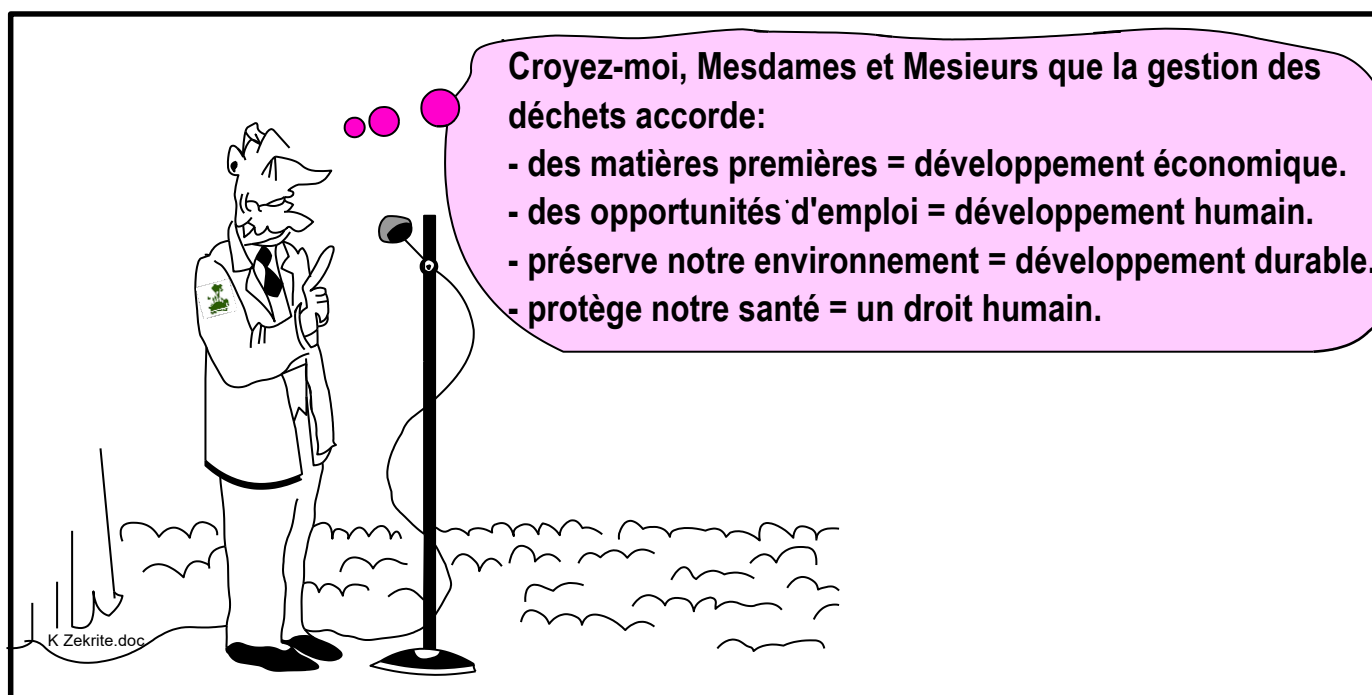




Utilisation des substances organiques et inorganiques

Section internationale, option langue Française
- 2ème année du baccalauréat, Série sciences expérimentales, filière
sciences physique et sciences de la vie et de la terre.



Proposé par : Prof Khadija Zekrite

Année scolaire : 2025/2026

Introduction

Dans le cadre de ses activités ménagères, industrielles et agricoles, l'Homme consomme une grande quantité de substances organiques et non organiques. Le secteur de l'énergie occupe la première place en termes de consommation de substances organiques énergétiques (combustible = pétrole et dérivés).

L'énergie fossile est confrontée aux problèmes de l'épuisement des stocks, en plus des problèmes liés à la production de quantités croissantes de déchets. Ces déchets, solides ou liquides, ont un impact négatif sur l'environnement, sur la santé de l'homme et sur l'économie.



Problématique

- 👉 Comment peut-on limiter l'impact de la pollution à travers une gestion rationnelle des déchets ?
- 👉 Quels sont les aspects de la pollution liée à la consommation de substances organiques et non organiques.

Plan de l'unité :

Chapitre 1 : Les ordures ménagères issues de la consommation des substances organiques et inorganiques.

Chapitre 2 : Les pollutions issues de la consommation des produits énergétiques et de l'utilisation de la matière organique et inorganique. Le contrôle de la qualité des milieux naturels.

Chapitre 3 : Les substances radioactives et l'énergie nucléaire.

Chapitre 4 : L'état de santé des milieux naturels.

Lexique :

Substances organiques : Substances combustibles dont les molécules sont des chaînes carbonées. On en distingue deux types : le pétrole et ses dérivés et les substances organiques d'origine animale ou végétale (glucides lipides protides...).

Substances inorganiques (minérales) : Substances non combustibles : Sable, verre, métaux, sels minéraux, CO₂, H₂O

Unité 3 : Utilisation des substances organiques et inorganiques

Ce dossier sera traité sous la forme d'exposés par des participants,
conformément au programme suivant :

Chapitre	Titre de l'axe et son contenu principal	Date et intervenants
Chapitre 1 : Les ordures ménagères résultants de l'utilisation des substances organiques et inorganiques	<ul style="list-style-type: none"> - Déchets ménagers النفايات المنزلية et méthodes de traitement طرق المعالجة: problème de gestion des ordures ménagères, Tri, compostage, production de méthane, incinération et mise en décharge. - Impact des ordures ménagères sur l'environnement, la santé et l'économie. 	Groupe 1 : ----- ----- ----- -----
Chapitre 2 : Pollution des milieux naturels résultant de la consommation des matières organiques dans les industries chimique, alimentaire et minérale.	<ul style="list-style-type: none"> - La pollution de l'air : l'effet de serre, la destruction de l'ozone, les pluies acide, effet « smog ». - Quelques conséquences de la pollution de l'air sur l'environnement, la santé et l'économie. 	Groupe 2 : ----- ----- -----
	<p>La pollution des eaux douces et des eaux salées. Les conséquences de la pollution de l'eau sur l'environnement (eutrophisation des lacs), et sur la santé .</p>	Groupe 3 : ----- ----- -----
	<ul style="list-style-type: none"> - La pollution du sol, causes et conséquences. - Les énergies alternatives et renouvelables : <ul style="list-style-type: none"> + sources d'origine physique (énergie solaire, éolienne, hydraulique, géothermique, nucléaire. + Sources d'origine biochimique (bioéthanol) - les avantages / inconvénients des différentes sources d'énergie. 	Groupe 4 : ----- ----- -----
Chapitre 3: Les éléments radioactifs et la pollution dû à l'utilisation d'énergie nucléaire	<ul style="list-style-type: none"> - Eléments radioactifs et énergie nucléaire : rappel de la structure de l'atome, élément radioactif, désintégration nucléaire spontanée naturelle et types de radiations, radioactivité artificielle (bombardement). - Utilisation des substances radioactives (Production de l'énergie électrique dans les réacteurs nucléaires, la datation absolue, dans le domaine industriel, dans le domaine agricole). - Origines des radiations nucléaires, Problèmes d'utilisation des substances radioactives : Classification des déchets nucléaire , la gestion des déchets radioactifs. 	Groupe 5 : ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----
Chapitre 4 : Contrôle de la qualité et de la salubrité des milieux naturels. مراقبة جودة وسلامة الأوساط الطبيعية	<ul style="list-style-type: none"> - Les critères de contrôle de la qualité de l'air. - Les critères de contrôle de la qualité des milieux aquatiques (critères physico- chimiques : DBO5, DCO, MO, indice biotique : IB) - Les critères de Contrôle de la qualité du sol (l'indice biotique de la qualité du sol : IBQS). - Etat de santé des milieux naturels, dégradation et moyens de préservation. 	Groupe 6 : ----- ----- ----- ----- -----

Chapitre 1 : Les ordures ménagères résultants de l'utilisation des substances organiques et inorganiques

النفايات المنزلية الناجمة عن الاستعمالات العضوية وغير العضوية

Une gestion anarchique des ordures (déchets) ménagères provoque des dégâts graves sur la santé et sur l'environnement (eau ; air ; sol). Une gestion rationnelle est en mesure de réduire l'intensité de ses dégâts.

Problème scientifique :

Comment peut-on procéder à la gestion rationnelle des ordures ménagères pour réduire les risques sanitaires et environnementaux ?

Plan du chapitre :

Activité 1 : La gestion des ordures ménagères, problèmes de gestion et techniques de traitement

Activité 2 : Impact des ordures ménagères sur l'environnement, la santé et l'économie



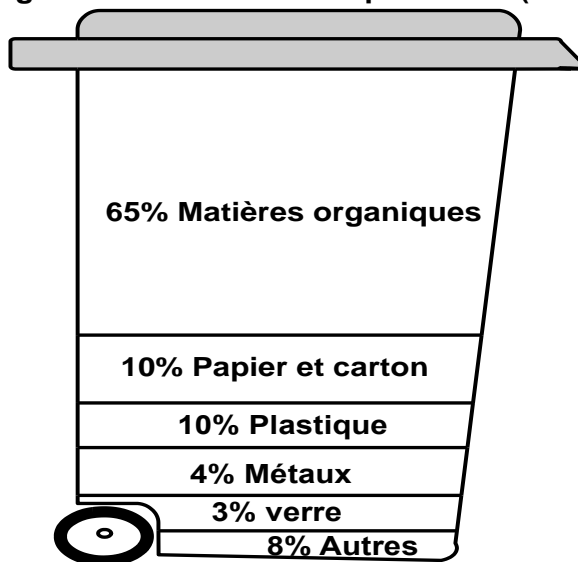
ACTIVITÉ 1 : LA GESTION DES ORDURES MÉNAGÈRES, PROBLÈMES DE GESTION ET TECHNIQUES DE TRAITEMENT

I/ Le problème de gestion des ordures ménagères

Fig 1 : La quantité des ordures ménagères augmente de façon considérable en raison de la croissance démographique, la croissance économique et l'amélioration du niveau de vie des individus et l'évolution de leur mode de consommation.

Les ordures ménagères : sont les déchets issus de l'activité domestique, par les établissements de services : restaurants, hôtels, écoles et qui sont destinés à l'abondance.

Fig 2: Le contenu de nos poubelles (Maroc)



↪ Fig 1 : **Dégagez** pourquoi les ordures ménagères constituent un vrai problème.

↪ Fig 2 : **Citez** les caractéristiques des ordures ménagères au Maroc.

Réponses :

✿ Les ordures ménagères constituent un problème posé par leur volume qui ne cesse de s'accumuler. Les décharges anarchiques autour des grandes villes constituent une véritable menace pour la santé et pour l'environnement.

✿ Les ordures ménagères au Maroc se caractérisent par :

- Un taux élevé d'humidité.
- Une grande proportion de substances organiques biodégradables fermentescibles.
- Des matières recyclables pouvant être réutilisées comme matière première: verre, plastique, carton...

Lexique :

Ordures ménagères = déchets domestiques = نفايات منزلية

Gestion rationnelle = تدبير معقلن

Gestion anarchique = تدبير غير معقلن

II/ Le traitement des ordures ménagères : le tri

Fig 3 : Tri sélectif des ordures à domicile par le consommateur

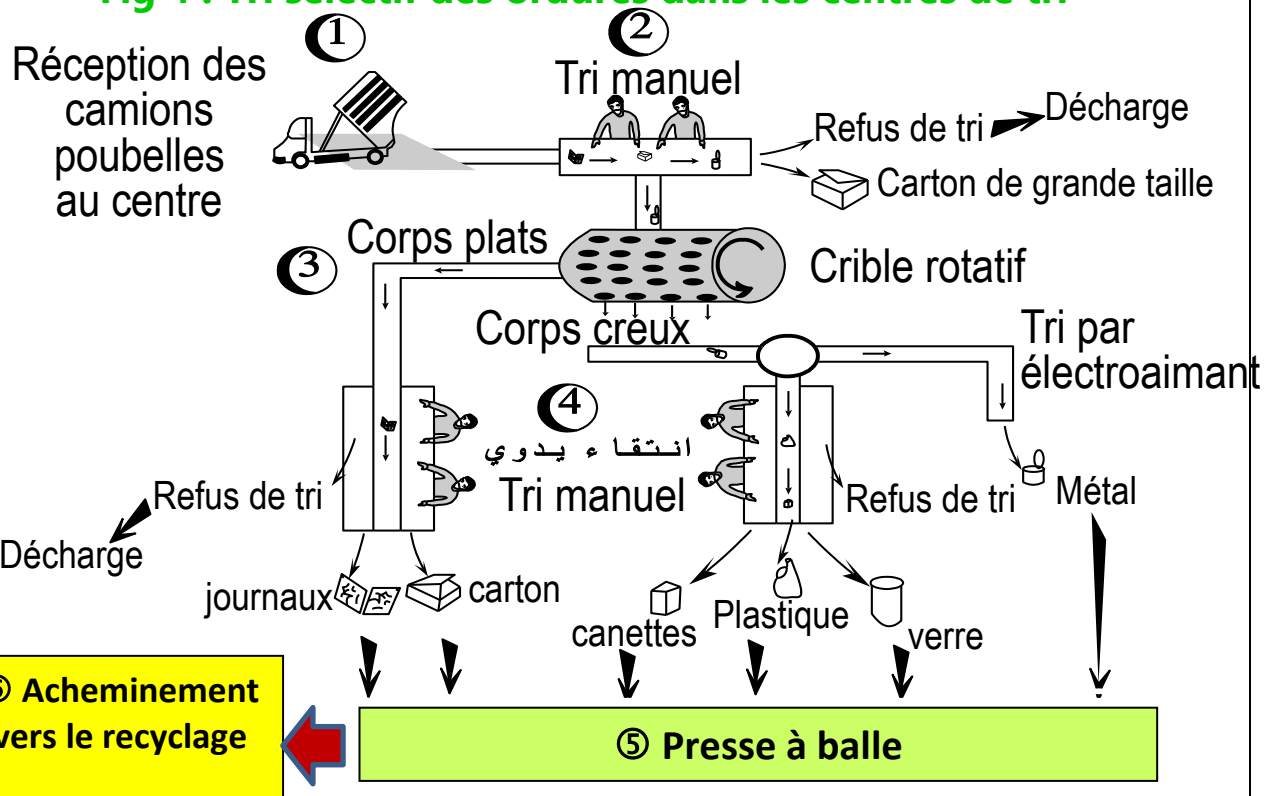
Matière organique

Carton

Plastique, verre, canettes



Fig 4 : Tri sélectif des ordures dans les centres de tri



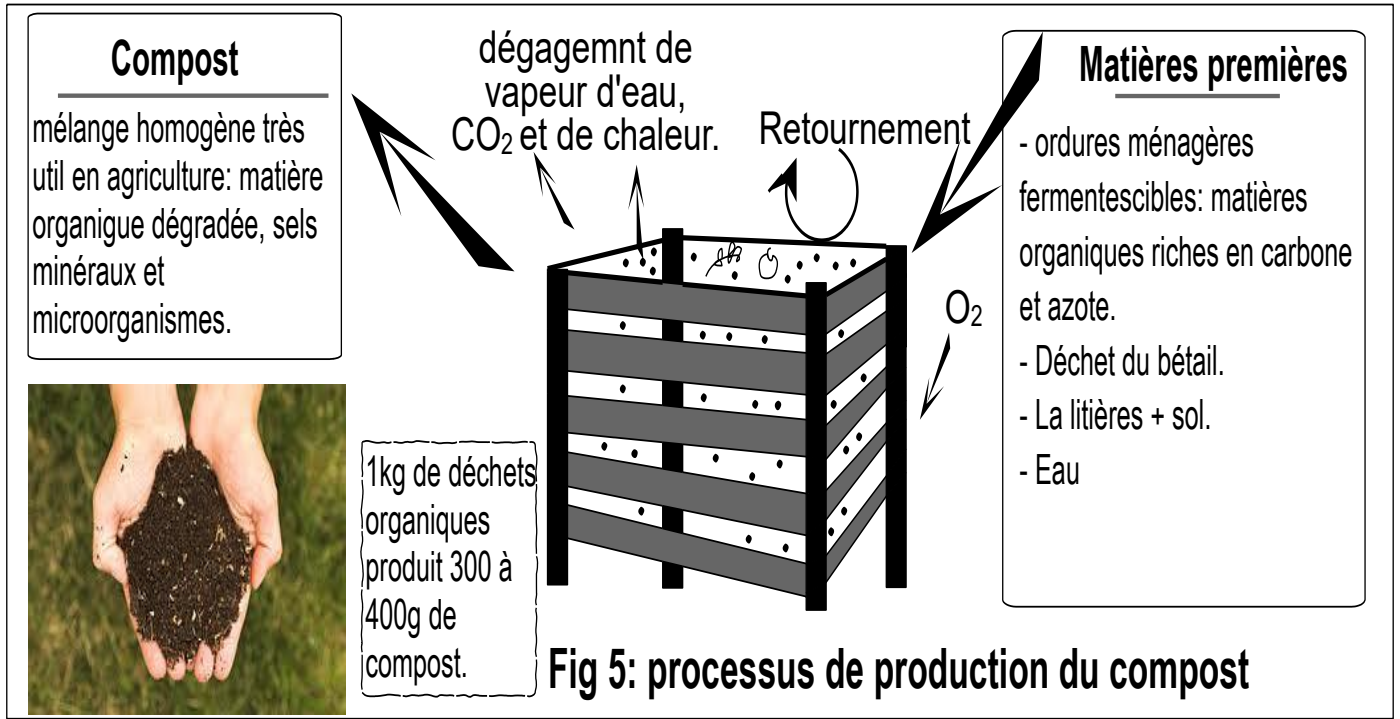
👉 Fig 3 et 4 : **Définissez** le terme « tri » et **déterminez** les acteurs intervenant dans ce processus.

