

REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTERE DE L'EDUCATION

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

2^{ème} année de l'enseignement secondaire
Sciences

Les auteurs

Ali TRIAA
Inspecteur

Hechmi ZOUAOUI
Inspecteur principal

Leila KHEROUF
Professeur principal

Yassine GUIGA
Professeur principal

Les évaluateurs

Hédi BOUZID
Inspecteur général de l'éducation

Mongi ABID
Inspecteur général de l'éducation

Edition mise à jour et adaptée par

Hédi BOUZID
Inspecteur général de l'éducation

Hechmi ZOUAOUI
Inspecteur principal

Centre National Pédagogique

Remerciements

***Les auteurs remercient Monsieur Mohamed BOUSSAÏD
professeur à l'INSAT et Monsieur Foued ZARGOUNI
professeur à la faculté des sciences de Tunis pour les documents
qu'ils ont mis à leur disposition et les conseils qu'ils leur ont
prodigués ainsi que l'équipe technique du centre national
pédagogique pour leur collaboration et leur patience.***

AVANT-PROPOS

Les auteurs ont conçu ce manuel en se fixant des objectifs fondamentaux pour la formation des élèves :

- développer la pratique de la démarche scientifique ;
- construire le savoir scientifique de la classe de deuxième année sciences, en s'appuyant sur des activités variées ;
- favoriser le travail personnel et développer l'autonomie de l'élève.

Le manuel est composé de trois parties correspondant aux trois thèmes du programme officiel.

Chaque partie est conçue selon un modèle intégratif.

Une introduction présente les différents chapitres.

Des situations d'intégration, fournies à titre indicatif, comportent un ensemble de données et de tâches à effectuer visant une réflexion globale.

La rubrique "Préacquis" présente les connaissances acquises au collège et en première année secondaire indispensables pour mieux entrer dans le domaine scientifique que les différents chapitres développent.

Chaque chapitre est composé de trois parties :

- Des activités aident à résoudre le problème préalablement posé.
- Un bilan rassemble, en fin de chapitre, les connaissances scientifiques construites.
- Des exercices variés permettent aux élèves de vérifier leurs connaissances et d'exercer les compétences méthodologiques acquises au cours des activités.

Les auteurs

EXPLOITATION RATIONNELLE DES RESSOURCES GÉOLOGIQUES



1. Puits de pétrole off shore - Ashtart

L'homme extrait les matériaux du sous-sol (eau, calcaires, pétrole, phosphates, minéraux...) et les exploite pour la construction, la production d'énergie, la métallurgie, la production d'engrais... Les géologues, à la recherche de nouveaux gisements (lieux d'accumulation de ces ressources), explorent le sous-sol et utilisent des cartes topographiques et des cartes géologiques pour bien connaître les terrains et leur structure en profondeur, ainsi que les conditions de formation de ces gisements.

Ces ressources ne sont pas inépuisables. Pourtant, leur utilisation ne cesse d'augmenter pour répondre aux besoins croissants de l'Homme. De plus, leur exploitation entraîne une pollution de l'environnement. Pour assurer le développement durable, une exploitation rationnelle de ces ressources s'impose.



2. Site de lavage des phosphates à Redayef

1. Qu'est-ce qu'une carte topographique ?
2. Qu'est-ce qu'une carte géologique ?
3. Quelles connaissances géologiques mobilise-t-on pour explorer les ressources géologiques ?
4. Comment exploite-t-on rationnellement ces ressources géologiques ?

Dans cette partie, vous étudierez les chapitres suivants :

Chapitre 1

La carte topographique..... p.8

Chapitre 2

Notion de stratigraphie et de tectonique..... p.17

Chapitre 3

La carte géologique..... p.31

Chapitre 4

Les ressources en eau et leur exploitation..... p.37

Chapitre 5

Une roche sédimentaire à intérêt économique: les phosphates p.52

Chapitre 6

Une roche sédimentaire à intérêt économique: le pétrole p.67

SITUATION D'INTÉGRATION

Les ressources géologiques occupent une place importante dans les activités humaines. Certaines de ces ressources couvrent presque tout l'ensemble de notre territoire (sables, calcaires, argiles, gypse).

D'autres, comme le pétrole et les phosphates sont concentrés dans des zones limitées du globe où ils forment des gisements.

Le pétrole, source d'énergie, est une ressource non renouvelable, de plus sa formation demande des millions d'années.

L'eau est aussi une ressource géologique vitale, elle est exploitée dans des sources et des puits. Elle constitue une ressource renouvelable mais elle n'est pas inépuisable ; une réserve d'eau polluée devient inutilisable.

En 2000 la production tunisienne des phosphates est de huit millions de tonnes.

Il aura fallu 400 millions d'années à la Terre pour créer ses réserves en pétrole et moins de 200 ans à l'homme pour les épuiser.

Les déchets solides des phosphates rejetés par les industries tunisiennes sont de l'ordre de 310 000 tonnes par an.

Réalisez un dossier, une affiche, un poster, un diaporama ou une séquence vidéo... traitant l'un des points suivants :

- La localisation des ressources géologiques de votre région et les aménagements réalisés pour leur exploitation (carrières, mines, barrages, lacs collinaires...)
- Les domaines d'exploitation des ressources géologiques à intérêt économique.
- Les méthodes utilisées pour la découverte de ces ressources.
- Les conséquences éventuelles de la surexploitation de ces ressources sur l'environnement et les solutions pour préserver ce dernier.

LES PRÉACQUIS

- 】 **Un paysage est composé par les éléments suivants :**
 - la forme du relief ou l'ensemble des inégalités de la surface (montagnes, collines, plaines...),
 - la présence d'eau (oued, mer...),
 - les aménagements réalisés par l'homme (habitations, routes...),
 - la végétation,
 - les roches visibles à la surface ou **affleurements**.

- 】 L'étude d'un paysage ou site géologique se fait à l'aide de **cartes** et l'observation d'affleurements naturels (falaise, berges d'un oued) ou artificiels (carrières)...

- 】 Le sous-sol est formé de **roches**. Il est souvent recouvert par le sol, milieu abritant des êtres vivants.

- 】 **La nature des roches** peut expliquer le modelé d'un paysage : les roches dures (calcaires), résistant à l'érosion forment les parties saillantes, les roches tendres (argiles) forment des creux.

- 】 Les roches sont souvent disposées en couches ou **strates** qui se sont formées par l'accumulation de matériaux ou **sédimentation**.

- 】 Les strates peuvent renfermer **des fossiles** ou restes d'êtres vivants ayant vécu il y a des millions d'années.

- 】 L'étude de la disposition des strates, de leurs déformations et l'étude des fossiles permettent de reconstituer **l'histoire géologique d'une région** (sédimentation, plissement).

LA CARTE TOPOGRAPHIQUE



1. Cultures étagées : les limites des champs correspondent approximativement à des courbes de niveau

En raison de la grande diversité des informations qu'elles comportent, les cartes topographiques servent le plus souvent de cartes de référence pour s'informer sur les caractéristiques naturelles (forme des reliefs, cours d'eau ...) et artificielles (routes, voies ferrées ...) de la région représentée sur la carte.

1. Comment un relief est-il représenté sur une carte ?
2. Comment représente-t-on la forme d'un relief à partir d'une carte ?

Sommaire

Pages

■ La représentation du relief	9
■ Bilan	14
■ Exercices	15

LA REPRÉSENTATION D'UN RELIEF

La surface de la terre n'est pas plane. On observe des montagnes, des collines, des vallées, des plaines, des oueds... Ce sont des formes de relief. Les géologues ont pu dresser des cartes représentant le relief avec précision. Ce sont les cartes topographiques.

1. Qu'est-ce qu'une carte topographique ?
2. Comment le relief est-il représenté sur une carte topographique ?

1 - Lecture d'une carte topographique régionale



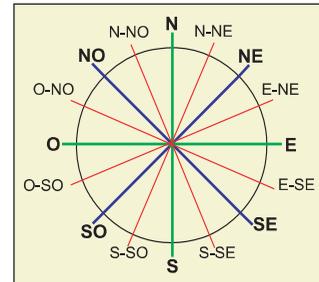
2. Extrait d'une carte topographique de l'Ariana à l'échelle 1/25000

Chercher des informations

Observer une carte topographique régionale.

L'orientation :

1. Repérer le nord de la carte.
2. Repérer une localité de votre choix puis l'orienter en utilisant les points cardinaux.



Les points cardinaux

L'échelle :

1. Relever l'échelle de la carte.
2. Sur la carte topographique mesurer la distance entre deux points et calculer la distance réelle correspondante.
3. Donner la signification de l'échelle de la carte.

L'échelle d'une carte est la réduction des dimensions réelles, elle est exprimée souvent sous la forme : $1/X$.

La légende :

1. Repérer une montagne. Comment est-elle représentée sur la carte ?
2. Donner la signification des chiffres placés sur les traits de couleur bistre.
3. Donner la signification de ces traits.
4. Quels sont les différents types de courbes de niveau ?
5. Préciser l'équidistance de la carte.
6. Pourquoi les courbes de niveau sont-elles serrées dans certains endroits et espacées dans d'autres ?

Le point coté indique l'altitude précise d'un relief par rapport au niveau de la mer (niveau zéro).

L'équidistance est la différence d'altitude entre deux courbes de niveau consécutives.

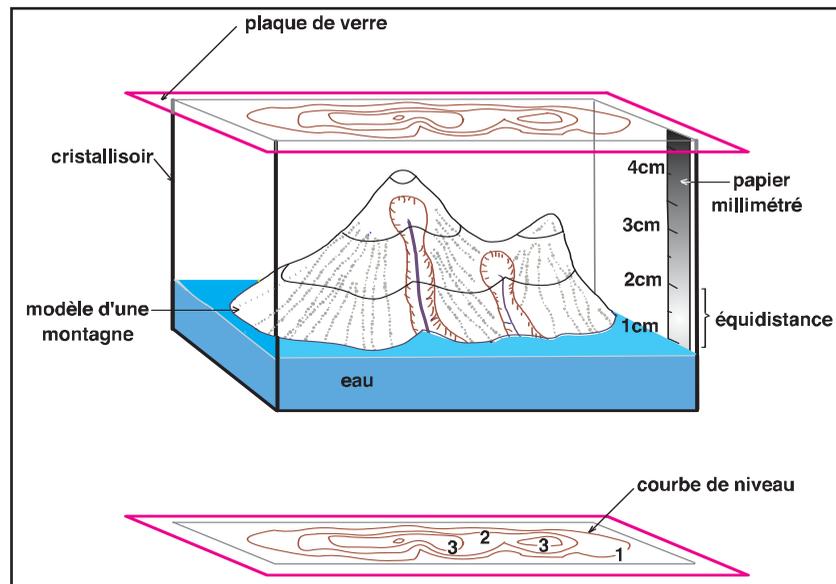
2 - La représentation d'une carte topographique

Manipulation : Comment représenter un relief sur un plan.

MANIPULER

Méthode 1

- Fabriquer un modèle de montagne à l'aide de la pâte à modeler.
- Matérialiser, à l'aide d'un scalpel, un cours d'eau.
- Placer le «relief» dans un cristallisoir.
- Coller une bande de papier millimétré sur la paroi externe du cristallisoir. Le point 0 correspond à la base du relief.
- Couvrir le cristallisoir d'une plaque de verre puis repérer le bord du cristallisoir par une ligne de couleur.
- Se placer à l'aplomb du «relief» puis tracer sur la plaque de verre le contour de la base du relief (altitude 0).
- Verser de l'eau colorée dans le cristallisoir jusqu'à la graduation un centimètre du papier millimétré.
- Puis tracer, de la même manière la courbe qui correspond à l'intersection «eau colorée-relief».
- Recommencer l'opération précédente jusqu'au sommet.
- Représenter le cours d'eau par un tracé bleu.

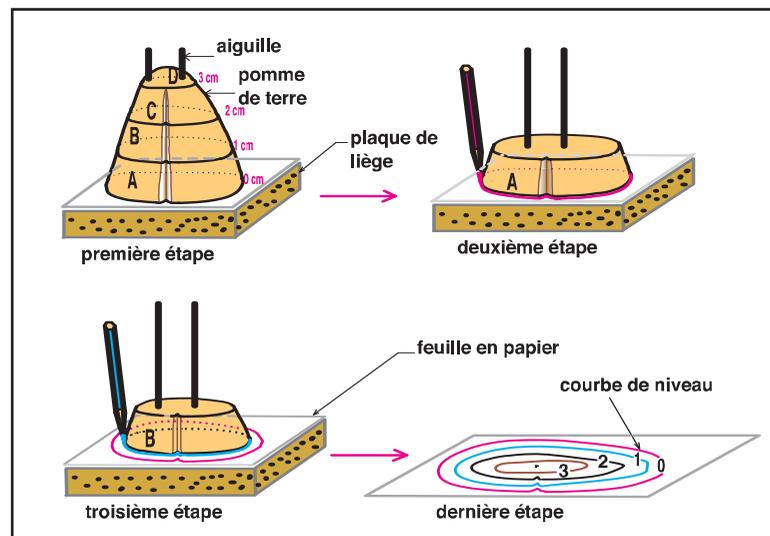


3. Procédé de représentation d'une carte topographique

MANIPULER

Méthode 2

- Utiliser de la pâte à modeler ou choisir la moitié d'une pomme de terre pour matérialiser une montagne avec une pente faible et une pente forte
- Matérialiser un cours d'eau à l'aide d'un scalpel.
- Couper le relief suivant des plans **équidistants** de 1cm ; on obtient alors des tranches horizontales de même épaisseur (1 cm). Fixer les tranches obtenues par deux axes (aiguilles à tricoter). On obtient par exemple 4 tranches A, B, C et D du bas vers le haut. La base de la tranche A est située à une altitude de 0 cm, celle de la tranche B à 1cm... Placer le relief sur une feuille de papier, base A au contact de la feuille.
- Tracer le contour de la base de la tranche A (altitude 0)
- Enlever la tranche A et procéder de la même façon avec la base de la tranche B. Vous tracerez une deuxième courbe (altitude 1cm).
- Continuer avec les autres tranches, on obtiendra ainsi une représentation du relief sur un plan. C'est le principe de **la carte topographique**.



4. Deuxième procédé de représentation d'une carte topographique

Réaliser la manipulation.

Donner la signification :

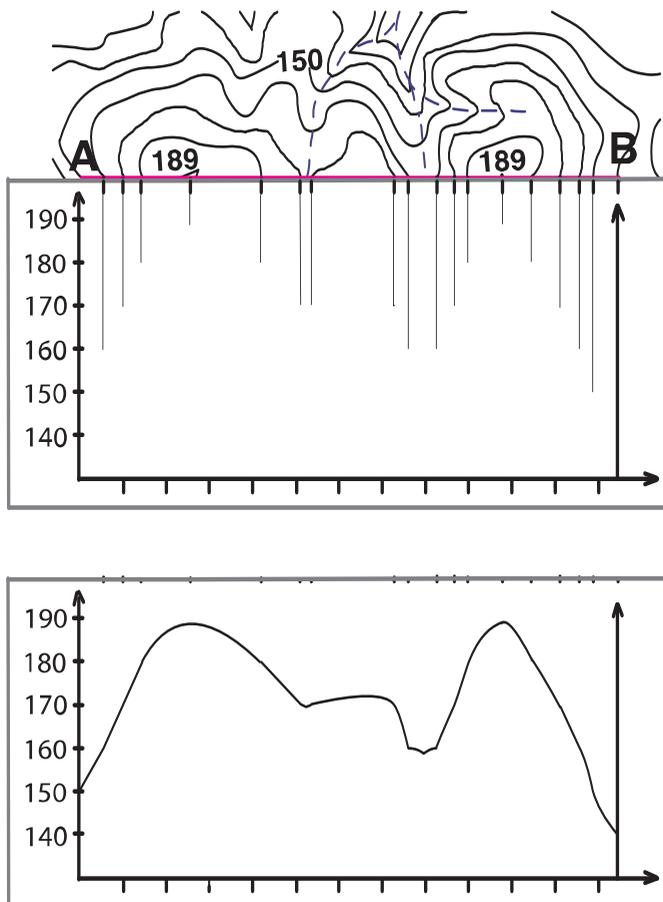
- d'une carte topographique ;
- d'une courbe de niveau
- de l'équidistance.

3 - La réalisation d'un profil topographique.

Un **profil topographique**, entre deux points A et B, est la représentation graphique d'une coupe verticale d'un relief.

On matérialise cette coupe sur la carte topographique par un trait AB.

Comment passer des courbes de niveau à la représentation d'un relief?



1. Tracer et flécher les axes, l'axe horizontal correspond aux distances, l'axe vertical correspond aux altitudes.
2. **Légendrer** les deux axes.
3. Choisir **une échelle** des altitudes puis graduer les axes.
4. **Reporter** chaque point sur le papier millimétré.
5. **Relier** tous les points à main levée pour construire **le profil topographique**.
6. Donner **un titre** au profil obtenu.
7. Indiquer **l'orientation** du profil.
8. Préciser **les échelles** utilisées et **les valeurs** qui permettent la lecture de la courbe représentée.
9. Indiquer **les localités** les plus importantes sur la courbe représentée.

5. Les étapes de réalisation d'un profil topographique de la coupe AB
(extrait de la carte topographique de Jbel Ennahli au 1/25000)

BILAN

1 - La carte topographique (topo = surface, graphe = dessin) est la représentation, à échelle réduite, d'un relief sur un plan. Elle fournit des informations précises sur les formes du relief, la végétation, les réalisations humaines...

2 - L'échelle d'une carte est le rapport d / D entre la distance réduite mesurée sur la carte (d) et la distance réelle correspondante sur le terrain (D), elle est exprimée sous forme d'une fraction : $e = 1 / X$.

Exemple : sur une carte au $1/50\ 000^e$, 1cm sur la carte représente 50 000 cm soit 500m sur le terrain.

3 - La représentation du relief

Le relief est représenté par des courbes appelées courbes de niveau. **Une courbe de niveau** est une ligne reliant tous les points situés à la même altitude.

Des courbes de niveau maîtresses, dessinées en traits plus gras, séparent **des courbes de niveau normales** (traits fins).

Une même différence d'altitude appelée **équidistance** sépare deux courbes de niveau successives. Sa valeur est, selon les cartes, de 5, 10 ou 20m pour les courbes de niveau normales et de 25, 50 ou 100m pour les courbes maîtresses.

L'écartement des courbes, c'est à dire la distance entre les courbes, permet d'estimer la pente : plus la pente est forte, plus les courbes de niveau sont rapprochées, et inversement.

Des points cotés indiquent l'altitude (la hauteur) de points particuliers (sommets, cuvettes...).

4 - La réalisation d'un profil topographique

Un profil topographique, entre deux points A et B, fournit une représentation du relief selon une ligne droite que l'on suivrait pour aller du point A vers le point B. La distance est portée en abscisse, l'altitude en ordonnée.

Une feuille de papier millimétré est appliquée contre le trait de coupe AB. L'intersection des courbes de niveau avec celui-ci est reporté à l'altitude selon l'axe des ordonnées. Le profil topographique est obtenu en reliant les différents points.

EXERCICES

RESTITUER SES CONNAISSANCES

Pour chaque item, relever la (ou les) réponse(s) correcte(s) :

- 1 - La carte topographique est :
 - a- la représentation des routes et des sites touristiques.
 - b- la représentation du sous-sol.
 - c- une photographie aérienne.
 - d- une projection du relief.

- 2 - Une courbe de niveau est une ligne fermée qui représente :
 - a- les cours d'eau.
 - b- les nappes phréatiques.
 - c- la projection des points d'un relief possédant la même altitude.
 - d- la projection des points d'un relief possédant la même latitude.

- 3 - Des courbes de niveau très rapprochées représentent :
 - a- une plaine.
 - b- un sommet.
 - c- une forte pente.
 - d- une cuvette.

- 4 - Sur une carte topographique dont l'échelle est au 1/100.000 ; la distance réelle qui sépare deux villes espacées de 15 cm sur la carte est de :
 - a- 1,5 Km
 - b- 15 Km
 - c- 150 Km
 - d- 1500 Km.

- 5 - Sur une carte topographique le rapport d/D, égal à 15 centimètres sur 7 500 mètres, correspond à une échelle de :
 - a- 1/5 000
 - b- 1/75 000
 - c- 1/50 000
 - d- 1/500 000

- 6 - Le point coté d'un relief indique :
 - a- le sommet.
 - b- l'altitude d'une courbe de niveau.
 - c- la pente
 - d- le point le plus bas d'un bassin.

EXERCICES

APPLIQUER SES CONNAISSANCES

EXERCICE CORRIGÉ :

Déterminer l'échelle d'une carte.

Données : distance réelle = 800 m, distance mesurée sur la carte = 4 cm

CORRIGÉ

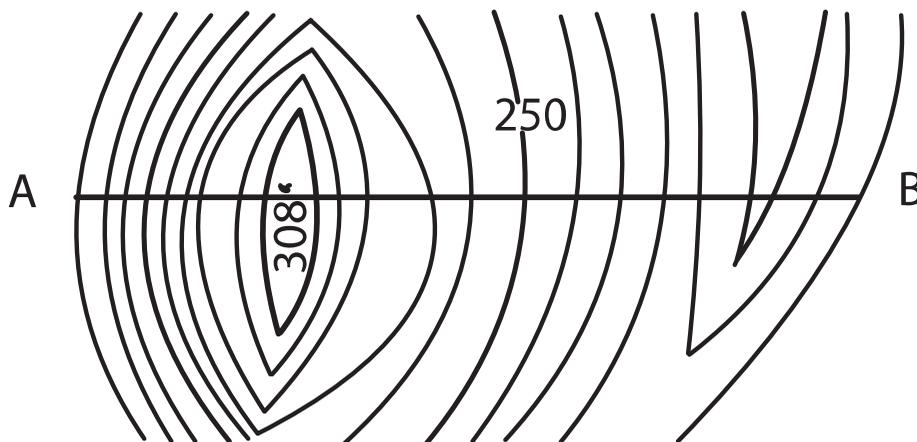
L'échelle d'une carte peut être exprimée ainsi :

$$\text{Echelle (e)} = \frac{\text{Distance réduite mesurée sur la carte (d)}}{\text{Distance réelle mesurée sur le terrain (D)}}$$

On convertit la distance réelle en cm ; soit $d = 80\,000\text{cm}$
L'échelle est donc égale à : $e = 4 / 80\,000 = 1 / 20\,000$

EXERCICES NON CORRIGÉS :

1. Calculer la distance réelle correspondante à une distance réduite de 6 cm sur une carte à l'échelle de $1 / 50\,000$.
2. Calculer la distance réduite, correspondante à une distance réelle de 5 Km, sur une carte à l'échelle de $1 / 25\,000$.
3. Le document ci-dessous représente un extrait d'une carte topographique régionale au $1 / 50\,000$
 - a - Déterminer l'équidistance de la carte.
 - b - Représenter, sur une feuille de papier millimétré, le profil topographique qui passe par le trait de coupe AB.
 - c- Décrire le relief obtenu.

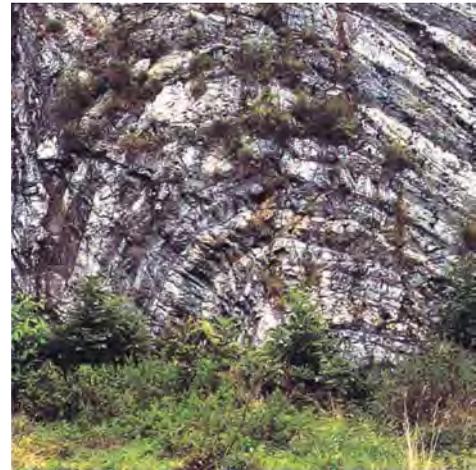


Extrait d'une carte topographique

NOTIONS DE STRATIGRAPHIE ET DE TECTONIQUE



1. Une structure tabulaire dans la région de Ras Aneur (Kerkena)
Photo prêtée par M. Mongi ABID



2. Une structure plissée

La surface de la Terre montre des couches horizontales ou déformées (plissées ou fracturées).

1. Comment explique-t-on l'horizontalité des couches ?
2. Quelles sont les informations fournies par l'étude des strates ?
3. Comment explique-t-on les déformations des roches ?

Sommaire

Pages

■ Les principes de la stratigraphie	18
■ Les plis et les failles	23
■ Bilan	27
■ Exercices	29

LES PRINCIPES DE LA STRATIGRAPHIE

Les roches sont disposées en couches superposées.

- 1 – Comment explique-t-on la formation des strates ?
- 2 – Comment date-t-on les couches les unes par rapport aux autres ?

1 - La sédimentation

MANIPULER

Dans un bêcher rempli d'eau, on verse du sable de couleur brune (a). On rajoute du sable de couleur blanche (b). Puis on rajoute du sable de couleur rouge (c).



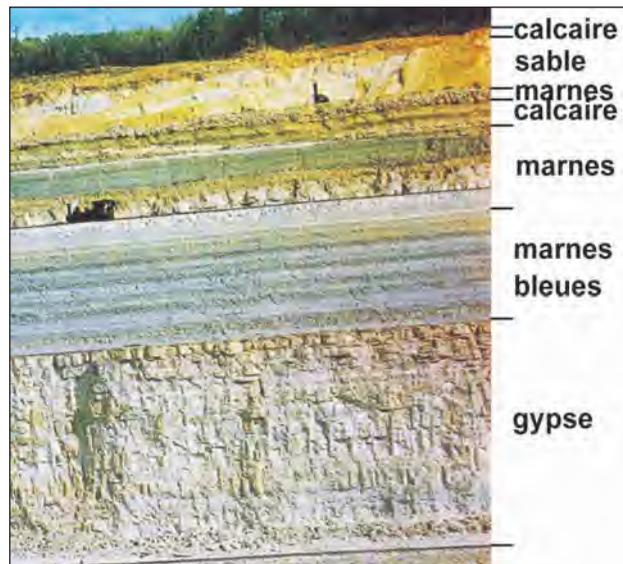
3. Une expérience pour mettre en évidence la sédimentation et l'ordre de superposition des strates

La sédimentation est le dépôt de matériaux transportés par les eaux ou le vent dans un bassin sédimentaire (la mer).

La chronologie relative permet de dater les événements de l'histoire de la terre les uns par rapport aux autres.

Réaliser la manipulation.

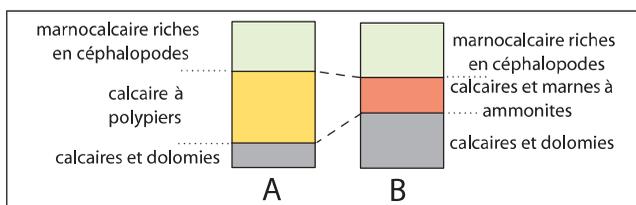
- Décrire les résultats obtenus.
- Proposer une explication aux résultats obtenus.
- Etablir l'ordre de succession des trois couches.



4. Photo montrant des strates horizontales

- 1- Indiquer l'ordre de superposition des strates observées sur le document 4.
- 2- En déduire le principe de superposition.

2 - Le principe de continuité



5. Coupes schématiques simplifiées d'affleurements de roches observées à Jbel Zaghoun (A) et Jbel Boukornine (B)

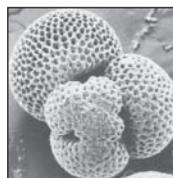
- Repérer les couches identiques des deux coupes.
- Le calcaire à polypiers de Jbel Zaghoun a-t-il le même âge que les calcaires rouges de Jbel Boukornine ? Justifier.

3 - Le principe d'identité paléontologique

Les fossiles sont des restes d'êtres vivants conservés dans les roches.