Réponses :

- 🌸 La gestion des déchets commence par le **tri** الانتقاء.
- 🌸 Le tri (الانتقاء) des déchets ménagers est une sélection des déchets ménagers selon leur nature et leur catégorie pour la réutilisation et le recyclage.
- 🌸 Le tri constitue une étape indispensable pour toute réutilisation des ordures.

✿ Le tri est un travail minutieux qui nécessite d'abord l'intervention du citoyen lui-même. Ensuite, vient le rôle des services spécialisés surtout des centres de tri où on utilise des machines spécifiques. Les refus du tri sont acheminés vers des décharges contrôlées.

III/ Le traitement des ordures ménagères : le compostage



👉 Fig 5 : **Définissez** et **décrivez** brièvement la technique de compostage, **indiquez** pourquoi cette technique est très intéressante pour la gestion des ordures au Maroc.

Réponses :

■ Le compostage : traitement biologique des déchets organiques dans des conditions aérobies par intervention d'êtres vivants du sol (vers de terre, collemboles, bactéries, champignons), ces organismes oxydent la matière organique et la transforment en engrais organique : le compost, très utilisé pour fertiliser les terres agricoles.

■ Pour produire les engrais organiques, on utilise des matières fermentescibles. Ce sont les matières organiques d'origine animale et végétale (reste des aliments). On utilise aussi les déchets du bétail et la litière ; en plus de l'eau et du sol. Ces substances se dégradent par l'intervention d'organismes vivants, dans des conditions aérobie (en présence d'oxygène).

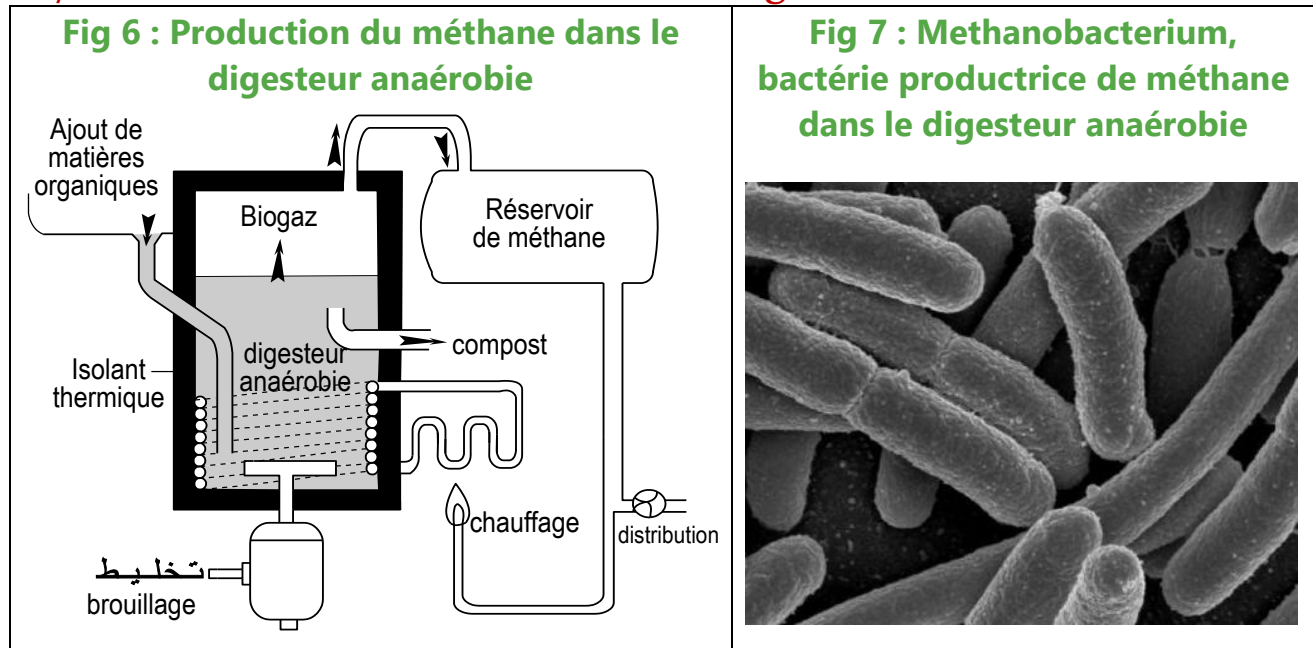
■ Pour assurer l'aération, on mélange et on retourne ces substances de façon continue. Ceci favorise le développement des micro-organismes consommateurs d'oxygène. Les organismes qui interviennent sont les bactéries, les mycètes, et la microfaune comme les

vers de terre, les insectes, et les acariens.

■ L'engrais organique obtenu à la fin du processus est un mélange homogène de substances organiques en décomposition, de substances minérales et de micro-organismes. 1 Kg d'ordures produit environ 350 g d'engrais organique.

■ Cette technique est une opportunité économique *اقتصادية* *منفعة* pour le Maroc vue que nos ordures ménagères contiennent environ 65 % de matières fermentescibles. D'autre part d'importantes surfaces agricoles ont besoin d'être fertilisées en vue d'augmenter la production agricole.

IV/ Le traitement des ordures ménagères : la méthanisation



👉 Fig 6 et 7 : **Définissez** et **décrivez** brièvement la technique de méthanisation, **indiquez** l'intérêt de ce processus.

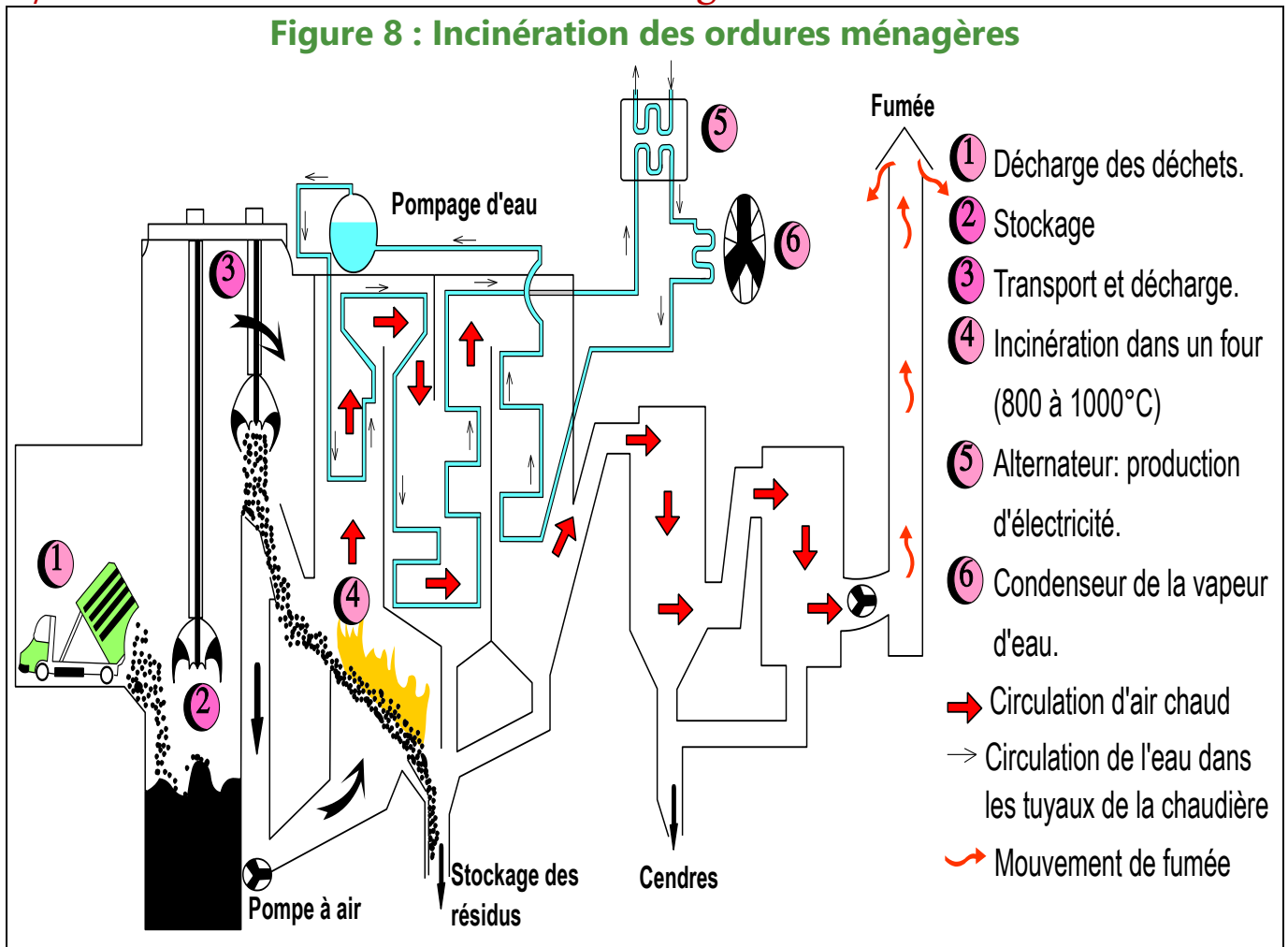
Réponses :

* La méthanisation : traitement biologique des déchets organiques dans des conditions anaérobies par intervention de metanobacterium, ces bactéries oxydent la matière organique (fermentation) et la transforment en biogaz : gaz inflammable contenant du méthane, du CO₂ et l'hydroxyde de soufre.

* On utilise les matières organiques contenues dans les ordures organiques pour produire un gaz inflammable appelé biogaz, contenant plus de 50 % de méthane. Les matières organiques sont traitées dans des conditions anaérobies. En effet, les micro-organismes méthanogènes (methanobacterium) fermentent la matière organique en méthane.

* Le méthane est utilisé comme source d'énergie (électricité ; chauffage; combustible). En plus du méthane, la matière organique fermentée produit des résidus organiques qui peuvent être utilisées comme engrais organique.

V/ Le traitement des ordures ménagères : l'incinération



👉 Fig 8: **Définissez** et **décrivez** brièvement la technique d'incinération, **indiquez** l'intérêt de ce processus.

Réponses :

* L'incinération est une combustion aérobie des ordures ménagères dans des fours spécifiques sous une haute température (800 à 1000 °C), en présence du dioxygène (O₂). La chaleur issue de la combustion chauffe l'eau qui se transforme en vapeur. La vapeur fait actionner des alternateurs qui génèrent de l'électricité.

* L'incinération permet de réduire le volume des déchets d'un pourcentage qui peut atteindre 90%. Les résidus peuvent être utilisés dans les travaux publics (pour préparer la construction des routes).

VI/ Le traitement des ordures ménagères : le recyclage

👉 **Menez** une recherche très résumée sur le procédé de recyclage.

* Le recyclage est le procédé de traitement des déchets : métaux, plastiques, pour produire de nouveaux produits sous une autre forme.

- ✿ Le recyclage a deux intérêts écologiques majeures :
 - La réduction du volume de déchets, et donc de la pollution qu'ils causeraient (certains matériaux mettent des décennies, voire des siècles, pour se dégrader).
 - La préservation des ressources naturelles, puisque la matière recyclée est utilisée à la place de celle qu'on aurait dû extraire

VII/ Le traitement des ordures ménagères : l'enfouissement dans les décharges contrôlées

↳ Menez une petite recherche sur les décharges contrôlées qui répondent aux normes internationales.

Les décharges contrôlées (centres d'enfouissement technique) sont des sites aménagés pour stocker les déchets de manière sécurisée, en limitant les impacts sur l'environnement et la santé :

- Loin des habitations.
- Protection du sol : Fond étanche, pour éviter la pollution des sols et des nappes phréatiques.
- Gestion des lixiviats : Les eaux polluées issues des déchets sont collectées et traitées.
- Gestion des gaz : Le biogaz (méthane, CO_2) est capté ; il peut être brûlé ou valorisé en énergie.
- Surveillance : Contrôles réguliers de l'air, de l'eau et du sol pendant l'exploitation et après la fermeture.
- Durée d'exploitation déterminée.

5 - Bilan :

Les ordures ménagères contiennent des substances organiques dont la décomposition pollue l'environnement et nuit à la santé. Pour limiter les dégâts, on peut réutiliser ces ordures pour la production de nouveaux produits (recyclage), les produits organiques peuvent être utilisés pour la production de l'engrais organiques, du méthane ou être incinérées en vue d'en réduire le volume et produire de l'électricité.

ACTIVITÉ 2 : IMPACT DES ORDURES MÉNAGÈRES SUR L'ENVIRONNEMENT, LA SANTÉ ET L'ÉCONOMIE

Les décharges, ou centres de stockage des ordures ménagères, sont la destination finale pour plus de 90% des déchets collectés. Les décharges anarchiques ne répondent pas aux normes internationales causant des impacts négatifs sur l'environnement, la santé et l'économie.

↳ Comment les ordures ménagères nuisent à l'environnement, à la santé et à l'économie ?

I/ L'impact des ordures ménagères sur l'environnement

Document 1 ▼



Dans les décharges non contrôlées, la combustion des ordures produit une fumée contenant plusieurs gaz, la fermentation produit du méthane. L'infiltration des eaux des précipitations à travers les ordures produit le lixiviat.

↳ En utilisant vos connaissances, **citez** l'incidence des ordures ménagères des décharges non contrôlées sur l'environnement.

Réponses :

Les ordures ménagères contiennent d'importantes quantités de substances organiques dont la décomposition provoque une pollution des écosystèmes naturels :

⚙️ **La fermentation anaérobie** des ordures organiques dans les décharges non contrôlées produit du méthane (CH_4) qui a un effet de serre et donne une mauvaise odeur.

⚙️ **Les incendies**, spontanées ou provoquées qui touchent les ordures ménagères dans les décharges non contrôlées provoque le dégagement de gaz toxiques comme NO , NO_2 , CO_2 , SO , SO_2 , et des composés organiques comme les dioxines. La pollution de l'air par ces gaz accentue l'effet de serre, intervient dans la destruction de la couche d'ozone et provoque la formation des pluies acides.

🌸 Le lixiviat = jus des déchets : Il se constitue par l'infiltration ترشيح de l'eau des précipitations à travers les ordures. Le lixiviat contient des substances à forte toxicité : microbes pathogènes ممرضة جراثيم et minéraux lourds (Pb, As, Cd, Hg ...) qui polluent le sol et à la nappe phréatique الفرشة المائية.

II/ L'impact des ordures ménagères sur la santé

🌸 Les gaz polluants résultant de la combustion des ordures ménagères causent des complications respiratoires, des maladies dermatiques جلدية, atteinte du système nerveux, du système immunitaire الجهاز المناعي et endocrinien الجهاز الهرموني. Les dioxines sont des produits cancérigènes.

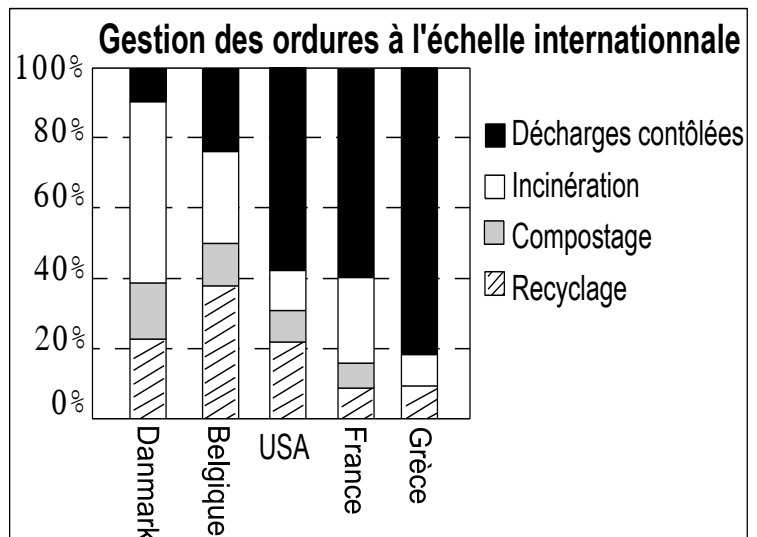
🌸 Le lixiviat pollue l'eau douce ce qui provoque des intoxications aux métaux lourds, des infections تعفن par les microbes (choléra, typhoïde).

III/ L'impact des ordures ménagères l'économie.

Document 2 ✓

Gestion des ordures à l'échelle nationale

Les quantités d'ordures ménagères produites au Maroc sont estimées à 6.5 Millions de tonnes par an. La majeure partie de ces ordures est stockée dans des décharges non contrôlées. Face aux défis posés par la gestion des ordures ménagères, le Maroc s'est inscrit dans un programme national de déchets ménagers (PNDM), pour la période 2008/ 2012, dont le coût est estimé à 40 milliards de dirhams. Ce programme vise l'amélioration du pourcentage de collecte des ordures ménagères et l'installation de décharges contrôlées.



👉 Doc 2 : **Expliquez** l'impact des déchets ménagers sur l'économie et **identifiez** les pays ayant les meilleures pratiques ainsi que ceux confrontés à une mauvaise gestion des déchets ménagers

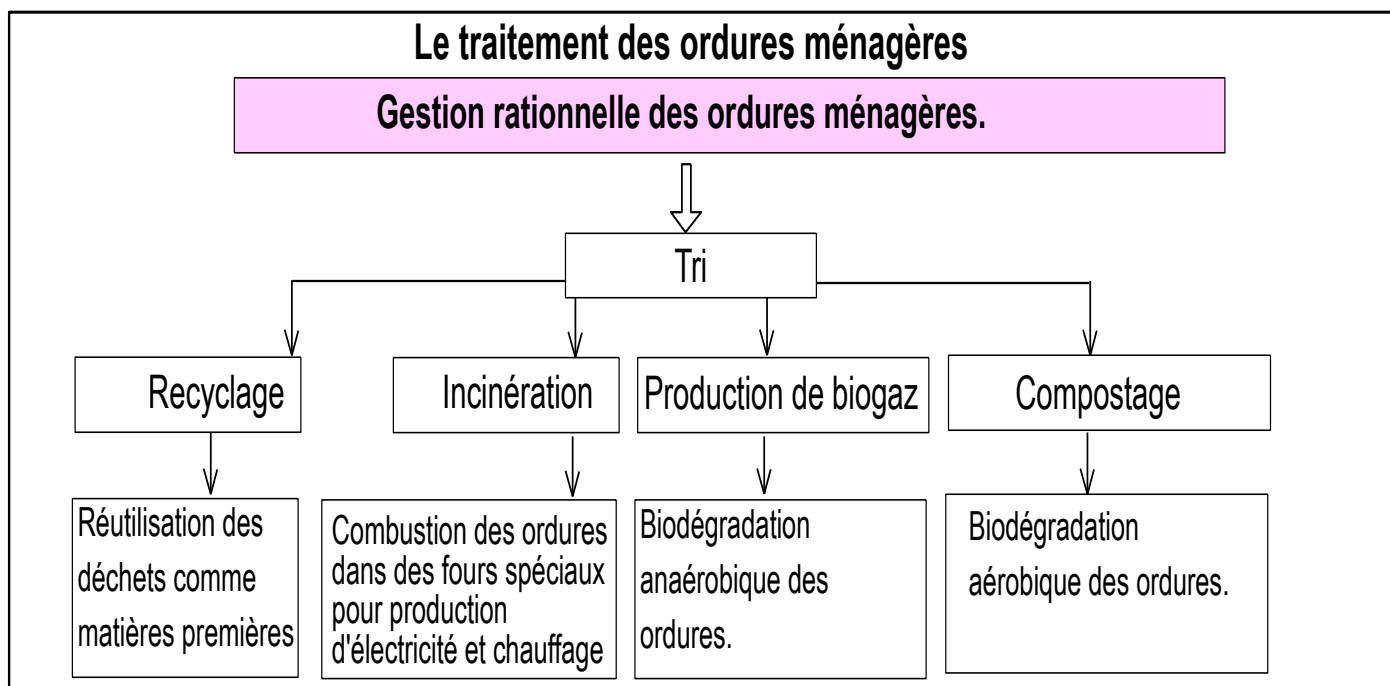
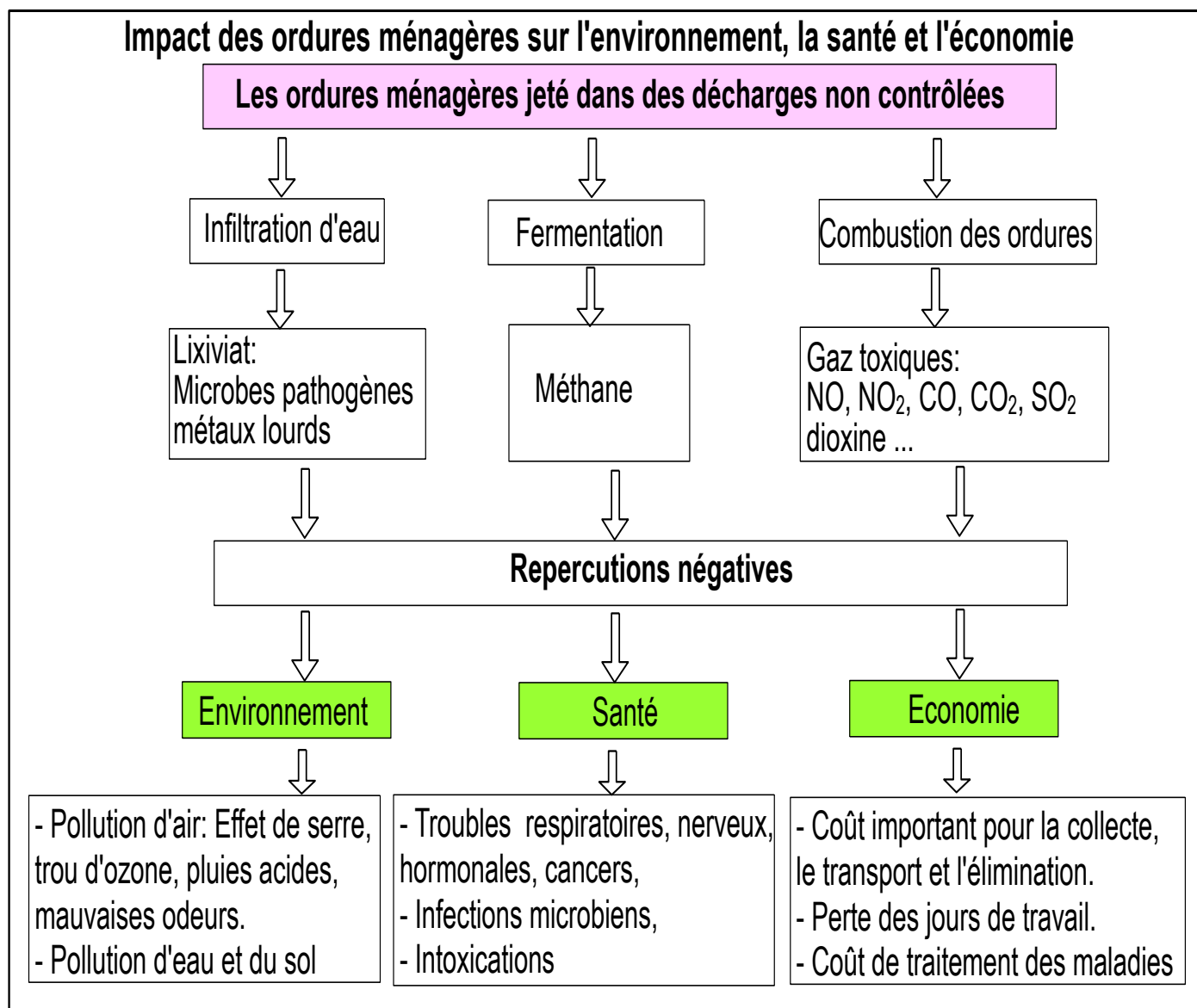
🌸 Les déchets nuisent à l'économie du pays, en effet :

- La collecte des ordures ménagères, leur transport et élimination par les collectivités locales et l'installation des décharges nécessite un **grand budget**.
- Les maladies causées par la pollution due aux ordures causent une **perte de journées** de travail, en plus des **dépenses de médication** et d'hospitalisation مصاريف الاستشفاء.
- La détérioration des milieux naturels tels que les fleuves, les sols et les eaux souterraines **limite les potentialités** de ces milieux هذه إمكانيات هذه comme ressources naturelles exploitables dans les domaines économiques comme l'agriculture et le tourisme.

❁ Certains pays développés ont surmonté ce problème économique تغلبت على هذا المشكل الاقتصادي en augmentant l'utilisation des ordures dans le recyclage, la production de compost et l'incinération. Le Danemark est en tête des meilleurs pays dans la gestion des déchets (recyclage d'environ 90% des déchets), seul un pourcentage faible est destiné aux décharges. Par contre, en Grèce اليونان, 80% des ordures sont destinés aux les décharges.

*** Réalisez un bilan sous forme d'un schéma récapitulatif sur les ordures ménagères, impacts et gestion**

Schéma bilan du chapitre 1



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

L'activité industrielle, l'activité agricole et les activités liées à la consommation domestique entraînent la pollution et la détérioration des milieux naturels (air, eau et sol), qui affectent négativement ces milieux environnementaux, Ce qui se répercute sur la vie de l'homme et sur son économie.

Problèmes posés :

- Quelles sont les manifestations et les sources de la pollution, quelles sont leurs répercussions sur chacun des milieux naturels ?
- Quel est l'impact de la pollution des milieux naturels sur la santé, l'économie et l'environnement ?
- Quelles sont les solutions et alternatives pour atténuer ou réduire les effets de ces polluants sur les milieux naturels ?

Plan du chapitre :

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

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

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

Activité 4 : Les énergies alternatives المصادر البديلة للطاقة

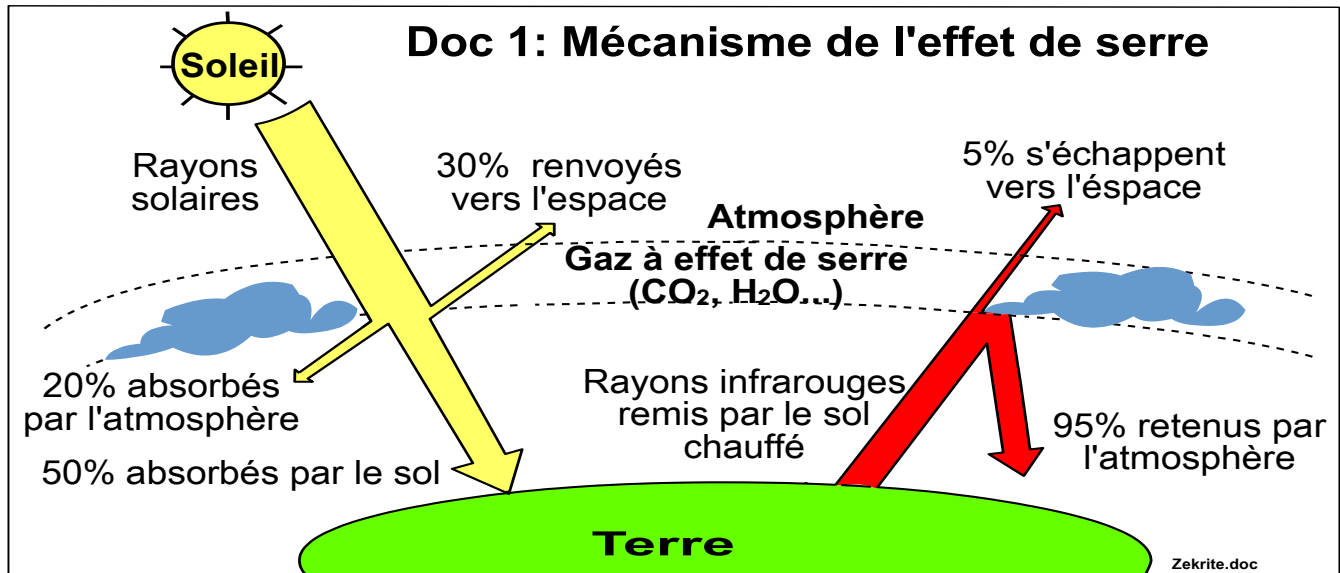
La pollution est la dégradation d'un écosystème par l'introduction, généralement humaine, de substances ou de radiations altérant de manière plus ou moins importante le fonctionnement de cet écosystème et portant préjudice (تضرر) à la santé humaine et à l'environnement

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.



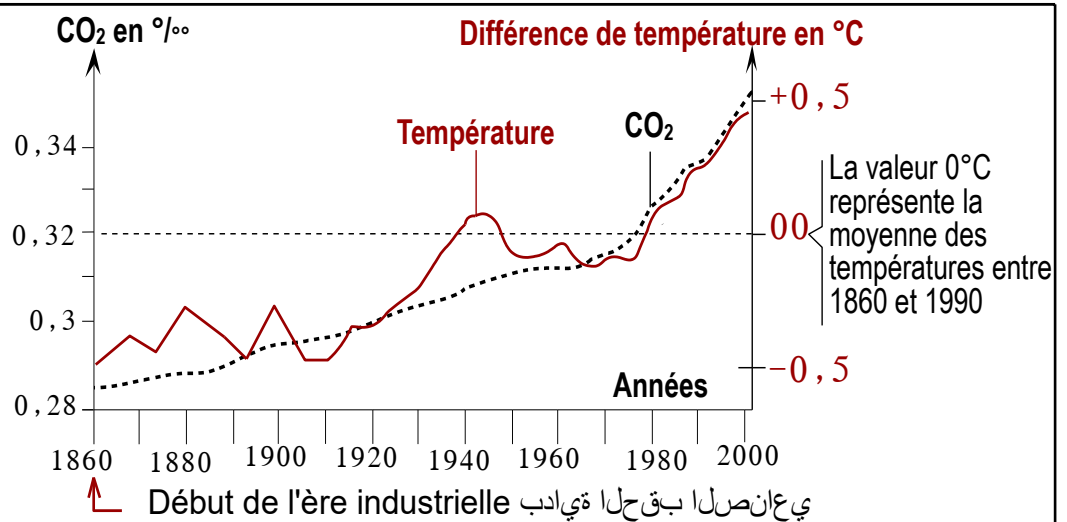
👉 Définissez et décrivez le phénomène d'effet de serre

Réponses :

- **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
- Lorsque le rayonnement solaire atteint l'atmosphère terrestre, une partie est absorbée et converti en **chaleur** (conversion de l'énergie lumineuse en énergie thermique).
- Une partie de cette énergie est renvoyée vers l'espace sous forme de rayonnement infrarouge (de la chaleur).
- Certains gaz présents dans l'atmosphère (appelés *gaz à effet de serre*) absorbent une partie de cette chaleur et la renvoient vers la Terre. L'énergie est alors piégée entraînant le réchauffement de la terre.
- 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**.

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

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 :

① **Doc 2 : Décrivez et expliquez** la relation entre le taux de CO₂ atmosphérique et la température de la terre entre 1860 et 2000.

② **Doc 3 : Déterminez** les principales origines des gaz à effet de serre.