Eres	Périodes ou époques	Age absolu en Millions d'années
Quaternaire		- 0 : actuel
Tertiaire	Pliocène	- 2
	Miocène	- 5
	Oligocène	- 23
	Éocène	- 35
Secondaire	Crétacé	- 55
	Jurassique	- 135
	Trias	- 205
Primaire	Permien	- 245
	Carbonifère	- 290
	Dévonien	- 380
	Silurien	- 410
	Ordovicien	- 435
	Cambrien	- 500
	Précambrien	- 540
		- 4500

6a. Echelle des temps géologiques



6b. Les globigérines sont des microfossiles de mers chaudes et profondes de l'éocène (ère tertiaire) (Cap Bon, Région de Tunis)



6c. Les Ammonites sont des céphalopodes des mers profondes. Certaines espèces ont permis de dater de façon précise les étages de l'ère secondaire. (Jbel Oust)



6d. Ostrea est un mollusque marin. On le trouve dans des roches dont l'âge peut aller du miocène à l'actuel

Un fossile chrono stratigraphique est un fossile qui a vécu à une période ou une époque bien déterminée de l'histoire de la terre.

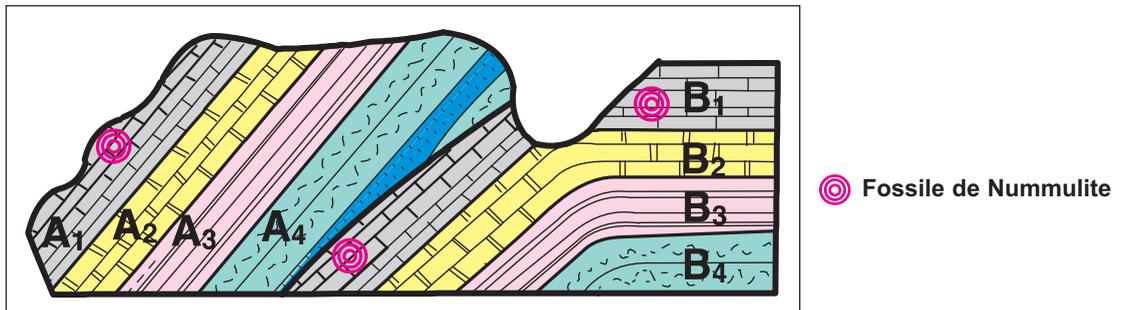
Un fossile de faciès est un fossile qui a vécu dans plusieurs périodes ou époques de l'histoire de la terre mais qui a un milieu de vie caractéristique.

1 – Indiquer l'âge et le milieu de formation des roches contenant les fossiles des documents 6b,6c et 6d.

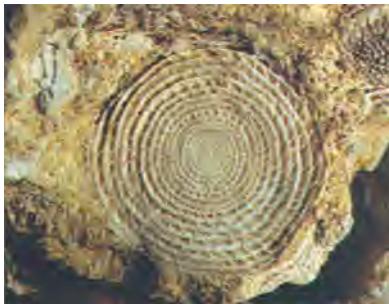
2 – Classer ces fossiles en fossiles stratigraphiques et en fossiles de faciès

Exercice intégré 1

Le document suivant présente une structure géologique complexe et quelques informations sur les **Nummulites**.



7a. Une structure géologique complexe riche en fossiles

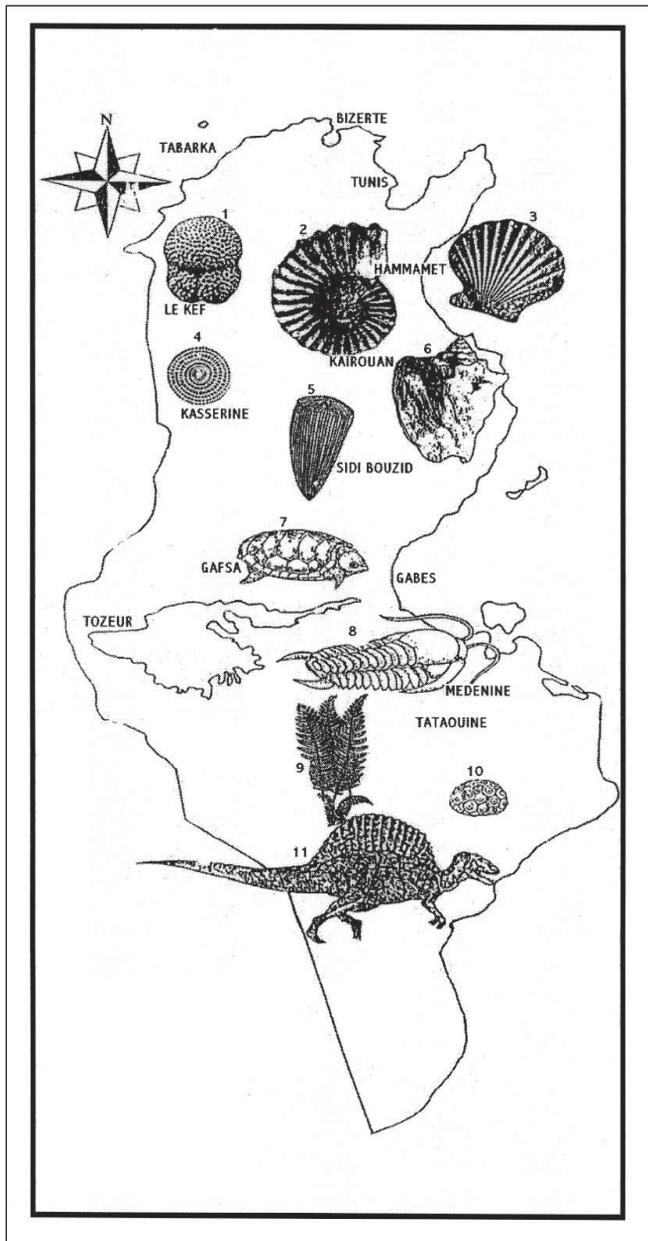


7b. Observation microscopique d'un Nummulite

Les Nummulites sont des fossiles unicellulaires géants des mers assez profondes et chaudes. Ils se trouvent dans les sédiments de l'éocène inférieur (ère tertiaire).

1. Indiquer l'ordre de succession de la sédimentation des strates B₁, B₂, B₃ et B₄. Justifier.
2. Déterminer l'âge des couches A₁ et B₁ et leur(s) milieu(x) de sédimentation ? Justifier.

Exercice intégré 2



1. Globigérine
2. Ammonite (Djebel El Oust)
3. Mollusques (Hammamet)
4. Nummulites (Jugurtha)
5. Rudistes (Djebel Chaâmbi)
6. Cardium et Strombes (Monastir)
7. Tortue (Gafsa)
8. Trilobite (Mednine)
9. Fougères (à Djebel Merbah)
10. Oursins et crustacés
11. Dinosaures (falaise du Dahar)

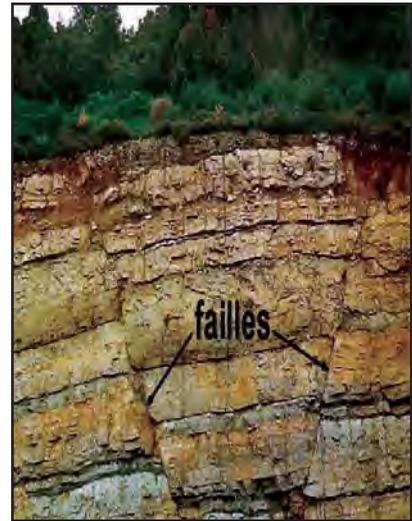
8. Carte de quelques fossiles de la Tunisie
(d'après Mohamed OUAJA)

Rechercher des informations sur les fossiles présentés dans ce document. Faire une collection de fossiles, marquer pour chaque fossile le nom, le faciès et sa période de vie.

LES PLIS ET LES FAILLES



9a. Des strates plissées de Djebel Nahli



9b. Des strates horizontales failleées

Dans la nature les strates sont parfois horizontales, parfois plissées. Elles peuvent aussi présenter des cassures ou failles. Donc les strates qui se déposent initialement à l'horizontale subissent au cours des temps géologiques des déformations. L'étude de ces déformations est la tectonique.

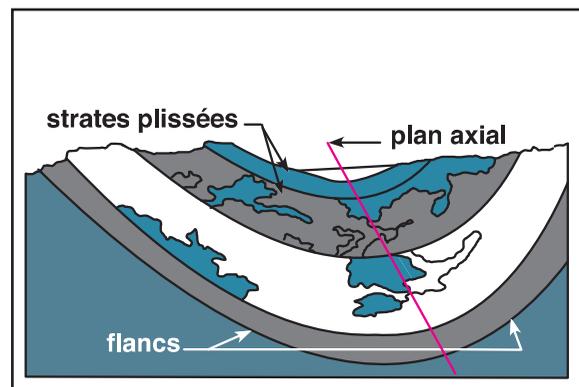
- 1 – Quels sont les différents types de déformations ?
- 2 – Comment explique-t-on l'apparition de ces déformations ?

1- Les plis

1-1- La description d'un pli



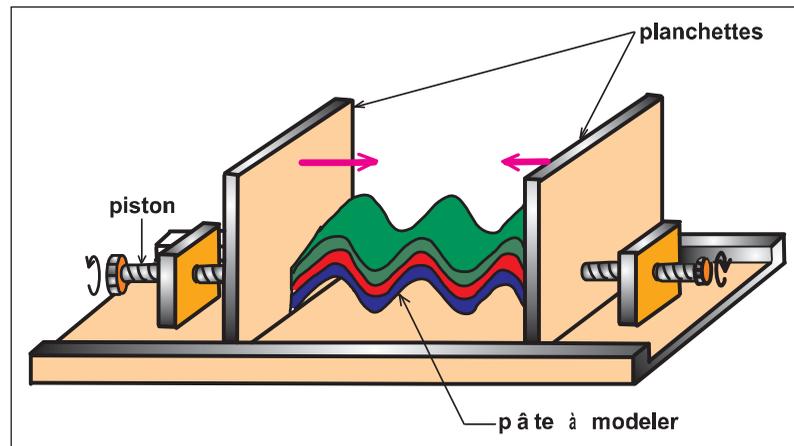
10a. Photo d'un pli de Djebel El Baten (Kairouan) d'après M. ZAKHAMA



10b. Schéma d'interprétation

Décrire le pli.

1-2- La formation d'un pli



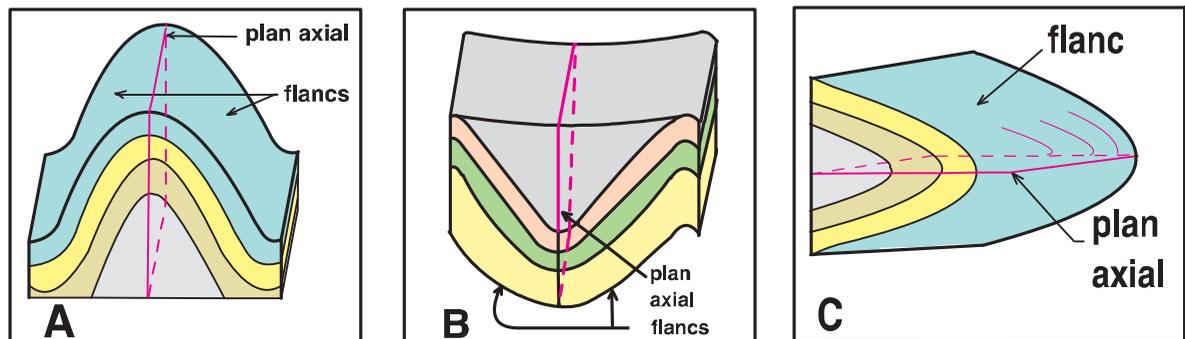
11. Schéma d'un dispositif expérimental permettant de simuler la formation des plis

MANIPULER

- Placer une série de couches superposées de pâte à modeler entre deux planchettes.
- Soumettre progressivement les deux planchettes à deux forces opposées convergentes.

1. Réaliser la manipulation.
2. Décrire le résultat obtenu.
3. Emettre une hypothèse pour expliquer la formation des plis.

1-3- Les principaux types de plis



12. Schéma de trois plis

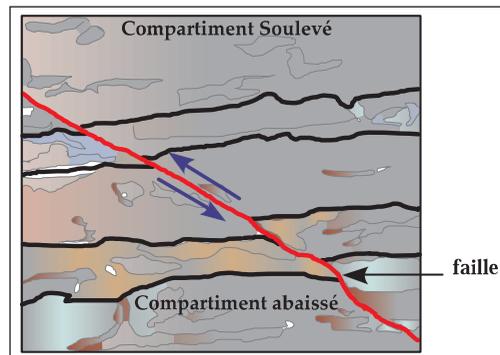
1. Classer ces trois plis selon la position de leurs plans axiaux.
2. Expliquer comment on peut obtenir ces trois types de plis.

2 - Les failles

2-1- La description d'une faille



13a. Photo d'une faille

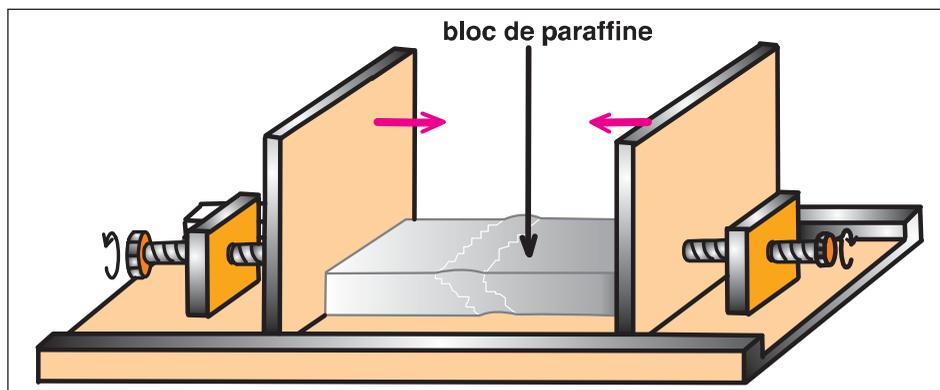


13b. Schéma d'interprétation

Décrire la faille

2-2- La formation d'une faille :

Manipulation :



14. Schéma d'un dispositif expérimental permettant de simuler la formation des failles

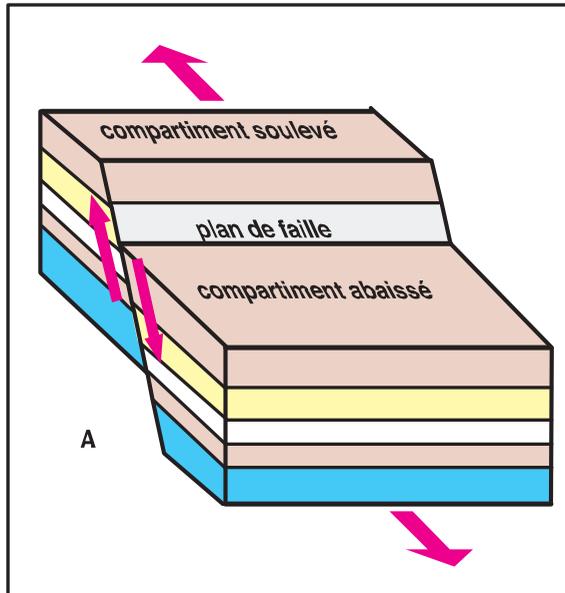
MANIPULER

- Chauffer de la paraffine dans un bêcher ;
- Placer la paraffine liquide dans un récipient cubique par exemple et laisser refroidir ;
- Placer le bloc de paraffine refroidie entre deux planchettes verticales du dispositif représenté ci- dessus ;
- Soumettre progressivement les deux planchettes à deux forces opposées convergentes.

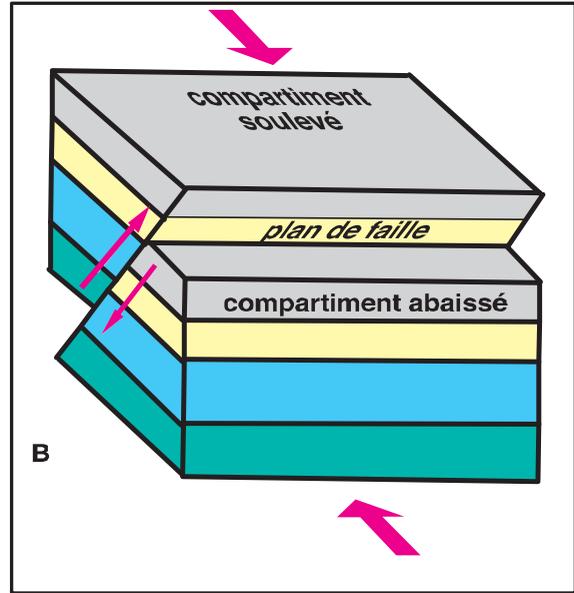
1. Réaliser la manipulation.
2. Décrire le résultat obtenu.
3. Emettre une hypothèse pour expliquer la formation de ce type de faille.

2-3- Les principaux types de failles :

Dans la nature, on distingue plusieurs types de failles. Le document suivant représente deux types de failles.



15a. une faille normale



15b. une faille inverse

1. Décrire les deux failles.
2. Expliquer comment on peut obtenir ces deux types de failles.

BILAN

Les roches sont souvent disposées en strates horizontales ou inclinées. L'étude de la disposition des strates ou stratigraphie permet de les dater les unes par rapport aux autres. La tectonique est l'étude de la déformation des strates.

1- Les principes de la stratigraphie

Il s'agit d'étudier la succession des dépôts sédimentaires. Trois principes permettent de reconstituer l'ordre d'apparition des dépôts. Ce sont les principes de superposition, de continuité et d'identité paléontologique.

a- Principe de superposition

Les couches se déposent horizontalement. Une séquence sédimentaire qui n'est pas en position horizontale aura subi des déformations ultérieures à son dépôt.

Une couche est plus récente que celle qu'elle recouvre. Ce principe n'est pas applicable quand les strates sont très déformées. On détermine ainsi l'âge des strates les unes par rapport aux autres : c'est la datation relative.

b- Principe de continuité

Une même couche a le même âge en tous ses points. On peut établir ainsi des relations entre des strates éloignées.

c- Principe d'identité paléontologique

Les strates renferment des fossiles, restes ou empreintes d'êtres vivants conservés dans les roches. Deux strates contenant les mêmes fossiles stratigraphiques sont de même âge.

Les fossiles chronostratigraphiques sont des marqueurs de temps, ils sont caractérisés par une durée de vie courte et une large répartition géographique.

Les fossiles caractérisant un milieu de dépôt des roches sont des fossiles de faciès.

Le principe d'identité paléontologique conduit à l'établissement d'une échelle des temps géologiques.

BILAN

2- Les plis et les failles :

a- Les plis :

Les plis sont des déformations souples de roches soumises à des contraintes de compression. Des forces compressives de même intensité donnent un pli droit. Si les forces sont différentes, le pli sera couché du côté de l'intensité la plus faible.

Le pli droit se caractérise par deux flancs symétriques par rapport à son plan axial vertical.

Les plis droits sont de deux types :

• Le pli anticlinal

- Ensemble de couches dont la courbure est dirigée vers le haut.
- La couche centrale du plissement est la plus ancienne.

• Le pli synclinal

- Ensemble de couches dont la courbure est dirigée vers le bas.
- La couche centrale du plissement est la plus récente.

Le pli couché se caractérise par deux flancs symétriques par rapport à son plan axial horizontal.

Entre le pli droit et le pli couché existent tous les cas possibles.

b- Les failles

– **Les failles normales** sont le résultat de contraintes d'étirement. Une faille normale montre :

- * Un compartiment abaissé situé du côté du plan de faille.
- * Un rejet horizontal correspondant à un allongement du terrain affecté.

– **Les failles inverses** sont le résultat de contraintes de compression. Une faille inverse montre :

- * Un compartiment soulevé situé au dessus du plan de faille (chevauchement).
- * Un rejet horizontal correspondant à un raccourcissement du terrain affecté.

On nomme rejet le déplacement engendré par une faille.

EXERCICES

RESTITUER SES CONNAISSANCES

- I. 1 - Citer les principes de la stratigraphie.
- 2 - Énoncer le principe de superposition.
- 3 - Énoncer le principe de continuité.
- 4 - Définir les termes suivants : pendage des strates, pli droit, pli couché, faille normale, faille inverse, chronologie relative.
- 5 - Quels sont les types de déformations que subissent les roches en réponse à des contraintes ?

II. Pour chaque item, relever la (ou les) réponse (s) correcte (s).

- 1- Une faille est :
 - a- est une ligne qui se propage en surface.
 - b- est un plan vertical qui divise deux structures tabulaires.
 - c- est une cassure de terrain avec déplacement relatif des parties séparées.
 - d- est une déformation souple des roches sédimentaires.

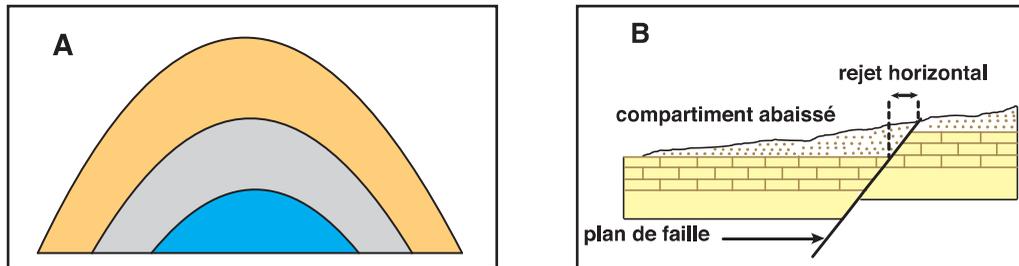
- 2- Parmi les caractéristiques d'un pli droit, on trouve :
 - a- un plan axial horizontal.
 - b- deux flancs symétriques.
 - c- deux flancs inclinés dans le même sens.
 - d- des couches horizontales.

EXERCICES

APPLIQUER SES CONNAISSANCES

EXERCICE CORRIGÉ :

Le document ci-dessous représente deux types de déformations tectoniques.



- 1- Identifier ces déformations tectoniques ;
- 2- Dire dans chaque cas, si les roches ont été soumises à des contraintes de compression ou d'étirement.

CORRIGÉ :

- 1) Le schéma A représente un pli droit anticlinal et le schéma B représente une faille normale.
- 2) - Dans le cas du pli anticlinal, les strates ont été soumises à des contraintes de compression.
- Dans le cas de la faille normale, les strates ont été soumises à des contraintes d'étirement.

EXERCICE NON CORRIGÉ :

On rencontre des calcaires à polypiers à Jbel Zaghouan, Jbel Ressas et Jbel Boukornine. Ces calcaires ont été construits par des animaux : les coraux qui vivent en colonies. Les coraux vivent actuellement dans des mers chaudes où la température est comprise entre 25 et 30 °C, peu profondes et proches des côtes. Ces calcaires à polypiers renferment également d'autres fossiles qui ont vécu seulement au Crétacé.

Préciser les conditions de formation de ces calcaires à polypiers.

LA CARTE GÉOLOGIQUE



1. Une carrière de calcaire à Djebel Nahli

La découverte de gisements et de matériaux exploitables se fait par l'observation des affleurements des roches sur le terrain au niveau de carrières, des mines et des sondages. La carte géologique rassemble toutes les données recueillies par le géologue sur le terrain.

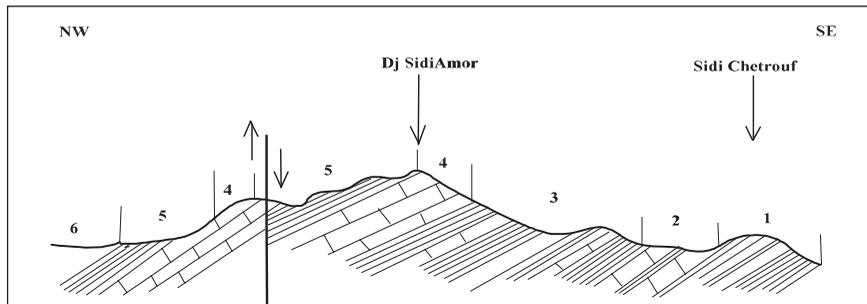
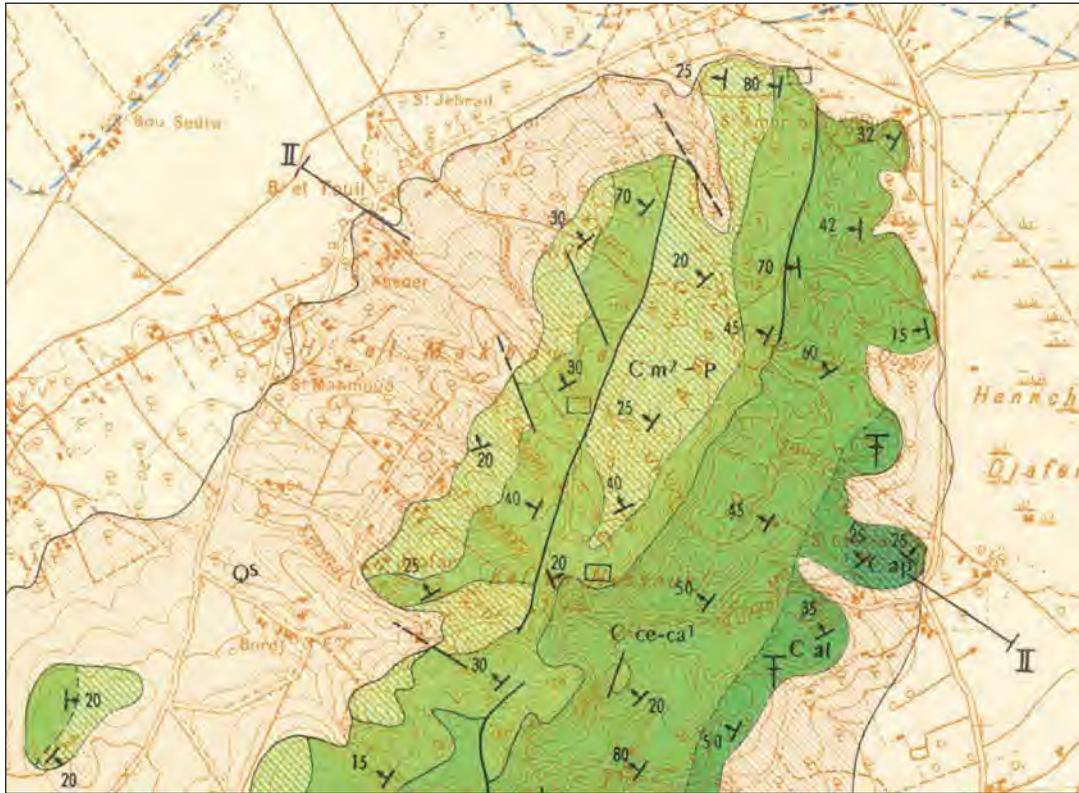
Comment exploite-t-on une carte géologique ?

Sommaire

Pages

■ Les éléments de la carte géologique	32
■ Bilan	34
■ Exercices	35

LES ÉLÉMENTS D'UNE CARTE GÉOLOGIQUE RÉGIONALE



2. Extrait de la carte géologique de l'Ariana (1/50000e) et coupe géologique correspondante (II)

En plus de la topographie de la région, la carte géologique présente d'autres indications géologiques.

- 1- Quelles sont les nouvelles indications de la carte géologique ?
- 2- Quelle est l'utilité des divers renseignements de cette carte ?

Chercher des informations

Observer une carte géologique régionale.

1. Repérer le nord de la carte.
2. Relever l'échelle de cette carte
3. Indiquer la signification des couleurs et des symboles.
4. Localiser les ressources géologiques.

On établit l'âge d'un affleurement par rapport à un étage qui est une subdivision du système. La lettre indique le système et l'indice ou l'exposant, les subdivisions de ce système.

Par exemple C¹ : C indique le crétacé et l'exposant (1) indique l'albien, un étage du crétacé.

Chercher dans la notice une coupe géologique réalisée à partir de cette carte.

1. Préciser l'orientation de la coupe.
2. Décrire les structures représentées (failles, plis).

La notice est le commentaire de la carte. On y trouve une description des terrains, de la tectonique et des ressources de la région représentée sur la carte.