Réponses :

① **Description et explication :**

✿ 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 الصناعي الحقب 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.

② 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.

👉 **Citez** quelques impacts 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

👉 **Proposez** quelques actions pour limiter 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 : réduire la consommation énergétique : 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 ...

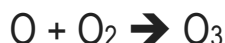
● Capturer le CO₂ : limiter la déforestation, ajouter des surfaces vertes, stocker le CO₂ émis par l'activité des usines.

● 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...).

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

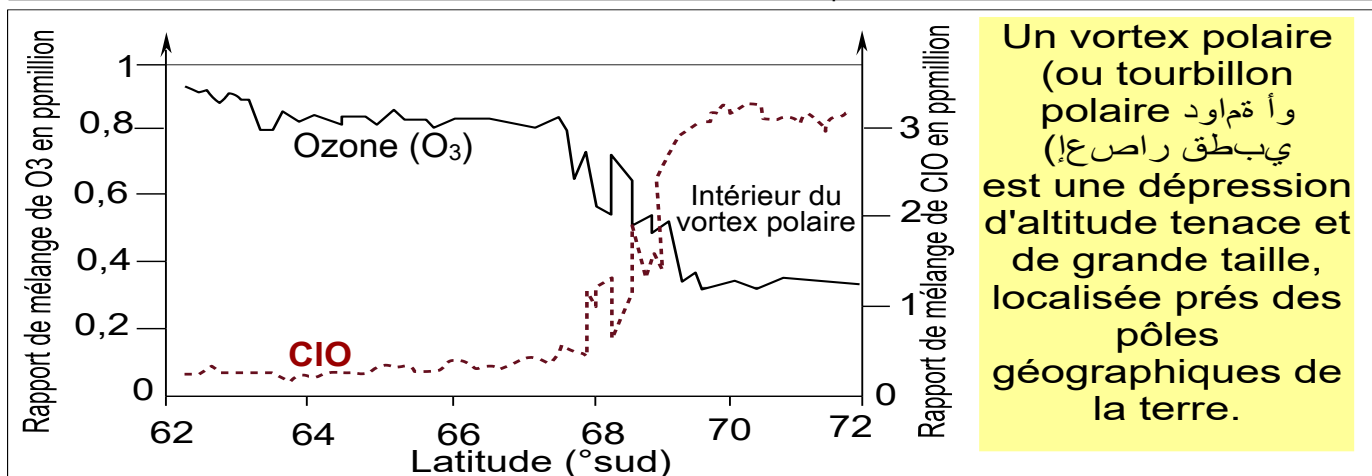
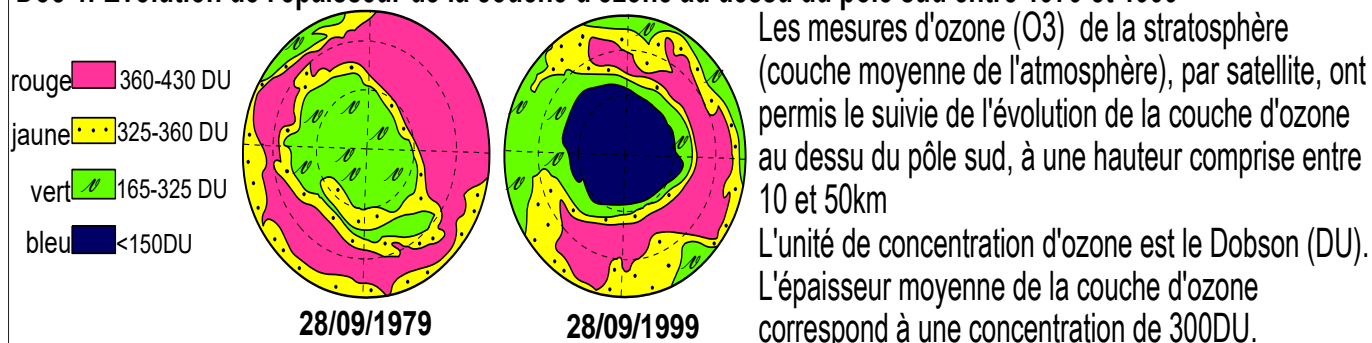
a- Définition de la couche d'ozone.

La couche d'ozone est la partie d'atmosphère située entre 20 Km et 45 Km d'altitude, contenant les plus fortes concentrations en gaz ozone (O_3). Cette couche protège la terre, et surtout les êtres vivants, contre les effets des rayons ultraviolets UV. La production d'ozone se fait par photodissociation du dioxygène (surtout autour de l'équateur) grâce à l'action des UV selon les réactions suivantes :



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

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



Doc 5: Des mesures de la teneur en monoxyde de chlore (ClO) et en Ozone à l'intérieur du vortex polaire sud (16 septembre 1987 au Chili). K Zekrite.doc

① Doc 4 : Comment a évolué l'épaisseur de la couche d'ozone au dessus du pôle sud entre 1979 et 1999.

② Doc 5 : Relevez la relation entre la teneur en monoxyde de chlore (ClO) la teneur en ozone O_3 et expliquez cette évolution.

Réponses :

① Des mesures effectuées avec des instruments portés par des satellites artificiels (doc 4), montrent 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.

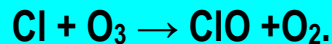
② La relation entre la teneur en monoxyde de chlore (ClO) la teneur en ozone O₃.

Les mesure de la teneur en monoxyde de chlore (ClO) et en ozone à l'intérieur du vortex دوامة au niveau de l'antarctique القطب الجنوبي (doc 5) traduisent une relation entre la diminution de la teneur en ozone parallèlement à une augmentation de la teneur en monoxyde de chlore (ClO).

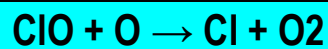
La destruction d'ozone est favorisée par :

- des conditions de températures très basses et un rayonnement important : ces conditions sont remplies تتحقق هذه الشروط dans la stratosphère (couche moyenne de l'asthénosphère) au niveau de l'Antarctique à la fin de l'hiver australe.

- des éléments catalyseurs comme le chlore, selon la réaction suivante :



Le composé ClO, à son tour libère du chlore en réagissant avec l'oxygène :



Le cycle de ces réactions se renouvelle sans cesse, abaissant le volume de O₃ et aboutissant au trou d'ozone.

Le chlore qui apparaît dans l'atmosphère a deux origines :

- L'une naturelle ; c'est le chlore produit par les algues marines,
- L'autre est liée à certaines activités industrielles utilisant le CFC = chlorofluorocarbone (aérosol, froid climatisation).

c- Impact de la destruction de la couche d'ozone.

👉 **Résumez** l'impact de la destruction de la couche d'ozone sur l'environnement et la santé.

Le trou d'ozone provoque l'infiltration massive des UV vers la terre ce qui engendre :

- Une accentuation de l'effet de serre.
- Une destruction des écosystèmes
- Effets néfastes sur la santé de l'homme et des êtres vivants : les UV sont très mutagènes, très cancérigènes.

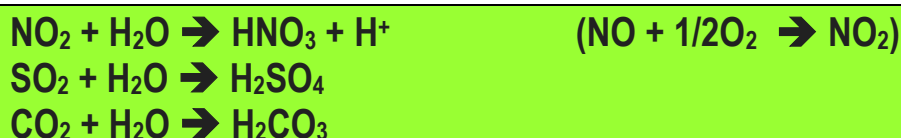
3/ Les pluies acides :

👉 **Quelles 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 (HNO₃), l'acide sulfurique (H₂SO₄) et l'acide carbonique (H₂CO₃).

👉 **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 (NO₂), (SO₂), et (CO₂) selon les réactions suivantes :



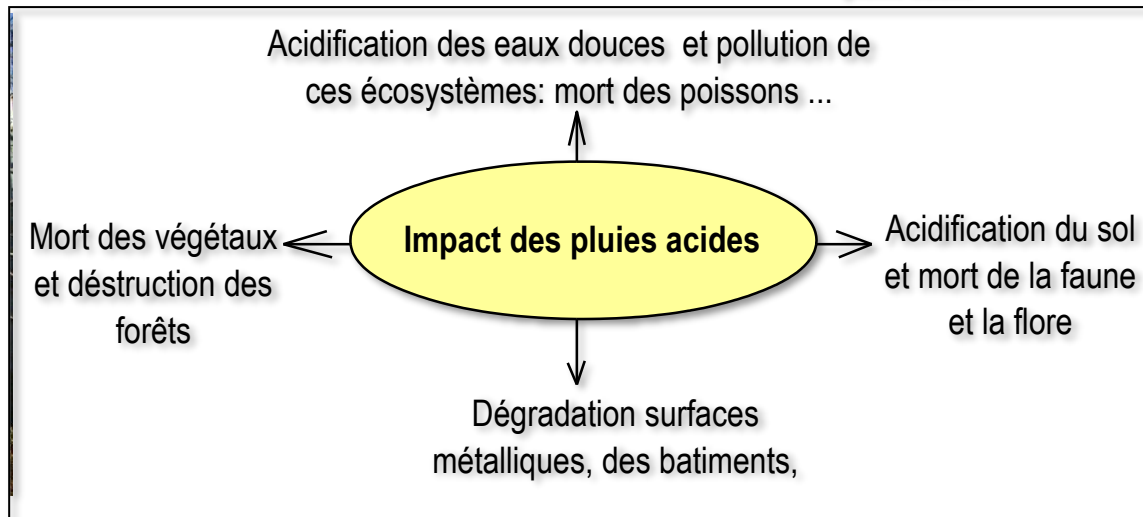
● Les gaz générateurs des pluies acides (NO_x , SO_2 , CO_2) proviennent de la combustion des énergies fossiles (pétrole, gaz naturel ...) dans le secteur du transport et de l'industrie.

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

Résumez sous forme d'un schéma
Les conséquences des pluies acides



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



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 ضباب كثيف, particulier, appelé « **smog** » de l'anglais « smoke » pour fumée et « fog » pour brouillard. C'est un mélange de polluants atmosphériques : ozone (O₃), SO₂, NO_x, SO₂, CO₂ et des particules en suspension dans l'air (PES) ainsi que des composés organiques volatiles (COV).

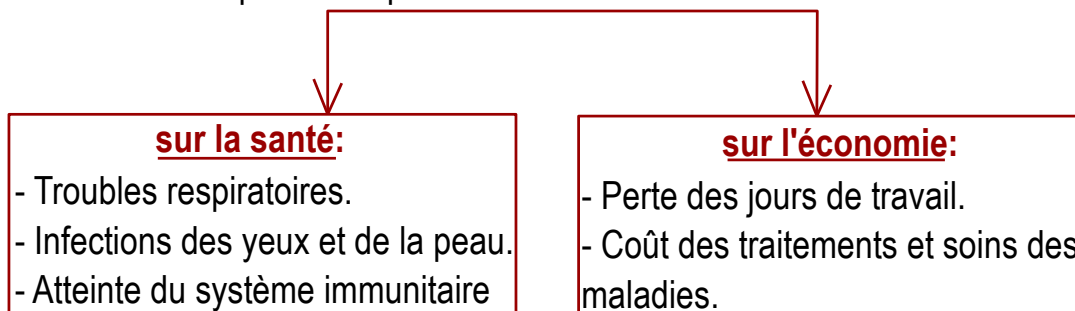
II/ Les effets de la pollution de l'air sur la santé et l'économie

👉 **Menez** une petite recherche sur les conséquences 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 des voies respiratoires, l'asthme الربو, les crises cardiaques et les pathologies des yeux أمراض العيون. La fréquence de ces maladies augmente avec l'augmentation des taux atmosphériques en oxydes d'azote et de soufre, en ozone (O₃), 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:

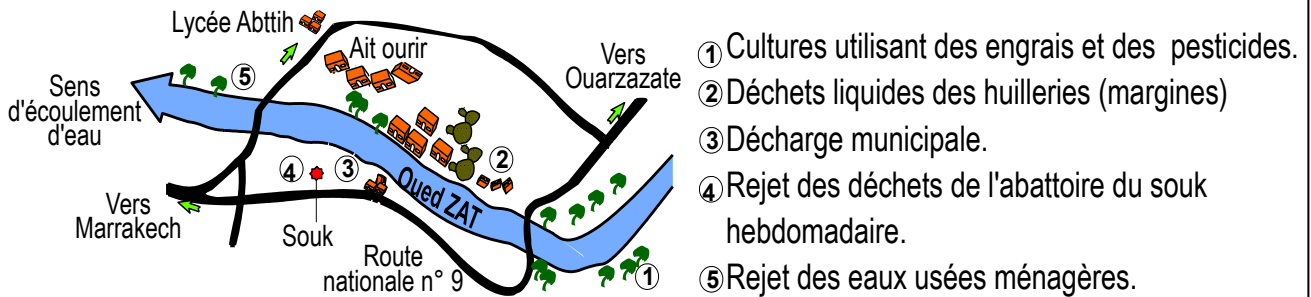
Certaines activités humaines provoquent la pollution de l'air, ce qui cause des effets néfastes sur la santé et sur l'environnement. Parmi les conséquences de ces pollutions, on peut citer l'augmentation de la température atmosphérique suite à l'effet de serre, la diminution de l'épaisseur de la couche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

ACTIVITÉ 2 : LA POLLUTION DES MILIEUX NATURELS : POLLUTION D'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

👉 **Dégagez** à partir de cette exemple les origines de pollution des eaux de surface

Réponses :

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

- Des déchets solides ménagères.
- Les eaux usées ménagères et industrielles المياه العادمة المنزلية والصناعية
- Les eaux de lessivage des sols par les pluies 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

👉 **Proposez** quelques origines de pollution des mers et des océans.

Les mers et les océans reçoivent des déchets divers :

- Déchets des ménagers des habitations et des unités industrielles situés sur le littoral الساحل.
- Les charges déversées par les rivières et les oueds الحمولة التي يتم تفريغها عن طريق الأنهار 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

<p><u>La pollution liée à l'utilisation ménagère</u></p> <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.	<p><u>Pollution thermique</u></p> <p>Le rejet des eaux des systèmes de refroidissement industriels (centrales nucléaires par exemple) provoque un déséquilibre thermique des milieux aquatiques (mer, océan....)</p>
<p><u>La pollution industrielle</u></p> <ul style="list-style-type: none">▪ Matières solides en suspension, organiques ou minérales.▪ Dérivés du pétrole.▪ Métaux lourds : mercure, cadmium, plomb...	<p><u>Pollution liée aux activités agricoles</u></p> <ul style="list-style-type: none">▪ Substances minérales : engrais : phosphates : nitrates▪ Pesticides
<p>Doc 2 : Classification des polluants d'eau selon leur origine</p>	

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

1/ Impact de la pollution de l'eau sur l'environnement Exemple : phénomène d'eutrophisation des lacs

Doc 3 : Aspect de l'eutrophisation



**Tapis vert,
d'algues et
de plantes
aquatiques**

👉 **Définissez et expliquez** le mécanisme d'apparition de l'eutrophisation et **déterminez** ses conséquences, puis **proposez** des actions pour lutter contre cette manifestation.

■ **L'eutrophisation** ظاهرة التخاصب est un phénomène écologique qui se produit quand un milieu aquatique (lac, rivière, étang, zone côtière) reçoit un excès de nutriments,

surtout l'azote, les nitrates et le phosphore et la matière organique, ce qui provoque une prolifération d'algues et un appauvrissement en oxygène, nuisible à la vie aquatique.

■ **Origine principale de l'eutrophisation:** engrais agricoles lessivés par la pluie, rejets d'eaux usées domestiques ou industrielles, détergents et effluents urbains

■ **Mécanisme d'apparition de l'eutrophisation :**

● L'excès de nutriments favorise une forte prolifération d'algues et de plantes aquatiques en surface → apparition d'un tapis vert en surface.

● Ces algues bloquent la lumière et perturbent la photosynthèse en profondeur entraînant la mort des plantes.

● Lorsqu'elles meurent, la décomposition de ces plantes par les bactéries aérobies consomme beaucoup d'oxygène dissous.

● Le manque d'oxygène entraîne l'asphyxie des poissons et d'autres organismes.

■ **Conséquences de l'eutrophisation :**

- Baisse de la biodiversité par extinction de certaines espèces.
- Dégradation de la qualité de l'eau
- Mauvaises odeurs, eau trouble
- Parfois production de toxines par certaines algues et bactéries.

■ **Comment lutter contre l'eutrophisation?**

● Diminuer l'utilisation des détergents et d'engrais agricoles contenant les nitrates et l'azote, traiter les eaux usées domestiques et industrielles pour éliminer ces éléments.

● Ramassage des dépôts d'algues dans les milieux eutrophisés.

● Vidange partielle des lacs ou barrages eutrophisés pour diminuer la quantité d'algues et la teneur en matière organique.

● Introduction d'animaux herbivores (poissons par exemple) dans les milieux eutrophisés, pour diminuer la production végétale.

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

● Troubles digestifs (diarrhée, intoxication ...) par l'ingestion de germes pathogène (bactérie de choléra...).

● Lésions cutanées جروح جلدية.

● Toxicité par bioaccumulation des métaux lourds: les métaux lourds comme le mercure, au début présent dans l'eau s'accumule progressivement dans les tissus des organismes vivants, parce qu'il est absorbé plus rapidement qu'il n'est éliminé, cette accumulation est appelée bioaccumulation, ces métaux entraînent une toxicité de plus en plus grande chez les espèces d'un ordre plus élevé, comme les poissons prédateurs, les oiseaux et les mammifères et l'Homme qui se nourrissent de poissons.

4/ 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 couteux.
- 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 des activités domestiques, 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, azote, nitrates et matières organique ce qui provoque un appauvrissement de l'eau en O_2 et le déséquilibre de l'écosystème.

🌸 La pollution modifie les propriétés physiques ou chimiques ou biologique de l'eau ce qui se répercute négativement sur cet écosystème et sur la santé de l'homme et son économie.

ACTIVITÉ 3 : LA POLLUTION DES MILIEUX NATURELS : POLLUTION DU SOL: MANIFESTATIONS ET RÉPERCUTIONS.

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

👉 Comment les activités humaines agissent sur la qualité du sol?

I/ Les facteurs polluants le sol.

1/ La pollution agricole.

Document 1

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

Concentration des métaux lourds dans quelques engrais							
Type d'engrais	Zinc	Plomb	Nickel	Cuivre	Chrome	Cobalt	Cadmium
Engrais ternaire (NPK)	108	3	36	3	92	5	9
Urée	<1	<3	<1	<0,4	<3	<1	<0,1
Chaux agricole	<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 الكائنات الضارة, à forte dose, les pesticides deviennent toxiques pour les plantes et les animaux. En plus de la pollution du sol, ces substances s'infiltrent dans les eaux de surface et les eaux souterraines entraînant leur pollution.

2/ La pollution industrielle.

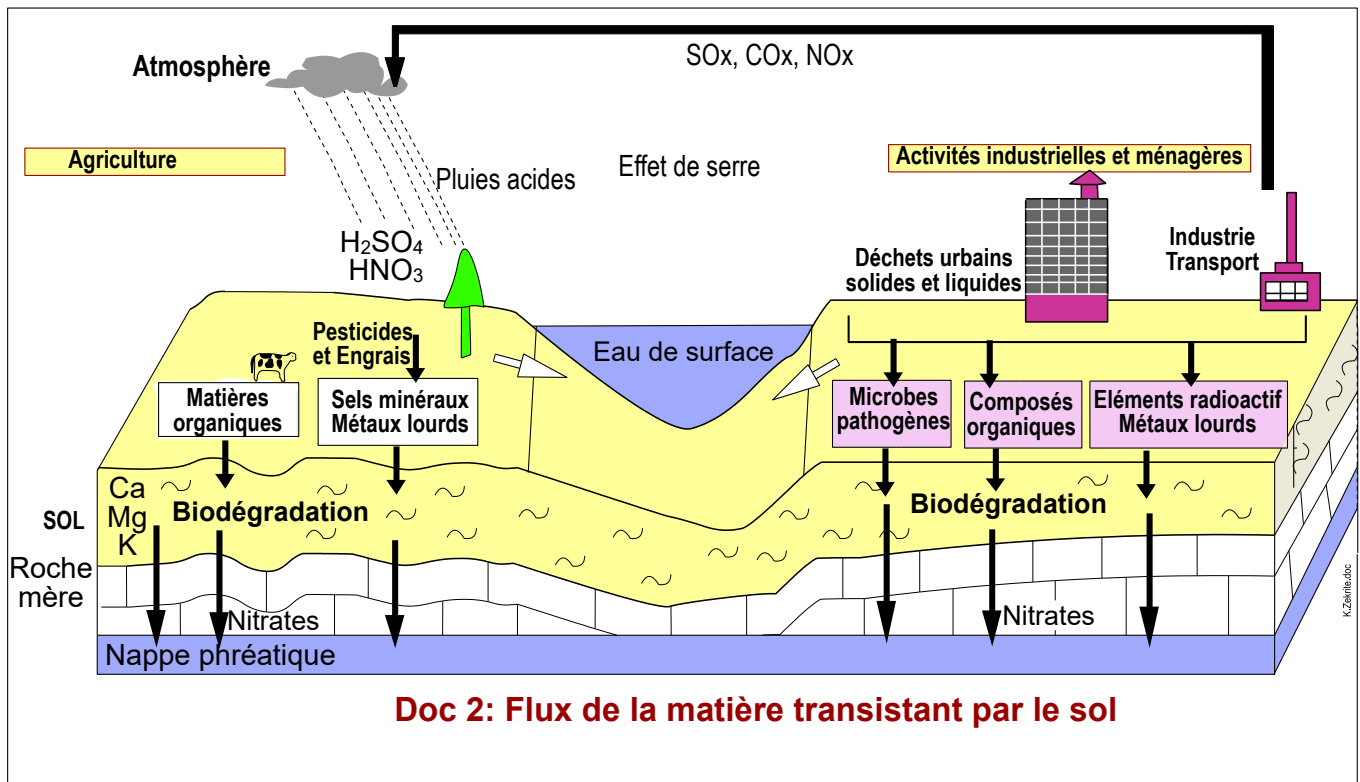
👉 Donnez un exemple d'activité industrielle qui agit sur le sol.

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 par les eaux usées

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

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



Doc 2: Flux de la matière transitant par le sol

👉 Doc 2: **Décrivez** le rôle d'interface que joue le sol pour les polluants.

Le sol joue un rôle d'interface essentiel pour les polluants, car il se situe au croisement de plusieurs milieux : atmosphère, hydrosphère, biosphère et la lithosphère. À ce titre, il peut à la fois

- Recevoir les polluants provenant de l'atmosphère, les activités humaines et les eaux de surface.
- Stocker, transformer et filtrer les polluants.
- Transférer les polluants aux eaux de surface et souterraines.

III/ Quelques conséquences de la pollution du sol

👉 **Menez** une recherche sur les conséquences de la pollution du sol.

- Le sol est un élément très fragile devant les éléments polluants, sa reconstitution nécessite une très longue durée (centaines d'années). La dégradation du sol par des polluants divers est donc une perte inestimable pour l'environnement et l'économie.
- Les métaux lourds tels que le plomb, le mercure, le cadmium et le nickel, accumulés dans le sol, sont transférés et accumulés à travers les chaînes alimentaires dont l'homme occupe le sommet de la chaîne. Ils sont néfastes pour la santé: diminution de la fécondité, toxicité...
- Les éléments radioactifs issus des diverses pollutions reviennent au sol à travers les pluies. Ces éléments radioactifs s'accumulent à travers les chaînes alimentaires et provoquent des perturbations graves chez les êtres vivants.

Bilan de l'activité 3:

Le sol subit des dégâts à cause des activités humaines :

- ✱ L'utilisation des engrais et des pesticides dans le domaine agricole les quantités excédentaires de ces substances persiste 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 provoque la mort des micro-organismes.
- ✱ L'infiltration des eaux d'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.

ACTIVITÉ 4 : LES ÉNERGIES ALTERNATIVES المصادر البديلة للطاقة

L'exploitation massive des combustibles fossiles (pétrole et ses dérivés) provoque la pollution de divers milieux, d'autre part l'énergie fossile est une énergie non-renouvelable, elle est menacée par l'épuisement. Ainsi, il est intéressant de chercher des énergies alternatives qui doivent être à la fois renouvelables et propres.

👉 Quelles sont les alternatives énergétiques ?

I/ Des alternatives d'origine physique

👉 Citez quelques alternatives énergétiques et leurs avantages.

1/ L'énergie solaire

● L'énergie solaire est une source d'énergie qui provient du rayonnement du Soleil. Ces rayonnements sont reçus par des panneaux solaires qui les transforment en chaleur (pour les panneaux photo thermiques) ou en énergie électrique emmagasinée dans des batteries (pour les panneaux photovoltaïque).



● Cette énergie présente de nombreux avantages : renouvelable, non polluante lors de son utilisation et permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

● Cependant, l'énergie solaire a aussi des limites : sa production dépend de l'ensoleillement, elle est donc variable selon les régions, la météo et le moment de la journée, l'installation des équipements peut être coûteuse au départ.

2/ L'énergie éolienne الطاقة الريحية

● L'énergie éolienne est une énergie renouvelable qui utilise la force du vent pour produire de l'électricité. Le vent fait tourner les pales d'une **éolienne**, ce qui entraîne un générateur qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

● Elle a l'avantage de ne pas émettre de gaz à effet de serre pendant son fonctionnement.



3/ L'énergie hydraulique الطاقة المائية

L'énergie hydraulique est une énergie qui utilise la force de l'eau en mouvement (rivières, barrages, chutes d'eau) pour produire de l'électricité. Lorsque l'eau s'écoule, elle fait tourner une turbine reliée à un générateur, qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

Cette énergie est peu polluante et très efficace, car elle ne produit presque pas de gaz à effet de serre.

4/ L'énergie géothermique الطاقة الجيوحرارية

Elle utilise la chaleur du sous-sol pour chauffer directement 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 de ces 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 1 : Quantité de CO₂ produite lors de la production d'1 kwatt-heure d'énergie par les différentes sources d'énergie

↪ En vous appuyant sur vos connaissances et le document 1, discutez laquelle des énergies choisir au Maroc ?

Réponses

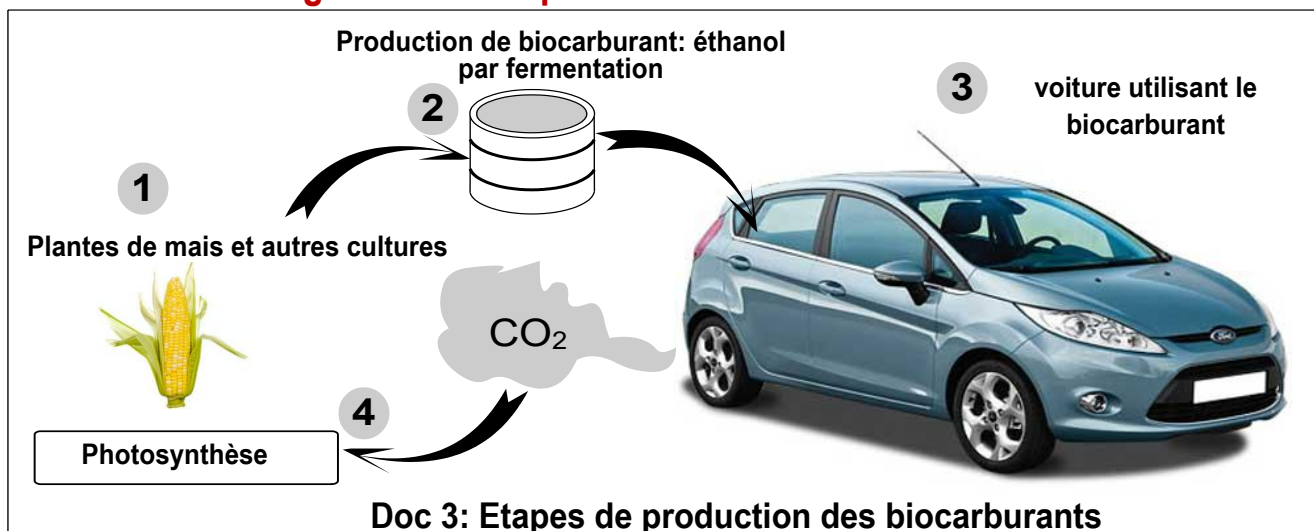
✿ Les ressources énergétiques fossiles (le gaz naturel, le pétrole et le charbon) sont des ressources d'énergie non-renouvelable. Elles sont donc menacées par l'épuisement, en plus leur combustion dégage une grande quantité de CO₂, gaz à effet de serre.

✿ L'énergie hydraulique et nucléaire sont les sources les moins productrices 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**.
- Énergie **propre**.
- Énergie **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/ Ressource d'origine biochimique



↪ **Décrire** brièvement comment se fait la production des biocarburants

- ↪ Les biocarburants sont des carburants produits à partir de matières organiques (biomasse), principalement des plantes riches en sucres comme le maïs, le blé, la canne à sucre
- ↪ On récolte ces biomasses et on les soumet à une fermentation pour produire du bioéthanol ou du biométhane.
- ↪ Ces biocarburants sont utilisés comme carburant pour produire de l'énergie mécanique, thermique ou électrique (voitures, moteurs..). Les biocarburants dégagent moins de CO₂ que les hydrocarbures fossiles habituels.

Chapitre 3 : Les substances radioactives et l'énergie nucléaire

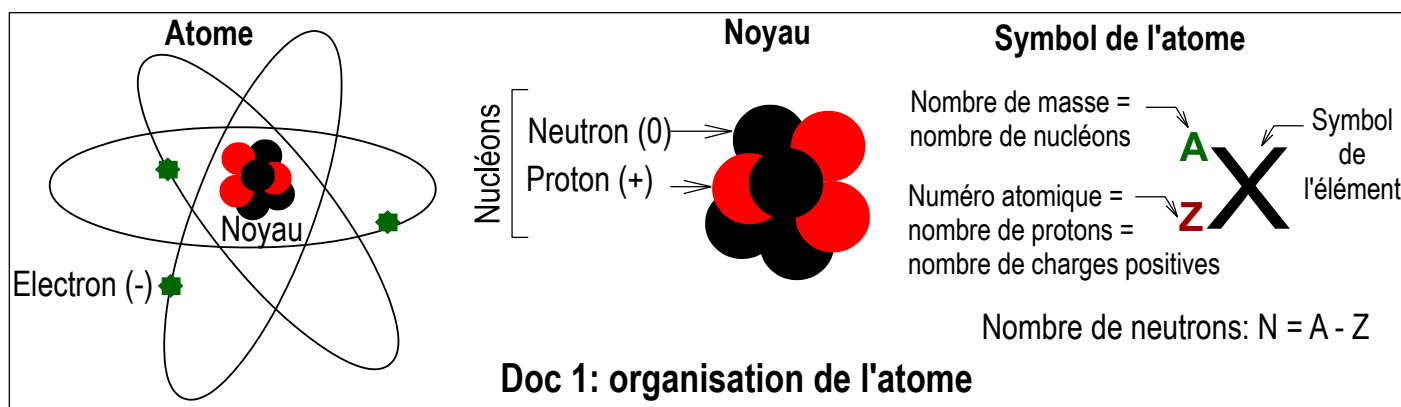
Utilisations et dangers

De nombreux professionnels de l'énergie comptent sur l'énergie nucléaire comme alternative aux ressources traditionnelles, cependant la pollution nucléaire est devenue l'une des nouvelles menaces pour l'environnement et la santé humaine.

- Quels sont les éléments radioactifs et quels sont leurs avantages?
- Quels sont les conséquences négatives de l'utilisation de l'énergie nucléaire sur l'environnement et la santé et comment peut-on gérer les déchets radioactifs ?

I/ les éléments radioactif et la radioactivité.

1/ structure de l'atome.



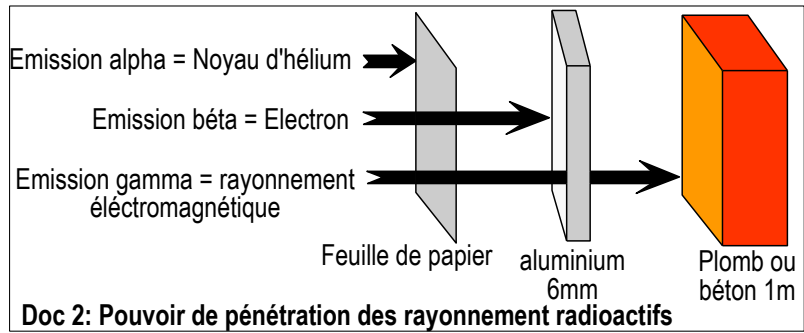
↳ Rappelez la structure de l'atome.