Localiser, sur la carte, la région où a été réalisée la coupe.

1. Localiser les affleurements et préciser leur âge relatif.
2. Déterminer le pendage des couches.
3. Repérer les structures décrites précédemment.
4. Etablir un lien entre les structures observées et les symboles de la carte.

La coupe géologique est la représentation verticale des couches du sous-sol sur le profil topographique.

Un affleurement est le site où la roche constituant le sous-sol apparaît à la surface.

Le pendage d'une couche est l'angle que fait cette couche avec un plan horizontal.

1. Définir la carte géologique.
2. En déduire l'utilité de la carte géologique.

1. Les composantes de la carte géologique :

La carte géologique est une projection des affleurements de roches sur un plan comportant un fond topographique. Conçues à différentes échelles (1/50 000, 1/25 000) les cartes géologiques présentent :

- Les limites des affleurements qui sont des intersections avec la surface topographique.
- Des indications sur la nature, l'âge et les fossiles qu'elles contiennent.
- Des tracés d'accidents tectoniques (failles) et des indices de plissement des couches du sous-sol (pendage des couches).
- Des indications sur la nature et les lieux des gisements exploités.

2. La coupe géologique :

La coupe géologique, réalisée à partir de la carte géologique, est une représentation d'une coupe verticale des roches. Elle matérialise la superposition et les structures géologiques.

3. Utilité et importance de la carte géologique :

La carte géologique est un outil précieux pour situer les ressources naturelles. La présence d'ancien bassin de sédimentation, la nature des roches et la structure du sous sol (plissements ou failles) indiquent les sites potentiels des gisements naturels (pétrole, gaz, phosphates, eau...).

De même , l'identification des lignes de failles et de la nature du sous-sol permet d'éviter la construction (maisons, barrages, lacs collinaires..) sur des zones à risque d'activités sismiques ou de glissements de terrains.

EXERCICES

RESTITUER SES CONNAISSANCES

I. Définir les mots clés :

Pendage, affleurement, carte géologique, coupe géologique.

II. Pour chaque item, relever la (ou les) bonne (s) réponse (s).

1- Le pendage nous renseigne sur :

- a. le sommet d'un relief ;
- b. la pente d'un relief ;
- c. l'angle d'inclinaison d'une couche ;
- d. l'orientation de l'inclinaison de l'affleurement.

2- La carte géologique régionale nous renseigne sur :

- a. les affleurements ;
- b. l'histoire géologique ;
- c. les gisements naturels ;
- d. la couverture végétale.

3- Sur une carte géologique, on déduit que les strates sont horizontales si :

- a. les limites des affleurements sont parallèles aux courbes de niveau ;
- b. le pendage de ces couches est égal à zéro ;
- c. les limites des affleurements sont perpendiculaires aux courbes de niveau ;
- d. les couches sont de même épaisseur.

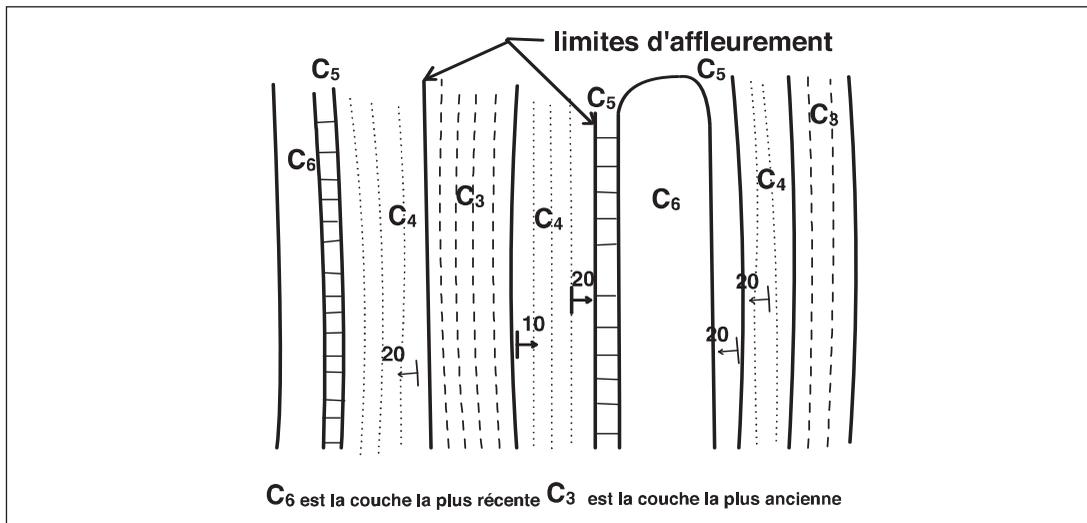
4- Un synclinal est identifié, sur la carte géologique, par :

- a. des courbes de niveau concentriques ;
- b. l'altitude des couches ;
- c. sa couche centrale plus ancienne ;
- d. son point coté.

EXERCICES

APPLIQUER SES CONNAISSANCES

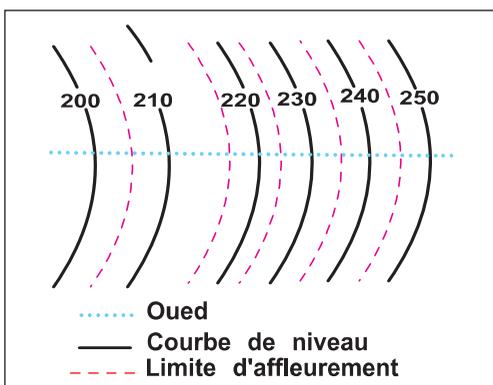
- 1 - Le document 1 représente un extrait d'une carte géologique qui renferme un anticlinal et un synclinal.



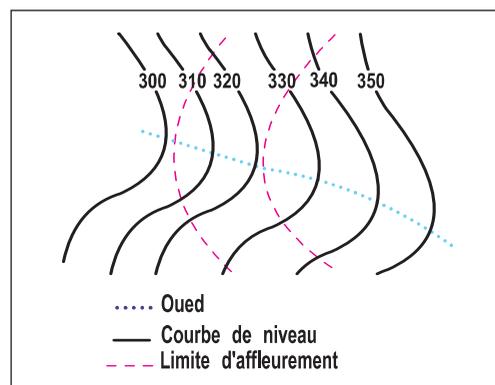
Document 1

1. Délimiter le synclinal et l'anticlinal sur la carte. Justifier la réponse.
2. Faire un schéma explicatif du mécanisme de formation d'un pli.

- 2 - Les documents 2 et 3 représentent deux extraits de cartes géologiques.



Document 2



Document 3

Préciser pour chaque document si les couches représentées sont horizontales ou inclinées. sachant que dans une zone non plissée, les limites d'affleurement sont parallèles aux courbes de niveau.

LES RESSOURCES EN EAU ET LEUR EXPLOITATION



1- Le barrage d'Oued Rmal (Zaghuan)



2- Puits dans le sud tunisien

L'eau est une ressource renouvelable que l'homme prélève au niveau des barrages, des puits et des sources.

L'eau douce, utilisable par l'Homme, ne représente que 3 % des ressources totales en eau de la terre. De plus, elle est inégalement répartie selon les zones climatiques : les régions arides et semi-arides disposent seulement de 2 % des eaux douces disponibles.

L'eau constitue donc une ressource qu'il faut préserver face à une demande croissante, en particulier en Tunisie dont les 3/4 du territoire sont semi-arides et arides.

1. Comment les eaux sont-elles réparties en Tunisie ?
2. Quelles sont les caractéristiques des réserves d'eau souterraine ?
3. Comment protéger et gérer de manière rationnelle les ressources en eau ?

Sommaire

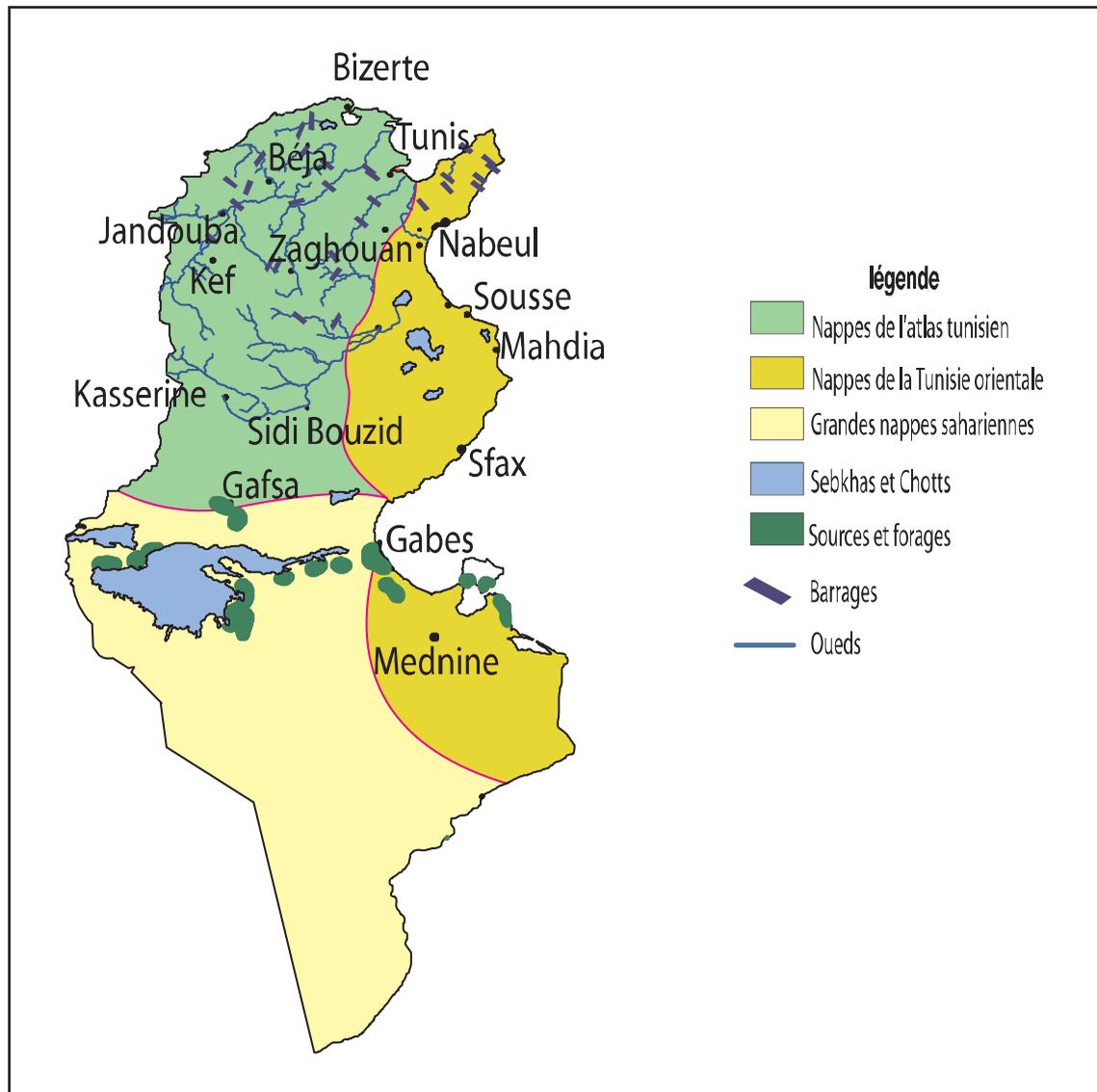
Pages

■ Les ressources en eau en Tunisie	38
■ Les caractéristiques des réserves d'eau souterraine.....	40
■ La carte hydrologique.....	41
■ La gestion rationnelle de l'eau.....	44
■ Bilan.....	46
■ Exercices.....	48

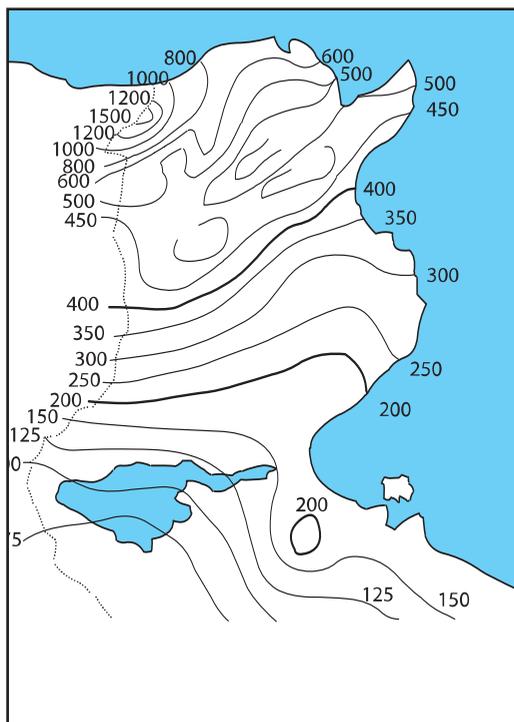
LES RESSOURCES EN EAU EN TUNISIE

En Tunisie, les ressources potentielles (utilisables) sont estimées à 4700 millions de mètres cubes par an dont 2700 millions de m³ proviennent des eaux de surface et 2000 millions de m³ des eaux souterraines. L'eau exploitée dans les différents domaines est de l'ordre de 2500 millions de mètres cubes par an.

1. Comment les eaux de surface et les eaux souterraines sont-elles réparties dans le pays ?
2. Comment sont-elles exploitées ?



3- Carte simplifiée des ressources en eau



4- Carte des précipitations

- Une Zone humide reçoit plus de 400 mm de pluie par an.
- Une Zone semi-aride reçoit entre 200 et 400 mm de pluie par an.
- Une Zone aride reçoit moins de 200 mm de pluie par an.

- 18 grands barrages ;
- 61 petits barrages ;
- 245 lacs collinaires ;
- 1830 forages ;
- 83 000 puits de surface
- 89 sources

5- Aménagements réalisés

Ressources eau		Nord		Centre		Sud		Total	
		Mm ³ /an	%	Mm ³ /an	%	Mm ³ /an	%	Mm ³ /an	%
Eaux de surface		2190	81	320	12	190	7	2700	100
Eaux souterraines	Nappes de surface	395	55	222	31	102	14	719	100
	Nappes profondes	216	17	306	24	728 dont 630 fossiles	58	1250	100

Source : Ministère de l'agriculture 1998

6 - Répartition régionale des ressources en eau potentielle de la Tunisie en millions de m³ par an (Mm³/an).

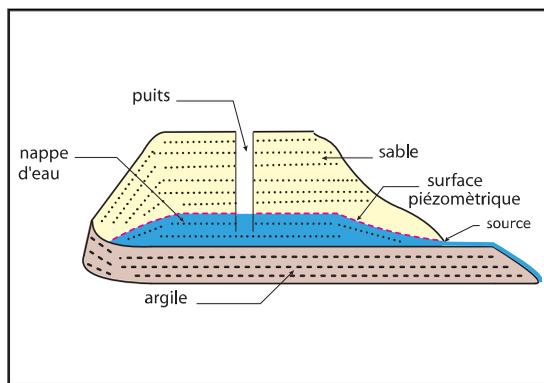
- 1 - Comparer la répartition des ressources en eau dans le Nord, le Centre et le Sud, (documents 3 et 6). Que peut-on déduire?
- 2 - Expliquer l'inégale répartition des eaux de surface à l'aide du document 4.
- 3 - Citer les aménagements réalisés pour l'exploitation de l'eau.

LES CARACTÉRISTIQUES DES RÉSERVES D'EAU SOUTERRAINE

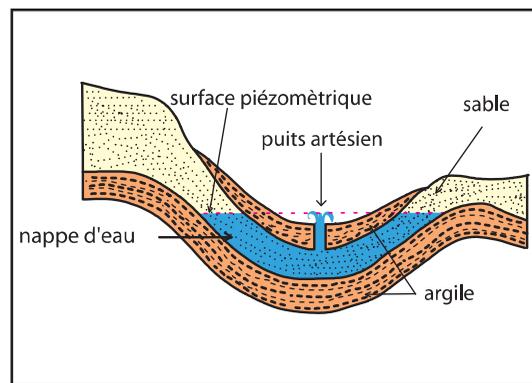
Les puits atteignent des réserves d'eau souterraine appelées nappes.

Quels sont les différents types de nappes ?

La surface piézométrique est la limite supérieure de la nappe ou le toit de la nappe.



7a- Coupe géologique montrant une nappe libre.



7 b- Coupe géologique montrant une nappe captive.

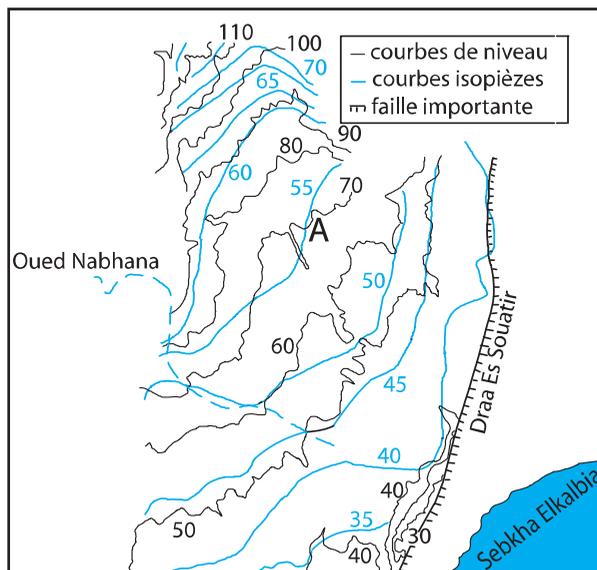
1. Reproduire les schémas 7a et 7b puis indiquer par des flèches les zones d'alimentation des deux nappes par les eaux de pluie.
2. Emettre des hypothèses pour expliquer la formation des deux nappes.
3. Dans le document 7 b, l'eau jaillit à la surface quand on creuse le puits. Proposer une explication.
4. Comparer les deux nappes.
5. Proposer une définition de la source.

LA CARTE HYDROLOGIQUE

Une carte hydrologique ou piézométrique régionale est une représentation des nappes d'eau.

Comment exploite-t-on la carte piézométrique ?

1- Analyse d'une carte piézométrique :



8- Carte piézométrique de la région de Nadhour

Dans un puits, l'eau se stabilise à un niveau appelé niveau piézométrique . Il correspond à l'altitude de la nappe.

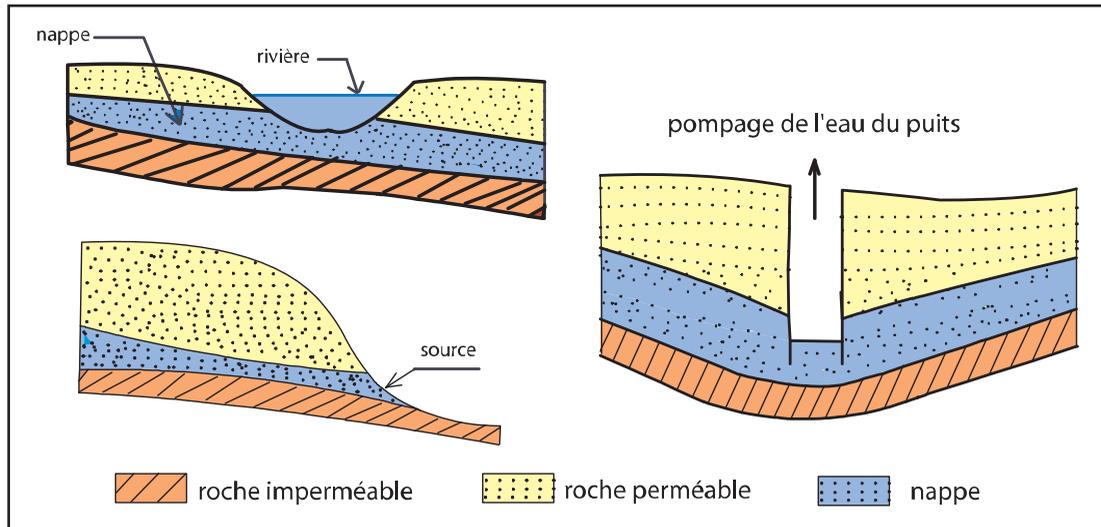
Une courbe isopièze relie les points de la nappe de même altitude.

1. Déterminer l'altitude et le niveau piézométrique de la nappe au point d'intersection de la courbe de niveau et de la courbe isopièze, noté A.
Calculer la profondeur de la nappe et donc du puits au point A.
2. La surface piézométrique est-elle horizontale ? Justifier.
3. Localiser la (ou les) source(s) sur la carte. Justifier.

Activité

2- Circulation de l'eau d' une nappe aquifère :

L'eau d'une nappe est toujours en mouvement. Le sens d'écoulement de l'eau d'une nappe se fait d'une région à pression élevée vers une autre à pression plus basse



9 - Facteurs de variation de la pression interne de l'eau dans la nappe

1. Indiquer le sens des mouvements de l'eau de la nappe dans chaque cas des figures 9.
2. Proposer une explication à ces mouvements.
3. Indiquer, sur le document 8, la direction et le sens d'écoulement de la nappe en différents points, sachant que la direction est perpendiculaire à la courbe isopièze. Préciser si la nappe s'écoule en direction de la sebkha ou de l'oued.

3- Renouvellement de l'eau des nappes: le cycle de l'eau

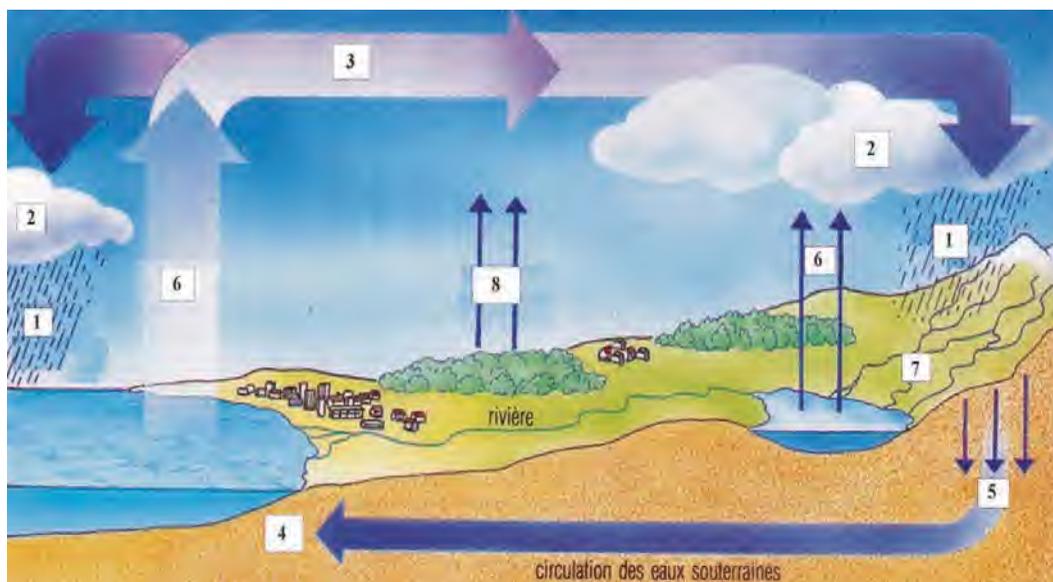
3-1 Exercice intégré

Compléter le texte ci-dessous en utilisant les mots suivants : Nappes, océans, précipitations, cours d'eau, lacs, nuages.

Sur terre, l'eau est omniprésente, on la trouve en surface dans les , les et les Cette eau s'évapore et forme dans l'atmosphère.....qui, en se condensant donnent desUne partie de l'eau de pluie s'in-filtre dans le sous-sol pour alimenter les,'l'autre partie ruisselle pour former les eaux de surface.

3-2 Les composantes du cycle de l'eau

Dans la nature, l'eau existe sous les états physiques suivants : liquide, vapeur ou solide.



10- Le cycle de l'eau

1. Attribuer aux chiffres les mots suivants : évaporation, ruissellement, condensation, nuages, infiltration, évapotranspiration, précipitations, retour à la mer.
2. Proposer une définition du cycle de l'eau.

LA GESTION RATIONNELLE DE L'EAU

La bonne gestion des ressources en eau du point de vue quantité mais aussi du point de vue qualité constitue l'une des plus grandes priorités en Tunisie.

Comment peut-on préserver les ressources en eau ?

1- Des facteurs menaçant nos ressources en eau :

La pollution des eaux :

Les causes principales sont :

- Le rejet de produits chimiques par les usines.
- L'emploi excessif d'engrais (nitrates et phosphates) et de pesticides par les agriculteurs.

Nombres de Nappes	Taux d'exploitation
55	200 %
41	108 %
211	103,5 %

Les besoins en eau augmentent régulièrement :

- * La population tunisienne est passée de 3,7 millions en 1956 à 9,911 millions en 2004.
- *Les différents secteurs agricole, industriel et touristique consomment de plus en plus d'eau. Le secteur agricole utilise 80% des ressources totales en eau.

Gaspillage de l'eau

Essayons de jouer avec les chiffres. Une goutte d'eau correspond à 0,05 ml.

Si, dans une maison, il y a 10 robinets qui fonctionnent mal et si chacun perd une seule goutte par seconde, calculer le volume d'eau perdue en un jour, en une semaine, en un mois et en une année.

La surexploitation des nappes :

Elle entraîne une baisse du niveau des nappes et dans certains cas, la pénétration de sel provenant de la mer.

A titre d'exemple, la salinité des nappes de Sousse et celles de Hammamet est de 6 à 8 g/l ; celle des nappes de Monastir est de 15 à 25 g/l ; celle des nappes de Djerba est 23 à 26 g/l

1- Chercher, à partir de l'étude de ces documents, les facteurs menaçant la qualité et la quantité des ressources en eau en Tunisie.

2- Réaliser un dossier traitant les divers facteurs de pollution de l'eau et leurs effets sur la santé.

2- LA GESTION RATIONNELLE DE L'EAU

Année	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01
Surface 10 ³ ha	56	63	72	82	92	102	113	127	142	160	180	200	215	245
Evolution des surfaces irriguées utilisant des techniques d'économie d'eau.														

" En ce qui concerne l'eau potable, la SONEDE constatant des pertes importantes d'eau (34%) a lancé, au cours du 8ème Plan, des études pour détecter les causes des fuites et l'origine des gaspillages ... Le rendement du réseau de distribution est passé de 78,7% en 1987 à 86% en 2000.

La SONEDE vise un niveau de perte équivalent à celui des pays européens qui se situe entre 15 à 25%. "

Rapport national 2001

Usages	Superficies (ha)
Zone agricole *	6603
Zone Humide	45
Terrain de golf	722
Parcs urbains	40
Espaces Verts	50

Surfaces irriguées aux eaux usées traitées (en 2001)

* Seules les cultures destinées au bétail sont irriguées avec les eaux usées traitées.

La construction de nouveaux barrages dans le Nord (Sédjnane, Barrak, Barbara) à eau de très bonne qualité et de stations de dessalement des eaux souterraines dans le Sud a permis d'améliorer la qualité de l'eau potable et de l'eau d'irrigation, et ce, grâce à un programme bien étudié de mélanges d'eau.

Rapport national 2001

Analyser les informations pour indiquer les mesures prises au niveau national pour :

- une bonne gestion de la quantité d'eau,
- une bonne gestion de la qualité de l'eau.

BILAN

1. Les ressources en eau en Tunisie :

Les ressources en eau sont inégalement réparties en Tunisie.

Les eaux de surface sont essentiellement localisées dans le Nord et mobilisées dans des lacs collinaires et des barrages.

Les réserves d'eau souterraine ou nappes sont surtout localisées dans le Sud dont les plus importantes sont des nappes profondes et fossiles, c'est-à-dire non renouvelables. Leur exploitation est réalisée au niveau des puits, forages et sources.