- L'atome est un minuscule morceau de matière. Chaque atome est constitué d'un noyau (appelé nucléide) autour duquel tourne un nuage électronique en suivant certaines orbites.
- Le noyau de l'atome est constitué de neutrons et de protons. Ces particules s'appellent nucléons.
- Le nombre de nucléons d'un atome est noté A, il représente le nombre total de nucléons présents dans le noyau et correspond à la somme du nombre de protons et de neutrons, il est aussi appelé nombre de masse.
- Le nombre de protons présents dans le noyau d'un atome est noté Z et correspond au numéro atomique. Le nombre atomique Z est caractéristique de l'élément chimique.
- Des atomes ayant le même numéro atomique (correspondant donc au même élément) peuvent posséder des nombres différents de neutrons : on dit alors qu'ils sont **isotopes** entre eux. Autrement dit, les isotopes radioactifs : sont des atomes possédant le même nombre de protons dans leur noyau (ex: le Carbone 12 et le Carbone 14 possèdent tous les deux 6 protons dans leur noyau).
- Le nombre de neutrons est noté N, il peut être déduit du nombre de nucléons (A) et du nombre de proton (Z): $N = A - Z$

2/ Elément radioactif et radioactivité naturelle.

En 1899, Ernest Rutherford a découvert que la désintégration du noyau d'uranium libère trois types de radiations qu'il a classé en particules selon leur capacité à traverser la matière :

- Les rayons α sont des noyaux légers d'hélium. Ils peuvent être stoppés par une feuille ordinaire.
- les rayons β des électrons négatifs ou positifs. ils ne peuvent être stoppés que par une feuille d'aluminium dont l'épaisseur dépasse 6 mm.
- Les rayons γ des photons de grande énergie, analogues aux rayons X. ils ne peuvent être stoppés que par une plaque de plomb d'un mètre d'épaisseur ou du béton.



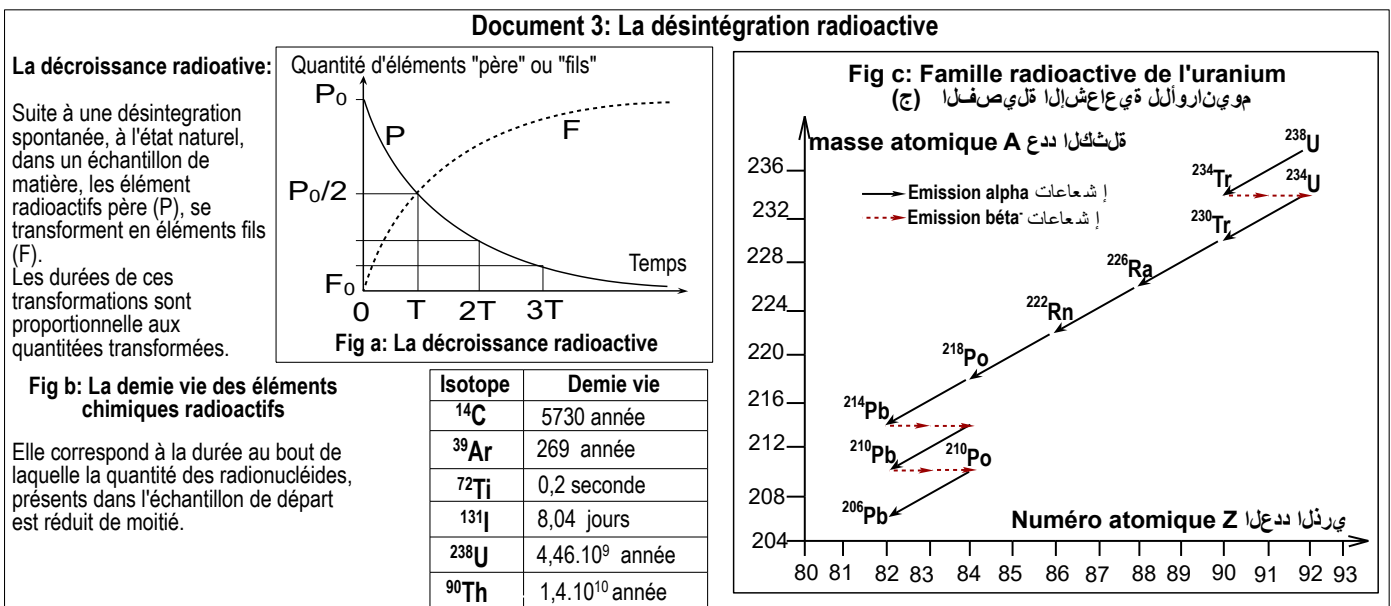
👉 Qu'est-ce que la radioactivité naturelle et comment les radionucléides se transforment-ils pour devenir plus stables ?

Réponses :

- ☀ Certains atomes sont instables, on les appelle des radionucléides ou radio-isotopes.
- ☀ Pour acquérir une meilleure stabilité, ces radionucléides expulsent de manière spontanée, une quantité d'énergie, sous forme de rayonnement et de particules (α , β , γ) tout en se désintégrant en d'autres éléments. Ce phénomène de fission spontanée naturelle est appelé « radioactivité » et ces atomes instables sont dit radioactifs.
- ☀ Ces radiations ont la capacité d'extraire des électrons pour d'autres atomes, on dit qu'elles sont ionisantes.

3/ Quelques caractéristiques des isotopes radioactifs.

a- Demie vie et famille radioactive

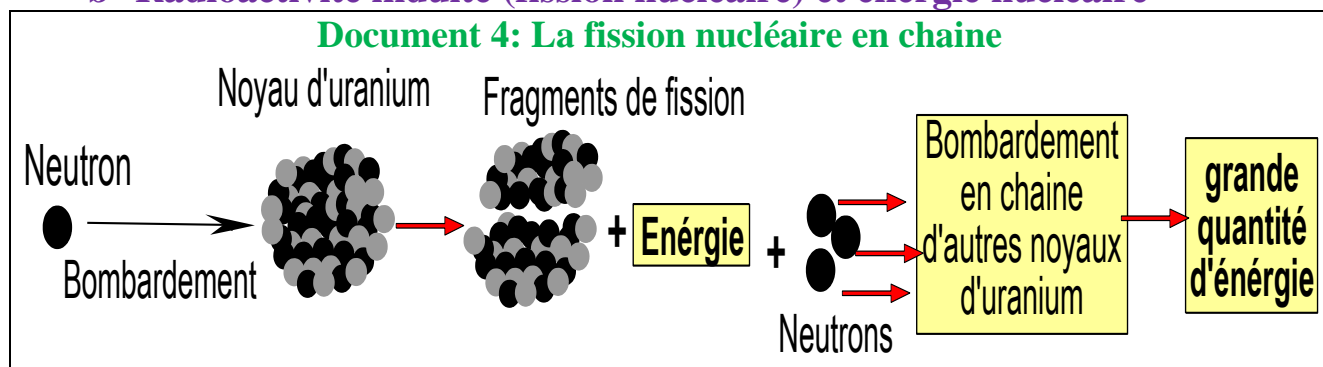


Document 3 : **Qu'est-ce que** la demi-vie d'un nucléide radioactif et **Comment** évolue un nucléide radioactif jusqu'à devenir stable

Réponse :

- La demi-vie d'un nucléide radioactif est la période T qui correspond à la désintégration de 50 % des nucléides constituant un échantillon donné.
- Les nucléides fils peuvent eux même être radioactifs, ainsi, la désintégration se poursuit jusqu'à atteindre un nucléide stable et non radioactif.
- Les nucléides qui sont issus d'un même nucléide originel constituent une famille (filiation) radioactive (par exemple la filiation radioactive de l'uranium).

b- Radioactivité induite (fission nucléaire) et énergie nucléaire



Document 4: **Comment** se déroule la fission nucléaire dans une centrale nucléaire et **que produit-elle** ?

Réponses :

- ☞ La fission nucléaire s'effectue dans les réacteurs des centrales nucléaires, en bombardant un noyau atomique d'uranium avec des neutrons, l'uranium se fissionne (se casse) en libérant d'autres neutrons, avec émission de particules produisant une grande quantité de chaleur.
- ☞ Les neutrons libérés à leur tour provoquent la fission d'autres noyaux et ainsi de suite. C'est une réaction en chaîne provoquée (radioactivité induite), dégageant une gigantesque chaleur (énergie nucléaire).

III/ L'utilisation des substances radioactives.

1/ Production de l'énergie électrique. Voir le document 5

Réponses :

- ☞ La fission des atomes d'uranium au cœur du réacteur nucléaire, dégage de la chaleur.
- ☞ Cette chaleur transforme l'eau en vapeur, qui fait tourner une turbine reliée à un alternateur produisant de l'électricité.
- ☞ La réaction nucléaire est contrôlée par des tiges de cadmium qui absorbent une partie des neutrons issus de la fission nucléaire, ce qui permet de réguler la libération de l'énergie.

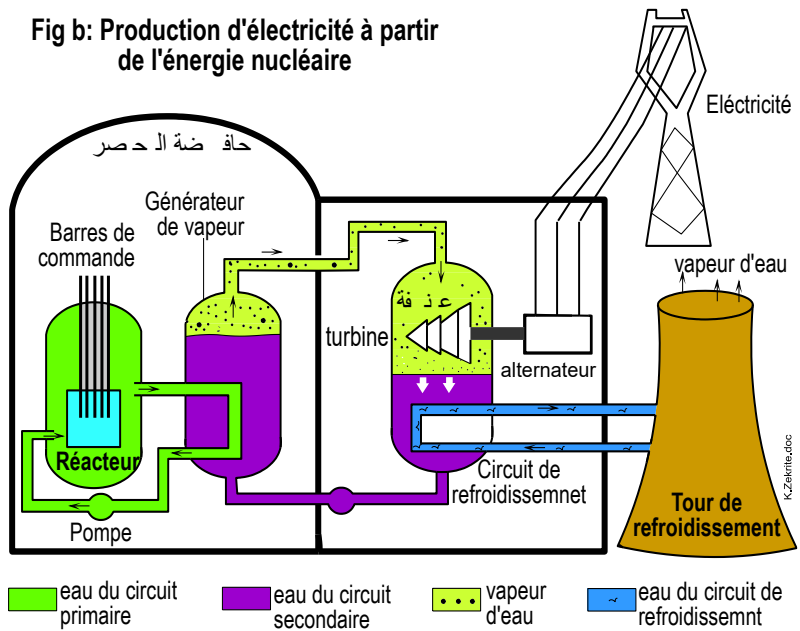
Document 5: Production d'électricité dans les centrales nucléaires



Fig a: Une centrale nucléaire au Sénégal

Il existe actuellement environ 400 centrales nucléaires réparties en 32 pays au monde. L'énergie nucléaire est devenue une source importante de production d'électricité. Aujourd'hui l'énergie nucléaire satisfait 17% de la demande mondiale de l'électricité.

Fig b: Production d'électricité à partir de l'énergie nucléaire



Document 5 : **Expliquez brièvement** comment fonctionne une centrale nucléaire de production d'électricité.

2/ La datation absolue au moyen des éléments radioactifs.

En haute atmosphère, l'azote se transforme en carbone ^{14}C radioactif selon la réaction :



Par photosynthèse, les plantes absorbent le CO_2 et fixent le ^{12}C et le ^{14}C , alors que les animaux le fixent par alimentation. Après la mort l'absorption du ^{14}C cesse, alors que sa désintégration continue, ce qui entraîne sa diminution dans les tissus avec une demie - vie de 5730 année.

La date de la mort d'un organisme est déterminée par le rapport a/a_0 avec :

a = la radioactivité restante dans un fragment d'organisme fossile.

a_0 = radioactivité dans un organisme actuel de la même espèce.

On a pu dater par cette méthode des événements géologiques, des fossiles et des roches âgées de plus de 3 milliards d'années.

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

3/ Utilisation des éléments radioactifs dans le domaine industriel :

Menez une petite recherche sur l'utilisation des éléments radioactifs dans le domaine industriel.

Le traitement avec les radiations ionisantes est une méthode physique utilisant des radiations γ émises par le Cobalt 60 radioactif, ou les rayons X.

Elle détruit à froid les microorganismes et assure une meilleure conservation des produits alimentaires (viande, poisson, légumes, épices ...).



🐛 Elle inhibe aussi la germination des graines et des bulbes et élimine les insectes parasites.

4/ Utilisation des éléments radioactifs dans le domaine médical

La scintigraphie est une technique d'imagerie médicale, qui utilise les éléments radioactifs, elle permet le diagnostic de certaines maladies.



Photo d'une thyroïde normale sans dysfonctionnement

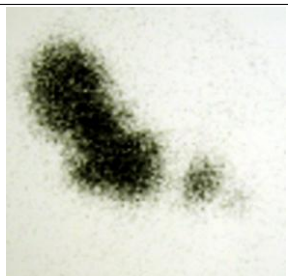


Photo d'une thyroïde anormale présentant un dysfonctionnement

La radiothérapie est un traitement locorégional des cancers. Elle consiste à utiliser des rayonnements pour détruire les cellules cancéreuses en bloquant leur capacité à se multiplier.



Doc 6 : Utilisation des éléments radioactifs dans le domaine médical

👉 Doc 6 : Résumez les utilisations des éléments nucléaires en médecine.

Les éléments nucléaires sont utilisés en médecine pour diagnostiquer et traiter des maladies grâce à leur radioactivité :

- Diagnostic : imagerie médicale (scintigraphie, PET) pour visualiser les organes et les tumeurs.
- Traitement : radiothérapie pour détruire les cellules cancéreuses.
- Stérilisation : irradiation du matériel médical.

III/ Les dangers de la pollution nucléaire

1/ Les sources des rayonnements nucléaires

Document 7 : Source des rayonnements nucléaires agissant sur le corps

Sievert (Sr)= unité de mesure de la radioactivité, elle exprime l'impact biologique des rayonnements sur l'organisme.

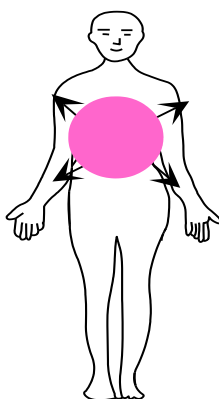
Rayonnements naturels

Cosmique **0,3mSv/an**

Matériaux terrestres **0,4mSv/an**

Radon (gaz naturel radioactif) **1,2mSv/an**

K.Zekrite.doc



Rayonnements artificiels

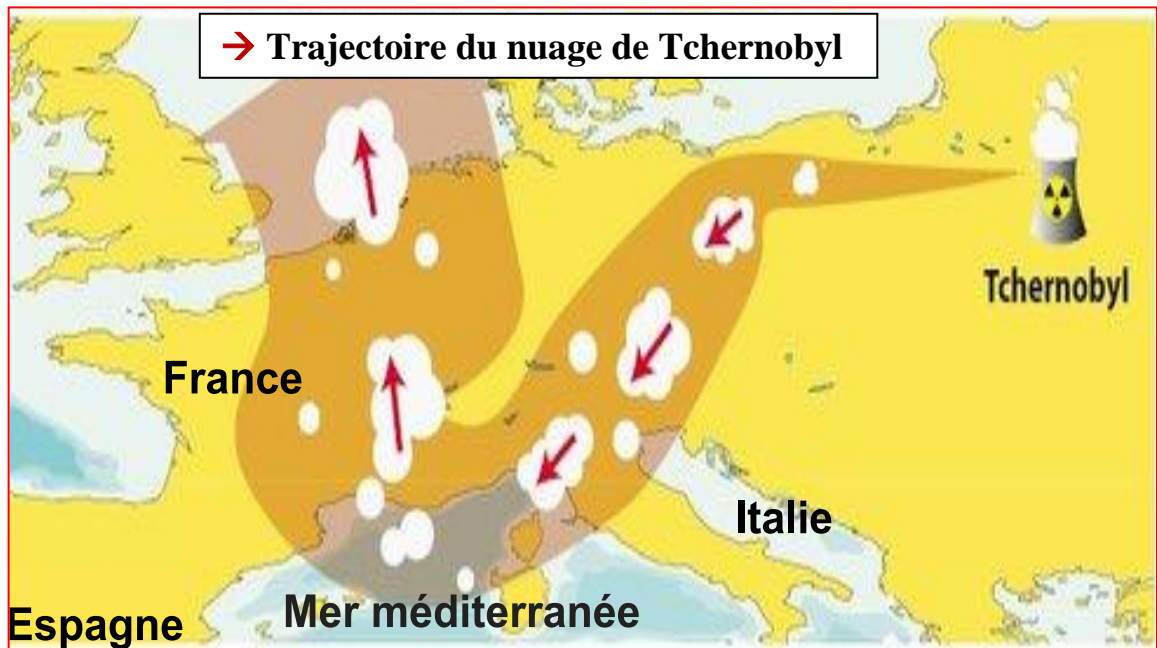
Industrienucléaire **0,001mSv/an**

Radiologie **0,7mSv/an**

Télévision, appareils électroniques... **0,02mSv/an**

Document 8 : Accident nucléaires de Tchernobyl

Pendant la nuit du 26 avril 1986, le réacteur n° 4 de la centrale nucléaire de Tchernobyl (Ukraine) explosait, libérant dans l'atmosphère une quantité exceptionnelle de radioactivité. Après l'explosion, ce nuage radioactif s'est déplacé par le vent, et a recouvert près de 40% de l'Europe.



4400 personnes dans la seule Ukraine ont été tuées suite à l'explosion du fait de l'incendie. Environ 7 millions de personnes en Biélorussie بیلاروسیا, en Russie et en Ukraine souffrent physiquement ou psychologiquement des effets des rayonnements liés à la catastrophe. Certains radioéléments échappés de Tchernobyl sont toujours actifs, le césium 137, l'un des plus nocifs, possède une demi-vie d'environ trente ans. Les rayonnements créent une instabilité génétique qui pourrait continuer à s'exprimer dans les générations à venir.

↳ Doc 7 et 8 : **Quelles** sont les principales sources d'irradiation auxquelles le corps humain est exposé au quotidien ?

Notre corps est constamment soumis à des irradiations de sources différentes :

↻ **Irradiations naturelles** : rayonnement cosmique du soleil, radioactivité de l'écorce terrestre, du gaz radon et de la radioactivité naturelle du corps humain.

↻ **Irradiations artificielles** : examens radiologiques, la télévision et appareils électroniques, peinture luminescente, des poussières radioactives de sources diverses : rejets d'installations nucléaires, essais nucléaires, accidents dans les centrales nucléaires comme celui de Tchernobyl...

2/ Impact des rayonnements nucléaires sur la santé:

Document 8 et 9

Document 9 : Impact de la radioactivité sur la santé

Doses de la radioactivité (mSv)	les effets immédiats
0 - 250	Sans impact
250 - 1000	Modification nette de la formule sanguine
1000 - 3000	Nausées, vomissement, fatigue
4500	Mort dans 50% des cas



Brûlure de la peau et malformation des nouveau-nés à la suite de l'explosion de la bombe atomique à Hiroshima.

Doc 8 et 9 : **Dégagez** quelques conséquences de la radioactivité sur la santé.

Réponse :

❁ Bien qu'inodores بدون رائحة et invisibles, les radiations nucléaires peuvent avoir de graves conséquences sur la santé humaine, voire entraîner la mort au bout de quelques heures. Leur impact dépend de la dose reçue et le temps d'exposition, de la nature du rayonnement (α , β , ou γ), de l'endroit irradié, de l'étendue de la zone concernée ...

❁ Les particules radioactives irradient le corps par :

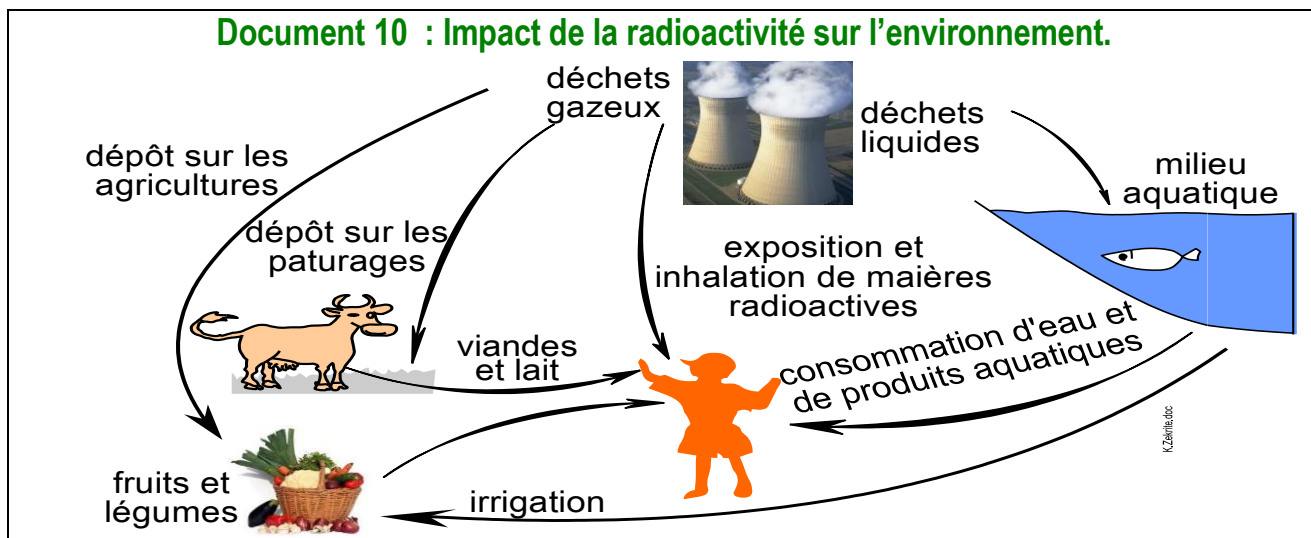
- **Irradiation externe** : exposition de la peau ou des yeux

- **Contamination interne** : les radiations se fixent à l'intérieur du corps, à travers l'inhalation عبر الاستنشاق, le passage au travers de la peau ou l'ingestion d'aliments et d'eau

❁ Les rayonnements agissent sur les cellules et altèrent les molécules d'ADN et entraînent la mort des cellules quand la dose est forte. Ainsi ils causent plusieurs dégâts sanitaires :

- Des mutations qui sont la cause des cancers : de sang, de la thyroïde...
- Des malformations chez le nouveau-né.
- Des brûlures. ■ La stérilité.

3/ Impact des rayonnements nucléaires sur l'environnement:



Doc 10: **Quels** sont les milieux affectés par la radioactivité ?

- Les rayonnements nucléaires provoquent la pollution des trois milieux naturels (eau, sol, air)
- Après contamination des sols et des eaux, il y a transfert et bioaccumulation des déchets radioactifs le long des chaînes alimentaires jusqu'à atteindre des valeurs toxiques dans les tissus des êtres vivants situés au sommet de la pyramide trophique comme l'homme.

III/ Les déchets nucléaires : problématique et gestion

1/ Définition de déchets nucléaires :

Les déchets nucléaires correspondent aux matières radioactives non utilisables et non recyclables, destinés au stockage, produit par les activités utilisant les éléments radioactifs (centrales nucléaires, technologies, radiologie médicale ...)

2/ Classification des déchets nucléaires :

Document 11 : Classification des déchets nucléaires

On distingue 4 grandes classes de déchets nucléaires :

- Les déchets de très faible activité (TFA) : matériaux activés provenant du démantèlement de sites nucléaires
- Type (A) : Déchets de faible à moyenne activité et de courte durée de vie. (leur nocivité ne dépasse pas 300 ans.). Exemples : gants, combinaisons, outils, etc, qui ont été contaminés pendant leur utilisation
- Type (B) : Déchets de faible à moyenne activité et de longue durée de vie.
- Type (C) : Déchets de haute activité et de longue durée de vie (des centaines de milliers, même des millions d'années.)

↳ Déterminez les critères selon lesquels sont classés les déchets nucléaires

Les déchets nucléaires sont classés selon deux critères :

- La durée de leur activité radioactive, déterminée à partir de la demi-vie,
- Le niveau de radioactivité proportionnel à son danger.

3/ Problématique de stockage des déchets nucléaires :

↳ Pourquoi à votre avis le stockage des déchets nucléaires pose un vrai problème ?

Le stockage des déchets nucléaires pose un vrai problème pour plusieurs raisons majeures :

- Les éléments radioactifs continuent leur désintégration sur une longue durée, la perte totale de l'activité radioactive de ces éléments nécessite au moins 20 fois leur demi-vie, ainsi le stockage demanderait des milliers, même des centaines de milliers d'années, ce qui dépasse largement la durée de vie des infrastructures humaines.
- Un impact possible sur des écosystèmes entiers, ces effets peuvent être graves et durables, parfois irréversibles.

4/ Gestion et stockage des déchets nucléaires :

Les concepts de stockage et de gestion doivent isoler les matières radioactives de l'environnement pendant le temps nécessaire à la décroissance de la radioactivité.

👉 **Menez** une petite recherche sur la gestion des déchets nucléaires (l'emballage et le stockage)

a/ Emballage = conditionnement **التعبئة:**

Document 12 : Des colis de stockage des déchets nucléaires

Chaque coli se compose de 15% de déchets et de 85% de parois

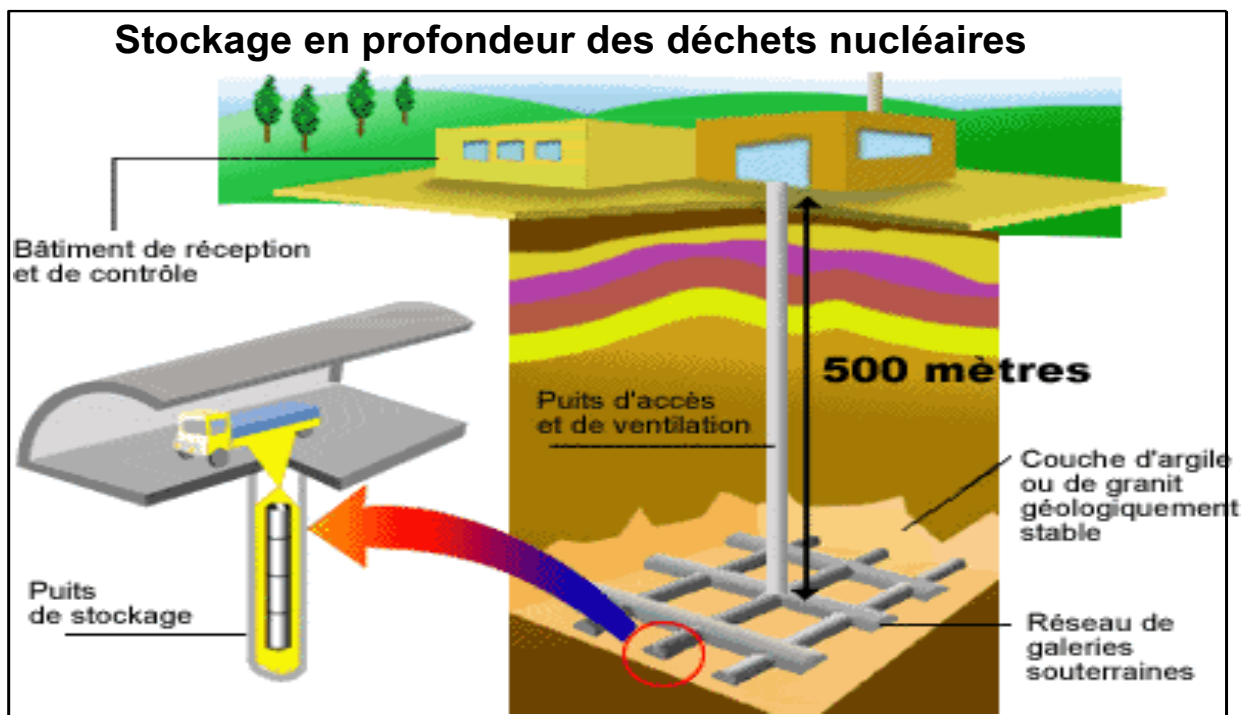


👉 Les déchets radioactifs sont d'abord confinés (تحصر) dans du verre ou du béton.

👉 Après ce confinement, ces déchets sont placés dans des colis en acier inoxydable et résistants aux différentes formes d'érosion et empêchent les fuites radioactives.

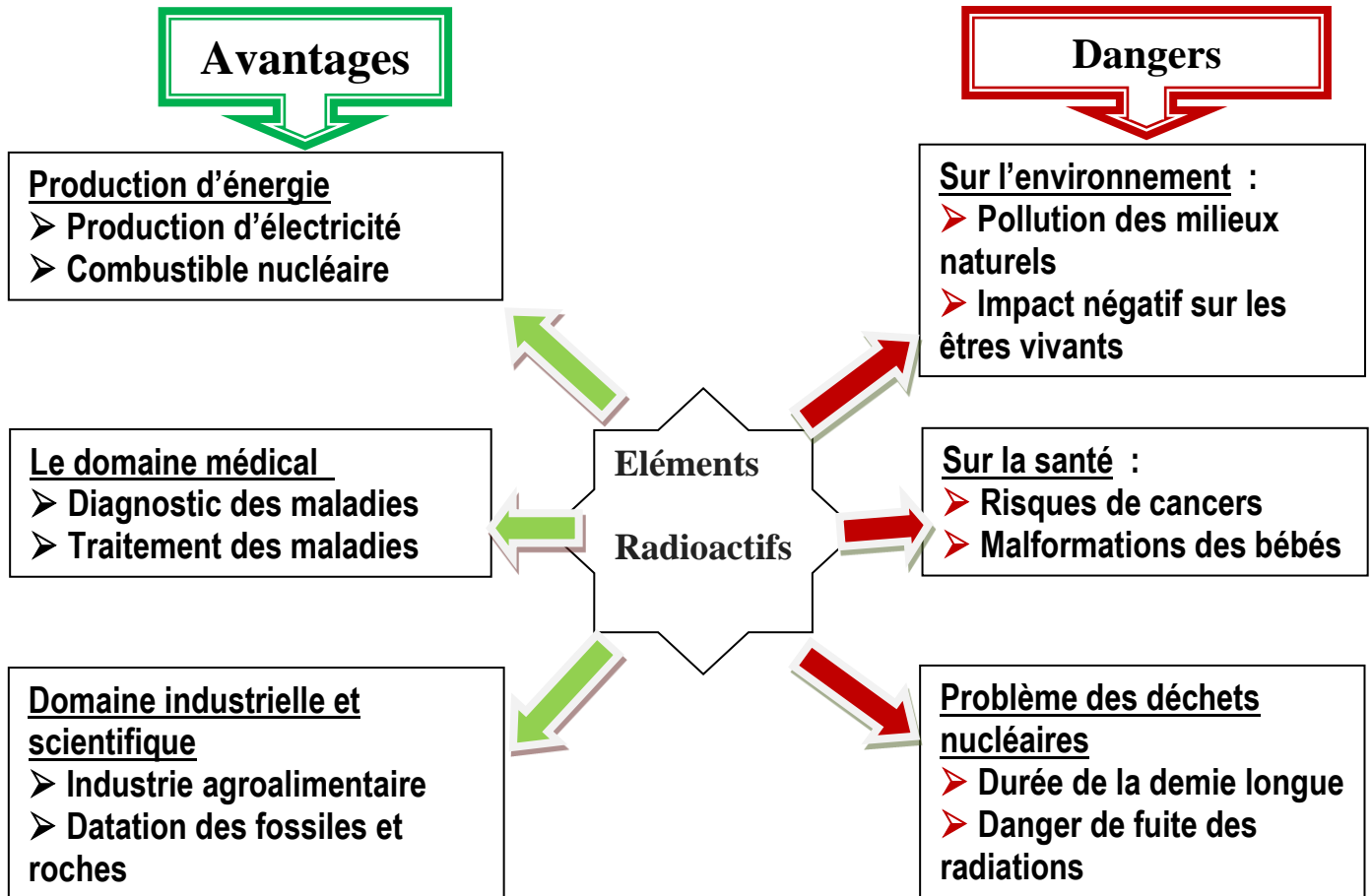
b/ Stockage

Stockage en profondeur des déchets nucléaires



- Pour les déchets de faible à moyenne activité, le stockage des colis se fait dans des centres de stockage contrôlés situés en surface de la terre.
- Pour les déchets hautement radioactifs, à haut risque, le stockage doit se faire dans des endroits de très haute sécurité, en prenant les précautions suivantes :
 - Choix d'un lieu de stockage loin des habitations, dans des endroits où il n'y a pas de circulation des eaux, qui pourrait altérer les colis et disperser la radioactivité.
 - Enfouissement **طمر** des colis à l'intérieur des couches géologiques (argile ou granite) : profondes, stables et imperméables.