2. Les caractéristiques des nappes d'eau

Une nappe d'eau est dite **de surface** si sa profondeur est inférieure à 50 mètres, dans le cas contraire la nappe est dite **profonde**.

a- Formation des nappes

Les eaux de pluie, qui s'infiltrent dans le sol et le sous-sol sont arrêtées quand elles rencontrent une roche imperméable appelée mur (argiles, marnes,...). Ces eaux constituent ainsi **une nappe d'eau**.

Les nappes sont localisées dans des roches perméables appelées **roches aquifères**. L'eau remplit les vides et circule dans les pores (sables) ou les fissures (calcaires) de ces roches.

L'eau des nappes n'est pas immobile ; elle s'écoule lentement (de 1m/jour à 1m/an).

b- Nappe libre et nappe captive

Une nappe libre ou phréatique est une nappe d'eau superficielle qui reçoit l'eau de pluie sur toute sa surface. Il n'existe pas de roches imperméables entre la surface et la nappe. On peut creuser un puits ordinaire pour atteindre la nappe.

Une nappe captive est en général profonde, elle est située entre deux strates imperméables. L'eau y est sous pression. Lorsqu'on creuse un puits, l'eau jaillit et atteint parfois la surface : on parle de puits artésien.

Quand une nappe affleure, l'eau s'écoule à la surface sous forme de source.

La qualité d'une eau souterraine dépend de la nature de la roche aquifère :

- les eaux qui s'infiltrent ou circulent dans le sable sont de bonne qualité,
- les eaux qui s'infiltrent ou circulent dans le calcaire fissuré sont dures et chargées en sels de chaux (eau de mauvaise qualité).

3. La carte hydrologique

Sur une carte hydrologique d'une région, on représente la nappe d'eau par des courbes isopièzes, reliant les niveaux de la nappe d'égale altitude.

BILAN

La surface piézométrique représente la limite supérieure de la nappe (ou le toit de la nappe). On représente également le relief par des courbes de niveau.

L'analyse de la carte permet de déterminer certaines caractéristiques de la nappe (la profondeur, la direction et le sens d'écoulement) et de localiser les sources.

La profondeur de la nappe est déterminée par la différence entre l'altitude de la courbe de niveau et celle de la courbe isopièze. Une source est située au niveau d'un point d'intersection d'une courbe isopièze et d'une courbe de niveau de même altitude.

4. Le cycle de l'eau.

A l'échelle du globe, l'eau est constamment renouvelée grâce au cycle de l'eau. Des échanges d'eau ont lieu entre les différents réservoirs : les océans, les continents et l'atmosphère. Le moteur principal de ce cycle est l'énergie solaire.

5. Gestion des ressources en eau

L'eau est une ressource renouvelable mais elle n'est pas inépuisable car son renouvellement est lent. Pourtant, les besoins en eau ne cessent d'augmenter. De plus, le rejet des déchets liquides et solides dans les grandes agglomérations et l'utilisation grandissante des engrais chimiques en agriculture menacent sérieusement nos nappes, surtout les plus superficielles, c'est-à-dire les plus utilisées. On doit donc multiplier les moyens pour mieux gérer cette ressource et la préserver de la pollution.

EXERCICES

RESTITUER SES CONNAISSANCES

I. Définir en une phrase les mots ou expressions suivants :

Nappe phréatique - roche aquifère - niveau piézométrique - perméabilité - nappe captive -
courbe isopièze - surface piézométrique - source.

II. Pour chaque item, relever les réponses correctes :

1- La surface piézométrique représente :

- a- la profondeur de la nappe.
- b- l'altitude de la surface de la nappe.
- c- l'altitude du fond de la nappe.
- d- une cuvette d'eau.

2- L'intersection d'une courbe de niveau 20 avec une courbe isopièze 10 permet d'affirmer que ce point correspond à :

- a- une source.
- b- une nappe de profondeur de 20 m.
- c- une nappe de profondeur de 30 m.
- d- une nappe de profondeur de 10 m.

3 - une nappe captive :

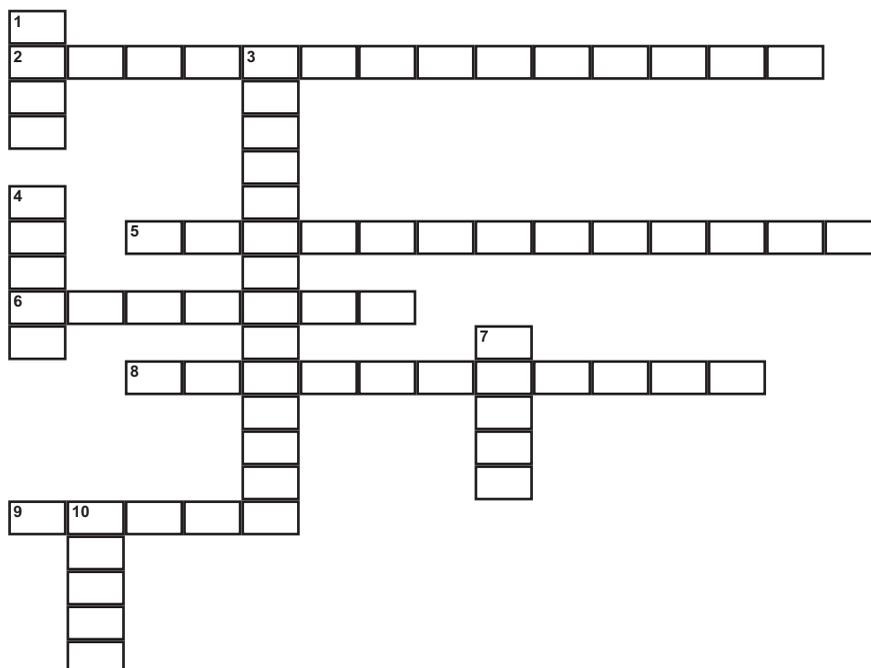
- a- est alimentée sur toute sa surface.
- b- est localisée entre deux couches imperméables.
- c- peut donner un puits artésien.
- d- peut donner une source.

EXERCICES

APPLIQUER SES CONNAISSANCES

EXERCICE CORRIGÉ

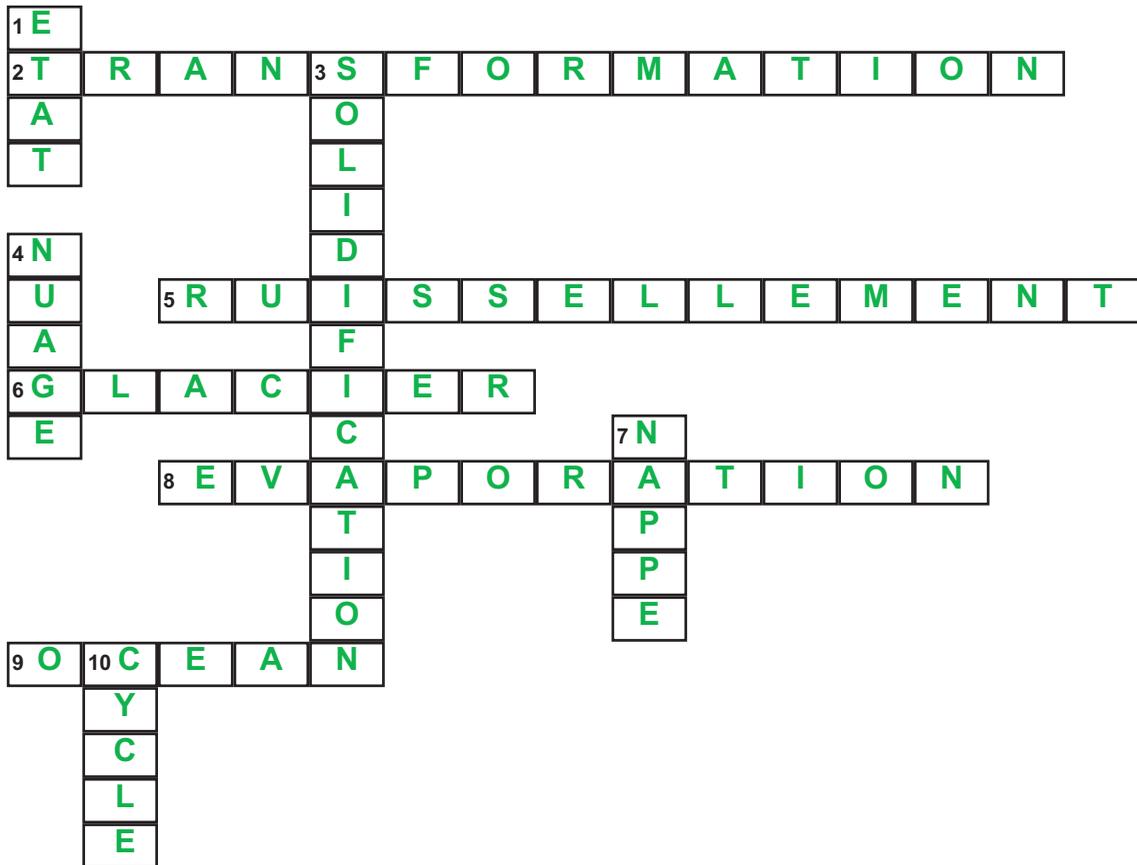
Exercice 1 : Remplir la grille suivante en utilisant les définitions du tableau.



Horizontale :		Verticale :	
2	Passage de la matière d'un état physique à un autre	1	Nom donné à la forme de la matière, il en existe 3 : solide, liquide et gaz
5	Écoulement des eaux à la surface	3	Passage de la matière de l'état liquide à l'état solide
6	Réservoir naturel d'eau solide.	4	Amas de gouttelettes d'eau ou de petits cristaux de glace en suspension dans le ciel.
8	Passage de l'eau de l'état liquide à l'état gazeux	7	Réserve d'eau souterraine
9	Réservoir d'eau salée	10	Circuit de l'eau sur Terre.

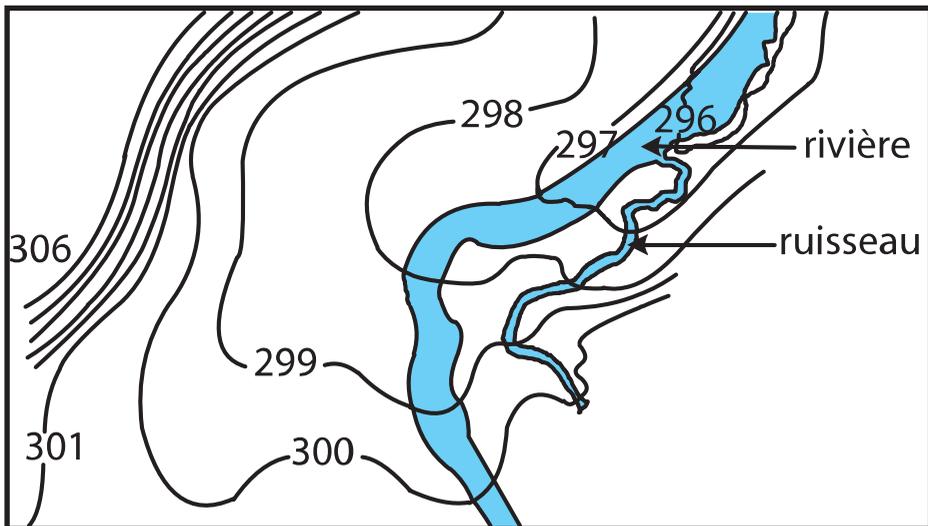
EXERCICES

CORRIGÉ



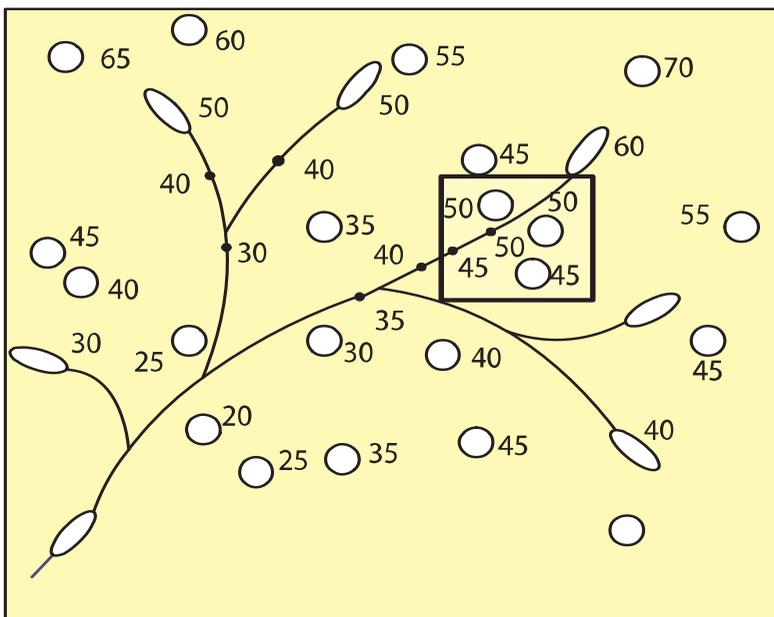
EXERCICES

2 - La figure ci-après est une carte hydrogéologique simplifiée. Les courbes de la carte montrent le niveau des eaux souterraines.



- 1) Comment appelle-t-on ces courbes, que représentent-elles?
- 2) Indiquez sur la carte la direction et le sens d'écoulement des eaux de la nappe.

3 - La figure ci-dessous représente d'une part des cours d'eau et d'autre part des puits et des sources avec leurs altitudes c'est-à-dire les niveaux piézométriques.



- 1- Tracer les courbes isopièzes.
- 2- Dédire le sens d'écoulement des eaux souterraines que vous indiquerez par des flèches sur la carte.
- 3- Préciser dans la zone encadrée, les relations entre les eaux souterraines et les eaux de surface.

UNE ROCHE SÉDIMENTAIRE A INTÉRÊT ECONOMIQUE : LES PHOSPHATES



1- Affleurement de phosphate à djebel Thelja

Depuis la découverte du phosphate en 1885 par le géologue Philippe Thomas au nord de djebel Thelja (région de Metlaoui), la production tunisienne en phosphate n'a cessé d'augmenter pour atteindre plus de 8 millions de tonnes en l'an 2000 et ceci avec une qualité très compétitive sur le plan mondial (troisième producteur).

Le phosphate est transformé en produits utilisés dans les secteurs agricole et industriel. Mais son exploitation génère des problèmes de pollution.

1. Quel est l'intérêt économique des phosphates ?
2. Quelles sont les propriétés des phosphates tunisiens ?
3. Où trouve-t-on des phosphates en Tunisie ?
4. Comment se forment les roches phosphatées?

Sommaire

Pages

■ Intérêt économique de la roche et conséquences de son exploitation sur l'environnement	53
■ Propriétés physico-chimiques.....	56
■ Localisation et genèse des phosphates.....	59
■ Bilan	63
■ Exercices	65

INTÉRÊT ÉCONOMIQUE DU PHOSPHATE ET CONSÉQUENCES DE SON EXPLOITA- TION SUR L'ENVIRONNEMENT

Dans le langage courant, le phosphate est un engrais utilisé par les agriculteurs pour améliorer le rendement végétal. Cet engrais est obtenu à partir de roches phosphatées ou phosphates.

1. Comment se fait l'extraction et le traitement du phosphate ?
2. Quels sont les domaines d'utilisation des produits phosphatés ?
3. Quelles sont les conséquences de l'utilisation des produits phosphatés sur l'environnement ?

1- Extraction et traitement du minerai de phosphate :



2- Carrière de phosphates à ciel ouvert actuellement exploitée

La roche phosphatée est broyée puis lavée pour éliminer les impuretés. Le minerai de phosphate obtenu riche en P_2O_5 est exporté ou acheminé dans les usines de traitement.



3- Usine de production d'acide phosphorique à Skhira

Le minerai de phosphate est transformé en produits renfermant une grande teneur en P_2O_5 :

- Le triple super phosphate (TSP).
- L'acide phosphorique intervenant dans la fabrication :
 - * d'engrais :
 - DCP (dicalcium phosphate)
 - phosphate d'ammonium (D.A.P).
 - nitrate d'ammonium (ammonitrate).
 - NPK engrais complet.
 - * de détergents et pesticides.

La Tunisie est le premier exportateur mondial de TSP, le second d'acide phosphorique et le troisième de DAP.

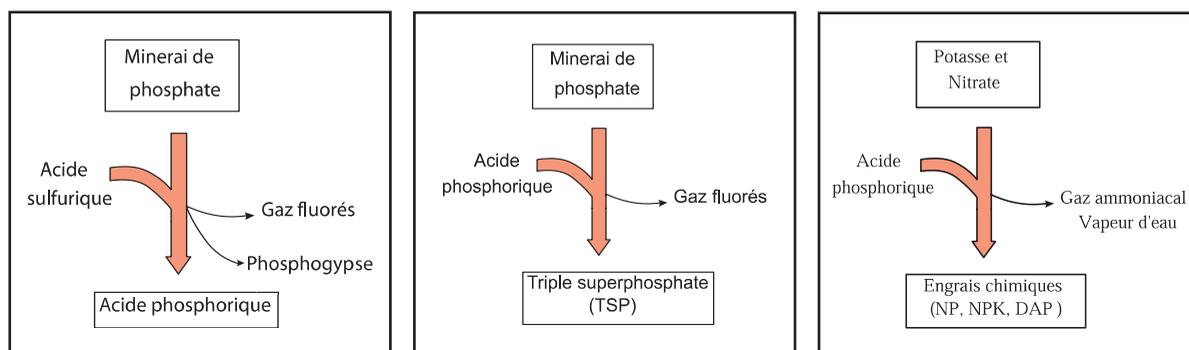
- 1 - Chercher l'intérêt pratique des produits dérivés du phosphate.
- 2 - Préciser les domaines dans lesquels les produits phosphatés sont utilisés.

2. Conséquences de l'utilisation du phosphate sur l'environnement:

L'utilisation des engrais chimiques par hectare labourable est passée en Tunisie de 5 Kg au début des années soixante à près de 22 Kg par hectare.

Les déchets solides rejetés par les industries sont estimés à 310000 tonnes/an. Parmi ces déchets, le phosphogypse représente 13000 t/an qui sont soit stockées à l'air libre, soit rejetées dans la mer.

4- Extraits d'un rapport publié en 2001 par le ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire



5- Fabrication de l'acide phosphorique 6- Fabrication du triple super phosphate 7- Fabrication des engrais chimiques

- Les industries du phosphate libèrent des déchets solides (le phosphogypse) également des gaz (gaz fluorés et ammoniacaux) qui contribuent à la pollution.
- Le phosphogypse est un déchet non recyclable. Il contient surtout des métaux lourds toxiques comme le mercure, des acides et même des éléments radioactifs. Il provoque l'asphyxie de la flore marine.
- Les gaz toxiques rejetés entraînent la disparition de certaines espèces végétales cultivées, des troubles de santé chez les animaux et l'homme vivant à proximité de ces industries.

L'étude des nappes phréatiques de Sfax situées aux environs des lieux de stockage du phosphogypse montre les résultats suivants :

Teneur	pH	Fluor	Phosphate	Mercure	Fer	Zinc
Nappe à proximité du site	3,4	87,25	10100	0,0022	18,22	15,71
Nappe loin du site	6,5 à 9	5	0,1	0,001	1	10

8- Extrait du bulletin des laboratoires des ponts et chaussées N° 219

En partant des données précédentes, réaliser une enquête sur les conséquences de l'exploitation des phosphates sur les eaux, les sols, la végétation, les animaux et l'Homme.
Proposer des mesures à prendre afin de limiter ces nuisances.

PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES DES PHOSPHATES

1. Aspect de la roche phosphatée :



9- Echantillons de phosphate

*Une roche est dite meuble si les éléments qui la constituent sont indépendants.

*Une roche est compacte si les éléments qui la constituent sont soudés.



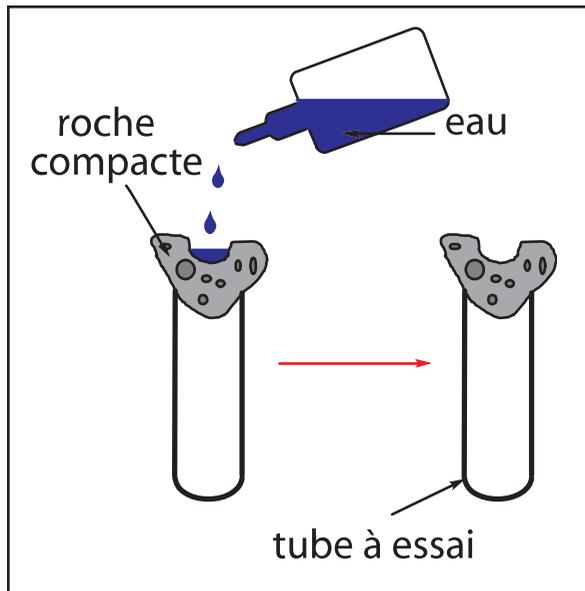
10- Pellets observés à la loupe

Une roche phosphatée est formée de grains d'aspect différent :

- **Les pellets** : grains phosphatés de forme sphérique ou ovoïde.
- **Des coprolithes** : grains cylindriques de quelques millimètres à deux centimètres. Ils correspondent à des excréments d'organismes.
- **Des fossiles** divers.
- **Des grains de quartz.**

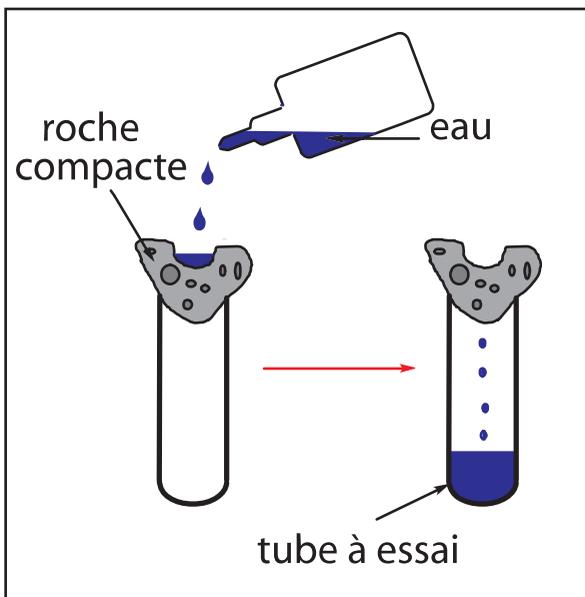
1. Dégager l'aspect de la roche (couleur, cohérence, odeur.....)
2. Observer à l'œil nu puis à la loupe binoculaire différents échantillons de phosphates pour identifier leurs différents constituants.

2. Action de l'eau :



11- Expérience montrant la porosité d'une roche compacte

On ménage un petit creux dans la roche et on y verse une petite quantité d'eau, si l'eau s'infiltré dans la roche et occupe ses pores : on dit que cette roche est poreuse. Dans le cas contraire elle n'est pas poreuse.

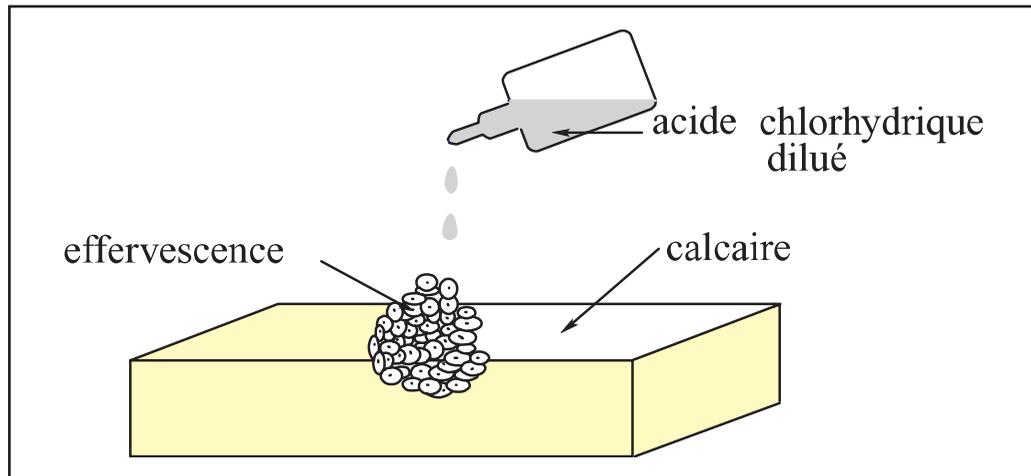


12- Expérience montrant la perméabilité d'une roche compacte

La perméabilité est la capacité de la roche à laisser circuler l'eau entre ses éléments. Si on ménage un petit creux dans la roche et on y verse une grande quantité d'eau, si l'eau traverse complètement la roche: on dit que cette dernière est perméable. Dans le cas contraire, elle est dite imperméable.

Réaliser les expériences afin de dégager les propriétés des phosphates vis-à-vis de l'eau (la porosité et la perméabilité).

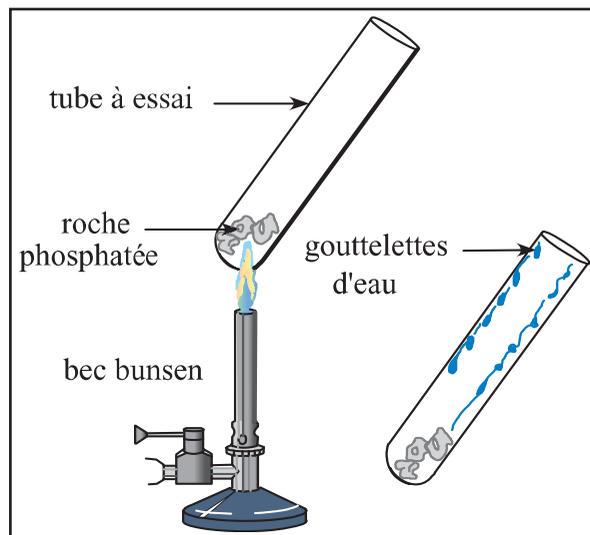
3. Action de l'acide chlorhydrique :



13- L'acide chlorhydrique fait effervescence avec le calcaire.

- *Observer l'action de l'acide chlorhydrique sur différents échantillons de phosphates.
- *Que peut-on conclure ?