Schéma bilan du chapitre 3 : Les éléments radioactifs, utilisations et dangers



Chapitre 4 : Contrôle de la qualité et de la salubrité des milieux naturels.

Les milieux naturels, eau, air et sol connaissent de profonds changements dus aux diverses activités humaines. La qualité de vie des êtres vivants est étroitement liée à l'état de santé de ces milieux naturels.

- Comment peut-on évaluer la qualité des milieux naturels ?
- Quelles sont les mesures prises pour protéger ces milieux et préserver leur biodiversité ?

I/ Contrôle de la qualité des milieux naturels

1/ Contrôle de la qualité de l'air

✓ Document 1 : contrôle de la qualité de l'air

Fig a: Station de contrôle de la qualité de l'air équipée de matériels de contrôls de mesures



Fig b: Polluants atmosphériques dans l'air de la ville de Marrakech (Décembre 2000)

	Station: Bab doukkala	Station: Palmeraie	Normes nationales
Moyenne annuelle de SO ₂ (ug/m ³)	135,6	4,5	100
Moyenne annuelle de NO ₂ (ug/m ³)	84,6	1,7	100
Moyenne de SO ₂ pendant 8h (ug/m ³)	69,2	70,9	100
Moyenne annuelle des particules en suspension	-	-	200

👉 **Montrez** l'importance des stations de contrôle de la qualité de l'air et **déterminez** les critères d'évaluation de la qualité de l'air.

👉 L'organisation mondiale de santé (OMS), a déterminé des normes pour certains polluants, à ne pas dépasser, pour une bonne qualité de l'air et pour une bonne santé. Le respect de ces normes oblige les pays à installer des stations de contrôle de la qualité de l'air dans des endroits différents.

👉 L'évaluation de la qualité de l'air est basée sur les mesures des teneurs de polluants atmosphériques, notamment O₃ de la basse atmosphère, NO₂, SO₂ et les particules en suspension.

👉 Ces mesures ont révélé que les gaz et les particules en suspension sont moins abondants dans les stations contrôlées loin des gares routières.

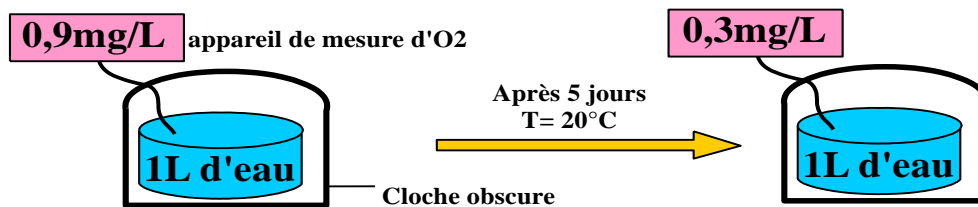
2/ Critères physico-chimiques de mesure de la qualité de l'eau

Doc 2 : Paramètres physico-chimiques de mesure de la qualité d'eau

-----Niveau de qualité décroissant----->

Niveau de qualité ➤	1A Très bonne	1B Bonne	2 Moyenne	2 Mauvaise	4 Très mauvaise
Critères ▼					
Température (°C)	< 20	20 - 22	22 - 25	25 - 30	> 30
Matières en suspension		< 25	25 - 70	70 - 150	> 150
DCO (mg/l)	< 20	20 - 25	25 - 40	40 - 80	> 80
DBO5 (mg/l)	< 3	3 - 5	5 - 10	10 - 25	> 25
NH4 (mg/l)	< 0,1	0,1 - 0,5	0,5 - 2	2 - 8	> 8
NO3 (mg/l)	< 0,1	0,1 - 0,3	0,3 - 1	1 - 2	> 2
NO2 (mg/l)				50 - 100	> 100
SO4 (mg/l)				> 250	
Cl (mg/l)	< 100	100 - 200	200 - 400	400 - 1000	> 1000
O2 dissous (mg/l)	< 7	7 - 5	5 - 3	> 3	

Doc 3 : Mesure de DBO5



$$\text{DBO5} = 0,9 - 0,3 = 0,6 \text{ mg/L} \Rightarrow \text{Cette eau est de très bonne qualité}$$

➤ **Déterminez** les critères d'évaluation de la qualité de l'eau et **définissez** le terme DBO5 et DCO et les matières oxydables (MO) et la relation entre ces valeurs et la qualité de l'eau.

Réponses :

↻ L'évaluation de la qualité d'eau est basée sur la mesure de certains paramètres physico-chimiques : pH, température, transparence, la couleur, le goût, l'odeur, la conductivité, l'O2 dissous, les substances minérales dissoutes (NO2, SO4, Cl...), la DCO, la DBO5, les matières en suspension.

↻ Plus la température, la concentration des matières en suspension et des sels minéraux, la valeur de DBO5 et de DCO sont élevés, plus la qualité d'eau est mauvaise.

↻ Plus la concentration en O2 dissous est faible, plus la qualité d'eau est mauvaise.

↻ **DBO5** : la demande biologique en oxygène pendant 5 jours : c'est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les substances organiques biodégradables qui se trouvent dans l'eau, par les bactéries aérobies, pendant 5 jours. La DBO5 se mesure en obscurité à une température de 20 °C, elle est exprimée en mg/L.

La DBO5 exprime indirectement le taux des substances organiques biodégradables dans l'eau.

🌀 **DCO** : La demande chimique en oxygène : c'est la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation chimique de toutes les substances organiques. Elle est mesurée dans les mêmes conditions de mesure de la DBO5.

La DCO traduit indirectement le taux de toutes les substances organiques (débris végétaux, pesticides).

🌀 **MO** : matières oxydables est un critère synthétique qui tient compte à la fois de la DBO5 et la DCO :

$$MO = \frac{2DBO5 + DCO}{3}$$

Plus la valeur de MO est élevée, plus la qualité de l'eau est mauvaise.

3/ Critères biologiques de mesure de la qualité de l'eau

Document 4 : Quelques invertébrés indicateurs de la qualité d'eau

Larve d'éphémère indicateur d'eaux pures

Larve de chironomes indicateur d'eaux polluée



Doc 5 : Evaluation de la qualité de l'eau en utilisant l'indice biotique (IB)

Sensibilité décroissante à la pollution organique	Unités taxonomiques		Nombre de familles de chaque unité taxonomique	Nombre total des unités taxonomiques dans l'échantillon				
				0 à 1	2 à 5	6 à 10	11 à 15	≥16
	Indice biotique (IB)							
①	Plécoptères ; Ecdyonurides (type d'Ephéméroptères)	Plus de 1	-	7	8	9	10	
		1	5	6	7	8	9	
②	Trichoptères	Plus de 1	-	6	7	8	9	
		1	5	5	6	7	8	
③	Ephéméroptères ; Mollusques bivalves	Plus de 2	-	5	6	7	8	
		2 ou moins	3	4	5	6	7	
④	Hémiptères ; Libellules Crustacées ; Snails d'eau		3	4	5	6	7	
⑤	Sangsue ; Hémiptères		2	3	4	5	-	
⑥	Vers tubifex; Larves des chironomes.		1	2	3	-	-	
⑦	Larves des mouches des fleurs		0	1	1	-	-	

 Limite de pollution
 eaux non polluée
 eau polluée

🌀 **Doc 5 et 6 : Déterminez** les critères d'évaluation du degré de pollution des eaux courantes l'eau.

Réponses :

On peut estimer le degré de pollution des eaux courantes à partir de:

🌀 La présence, dans l'eau, des organismes invertébrés dits indicateurs :

■ Indicateurs d'eaux pures : organismes très sensibles à la pollution organique et aux bactéries. Exemple : larves d'éphéméroptères et plécoptères.

■ Indicateurs d'eaux polluées : organismes qui ne se développent que dans une eau riche en matières organiques. Ce sont des indicateurs de la pollution organique. Exemple : larves de chironomes, vers tubifex mais aussi de nombreuses algues et bactéries.

🌀 **L'indice biotique (IB)** : On peut chiffrer la qualité de l'eau en utilisant l'indice biotique, en effet :

On prélève un échantillon d'une cour d'eau, et on détermine le groupe d'invertébrés indicateur, c'est-à-dire le plus sensible à la pollution de l'eau et le nombre de familles dans cette unité taxonomique. D'autre part, on détermine l'ensemble des unités taxonomiques (systématiques) présentes dans l'échantillon d'eau. Le recoupement entre la ligne correspondant au groupe indicateur avec la colonne correspondant au nombre des unités taxonomiques indique une valeur de l'indice biotique (IB).

La valeur (IB) permet de déterminer la qualité de l'eau :

- Si l'indice biotique > 5 → Eau non polluées
- Si l'indice biotique ≤ 5 → Eau polluée.

Exemple :

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

Exercice d'application : Considérons un échantillon d'eau contenant les organismes suivants

Unités systématiques ➤	Ephéméroptères (autres que Ecdyonurides)	Libellules	Sangsue	Mollusques bivalves
Nombre	04	02	05	02
Total	13			

Question : Déterminer la valeur de l'indice biotique (IB) et classer l'eau étudiée

Réponse :

🌀 On détermine d'abord le groupe d'invertébrés indicateur, c'est-à-dire le plus sensible à la pollution de l'eau, c'est le groupe des Ephéméroptères et des Mollusques bivalves : Unités taxonomiques n°3, le nombre de familles dans cette unité est 2 (les éphéméroptères et les mollusques).

🌀 D'autre part le total des unités systématiques est 13.

🌀 On lit la valeur correspondante au recoupement entre la ligne de l'unité n°3, 2^{ème} ligne (2 ou moins) et la colonne (11 à 15) :

IB = 6 → L'eau étudiée n'est pas polluée

4/ Contrôle de la qualité du sol : (IBQS)

* La biodiversité biologique est considérée comme un bon critère d'évaluation de la qualité du sol. Elle peut être mesurée à l'aide de **l'indice biotique de qualité du sol (IBQS)**, qu'on peut déterminer en se basant sur la macrofaune du sol.

* Certaines espèces de ces organismes sont de bons indicateurs de la qualité du sol. La qualité est évaluée par une note allant de 1 à 20.

$$IBQS = \sum Ln (D_i + 1) \cdot S_i$$

D_i = abondance moyenne des groupes faunistiques indicateurs dans 10 relevés du sol.

S_i = capacité de distinction de ces groupes.

IBQS faible → le sol est de mauvaise qualité

IBQS élevé → le sol est de bonne qualité

IBQS	Note attribuée	Type de qualité	Evaluation de la qualité
< 282 – 685	1 – 4	I	Mauvaise
686 – 1089	5 – 8	II	Moyenne
1090 – 1492	9 – 12	III	Bonne
3941 – 1997	13 - 17	IV	Très bonne
8991 - 2300	18 - 20	V	Excellente

Plus les valeurs de IBQS sont élevées plus la qualité du sol est excellente.

III/ L'état de santé des milieux naturels, dégradation et préservation

1/ Dégradation des milieux naturels

Les différents aspects de dégradation des milieux naturels, déforestation, pollution, désertification,... sont désormais accentués par le modernisme de la civilisation humaine. Ainsi un grand nombre d'espèces végétales et animales sont disparus de notre monde, alors que d'autres sont en voie de disparition.

La préservation des espèces menacées est devenue une préoccupation aussi bien nationale qu'internationale.



2/ Préservation de la santé des milieux naturels au Maroc

Les accords internationaux الاتفاقيات الدولية issues du congrès مؤتمر de Rio 1992, dont le Maroc est membre signataire عضو موقع, ont activé la coordination des efforts الجهودات لتنسيق entre les états afin de concrétiser تشكيل les moyens de préservation des ressources naturelles, dans un cadre de développement durable تنمية مستدامة, en association avec des organismes nationaux et internationaux هيئات وطنية ودولية. Ainsi les réserves naturelles, zones protégées sont devenues l'occupation principale d'organisations nationales (fondations Mohamed VI pour la protection de l'environnement, association Marocaine pour la protection des animaux, association des enseignants des sciences de la vie et de la terre) pour la protection de la diversité biologique.

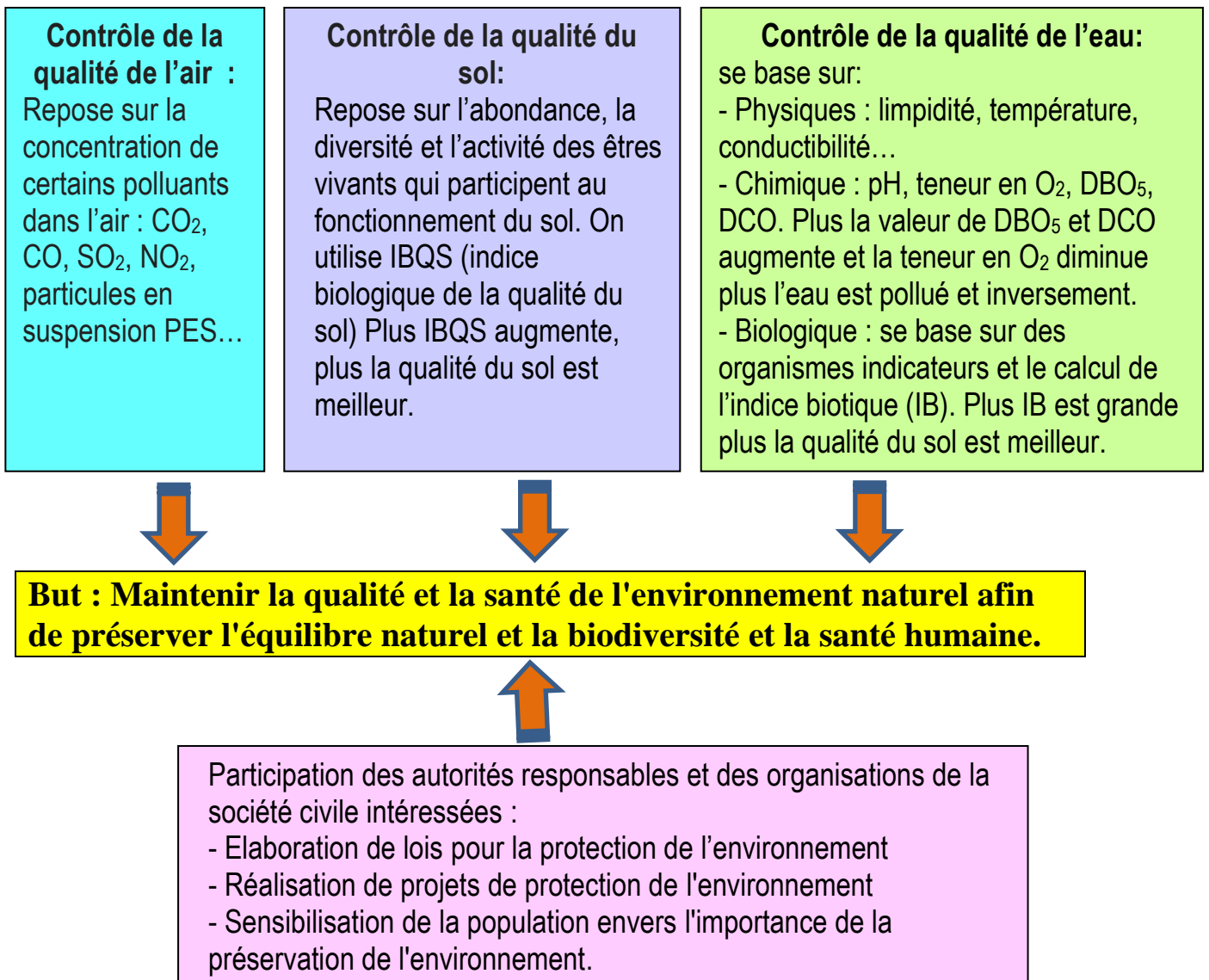


Parc national de Toubkal (Maroc)
المنتزه الوطني لتوبقال (المغرب)



Réserve nationale de Sidi Boughaba (Maroc)
المحمية الوطنية لسيدي بوعابة (المغرب)

Bilan du chapitre 4



رجاء لا تنسوني من صالح دعائكم