4. Action de la chaleur :



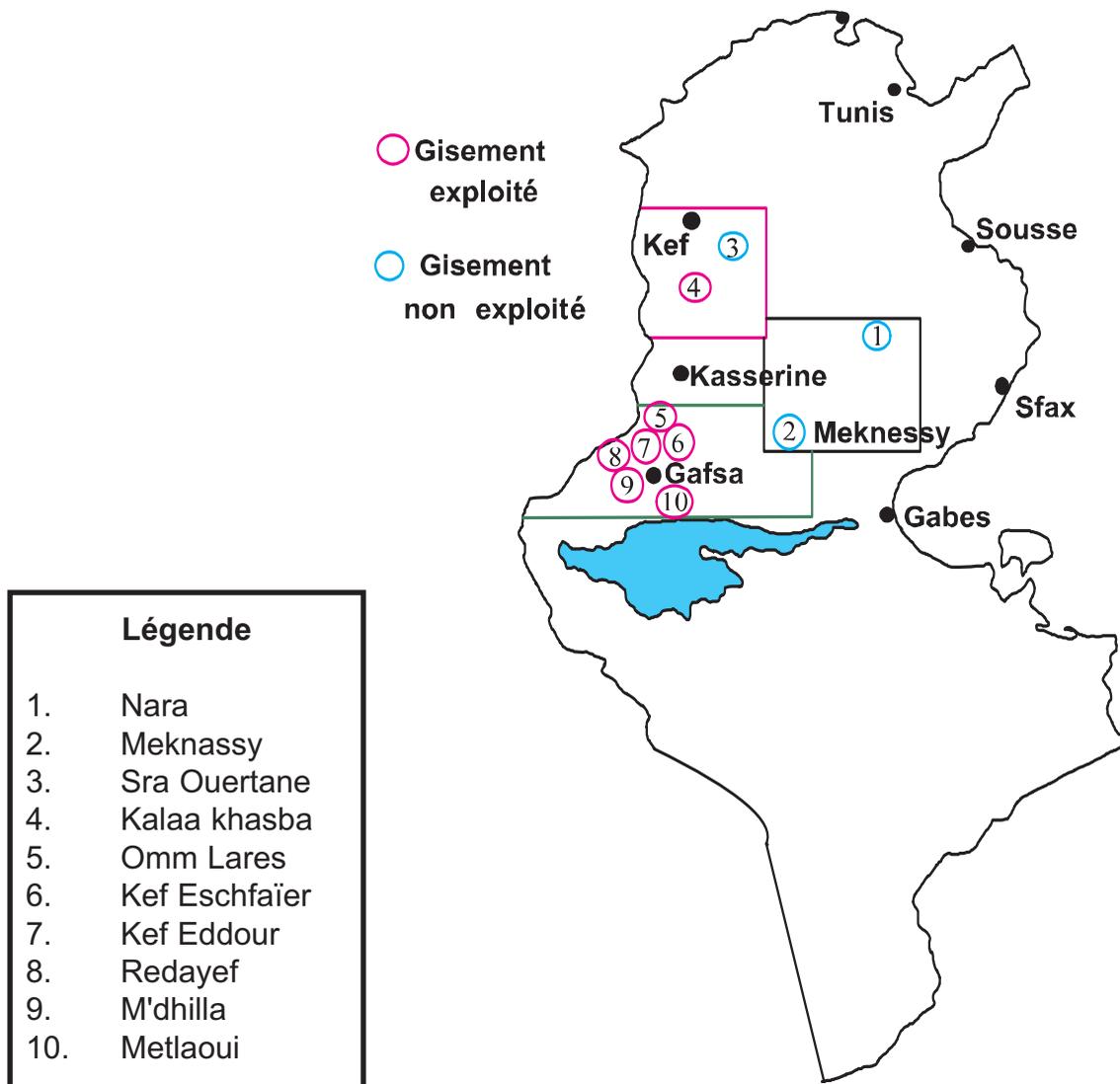
Sous l'action de la chaleur, la matière organique décomposée dégage une odeur fétide.

14- Expérience de l'action de la chaleur sur une roche phosphatée

Chauffer un échantillon de roche phosphatée dans un tube à essai et conclure quant à sa composition.

LOCALISATION ET GENESE DES PHOSPHATES

1. Localisation des phosphates :



15- Carte de localisation des phosphates en Tunisie

- 1- Dresser la liste des gisements de phosphates.
- 2- Situer géographiquement ces gisements par rapport à Kasserine.

2- Genèse des phosphates

2-1 Indices fournis par l'étude des fossiles :

Le phosphate dégage une odeur fétide de cadavres

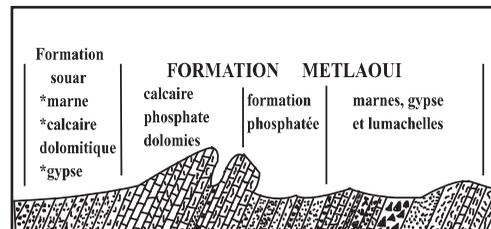


16- Dents de requin observées dans le phosphate tunisien



17- Fossile de Tortue marine trouvée dans le phosphate

2-2 Indices fournis par les roches sédimentaires qui accompagnent les phosphates :



18 - Les affleurements phosphatés à Oued Thelja

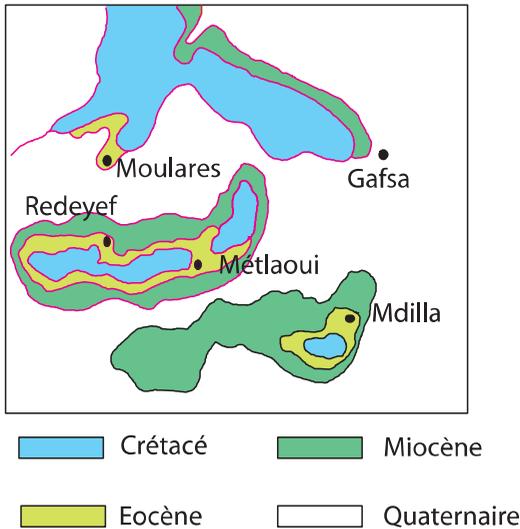
La formation Mévlaoui renferme des gypses et des calcaires coquillers.

Le gypse se forme dans des bassins d'eau salée sous un climat chaud et sec.
Les calcaires coquillers sont construits par des espèces vivant en mer peu profonde.

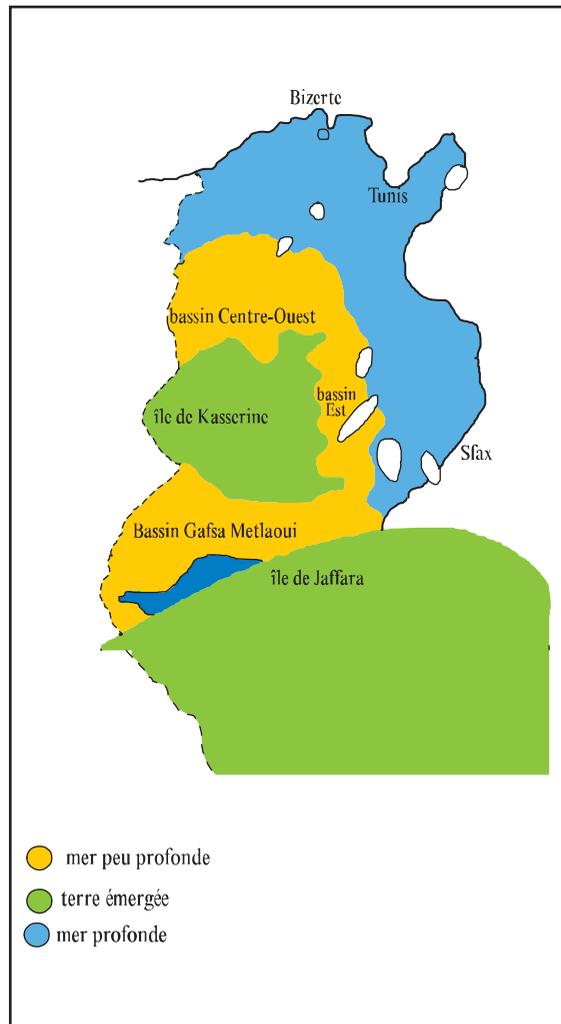
Indiquer le milieu de formation des phosphates et le climat qui régnait lors de la formation des phosphates.

2-3 Indices fournis par l'étude stratigraphique :

L'étude stratigraphique de la région de Kasserine montre l'absence de dépôts éocène dans cette région.



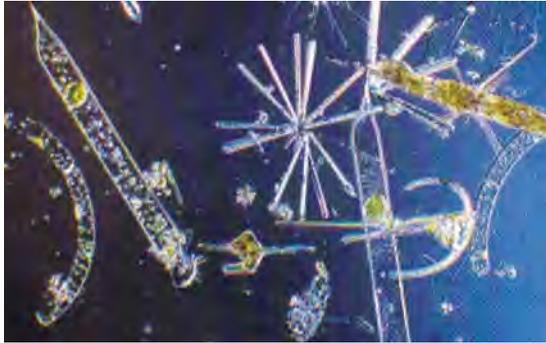
19 - Gisement des phosphates dans le sud tunisien



20 - Carte de la Tunisie à l'éocène

1. Quel est l'âge des terrains sur lesquels sont installés les gisements de phosphate. En déduire l'âge des phosphates tunisiens.
2. Expliquer l'absence de terrains éocènes dans la région de Kasserine.

2-4 Les conditions de formation des phosphates en Tunisie :



21- Microorganismes planctoniques observés au microscope. Ces organismes vivent dans des mers peu profondes

Transformation de la matière organique en phosphate

La matière organique morte se décompose partiellement dans un milieu pauvre en dioxygène et se transforme en sédiment phosphaté.

Origine du phosphate

L'eau de mer contient du phosphate dissous.

On admet que le phosphate en Tunisie a surtout une origine organique. Il provient essentiellement d'organismes planctoniques qui ont concentré le phosphate dans leurs cellules et des vertébrés dont le squelette et les dents sont riches en phosphate.

Les pièges à phosphates

Le plancton marin est piégé dans des bassins marins peu profonds, proches des côtes et limités par des hauts fonds. L'abondance du plancton est liée à des courants ascendants qui ramènent des éléments nutritifs vers la surface.

Récapituler les conditions de formation des phosphates par un schéma de synthèse.

BILAN

1. Intérêt économique du phosphate et conséquences de son exploitation sur l'environnement

Le phosphate présente un grand intérêt économique pour la Tunisie. Il est utilisé dans les secteurs agricole et industriel.

Mais l'exploitation du phosphate génère des déchets solides (phosphogypse) et gazeux (gaz soufrés et fluorés) qui, à fortes doses, entraînent la pollution de l'air, du sol, des nappes et de la mer.

Cette exploitation a aussi des répercussions négatives sur la santé de l'homme.

2. Les propriétés physico-chimiques du phosphate :

La roche phosphatée est formée de grains phosphatés : **les pellets**, de déchets organiques : les coprolithes et de fossiles. Elle dégage une odeur fétide.

Les propriétés sont variables selon le gisement.

3. Localisation des phosphates en Tunisie :

Les trois bassins de gisements de phosphates sont localisés autour de la région de Kasserine.

4. La genèse du phosphate en Tunisie :

a. Indices fournis par l'étude des fossiles et des roches accompagnant le phosphate :

L'étude des fossiles marins et des roches sédimentaires accompagnant le phosphate montre que le phosphate s'est formé à l'éocène dans une mer peu profonde sous un climat chaud et sec.

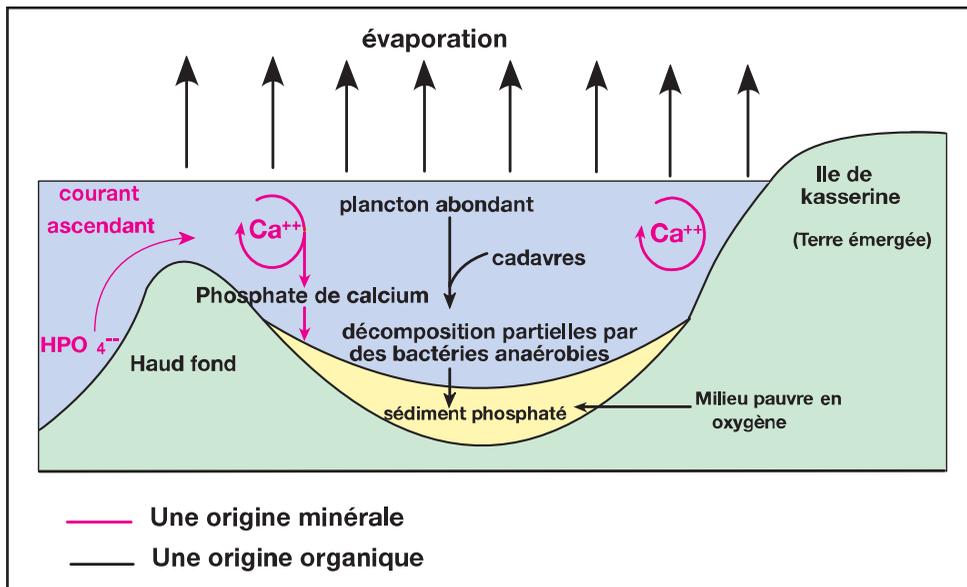
A l'éocène, la région de Kasserine était une île autour de laquelle se trouvait des bassins peu profonds et limités par des hauts fonds. Les roches phosphatées se sont formées dans ces bassins.

b. Origine du phosphate :

L'eau de mer contient du phosphate à l'état dissous (HPO_4^{--}) qui peut précipiter dans certaines conditions (augmentation de la température, richesse du milieu en Ca^{++} ...) et former du phosphate (origine minérale).

On admet actuellement que les phosphates de Tunisie ont surtout une origine organique : la matière organique morte riche en phosphate s'accumule au fond des bassins dans des milieux pauvres en dioxygène et est décomposée partiellement par des bactéries anaérobies en sédiments phosphatés.

BILAN



22- Schéma de synthèse de la genèse du phosphate

EXERCICES

RESTITUER SES CONNAISSANCES

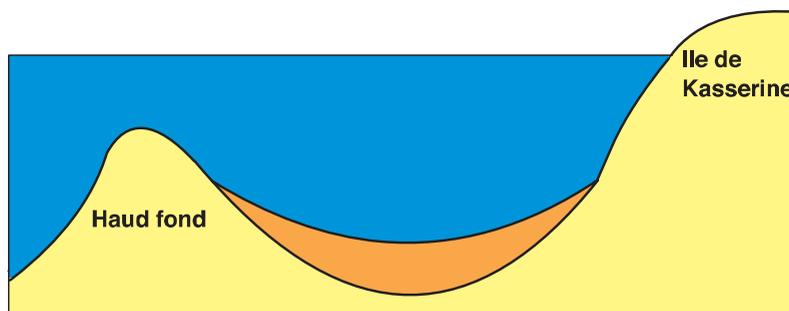
Indiquer pour chaque item la (ou les) bonne(s) réponse(s)

- 1- Les phosphates de Tunisie datent de :
- a- de l'éocène.
 - b- de l'oligocène.
 - c- du miocène
 - d- du jurassique
- 2- Les gisements exploitables de phosphates sont situés :
- a- partout en Tunisie,
 - b- dans la région du Kef,
 - c- dans la région de Kasserine,
 - d- dans la région de Gafsa
- 3 - Les phosphates de Tunisie proviennent de :
- a- la précipitation du phosphate dissous dans l'eau de mer,
 - b- la décomposition partielle de la matière organique morte,
 - c- la décomposition totale de la matière organique morte,
 - d- l'érosion de roches continentales.
- 4 - les pièges à phosphates sont des bassins :
- a- profonds,
 - b- proches des côtes,
 - c- limités par des hauts fonds,
 - d- riches en matière organique.

APPLIQUER SES CONNAISSANCES

EXERCICES CORRIGÉS

- 1- Les gisements de phosphate en Tunisie sont situés autour de la région de Kasserine, à Gafsa, Metlaoui, Kalaa Khasba et Mezzouna.
1. Rappeler la situation géographique de ces régions au moment de la formation des phosphates.
 2. Récapituler les conditions de la genèse de phosphates en complétant le schéma ci-dessous.



EXERCICES

2- Le phosphate de Kef Eschfaïer (Métlaoui) est constitué de grains fins réunis par un ciment. Il fait effervescence avec l'acide et dégage une odeur fétide. Il renferme des fossiles : dents de requin et plancton marin.

Exploiter ces données pour déduire les propriétés et le lieu de formation du phosphate de Kef Eschfaïer.

CORRIGÉ :

1 / 1 - Au moment de la formation des phosphates, c'est-à-dire à l'éocène, la région de Kasserine était une île. Tout autour, Gafsa, Metlaoui, Kalaa Khasba et Mezzouna formaient des bassins marins peu profonds limités par de hauts fonds, milieux favorables à la formation des gisements de phosphates.

2 - Voir figure 22 : schéma de synthèse de la genèse du phosphate.

2 / Le phosphate de Kef Eschfaïer est constitué de grains fins réunis par un ciment : c'est une roche compacte.

Elle fait effervescence avec l'acide : elle contient donc du calcaire dans le ciment.

L'odeur fétide indique qu'il y a eu décomposition d'êtres vivants.

La présence de dents de requins : poissons marins et de plancton marin indique l'origine marine du phosphate de Kef Eschfaïer.

UNE ROCHE SÉDIMENTAIRE A INTÉRÊT ÉCONOMIQUE : LE PÉTROLE



1- Gisement de pétrole à Elborma

Le pétrole est la source d'énergie la plus exploitée actuellement dans le monde. Mais le pétrole n'est pas une ressource renouvelable et son exploitation n'est pas sans conséquences sur l'environnement.

1. Quel est l'intérêt économique du pétrole ?
2. Où trouve-t-on du pétrole en Tunisie ?
3. Quelles sont les propriétés du pétrole ?
4. Comment le pétrole s'est-il formé dans le sous-sol ?

Sommaire

Pages

■ Intérêt économique de la roche et conséquences de son exploitation sur l'environnement	68
■ Propriétés physico-chimiques.....	70
■ Localisation et formation d'un gisement de pétrole.....	72
■ Bilan	75
■ Exercices	77

INTÉRÊT ÉCONOMIQUE DU PÉTROLE ET CONSÉQUENCES DE SON EXPLOITATION SUR L'ENVIRONNEMENT

La production nationale de pétrole brut et de gaz naturel en 2002, a été de l'ordre de 6,5 millions de tonnes dont 3,5 millions de tonnes de pétrole et 2,9 millions de tonnes de gaz naturel.

1. Quels sont les domaines d'utilisation du pétrole ?
2. Quelles sont les conséquences de l'utilisation du pétrole sur l'environnement ?

1 - Extraction et traitement du pétrole



2- Raffinerie de Bizerte

Le pétrole est extrait au niveau de forages. Il est inutilisable sous sa forme brute. Il est transformé dans des raffineries.

Le pétrole est transformé en :

- gaz (propane, butane...)
- essences, gasoil...
- lubrifiants
- bitumes
- cires.

Au niveau mondial, 42% de l'énergie fournie par le pétrole, le gaz naturel et le charbon est utilisée pour produire de l'électricité.

- 1 - Indiquer les produits dérivés du pétrole.
- 2 - Chercher l'intérêt pratique des produits dérivés du pétrole.

2- Conséquences de l'utilisation du pétrole sur l'environnement:

Pollution de l'air

La combustion du pétrole libère 10 milliards de tonnes de CO₂ par an dans l'air. L'augmentation du CO₂ dans l'atmosphère intervient dans le réchauffement de la planète par effet de serre.

Pollution de l'eau

Date	navire	pays	lieu	Tonnage
02/01/1997	Nakhodka	Russie	Mer du Japon	4400t
08/02/1997	San Jorge	Panama	Côte uruguayenne	53000t
02/07/1997	Diamond Grace	Japon	Baie de Tokyo	13400t
15/10/1997	Orapin Global Evoikos	Thaïlande	Détroit de Singapour	26000t
12/12/1999	Erika	Malte	Large de la Bretagne (France)	20000t
31/10/2000	Ievoli Sun	Italie	Large de l'île anglo- normande d'Aurigny	6000t de produits chi- miques
20/03/2001	Plateforme pétrolière flottante	Brésil	Au large du Brésil	350000t de gasoil
19/11/2002	Prestige	Bahamas	Large de la Galice (Espagne)	77000t

Conséquences de la marée noire du Torrey Canyon survenue le 18/03/1967 au Land's End (Grande Bretagne).

*119 000t de pétrole brut ont été déversés d'un seul coup.

*100 000t d'algues ont été tués.

*35 000t de mollusques, crustacés et poissons ont péri.

*Le naufrage a fait passer la population des macareux marins des îles Scilly de 100 000 à 100 individus.

1. Faire la somme de la quantité de pétrole déversée dans les mers et les océans en cinq ans.
2. Sachant qu'une tonne de pétrole s'étale sur 12 Km² d'eau, calculer la surface totale recouverte par le pétrole déversée en cinq ans.
3. Calculer la moyenne de surface maritime recouverte par le pétrole chaque année.
4. Réaliser un dossier traitant de la pollution causée par l'utilisation du pétrole et les effets des produits toxiques du pétrole sur la santé de l'homme. Proposer des solutions pour y remédier.

PROPRIÉTÉS PHYSICO-CIMIQUES DU PÉTROLE

1. Aspect :



a- Pétrole brut
(Russie)

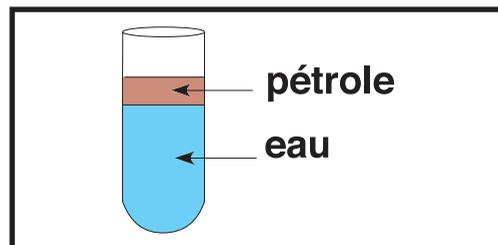
b- Pétrole brut
(Moyen-orient)

c- Pétrole brut
(France)

3- Echantillons de pétroles bruts provenant de gisements différents

2. Action de l'eau :

Verser du pétrole dans un tube à essai contenant de l'eau.
Agiter puis observer.



4- Action de l'eau sur le pétrole

3. Action de la chaleur :

En brûlant, le pétrole brut produit une flamme éclairante d'hydrogène et dégage une fumée noire de carbone



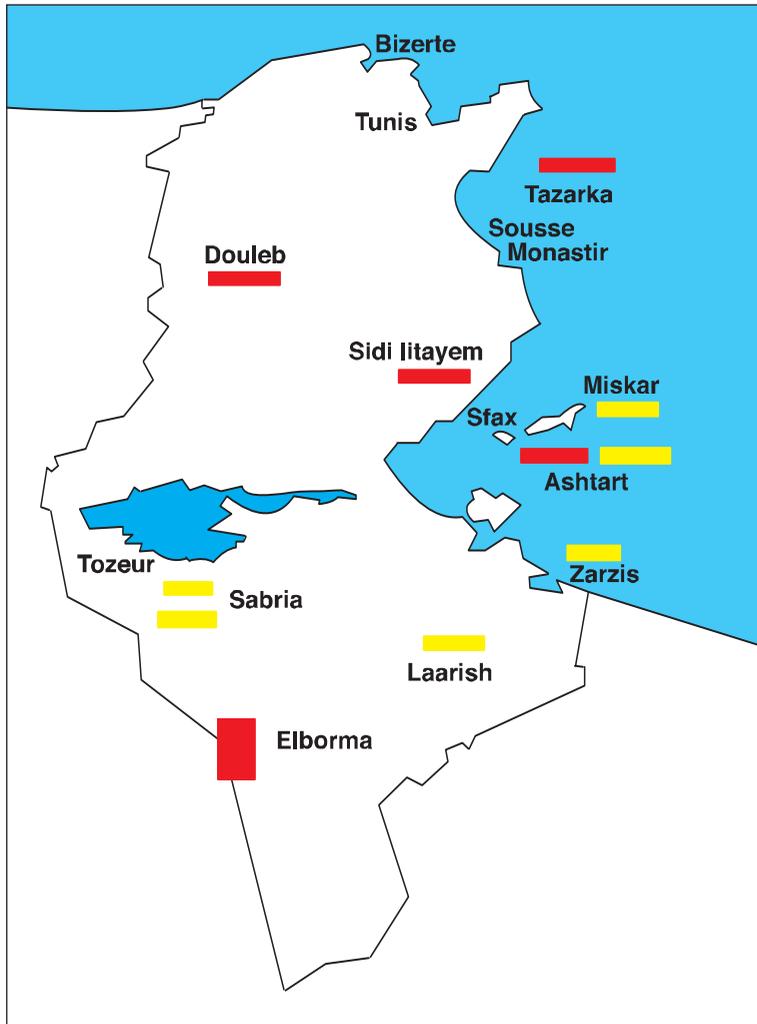
5- Action de la chaleur sur le pétrole

1. Décrire les différents échantillons du document 3 pour dégager l'aspect du pétrole (état physique, couleur...)
2. Réaliser les expériences des documents 4 et 5.
3. Recopier puis remplir le tableau récapitulatif ci-dessous.

Caractères de la roche		Observations
aspect	Etat physique	
	Couleur	
Odeur		
Action de l'eau	Miscibilité	
	Solubilité	
	Densité	
Action de la chaleur		
Composition chimique		

LOCALISATION ET FORMATION D'UN GISEMENT DE PÉTROLE

1. Localisation des gisements de pétrole en Tunisie :



Lorsqu'on parle de pétrole en Tunisie, on pense avant tout au gisement d'El Borma.

En effet El Borma est le premier gisement de pétrole découvert en Tunisie (1963). Le champ pétrolifère d'El Borma est situé au sud ouest tunisien et s'étend sur 160 Km². Il continue à produire plus de 60% du pétrole tunisien.

Mais depuis cette découverte, un nombre important de gisements est venu s'ajouter à celui d'El Borma.

Certains gisements sont exploités "on shore" et d'autres "off shore" (en mer).

Légende :



Gisements de pétrole



Gisements de gaz

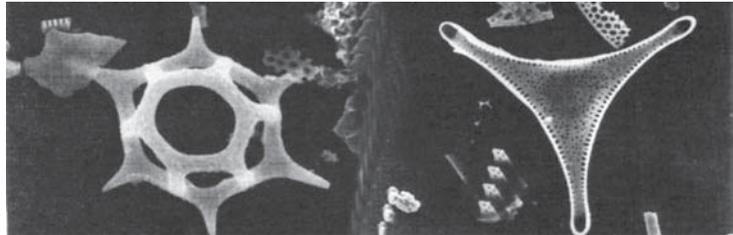
6- Les principaux gisements pétrolifères en Tunisie

2- Formation d'un gisement de pétrole

2-1 Genèse du pétrole :

2-1-1-Origine du pétrole

L'observation microscopique du pétrole brut montre des fossiles microscopiques : algues vertes marines formant le plancton marin, spores de champignons et de fougères, tissus végétaux, bactéries anaérobies et des molécules organiques (chlorophylles et lipides).



7- Le plancton, êtres microscopiques vivant dans des eaux peu profondes est à l'origine du pétrole.

Formuler une hypothèse quant à l'origine du pétrole.

2-1-2 Les conditions de formation du pétrole :

Observations dans la nature

Après la mort des êtres vivants, des bactéries, en présence d'oxygène, décomposent totalement la matière organique en matière minérale : c'est la minéralisation.

Par contre, dans des marais (eaux pauvres en oxygène), d'énormes quantités d'algues sont décomposées lentement par des bactéries anaérobies et donnent des hydrocarbures.

Expériences

Au laboratoire, on peut obtenir des hydrocarbures par distillation de lipides mélangés à des boues riches en algues.

A mesure que la température s'élève, il y a libération d'hydrocarbures liquides (de 80 à 110° C) puis gazeux (de 110 à 150° C).

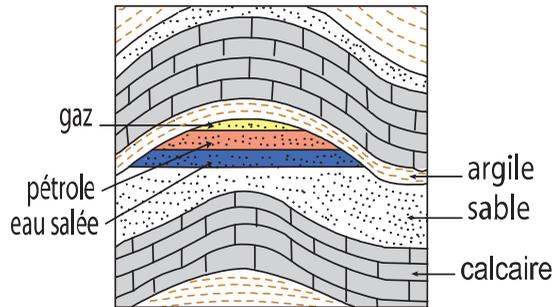
- 1 - Les observations et les constatations confirment-elles l'origine organique du pétrole ? Justifier.
- 2 - Indiquer les deux conditions nécessaires à la transformation de la matière organique en pétrole.

Chapitre 5

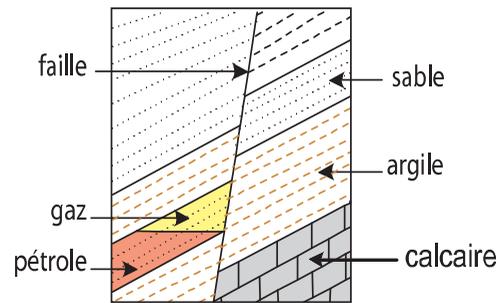
2-2 Les pièges à pétrole :

On ne trouve pas le pétrole dans la roche mère où il s'est formé. Etant donné sa faible densité et qu'il est sous pression, il est expulsé de la roche mère et remonte. Il est piégé, dans certaines conditions, dans une roche magasin.

Gisement	Roche magasin
El Borma	Grès bigarré (Trias)
Ashtart	Calcaire Nummulitique (Eocène)
Sidi El itayem	Calcaire Nummulitique (Eocène)
Maamoura	Calcaire crayeux (Crétacé sup)
Tazarka	Sable (Miocène)



8a- Un anticlinal



8b- Une faille

8a- Exemples de pièges à pétrole

- 1- Préciser la caractéristique d'une roche qui renferme un liquide.
- 2- Identifier la roche magasin représenté sur le document 8.
- 3- Dans quelles conditions le pétrole arrête-t-il sa migration et est piégé dans la roche magasin ?

BILAN

1. Intérêt économique du pétrole et conséquences de son exploitation sur l'environnement :

Le pétrole constitue une source d'énergie utilisée dans l'industrie, les activités domestiques, le transport... Cette ressource n'étant pas renouvelable à l'échelle de la vie de l'Homme ; elle doit être gérée de manière rationnelle. On cherche actuellement à diversifier les sources d'énergie.

De plus, l'utilisation croissante du pétrole entraîne des problèmes de pollution de l'air et des mers et a des répercussions sur la santé de l'homme.

2. Propriétés physico-chimiques du pétrole :

Le pétrole brut est une roche liquide d'odeur caractéristique. La couleur et la viscosité sont variables selon les gisements.

Il est insoluble dans l'eau, sa densité est plus faible que celle de l'eau.

C'est une roche combustible qui, en brûlant, libère de l'énergie.

Le pétrole est riche en hydrogène et en carbone : c'est un hydrocarbure. Il est en fait formé par un mélange d'hydrocarbures. Il renferme également de l'azote, du soufre, de l'oxygène (composés NSO) et des métaux (fer, nickel...).

On appelle également pétrole les hydrocarbures gazeux ou gaz naturels.

3. Localisation des gisements de pétrole en Tunisie :

Les gisements de pétrole sont localisés aussi bien en mer : Ashtart que sur le continent : El Borma, Douleb ...

4. Formation d'un gisement de pétrole

a. Genèse du pétrole

" L'observation microscopique montre la présence de fossiles planctoniques, essentiellement des algues.

Le pétrole a une origine organique.

" Des conditions particulières permettent la transformation lente de la matière organique en pétrole :

- La matière organique morte est enfouie rapidement dans un milieu pauvre en dioxygène (sédiment argileux). Elle est partiellement décomposée, sous l'action de bactéries anaérobies, en un composé intermédiaire appelé le kérogène : on parle de transformations biochimiques (bio = vie).

BILAN

- Une augmentation de la température (due à l'enfoncement progressif du bassin ou subsidence) entraîne la transformation du kérogène en pétrole liquide (entre 1 et 3 Km de profondeur) et en gaz (entre 3 et 4,5 Km de profondeur) : on parle de transformations géochimiques (géo = terre).

" La formation du pétrole nécessite une matière organique abondante. Cette condition est réalisée, par exemple, dans des bassins marins peu profonds (50m), limités par de hauts fonds et alimentés par des courants ascendants. Le plancton, essentiellement les algues, se développent dans ces eaux superficielles éclairées et aérées.

b. Migration du pétrole

Le pétrole quitte la roche mère dans laquelle il s'est formé. Il migre jusqu'à ce qu'il soit arrêté par une structure géologique (anticlinal, faille...). Le pétrole est piégé dans une roche perméable appelée roche magasin recouverte par une roche imperméable ou roche couverture.

EXERCICES

RESTITUER SES CONNAISSANCES

I- Définir les mots et expressions suivants :

Combustible- hydrocarbure- roche réservoir- roche couverture.

II- Relever, pour chaque item, la ou les bonne(s) réponse(s)

1- Le pétrole se trouve dans :

- a- une roche mère
- b- une roche perméable
- c- une roche imperméable
- d- une roche poreuse

2- La roche couverture est une roche:

- a- poreuse
- b- imperméable
- c- située au-dessous de la roche réservoir
- d- située à la surface du gisement de pétrole

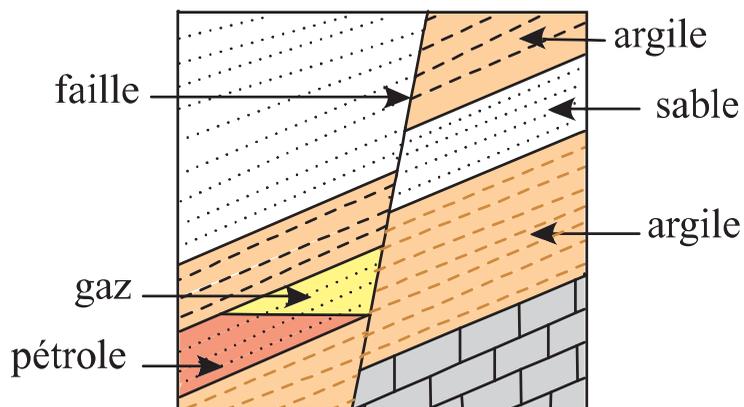
3 - Le pétrole provient de :

- a- la transformation de la matière organique d'origine planctonique
- b- la décomposition partielle de la matière organique sous l'action de bactéries et de la température.
- c- décomposition partielle de la matière organique d'origine végétale.
- d- décomposition partielle de la matière organique d'origine animale.

APPLIQUER SES CONNAISSANCES

EXERCICE CORRIGÉ

Le document suivant représente une coupe géologique renfermant un gisement de pétrole.



Exploiter ce document pour dégager les conditions nécessaires pour piéger le pétrole dans cette région.

EXERCICES

CORRIGÉ :

Le pétrole est emmagasiné dans les pores du sable qui est une roche perméable. Le sable est alors qualifié de roche réservoir.

La migration du pétrole a été arrêtée par :

-l'argile : roche imperméable

-une structure piège : la faille qui est une cassure des roches accompagnée du soulèvement d'un bloc et l'affaissement de l'autre bloc.

Ces conditions ont piégé le pétrole qui constitue un gisement.

EXERCICES NON CORRIGÉS

1- Plusieurs conditions sont nécessaires à la formation du pétrole. Relever parmi les expressions les conditions qui assurent :

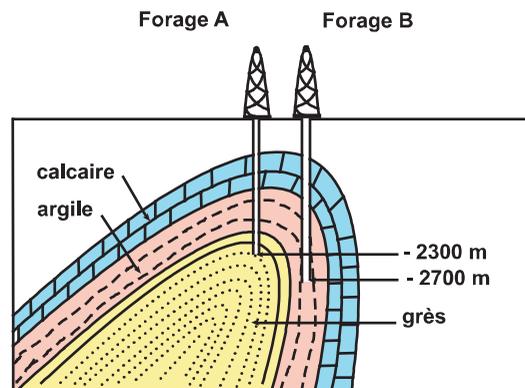
a- l'abondance de la matière organique

b- la transformation de la matière organique en pétrole.

Milieu bien aéré - Eau peu profonde - Bactéries aérobies - Eau profonde - Bactéries anaérobies - Milieu pauvre en dioxygène - Augmentation de la température - Enfouissement progressif du bassin - Enfouissement rapide de la matière organique - Milieu riche en substances nutritives.

2- Le document ci-joint représente un piège à pétrole. Deux forages A et B sont réalisés respectivement à une profondeur de 2300m et 2700m.

Déterminer le forage qui atteint le gisement de pétrole. Justifier la réponse.



GESTION RATIONNELLE D'UN ÉCOSYSTÈME



Le lac Ichkeul

Les milieux naturels et aménagés constituent l'environnement dont l'Homme exploite les ressources nécessaires à ses activités mais ces activités le modifient profondément et peuvent entraîner sa dégradation. Pour assurer la durabilité des ressources de l'environnement, une gestion rationnelle de ces milieux s'impose. Celle-ci suppose trois actions complémentaires : connaître le milieu et comprendre son fonctionnement, l'exploiter raisonnablement, réduire et surtout prévenir les facteurs pouvant entraîner des dégâts parfois irréversibles.

- 1-Quelles sont les composantes de notre environnement ?
- 2-Quelles sont les relations établies entre ces composantes ?
- 3- Comment gérer notre environnement ?
- 4-Comment l'Homme peut-il intervenir pour préserver son environnement ?

Dans cette partie, vous étudierez les chapitres suivants :

Chapitre 1		
	Notion d'écosystème.....	p 82
Chapitre 2		
	Adaptation des êtres vivants à leur milieu.....	p 93
Chapitre 3		
	La répartition des végétaux en Tunisie.....	p110
Chapitre 4		
	Relations trophiques et cycle de la matière.....	p118
Chapitre 5		
	Notion de développement durable	p.155

- › La mer, les lacs, les forêts, les steppes et le Sahara sont des **milieux de vie**.
- › Un milieu de vie ou **environnement** est formé de deux composantes :
 - les êtres vivants forment **l'ensemble vivant**.
 - le lieu où vivent les êtres vivants forment **l'ensemble non vivant**.
- › **Différentes relations** s'établissent entre les êtres vivants d'un même milieu : relations alimentaires, défense du territoire, reproduction...
- › **Une chaîne alimentaire** est formée d'êtres vivants reliés par des relations de nutrition, Exemple : un animal végétarien mange de l'herbe , il est mangé par un animal carnivore qui est lui-même mangé par un autre animal carnivore.
- › Le premier **maillon** de la chaîne alimentaire est une plante verte autotrophe c'est-à-dire capable de produire de la matière organique à partir de substances minérales (eau, sels minéraux et dioxyde de carbone).
- › Les êtres vivants d'un milieu sont dotés de caractères compatibles avec les conditions de ce milieu : on dit qu'ils sont **adaptés à leur milieu**.
- › **La répartition des êtres vivants** dépend des conditions écologiques (climat, sol, topographie...) de leur milieu.

SITUATION D'INTÉGRATION

**A****B**

Exploitation des ressources de l'environnement (liège A, calcaire B)

Rares sont les endroits de la planète qui ne signalent pas la présence de l'Homme. Pour satisfaire ses besoins immédiats, l'Homme transforme profondément son environnement sans trop se préoccuper des répercussions souvent néfastes de ces transformations sur l'équilibre fragile de l'écosystème général.

Réaliser une enquête traitant l'un des sujets suivants :

- Les activités humaines ayant un impact négatif sur l'environnement naturel de votre région.
- Les activités humaines ayant un impact positif sur l'environnement naturel de votre région.
- La biodiversité (ou la diversité des êtres vivants) dans votre région et les facteurs qui la menacent de disparition.

NOTION D'ÉCOSYSTÈME



La forêt de Djebel Boukornine : une forêt de Thuya de berbérie

Une mer, une forêt, une oasis... sont des milieux naturels. Elles abritent différentes espèces animales et végétales adaptées au milieu.

Quelles sont les composantes du milieu ?

Quelles sont les interactions entre les composantes de ce milieu ?

Sommaire

Pages

■ Etude d'un milieu : la forêt de Boukornine.....	83
■ Bilan.....	90
■ Exercices.....	91

ÉTUDE D'UN MILIEU : LA FORÊT DE BOUKORNINE

La forêt de Boukornine a une superficie de 1939 hectares. Elle présente une altitude variable (10 à 576 mètres) et s'étend sur les flancs nord et sud de la montagne. C'est un milieu naturel exploité par l'homme. Il est devenu un parc national depuis 1987.

L'étude d'un milieu se fait par une sortie.

Comment préparer et réaliser une sortie ?

Quelles sont les caractéristiques de ce milieu ?

1 - Préparation de la sortie

a - Matériel à emporter :

Matériel collectif :

- La carte topographique de la région.
- La carte pluviométrique de la Tunisie.
- Un marteau de géologue pour chercher des animaux cachés dans le sol.
- Un appareil photographique pour prendre des vues du site, des végétaux et des animaux.
- Une caméra pour filmer le comportement des êtres vivants.
- Des sachets en plastique pour y placer des échantillons de végétaux.
- Des petits flacons pour y placer des échantillons d'animaux.
- Des étiquettes pour indiquer les noms des échantillons.
- Une boussole pour orienter le site.
- Une pissette d'eau pour tester la présence de l'argile dans le sol.
- Un flacon d'acide chlorhydrique pour tester la présence du calcaire.
- Un hygromètre pour mesurer l'humidité.
- Un baromètre pour mesurer la pression.
- Un luxmètre pour mesurer la luminosité.
- Des pinces pour ramasser des animaux.
- Un thermomètre.
- Des lames de verre pour tester la dureté du sable.

Activité

Matériel individuel :

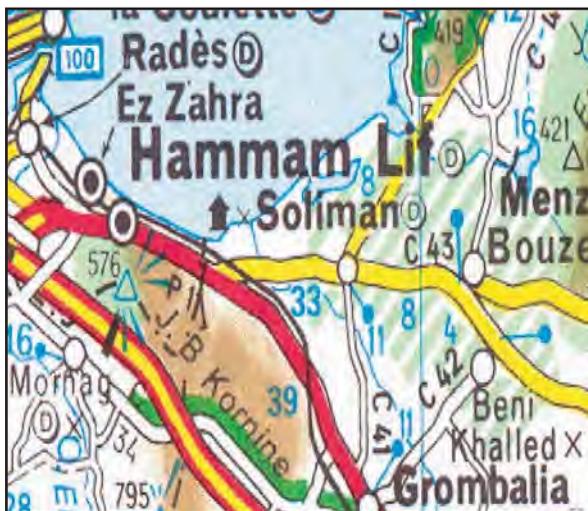
- Un carnet, un stylo, un crayon.
- Un manuel scolaire ou autre document pour déterminer les animaux et les végétaux.
- Prévoir une tenue vestimentaire adéquate.

b- Localisation

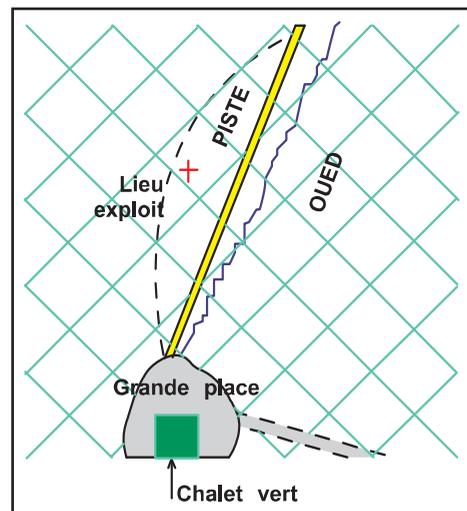
Utiliser la carte topographique régionale pour situer géographiquement le site à visiter.

Veiller, au cours de la sortie, à respecter au maximum le milieu visité.

Pour l'échantillonnage, ramasser, pour chaque espèce, un échantillon pour toute la classe.



2- Extrait de la carte routière de Tunisie



3- Localisation du lieu visité

2- Réalisation de la sortie : Activités sur le terrain

2-1 Itinéraire

- Indiquer la localisation du site par rapport aux localités et aux routes les plus proches.
- Sur le schéma de la localisation, représenter l'itinéraire à suivre. Mettre une légende appropriée.

2-2 Détermination des caractéristiques du milieu

Les caractéristiques d'un milieu sont déterminées par :

- les facteurs énergétiques : chaleur, lumière.
- Les facteurs mécaniques : vent, érosion, feu.
- Les facteurs hydriques : pluviométrie, humidité de l'air et du sol.
- Les facteurs chimiques : matières organique et minérale.



4- les caractéristiques d'un milieu

5- L'inclinaison des arbres indique la direction des vents dominants.

- Orienter le milieu à l'aide d'une boussole.
- Observer la couleur du sol.
- Tester, par des expériences simples, la composition minéralogique dominante du sol (sable, argile, calcaire ...). En déduire la nature du sol.
- Effectuer des mesures de la température à des endroits variés du site (à l'ombre, à découvert, à des hauteurs différentes...), définir la direction des vents dominants.
- Mesurer la pression, atmosphérique, l'humidité relative et l'éclairement.
- Exploiter la carte de pluviométrie, la carte des températures, les résultats des observations et expériences précédentes ainsi que le document 4 pour déterminer les caractéristiques climatiques et physico-chimiques de la région de Boukornine.

2-3 Recueillir des informations sur la végétation du milieu.



6- Les végétaux de Boukornine : plusieurs strates



7- Lentisque

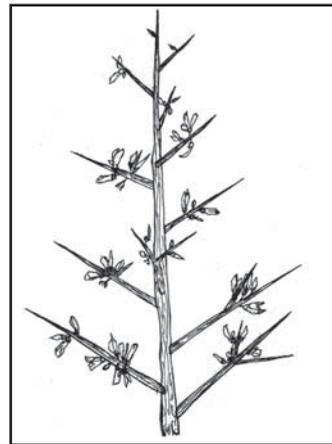
Activité



8- Romarin



9- Cyclamen de perse



10- Calycotome soyeux



11 - Alfa



12 - Bruyère multiflore

Repérer les différentes strates de la végétation du milieu.

Prendre des photos.

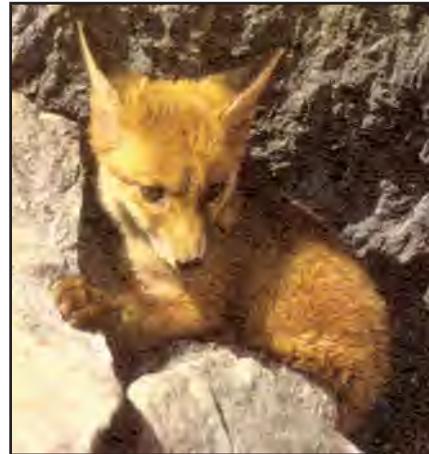
Identifier des plantes. Noter les caractéristiques du lieu où chaque échantillon a été identifié : ombre ou lumière, sol calcaire ou argileux ...

2-4 Recueillir des informations sur les animaux du milieu.

- Pour observer les animaux deux moyens sont possibles : les observer
- directement, en utilisant des jumelles.
 - Indirectement en recherchant des empreintes, des traces ou des marques



13- Lièvre



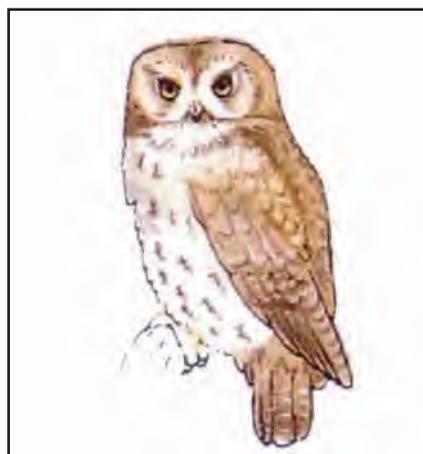
14- Renard



15- Faucon pèlerin



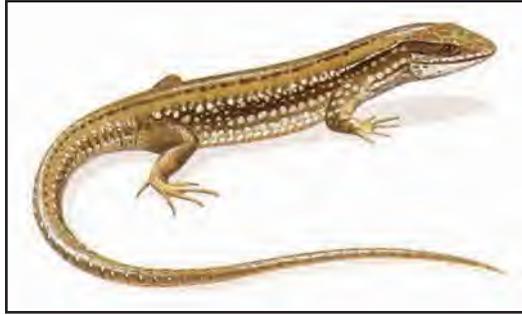
16- Sanglier



17- Chouette



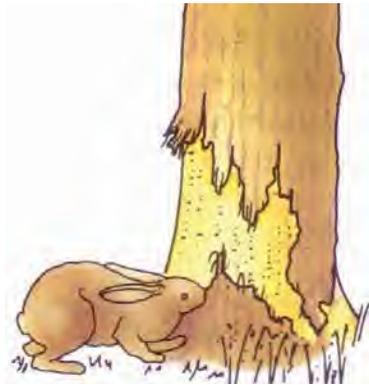
18- Hérisson



19- Lézard



20- Couleuvre



écorce dévorée

21a- Traces de lièvre



empreintes des pattes



21b- Crotte de Sanglier



21c- Empreintes du hérisson



21d- Nid de guêpe

21- Traces d'animaux observés indirectement

- 1- Reconnaître par l'observation directe ou indirecte les animaux.
- 2- Rechercher des indices qui permettent de connaître le régime alimentaire des animaux.
- 3- Noter le lieu de prélèvement, les particularités de son mode de vie....
- 4- Photographier et/ou filmer les observations que vous jugez intéressantes (animaux qui se nourrissent, qui se reproduisent ...).

3- Bilan de la sortie : notion d'écosystème

Une forêt, une mer, le Sahara ... sont des milieux où vivent des êtres vivants : on les appelle écosystèmes.

Le lieu où vivent les êtres vivants (sols, eau) est appelé biotope.

L'ensemble de végétaux constitue la flore et l'ensemble des animaux constitue la faune. L'ensemble des êtres vivants forme la biocénose.

L'ensemble des relations entre les êtres vivants du milieu constitue les facteurs biotiques.

L'ensemble des facteurs physico-chimiques (nature du sol, de l'eau, de l'air...) et climatiques du milieu forme les facteurs abiotiques.

22- Les composantes d'un écosystème

Exploiter le document 22 et les résultats obtenus précédemment pour présenter un compte rendu relatif aux :

- composantes du milieu exploré.
- relations entre les différentes composantes.

Illustrer votre compte rendu par des exemples se rapportant au milieu étudié.

BILAN

1. Les composantes d'un écosystème :

Un écosystème comprend deux ensembles indissociables :

- La biocénose comprenant les êtres vivants : la faune est l'ensemble des animaux, la flore est l'ensemble des végétaux.

- Le biotope lieu où vit la biocénose correspondante.

On appelle population un ensemble d'individus appartenant à une espèce (animale ou végétale) déterminée et vivant dans un milieu précis (une population de Renards, une population de Pins d'Alep...).

L'ensemble des populations d'une biocénose forme un peuplement (peuplement animal ou faune et peuplement végétal ou flore).

Si nous considérons un espace donné, on peut définir deux grands types de facteurs :

*Les facteurs abiotiques :

Ce sont les facteurs de tout ce qui est non vivant.

Ils comportent d'une part les propriétés physico-chimiques du milieu (nature du sol, salinité de l'eau, pH.....) et d'autre part, les facteurs climatiques du milieu (température, humidité, vent, lumière...).

*Les facteurs biotiques :

Ce sont les facteurs liés à la présence et à l'activité des êtres vivants animaux et végétaux vivant dans un milieu.

2. Les relations entre les composantes du milieu :

Il s'établit entre les individus d'une population un ensemble de relations, les unes positives (défense, coopération...) les autres négatives (compétition pour la nourriture...).

Il s'établit aussi entre les individus d'une population et ceux d'une autre population, des rapports qui peuvent aussi être positifs ou négatifs.

Les êtres vivants subissent l'influence des facteurs abiotiques et biotiques, ils agissent également sur ces différents facteurs : il existe donc une interdépendance entre tous les éléments de l'écosystème, et c'est l'ensemble de toutes ces interdépendances qui intéresse l'écologie.

En conclusion, l'écosystème est constitué par l'association de deux composantes en constante interaction l'une avec l'autre : le biotope non vivant et la biocénose caractéristique du biotope.

Selon la taille du biotope on parlera :

- de micro écosystème : sous une pierre, un rocher...
- de méso écosystème : une oasis, une forêt (Boukornine)...
- de macro écosystème : une mer, un océan...
- de l'écosystème général : la planète Terre.

EXERCICES

RESTITUER SES CONNAISSANCES

Pour chaque item, relever les réponses correctes :

1- La biocénose est l'ensemble des :

- a- facteurs biotiques d'un milieu ;
- b- êtres vivants d'un milieu ;
- c- populations d'un milieu ;
- d- facteurs liés à la faune et à la flore d'un écosystème.

2- Un écosystème est :

- a- une science qui étudie les milieux naturels ;
- b- l'ensemble des êtres vivants d'un milieu ;
- c- l'ensemble des interactions d'un milieu naturel ;
- d- l'association d'une biocénose et d'un biotope qui sont en constante interaction.

3 - Une population est l'ensemble des individus de :

- a- la faune et de la flore d'un écosystème ;
- b- la même espèce animale ou végétale ;
- c- la même faune ;
- d- la même flore.

4 - Les exemples suivants sont des facteurs abiotiques :

- a- la salinité de l'eau ;
- b- le pH du sol ;
- c- les relations alimentaires ;
- d- la reproduction chez les végétaux.

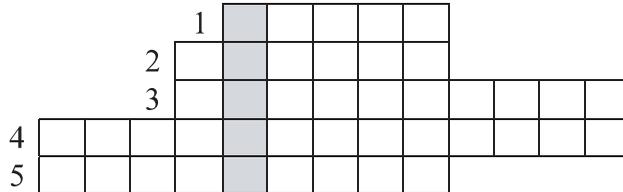
5 - Le biotope est :

- a- le lieu où vit la biocénose d'un écosystème;
- b- la faune et la flore d'un écosystème;
- c- l'ensemble des individus de la même espèce animale ou végétale;
- d- l'ensemble des facteurs abiotiques.

EXERCICES

APPLIQUER SES CONNAISSANCES

1- Recopiez la grille ci-dessous puis placer les mots correspondants aux définitions proposées. Vous découvrirez alors le mot caché :



- 1) Ensemble d'animaux.
- 2) Se définit à partir de la température et de la pluviosité.
- 3) Ensemble d'individus de la même espèce.
- 4) Milieu qui nous entoure.
- 5) Ensemble d'êtres vivants dans un lieu donné.

2- Le Parc Ichkeul est couvert par un maquis dominé par l'Olivier sauvage et parsemé de lentisque.

Dans les stations plus chaudes, on observe le Caroubier et le Romarin

On trouve l'asperge et le Câprier sur le versant Nord et les orchidées sauvages dans les régions humides.

Au niveau du lac, dans les eaux boueuses on rencontre le potamot, végétal aquatique immergé et flottant, il ne pousse pas en eau saline. C'est la nourriture de base des canards siffleurs. Autour des berges du lac, poussent des grands roseaux dont les racines sont constamment immergées.

Entre la terre ferme et les roseaux, la salicorne pousse sur des sols salés.

Les marais sont couverts de scirpes (nourriture des oies cendrées), de joncs.....

- 1) Citer les composantes de l'environnement
- 2) Rechercher les indices qui montrent que les facteurs du milieu agissent sur la répartition des êtres vivants.

ADAPTATION DES ÊTRES VIVANTS AUX FACTEURS CLIMATIQUES



Le Sahara tunisien : un écosystème présentant des conditions climatiques difficiles

Dans un écosystème, le climat est défini par des facteurs variables tels que l'humidité, la température, la pluie, la lumière et le vent. Certains êtres vivants de l'écosystème persistent pendant toute l'année, d'autres peuvent disparaître pendant une certaine période.

- 1- Comment les êtres vivants réagissent-ils aux variations des conditions climatiques ?
- 2- Quels sont les effets de la variation de ces facteurs sur le développement des êtres vivants?

Sommaire

Pages

■ Action des facteurs climatiques sur les végétaux	97
■ Action des facteurs climatiques sur les animaux.....	101
■ Bilan.....	106
■ Exercices.....	108

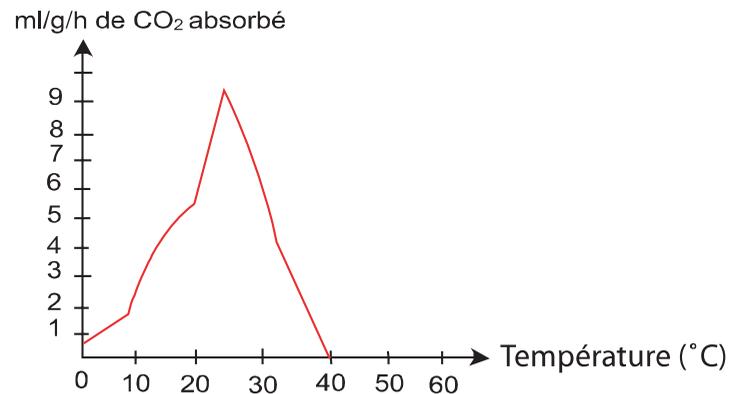
ACTION DES FACTEURS CLIMATIQUES SUR LES VÉGÉTAUX

Pour résister aux conditions climatiques défavorables, les végétaux montrent des transformations variables selon les espèces et selon les régions.

Comment les végétaux résistent-ils aux conditions climatiques défavorables ?

1 - Action de la température :

1-1 Effet de la température sur le développement :



2 - Influence de la température sur la photosynthèse chez la tomate

1. Analyser la courbe.
2. Indiquer l'effet de la variation de la température sur la teneur de CO₂ absorbé et donc sur la production de matière organique.
3. Dédurre la température optimale assurant une production maximale.

1-2 Les caractères adaptatifs :

Les plantes passent la mauvaise saison (été ou hiver) en ralentissant ou en arrêtant leurs activités. Elles résistent aux hautes températures ou aux basses températures de différentes manières.



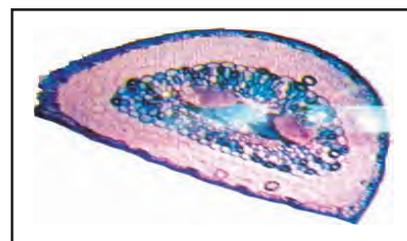
3 - Le cerisier perd ses feuilles en hiver
(Arbre à feuilles caduques)



4 - Le pin d'Alep garde ses feuilles toute l'année (Arbre à feuilles persistantes)

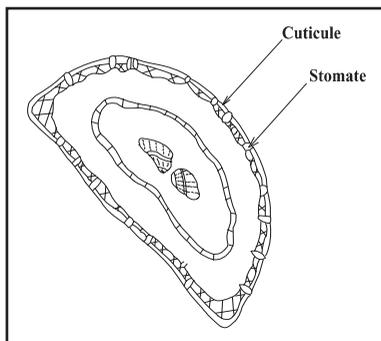


5 - Feuilles de Pin d'Alep en forme d'aiguilles



6a - Vue microscopique d'une coupe transversale d'une aiguille de pin d'Alep

La cuticule chez le Pin d'Alep est formée d'une substance imperméable, la cutine, qui isole la feuille de l'atmosphère environnante.



6b - Schéma d'interprétation de la coupe

Les plupart des plantes annuelles herbacées passent la mauvaise saison sous forme de graines (Coquelicot).

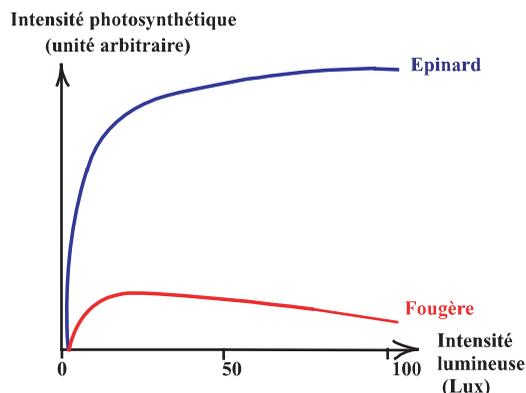
Les plantes herbacées vivaces subsistent par des organes souterrains (bulbes chez l'ail et l'oignon, tubercules chez la pomme de terre). De nombreuses plantes du désert effectuent leur cycle de développement (croissance, production de fleurs, de fruits) en quelques semaines ou en quelques jours voire même en quelques heures : cas de la rose du désert.

1 - Quelle est l'activité interrompue en hiver chez les arbres à feuilles caduques ? Quel en est l'intérêt ?

2 - Citer les moyens utilisés par les plantes annuelles et les plantes herbacées vivaces pour résister à des températures élevées.

3 - Décrire les caractéristiques des feuilles de Pin d'Alep qui permettent à la plante de résister à de fortes chaleurs et donc à une forte évaporation de l'eau.

2 -Action de la lumière :



7-Evolution de l'intensité de la photosynthèse en fonction de l'intensité de la lumière

La lumière est nécessaire à la photosynthèse des plantes vertes. Les plantes n'ont pas toutes les mêmes besoins en lumière. La plupart des plantes en Tunisie sont des plantes exigeantes en lumière ou plantes de lumière. Les plantes poussant à l'abri de plantes plus hautes sont des plantes d'ombre (Ortie, fougère).



8a- Chênes en forêt allongés



8b- Chêne isolé en forme de boule

- 1 - Déterminer l'intensité optimale assurant une production maximale pour chacune des deux plantes du document 7. Justifier l'appellation de plante d'ombre ou sciaphile et de plante de lumière ou héliophile.
- 2 - Expliquer la différence de morphologie observée entre un chêne isolé et un chêne en forêt.

3- Les conditions hydriques du milieu :

Les besoins en eau varient selon les plantes. Les plantes xérophytes résistent au manque d'eau tout en continuant à avoir une vie active.

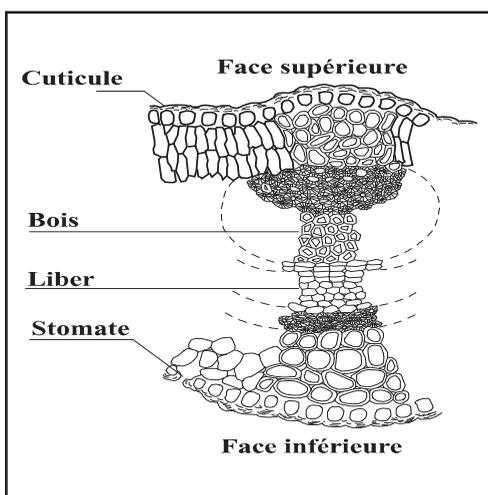
Comment les plantes xérophytes résistent-elles au manque d'eau ?



9- Rameau feuillé d'olivier



10a - Vue microscopique d'une coupe transversale d'une feuille d'olivier



10b- Schéma d'interprétation de la coupe transversale d'une feuille d'olivier

Chez l'olivier, la cuticule est formée d'une substance qui imperméabilise la surface de la feuille.

Les stomates, par lesquels la vapeur d'eau se dégage, sont recouverts de poils tecteurs à la manière de petits parasols.

Le système racinaire atteint jusqu'à 6m de profondeur et occupe une surface 2 à 3 fois plus grande que celle de l'ombre de ses feuilles à midi.

Activité



Les tiges des cactacées sont des raquettes gorgées d'eau et de forme renflée. Les feuilles sont souvent épineuses.

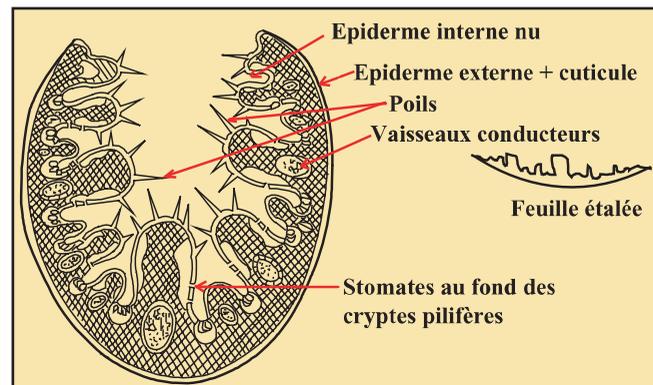
11- Deux espèces différentes de Cactacées



12- Feuilles d'oyat (*Psamma arenaria*)



13a- Vue microscopique d'une coupe transversale de la feuille d'oyat enroulée en période sèche



13b- Schéma d'interprétation de la coupe

A l'aide des documents présentés, citer les dispositifs qui assurent :

- *la réduction des pertes d'eau
- *l'augmentation de l'absorption d'eau
- *la mise en réserve d'eau dans les organes.

4- Action du vent :

Le vent exagère les effets de la température et de la sécheresse. Les plantes poussant sur les côtes, les sommets élevés des montagnes sont exposées continuellement au vent.



14- Un Hêtre nain observé dans une zone exposée au vent. Ailleurs, sa taille dépasse généralement les 5 mètres



15- Pin soumis à un fort vent dominant



16- L'Oyat

L'Oyat est une graminée utilisée pour la fixation des dunes littorales. Elle possède des racines développées et des tiges minces et flexibles.

Citer les caractéristiques des plantes exposées au vent.

5- Les différents modes d'adaptation

On distingue trois modes d'adaptations :

- **L'adaptation morphologique** : ensemble des transformations qui touchent la forme extérieure de l'être vivant.
- **L'adaptation physiologique** : ensemble des transformations touchant le fonctionnement des appareils de l'organisme (respiration, excrétion, transpiration, photosynthèse...).
- **L'adaptation anatomique** : ensemble des transformations affectant le développement de certains organes.

- 1 - Exploiter les définitions du document ci-dessus pour classer dans un tableau les différents modes d'adaptation des végétaux cités précédemment.
- 2 - Compléter le tableau par des exemples de végétaux du milieu visité.

ACTION DES FACTEURS CLIMATIQUES SUR LES ANIMAUX

Les animaux résistent aux conditions climatiques défavorables grâce à des stratégies différentes.

Comment les animaux résistent-ils aux conditions climatiques défavorables ?

1- Action du froid :

1-1 Chez les animaux à température interne constante :

Les mammifères présentent une température interne constante. Ils ne supportent pas de grandes variations de température.



1a - Sanglier

Certains mammifères ont une fourrure épaisse : le Renard, le sanglier, l'ours...



1b - Renard

Une expérience simple à réaliser

- Remplir à moitié deux tubes à essai par de l'eau distillée.
- Entourer l'un d'eux par de la laine de mouton ou de la fourrure de lapin.
- Placer les deux tubes dans de la glace pilée.
- Relevez la température des deux tubes avant l'expérience et au bout de 15mn.



- Réaliser l'expérience.
- Conclure quant au rôle de la fourrure et de la laine chez les mammifères.



2 - Hérisson en hibernation



3 - Hérisson en activité

Avec l'arrivée du froid, la nourriture devient rare, le hérisson se cache dans un nid à l'abri du froid et du vent. Dès que la température chute en dessous de 10 °C, il s'immobilise et son corps dépense le minimum d'énergie nécessaire pour se maintenir en vie. En Hiver, Il respire seulement 9 fois/minute, au lieu de 40-50 fois en été ; l'activité de son cœur passe en été de 190 battements/minute à 20/minute en hiver ; sa température baisse de 35° à 10° C.

En hiver, l'énergie nécessaire à sa vie provient des masses graisseuses stockées sous la peau. À la fin de l'hiver, les hérissons perdent alors 30 % de leur masse.

1-2- Chez les animaux à température interne variable :



4 - Escargot avec son opercule

En hiver, l'escargot, pour se protéger du froid, se retire au fond de sa coquille après l'avoir fermé avec un opercule calcaire.

L'opercule est une membrane qui isole le corps mou de l'escargot et le protège du milieu extérieur.



5 - Nymphe de papillon

Chez la piéride du chou, les larves sortent des œufs et grandissent en automne pour donner des nymphes : les chrysalides.

L'animal passe l'hiver sous forme de chrysalide. La chrysalide est une forme immobile qui présente une membrane externe épaisse et rigide, capable de protéger l'animal contre le froid.

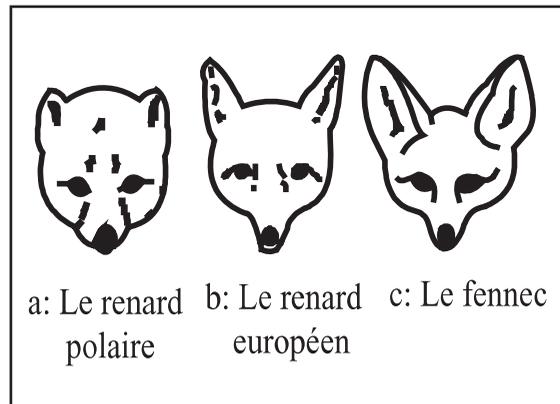
Au printemps, la membrane se déchire et libère un papillon adulte.

2 - Action de la chaleur

Les animaux des zones arides et désertiques développent certains mécanismes leur permettant de survivre dans ces régions.



6 - Le fennec



7 - Différentes formes de têtes de renards

Pour résister à l'aridité, le fennec élimine très peu d'eau ; son urine est très concentrée.

Ses grandes oreilles parcourues par de nombreux vaisseaux sanguins, permettent le refroidissement du sang ; ce qui assure le rafraîchissement du reste du corps.

Le fennec, comme d'autres mammifères du désert, présente un corps allongé comparativement aux mammifères des régions froides qui présentent un corps en boule. Cette forme allongée est un autre moyen pour rafraîchir le corps par une meilleure transpiration.

Selon Bergman, les extrémités du corps des animaux (oreilles, queues et membres) augmentent de surface des régions froides aux régions chaudes.

Cette augmentation de surface par rapport à la taille du corps permet un meilleur refroidissement de l'organisme par transpiration.



8 - Le varan du désert



9 - Le dromadaire

* Pour réduire les pertes d'eau par les urines, le varan présente des glandes spécialisées situées au niveau des narines et qui permettent l'élimination du sel. Ceci permet à l'animal de réabsorber une plus grande quantité d'eau.

* Quand la température dépasse 40°C, le rythme respiratoire du varan augmente.

- Exposé au soleil et au repos, le dromadaire peut rester jusqu'à deux semaines sans boire ; il se contente de l'eau qui se trouve dans les plantes épineuses.

- Il peut survivre à une déshydratation dépassant 40% de sa masse.

- Dans ces conditions, pour réduire les pertes d'eau :

* l'urine devient très concentrée,

* la transpiration n'est déclenchée que lorsque la température externe atteint 41°C,

* les cornets du nez réabsorbent la vapeur d'eau rejetée au cours de la respiration.

- De même, il utilise l'eau (métabolique) provenant de la combustion des graisses de sa bosse.



10a - Le fennec au repos

Une adaptation comportementale est l'ensemble des modifications du comportement imposées par les facteurs du milieu.



10b - Une gazelle au repos



10c - Un scorpion en activité

Dans le Sahara, certains animaux n'entrent en activité que pendant la nuit. Ils passent toute la journée dans des abris ombrés.

D'autres animaux migrent pendant l'hiver, pour chercher des conditions climatiques plus favorables.



10d - Des Oies en migration

- 1 - Citer les caractères d'adaptation permettant la lutte contre le froid.
- 2 - Classer dans un tableau les différents modes d'adaptations à la vie aride des animaux cités précédemment (adaptations comportementales, morphologiques et physiologiques).
- 3 - Compléter le tableau par d'autres exemples d'animaux du milieu visité.

BILAN

1. Adaptation des végétaux

1-1 Action de la température :

Les plantes résistent aux hautes températures et aux basses températures de différentes manières :

- Les arbres à feuilles caduques perdent leurs feuilles en hiver et bloquent ainsi leur photosynthèse.
- Les plantes herbacées vivaces (vivant plusieurs années) perdent leurs parties aériennes pendant la mauvaise saison et subsistent par des organes souterrains (bulbes, tubercules, rhizomes).
- Les plantes annuelles ne persistent que sous forme de graines.
- La plupart des plantes du désert ont un cycle de développement très court (plantes éphémérophytes).

1-2 Action de la lumière:

Selon les besoins de la plante en lumière on distingue:

- les plantes héliophiles ou plantes de lumière qui, pour se développer, exigent une grande quantité de lumière.
- les plantes sciaphiles ou plantes d'ombre qui peuvent se développer avec des intensités lumineuses plus faibles.

Certaines plantes, dans leur recherche de la lumière, présentent une forme en boule lorsqu'elles sont isolées. En forêt, leur tronc s'allonge et se dénude à la base (chêne).

1-3 Les conditions hydriques

Les plantes exigeantes en eau ou hygrophytes présentent un système racinaire peu développé, des organes aériens très développés et des feuilles généralement minces (adaptations morphologiques).

Les plantes xérophytes, plantes des zones arides et littorales, sont capables de se développer sur des sols déficients en eau. Elles présentent un ensemble de caractères qui assurent l'augmentation de l'absorption d'eau, la réduction des pertes d'eau ou la mise en réserve d'eau :

- Augmentation de l'absorption de l'eau disponible dans le sol par un système racinaire développé dans le sens vertical ou horizontal (adaptations morphologiques).

- Réduction de la transpiration :

* feuilles de petite taille, feuilles enroulées en période sèche (Alfa, Oyat), feuilles transformées en épines (adaptations morphologiques)

* stomates enfoncés dans des cryptes pilifères (Oyat, Laurier rose), présence de cuticule imperméable ou de poils tecteurs à la surface de l'épiderme (adaptations anatomiques).

- Mise en réserve d'eau dans des tissus aquifères (adaptations physiologiques).

BILAN

1- 4 Action du vent :

Dans les zones exposées au vent, la végétation arborescente est réduite. Les arbres restent nains ou en coussinet (Hêtre) ou deviennent déformés (Pin). Les plantes herbacées acquièrent des tiges minces, flexibles et un système racinaire très développé assurant la fixation de la plante au sol et une alimentation suffisante en eau et en sels minéraux (Oyat).

2 - Adaptation des animaux

Les animaux résistent aux conditions climatiques défavorables grâce à des stratégies leur permettant de supporter les conditions climatiques de leur milieu : c'est l'adaptation.

2 - 1 Le froid

*Certains animaux continuent à avoir une vie active :

Le Renard a une fourrure plus épaisse.

Les hirondelles, les cigognes, les oies cendrées... échappent au froid en migrant vers des régions plus chaudes et où la nourriture est plus abondante.

*D'autres ont une vie ralentie :

-Certains mammifères (animaux à température constante) tels le Hérisson, la Marmotte, entrent dans un sommeil profond et leur température interne baisse : on dit qu'ils hibernent.

-Les animaux à température variable passent l'hiver engourdis dans un abri (serpents, grenouilles ...) : c'est l'hivernation

2 - 2 Les fortes chaleurs et le manque d'eau

Les animaux des zones arides et désertiques résistent différemment aux températures élevées et au manque d'eau. On distingue :

- les adaptations comportementales : vie nocturne (fennec, scorpion), vie ralentie pendant les heures chaudes.

- les adaptations morphologiques : allongement des oreilles...

- les adaptations physiologiques : glandes à sel, utilisation de l'eau métabolique...

EXERCICES

RESTITUER SES CONNAISSANCES

EXERCICE CORRIGÉ

Le Hérisson est un mammifère à température constante. Au printemps et en automne, il mène une vie active. Sa température est de 35°C, sa fréquence cardiaque est de l'ordre de 100 battements par minute.

On fait varier progressivement la température du lieu où hiberne un Hérisson. La fréquence cardiaque (nombre de battements du cœur par minute) et la température pendant l'expérience sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Température du milieu en °C	Fréquence cardiaque	Température interne du Hérisson
4,5	8	5,1
0	15	4,8
-1,5	17	2,8
-5	19	2,8
-1,5	13	3,1
4	8	4,5
4	8	4,5

- 1) Quelles sont les manifestations qui accompagnent l'hibernation du Hérisson ?
- 2) Que se passe-t-il lorsque la température est en dessous de 0°C ? Le Hérisson se comporte-t-il comme un animal à température variable (serpent) ?

CORRIGÉ

1) L'hibernation se traduit par un ralentissement important de la fonction du cœur et par une baisse importante de la température du corps, voisine de celle de son abri. Ainsi refroidi, il est immobilisé et mène une vie ralentie.

2) Quand la température de l'abri descend au-dessous de 0°C, la fréquence cardiaque a légèrement augmenté et la température est supérieure à celle de l'abri ; il a produit davantage de chaleur et maintient ainsi la température interne au-dessus de 0°C. Dans les mêmes conditions, c'est-à-dire à une température inférieure à 0°C, un serpent gèlera et mourra.

EXERCICES NON CORRIGÉS

1- Le rat kangourou est un mammifère rongeur. Animal nocturne, il est actif au coucher et au lever du soleil. Pendant les heures chaudes, il s'abrite dans des galeries souterraines. Privé d'eau, il se contente de l'eau contenue dans ses aliments (graines et fruits). Son urine contient très peu d'eau.

Comment se manifeste l'adaptation du Rat kangourou à la vie désertique ?

2- Le Laurier-rose (*Nerium oleander*) est un arbuste aux fleurs roses. On le rencontre dans les régions arides mais aussi dans le nord, près des oueds desséchés.

Ses feuilles luisantes sont recouvertes par une cuticule épaisse cutinisée. Les stomates sont absents de l'épiderme supérieur exposé à la lumière. Au niveau de l'épiderme inférieur des feuilles, les stomates sont enfoncés dans des cryptes contenant des poils.

Expliquez comment le Laurier-rose est adapté aux zones arides.

EXERCICES

3 - Zygophyllum est une plante grasse vivant dans des milieux arides.

Ses tiges nombreuses, ramifiées et serrées les unes contre les autres lui donnent un aspect de coussinet. Cet aspect en coussinet crée un microclimat plus frais et humide.

Ses feuilles sont réduites et gorgées d'eau. Elles sont enveloppées par des poils très fins qui emprisonnent la vapeur d'eau.

Son système racinaire est très développé et peut développer 20000 fois le volume du coussinet aérien.

Citer les caractères d'adaptation de Zygophyllum au milieu aride qui portent sur :

-l'augmentation de l'absorption d'eau

-la réduction de la transpiration

-la mise en réserve d'eau.

LA RÉPARTITION DES VÉGÉTAUX EN TUNISIE



La forêt de pin d'Alep de Nahli

Les forêts, les steppes, le désert et le littoral forment différents paysages de la Tunisie. Ces paysages présentent une couverture végétale très diversifiée.

- 1 - Comment la végétation naturelle est-elle répartie en Tunisie ?
- 2 - Quels sont les principaux facteurs qui interviennent dans cette répartition ?

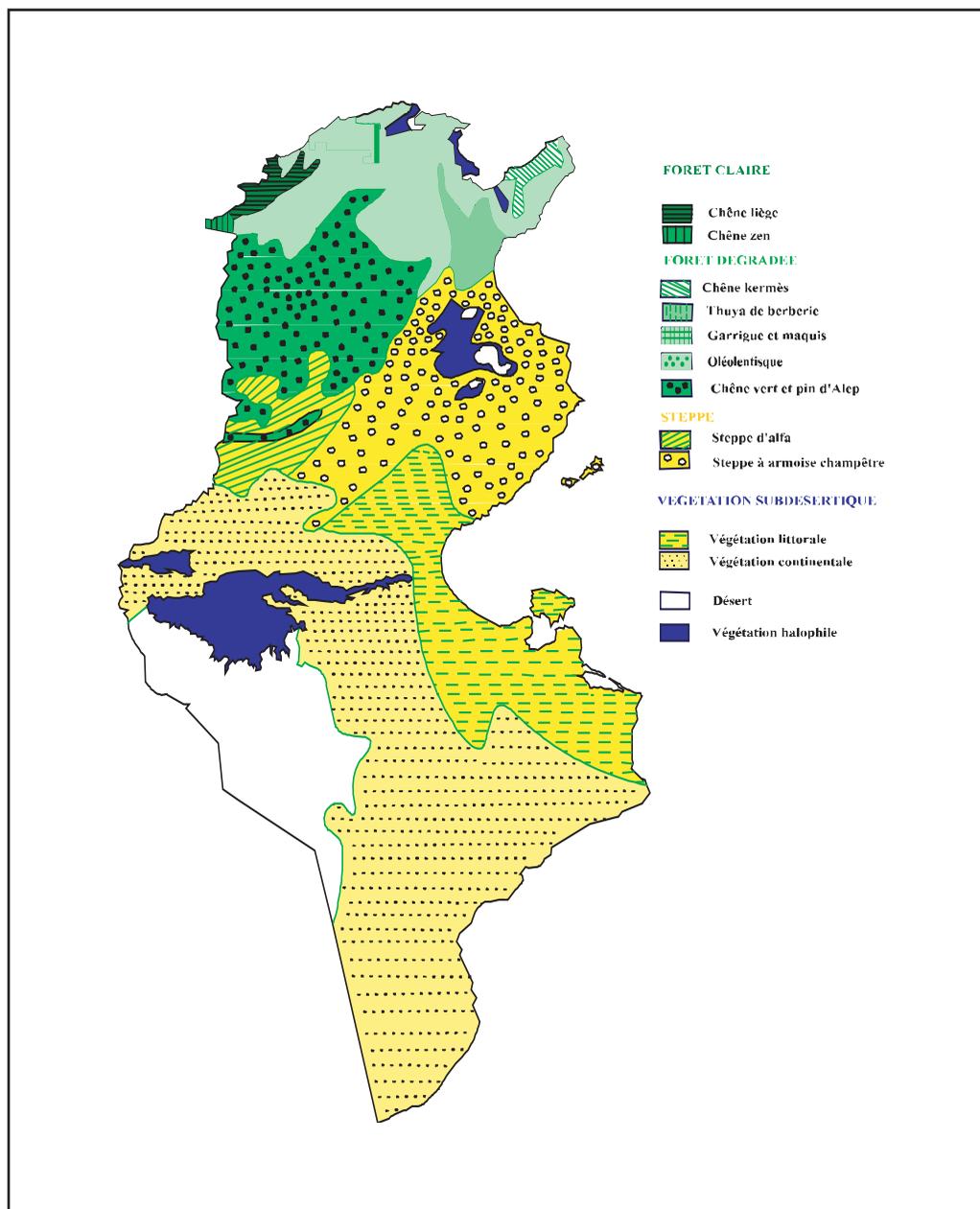
Sommaire

Pages

■ La répartition des végétaux	110
■ Bilan.....	117

LA REPARTITION DES VEGETAUX

1- Action des facteurs climatiques

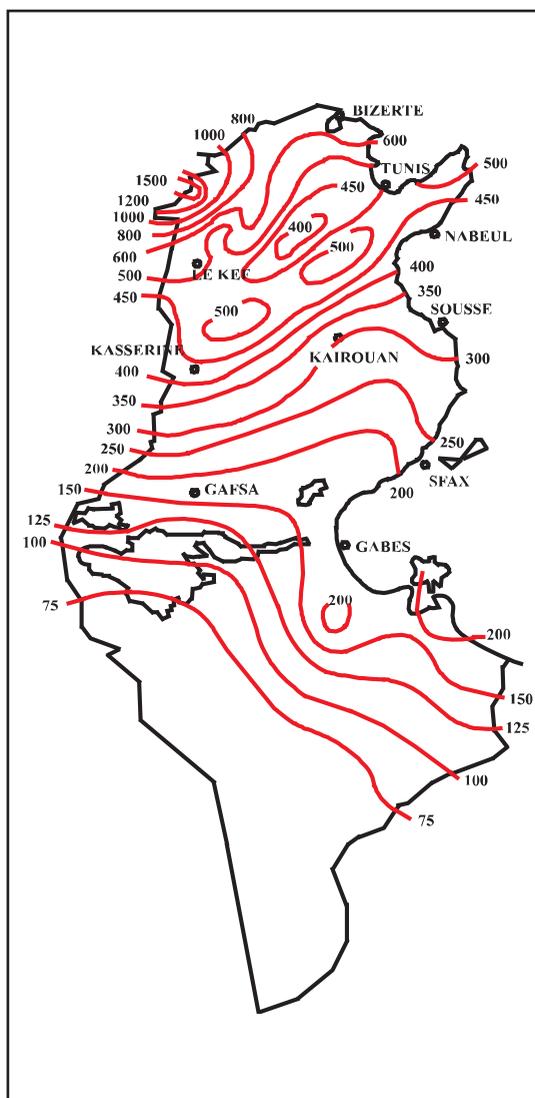


1 -Carte simplifiée de la végétation tunisienne
(les cultures ne sont pas représentées)

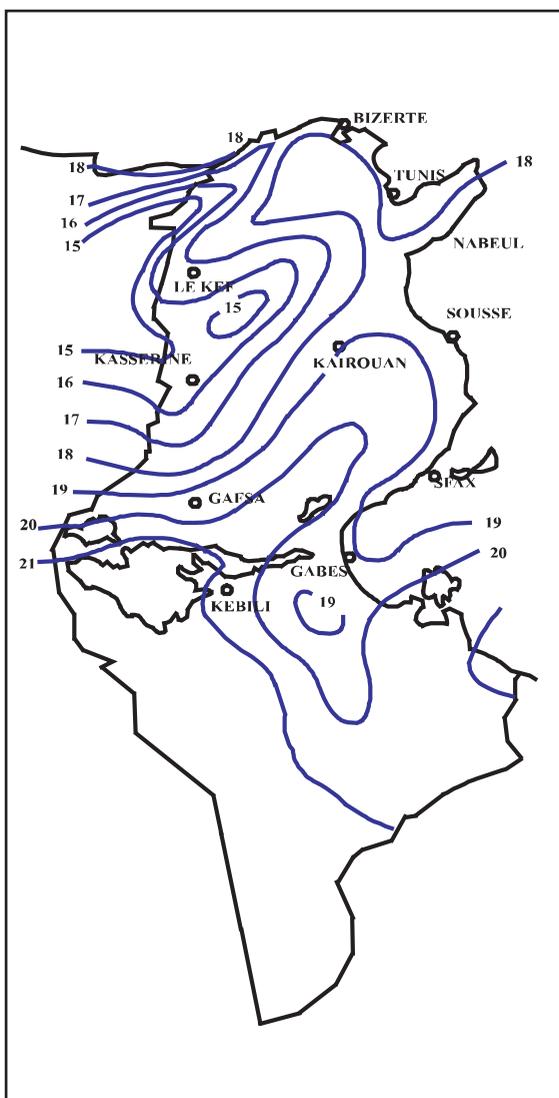
Exploiter le document 1 pour :

1. localiser géographiquement chaque type de végétation.
2. emettre des hypothèses qui expliquent cette localisation.

Les documents 2 et 3 représentent respectivement la carte de la pluviométrie annuelle et la carte des températures moyennes annuelles.



2 - Carte de la pluviométrie annuelle



3 - Carte des températures moyennes annuelles

Etablir un lien entre le climat (température et précipitation) et la répartition des végétaux (Chêne liège, Alfa)

2- NOTION D'ETAGES BIOCLIMATIQUES :

Un étage bioclimatique constitue une subdivision géographique définie par un climat particulier et abritant des végétaux particuliers qui forment un étage de végétation. Ces végétaux sont des plantes indicatrices de climat.

1 - Exploiter les documents 1, 2 et 3 pour dégager les caractéristiques climatiques (température et pluviométrie) des zones abritant les forêts de chênes verts et de pins d'Alep d'une part et les steppes à Armoise d'autre part.

2 - Ces facteurs permettent-ils de définir les étages bioclimatiques de la Tunisie centrale ? Justifier.

$$Q = \frac{P}{\frac{(M+m)}{2} (M-m)} \times 1000 = \frac{2000 P}{M^2 - m^2}$$

Pour déterminer avec précision les étages bioclimatiques, Emberger a mis au point une formule mathématique : le quotient pluviothermique d'Emberger.

Ce quotient tient compte d'une part de la température moyenne $(M+m)/2$ et d'autre part des écarts de températures $(M - m)$.

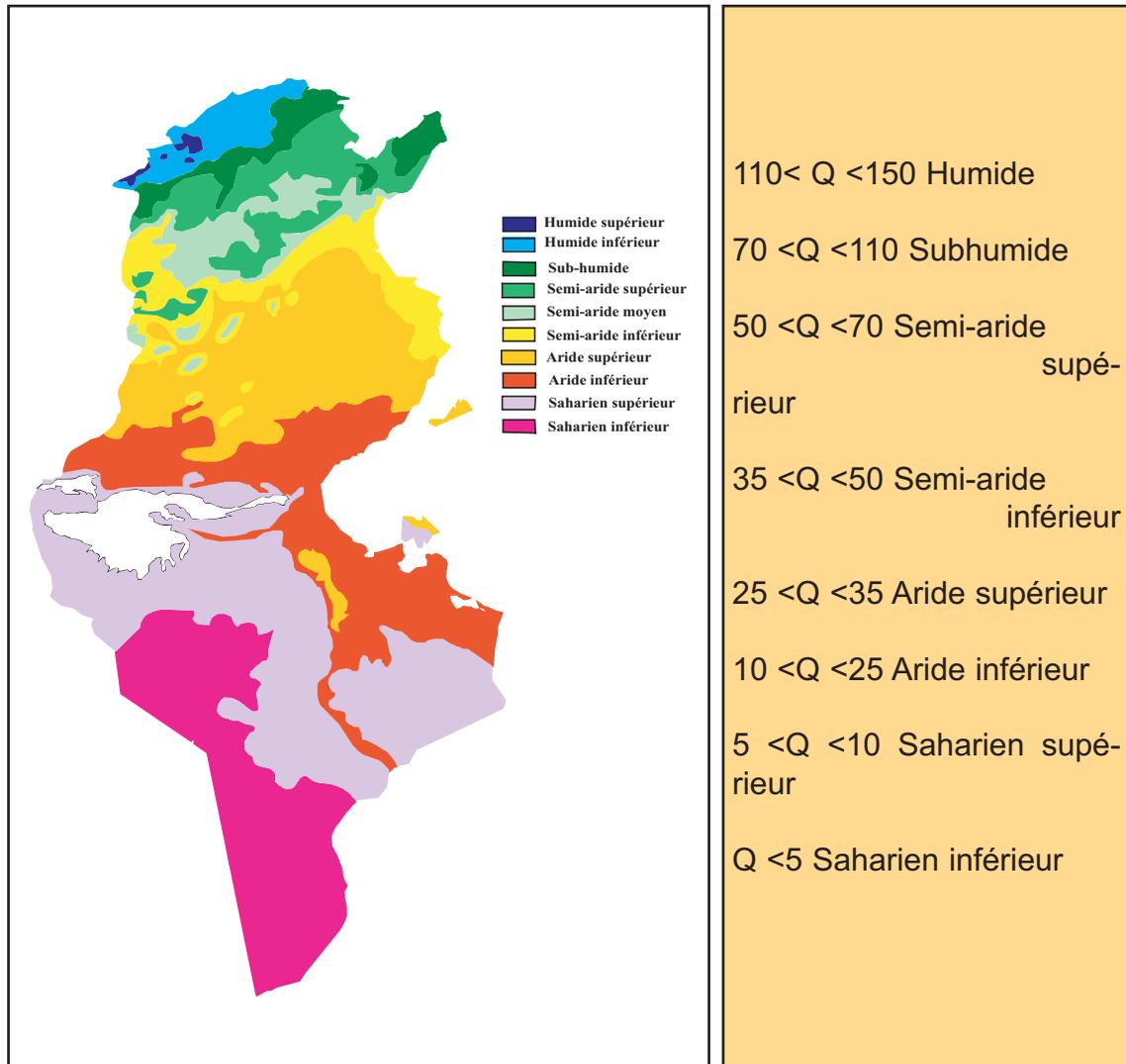
P : total des précipitations annuelles en mm.

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré Kelvin.

m : moyenne des minima du mois le plus froid en degré Kelvin.

Température en degré Kelvin = température en degré Celsius + 273.

En appliquant ce quotient, on subdivise la Tunisie en étages bioclimatiques différents :



4 -Les différents étages bioclimatiques

1 - En exploitant les données des documents 4, 5, 6, et 7, calculer le quotient pluviothermique d'Emberger pour les régions de Bizerte, Kairouan et Remada. A quel étage bioclimatique appartient chacune de ces régions ?

2 - A l'aide du document 8, indiquer les séries de végétation de Bizerte et Kairouan.

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
Tabarka	170	132	85	71	43	18	4	9	53	128	143	184	1032
Aïn Draham	253	198	159	130	84	27	5	11	68	153	212	282	1582
Béja	110	90	65	55	34	16	5	8	39	64	68	109	663
Tunis	65	49	43	40	22	10	2	7	34	56	54	62	444
Bizerte	112	79	56	44	24	12	4	7	34	70	92	119	653
Grombalia	71	52	46	39	22	12	3	10	43	66	60	66	490
Kélibia	64	52	38	28	16	5	1	4	38	64	65	69	444
Thala	42	43	51	50	48	33	15	20	37	41	44	48	470
Sousse	40	32	30	30	17	7	10	7	41	45	37	35	331
Kairouan	27	26	36	30	26	12	5	9	35	37	31	24	298
Sfax	24	17	25	18	12	5	1	3	25	34	28	17	209
Gabés	23	17	20	14	9	1	0.3	2	14	34	31	15	180
Gafsa	17	13	21	18	11	6	2	5	14	17	18	14	156
Médenine	17	18	23	13	6	2	0.2	1	8	21	18	17	144
Kébili	11	7	15	9	5	1	0.4	0.3	5	9	14	12	89
Rémada	14	6	8	12	3	0.7	0.1	2	1.3	10	7	6	70
Matmata	31	27	35	19	10	3	0.3	3	12	23	33	25	221
Djerba	25	29	20	13	7	1	0.1	1	15	39	44	25	209

5. Pluviométrie moyenne en mm (P)

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Tabarka	7.2	7.3	8.9	10.9	13.5	17.3	19.4	20.1	18.7	15.2	11.3	8.5
Aïn Draham	3.9	4.0	5.9	7.9	11.0	14.7	17.7	18.5	16.5	12.5	8.4	5.3
Béja	5.2	5.3	7.0	9.3	12.3	16.4	19.1	19.8	17.4	13.6	9.5	6.6
Tunis	6.4	6.8	8.3	10.4	13.6	17.6	20.0	20.4	18.8	15.0	10.4	7.0
Bizerte	7.7	7.8	9.4	10.9	13.7	17.8	20.2	21.0	19.6	16.0	12.0	9.2
Grombalia	5.6	6.0	7.5	9.7	12.7	16.2	18.4	19.5	17.8	14.4	10.6	7.1
Kélibia	8.2	8.3	9.4	11.3	14.0	17.9	20.6	21.4	20.2	16.7	12.6	9.1
Thala	1.8	2.5	4.5	7.2	10.4	14.3	17.8	17.1	15.0	11.0	6.9	3.3
Sousse	6.9	7.5	9.3	11.6	14.6	17.5	21.2	21.5	20.3	16.5	11.7	8.1
Kairouan	4.6	5.4	7.1	9.6	12.9	16.9	19.3	20.0	18.6	14.5	9.5	5.6
Sfax	6.5	7.3	9.6	12.0	15.2	18.7	20.9	21.7	20.7	17.3	11.9	8.0
Gabés	5.9	6.9	9.7	12.5	16.0	19.4	21.7	22.4	20.8	16.5	11.2	7.2
Gafsa	3.8	4.7	7.6	10.5	14.9	18.8	22.9	19.2	18.6	14.2	8.9	4.9
Médenine	6.2	7.0	9.4	12.2	15.8	19.2	21.4	21.9	20.7	16.4	11.5	7.5
Kébili	3.1	5.0	8.5	11.5	15.5	19.2	21.9	22.3	20.4	15.3	9.1	4.2
Rémada	5.2	7.7	9.7	12.5	15.7	19.6	21.5	21.9	20.3	16.0	11.2	7.1
Matmata	5.5	6.7	9.3	12.1	15.0	19.3	22.3	22.4	20.5	16.3	11.3	7.2
Djerba	8.4	9.1	11.2	13.7	16.3	19.6	21.0	22.8	21.5	18.5	14.0	10.0

6. Moyenne des minima en degrés Celsius (m)

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
Tabarka	15.1	15.7	18.4	20.7	23.5	27.9	30.5	31.0	29.0	24.4	19.9	16.1	22.7
Aïn Draham	9.4	10.4	13.8	16.8	20.8	25.7	29.8	31.0	27.0	21.3	15.3	10.6	20.2
Béja	13.4	15.0	18.1	21.6	26.4	31.6	35.3	35.6	31.6	24.8	18.7	14.3	23.9
Tunis	14.4	15.9	18.1	20.7	24.5	29.0	32.1	32.5	30.2	24.9	20.6	16.0	22.1
Bizerte	10.5	15.0	17.5	20.0	23.1	27.8	30.2	30.9	29.2	24.9	20.6	16.0	22.1
Grombalia	14.5	15.8	18.5	21.1	25.1	29.8	32.9	33.0	29.0	24.7	19.6	15.5	23.4
Kélibia	14.6	14.9	17.5	20.6	24.5	29.0	31.9	32.3	29.4	25.0	20.0	15.6	22.9
Thala	10.1	12.0	15.4	19.5	24.2	29.8	34.4	32.7	28.7	22.0	16.0	11.5	21.3
Sousse	15.5	16.5	18.6	20.5	23.0	27.2	30.1	31.2	30.0	25.7	21.1	16.7	23.0
Kairouan	16.4	18.3	20.4	24.2	28.4	33.7	37.6	37.3	33.1	27.5	22.2	17.3	26.4
Sfax	16.3	17.2	19.3	21.4	24.2	28.1	30.4	31.0	29.4	26.0	21.5	17.8	23.6
Gabés	15.9	17.9	20.5	22.9	25.9	28.3	31.7	32.5	30.3	26.9	21.9	17.2	24.3
Gafsa	14.2	16.9	20.6	24.7	29.5	34.6	37.9	37.6	33.0	27.1	20.5	15.1	26.0
Médenine	16.6	18.9	22.1	25.9	29.3	33.4	36.7	36.4	33.8	29.0	23.0	19.1	28.7
Kébili	15.4	18.7	23.5	29.1	32.7	38.3	42.2	41.6	37.2	30.1	22.4	16.1	29.0
Rémada	15.6	18.9	22.4	26.3	31.1	36.0	37.4	37.3	33.9	27.2	22.1	17.0	27.1
Matmata	12.4	14.7	18.7	23.3	27.2	31.0	35.2	34.6	30.8	25.6	19.2	13.7	24.0
Djerba	16.0	18.0	20.7	23.3	25.8	29.0	31.5	32.7	31.2	27.6	22.6	17.9	24.7

7. Moyenne des maxima en degrés Celsius (M)

Etage bioclimatique	C.z	C.l	P.m	O.s L	O.s L C	C.v	C.v P.A	C.k	P.A	P.A G.o	T.a	P.A G.P
Humide supérieur	+											
Humide inférieur		+	+	+	+							
Subhumide		+		+	+	+	+					
Semi-aride supérieur				+	+			+	+		+	
Semi-aride inférieur					+			+			+	+
Aride supérieur												+

8. Répartition de quelques végétaux selon l'étage bioclimatique méditerranéen

C.z : Chêne zen
 C.l : Chêne liège
 P.m : Pin maritime
 O.s : Olivier sauvage

L : Lentisque
 C : Caroubier
 C.v : Chêne vert
 P.A : Pin d'Alep

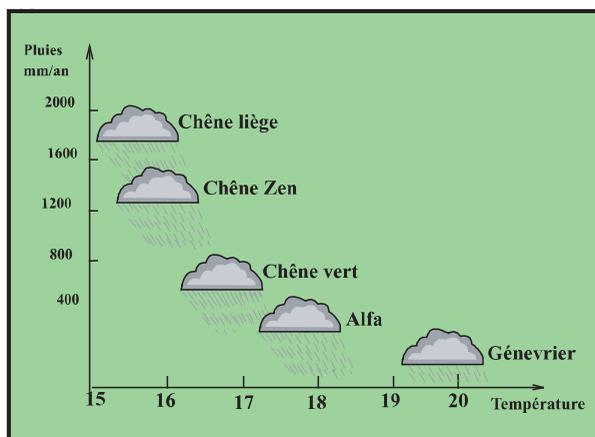
C.k : Chêne kermes
 G.o : Génévrier oxycèdre
 T.a : Thuya articulé
 G.P : Génévrier de Phénicie

BILAN

1- LA REPARTITION DES VEGETAUX :

Les facteurs climatiques, principalement les précipitations et la température, influent sur la répartition des végétaux. Certains végétaux occupent des aires de répartition bien délimitées qui correspondent à des étages climatiques particuliers : ce sont des espèces indicatrices de climat.

Exemples : Le chêne liège ne se trouve que dans des zones caractérisées par une pluviométrie comprise entre 600 et 1800 mm de pluie par an et résiste à des températures basses (jusqu'à -12°C). Par contre l'aire de répartition de l'Alfa est comprise entre 100 et 600 mm de pluie par an.



Action des facteurs pluvio-thermiques sur la répartition de quelques arbres

2 - LES ETAGES BIOCLIMATIQUES ET LE QUOTIENT D'EMBERGER :

Ainsi, le Chêne zen et le Chêne liège sont des plantes indicatrices d'un climat humide. L'Alfa, le Romarin ou l'Armoise indiquent un climat aride, le Jujubier un climat saharien.

Ce sont ces espèces indicatrices de climat qui permettent de délimiter géographiquement les différents étages bioclimatiques. Ces étages bioclimatiques peuvent aussi être déterminés mathématiquement en utilisant le quotient pluviométrique d'Emberger Q.

Selon la valeur de ce quotient, on peut déterminer les séries de végétation qui devraient être présentes dans une région donnée.

LES RELATIONS TROPHIQUES D'UN ÉCOSYSTÈME



Un insecte, venu butiner une fleur, est capturé par une Araignée.

Tous les êtres vivants végétaux et animaux produisent de la matière organique à partir de leur alimentation. Grâce à la photosynthèse, les végétaux produisent leur propre matière organique à partir de la matière minérale : on les qualifie d'autotrophes. Les animaux, pour fabriquer leur propre matière organique, sont obligés d'établir des relations alimentaires avec d'autres êtres vivants d'un même écosystème

1. Comment les relations alimentaires sont-elles organisées ?
2. Quels sont les différents niveaux alimentaires ?
3. Comment se fait le transfert de la matière entre les différents niveaux alimentaires d'un écosystème ?

Sommaire

Pages

■ Les principaux types de relations alimentaires.....	119
■ L'organisation des relations alimentaires dans un écosystème....	127
■ La production de biomasse dans un écosystème.....	134
■ Le cycle de la matière.....	139
■ Bilan.....	143
■ Exercices.....	148

LES PRINCIPAUX TYPES DE RELATIONS ALIMENTAIRES

Les êtres vivants d'une biocénose exercent les uns sur les autres des actions liées à la vie en commun. Parmi ces actions, les relations alimentaires ou relations trophiques occupent une place importante et indispensable dans la vie de ces êtres vivants.

Quels sont les différents types de relations trophiques ?

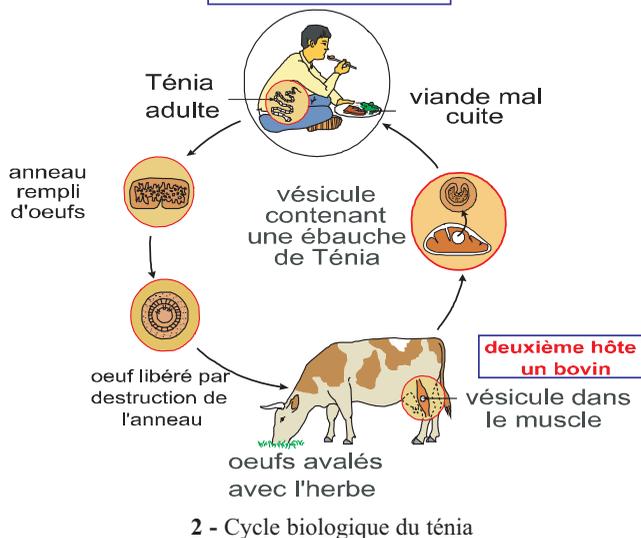
1- Les relations trophiques d'exploitation :

1-1 Le parasitisme



1 - Le Ténia, un ver de 4 à 10 mètres de long

premier hôte: l'homme



2 - Cycle biologique du ténia

Les ténias sont des vers qui ne possèdent ni appareil digestif, ni appareil circulatoire ni appareil respiratoire et qui peuvent atteindre 4 à 10 mètres de long dans l'intestin de l'homme. Le cycle de vie des ténias passe par deux milieux, les muscles des bovins qui hébergent les formes larvaires et l'intestin de l'homme qui abrite la forme adulte.

La contamination de l'homme se fait par consommation de viande mal cuite.

Le ténia adulte, vit fixé, dans l'intestin de l'homme, par la tête, il absorbe les nutriments nécessaires à sa croissance et à sa reproduction par toute la surface du corps : le Ténia est un parasite.

Il provoque des troubles nerveux chez l'homme et le prive d'une partie de ses nutriments.



3a- Nids de Chenilles processionnaires



3b- une colonie de Chenilles processionnaires

3 - Les Chenilles processionnaires

La chenille processionnaire est la larve d'un papillon nocturne, la processionnaire du pin. Elle se nourrit des feuilles de pin où elle s'installe en colonie en forme de nid. Les chenilles processionnaires sont très nuisibles pour les forêts de pins et peuvent ravager ces pinèdes.

L'Orobanche se fixe sur les racines des légumineuses (fève) pour se nourrir de leur sève élaborée.



4- L'Orobanche

- 1- A l'aide des informations du document 3, reconnaître l'hôte et le parasite parmi les espèces présentées dans les documents 2, 3 et 4. Justifier.
- 2- Définir alors le parasitisme.
- 3- Chercher d'autres exemples de parasites.

1-2 La prédation



5- Une mante religieuse qui dévore un criquet de belle taille.



6a- Une Coccinelle adulte dévore, chaque jour, 120 à 150 pucerons.



6b - Une larve de coccinelle dévore, chaque jour, 80 pucerons.

6- La destruction des pucerons par les coccinelles

Les pucerons sont des grands ravageurs des Champs. Ils se nourrissent de la sève des végétaux.



7- Des Lions qui dévorent un Zèbre

Recopier et compléter le tableau suivant pour montrer l'effet de la relation trophique sur chacun des organismes A et B.

Utiliser les symboles (+) : effet favorable
 (-) : effet défavorable
 0 : pas d'effet

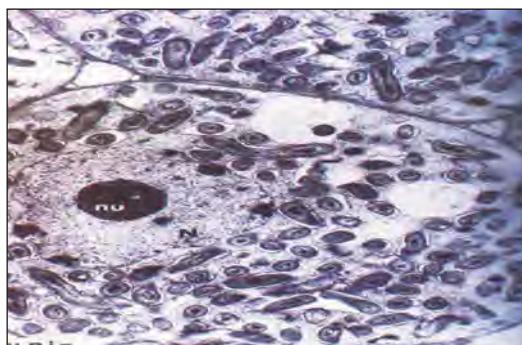
	Espèces	Evolution des organismes lorsqu'ils sont réunis	
		A	B
Document 5	A: Mante religieuse B : Criquet		
Document 6	A: Coccinelle B : Pucerons		
Document 7	A: Lion B : Zèbre		

- 1- Définir alors la prédation.
- 2- Citer d'autres exemples de prédation

2 - UNE RELATION TROPHIQUE DE COOPERATION : LA SYMBIOSE



8a- Vue macroscopique



8b- Vue au microscope électronique

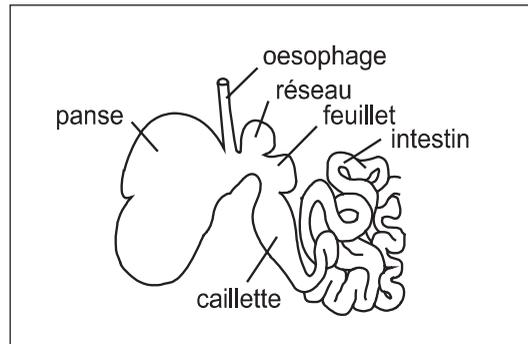
8- Nodosités observées à deux échelles

Les racines des légumineuses (fève, haricot) portent des excroissances appelées nodosités. L'observation microscopique d'une nodosité montre des bactéries *Rhizobium*.

Les bactéries assimilent directement l'azote atmosphérique et le fournissent aux légumineuses sous forme de nitrates, indispensables à leur croissance.

Les bactéries bénéficient des substances organiques produites par les légumineuses.

- Les mammifères ruminants (vache, brebis) abritent en permanence dans leur panse une quantité impressionnante de bactéries.
- Le suc digestif des ruminants ne comporte pas d'enzymes permettant la digestion de la cellulose. Les fourrages et autres aliments riches en cellulose servent en fait à nourrir les bactéries.
- Les bactéries transforment le glucose provenant de la cellulose en acide gras avec libération d'énergie servant aux bactéries à réaliser la synthèse de leur propre protéine.
- Les bactéries (dont les protéines sont de bonne qualité) et les acides gras provenant de la cellulose sont ensuite utilisés par le ruminant.
- 70 % des besoins énergétiques du ruminant ainsi que les protéines d'entretien proviennent des acides gras et des protéines bactériens.



9a- Tube digestif d'un Ruminant



9b- Bactéries fixées à l'intérieur de la panse d'un Ruminant

Recopier et compléter le tableau suivant pour montrer l'effet de la symbiose sur chacun des organismes A et B.

Utiliser les symboles (+) : effet favorable
 (-) : effet défavorable
 0 : pas d'effet

Espèces		Evolution des organismes lorsqu'ils sont réunis	
		A	B
Document 8	A: fève B : rhizobium		
Document 9	A: ruminant B : bactéries		

- 1- Définir alors la symbiose.
- 2- Chercher d'autres exemples de symbiose.

Activité

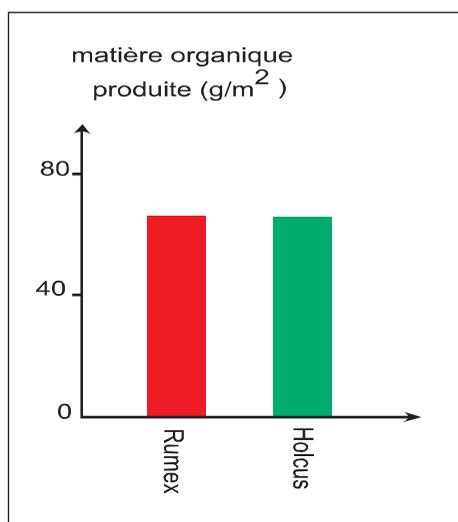
3 - LA COMPETITION :

Exercice intégré 1 :

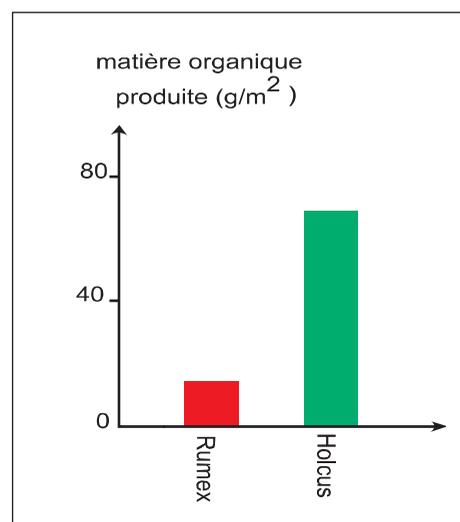
Holcus et Rumex sont deux espèces végétales prairiales des régions humides qui se développent sur des sols riches en azotes.

Pour étudier l'interaction entre ces deux espèces, on a déterminé, au laboratoire, la masse moyenne de matière organique produite par les deux espèces lorsqu'elles sont cultivées séparément et lorsqu'elles sont cultivées ensemble dans un milieu riche en azote.

Les représentations graphiques des documents 10a et 10b traduisent les résultats obtenus.



10a - Les deux espèces sont cultivées séparément

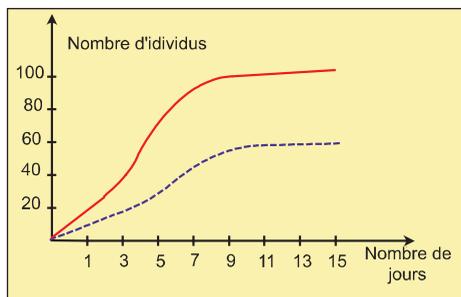


10b- Les deux espèces sont cultivées ensemble

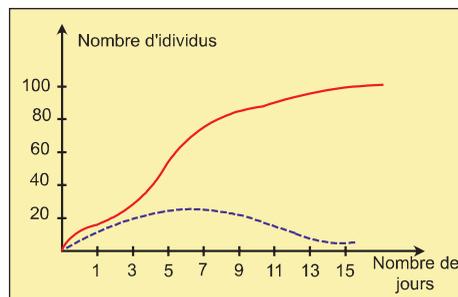
- 1) Analyser les documents 10a et 10b.
- 2) Emettre une hypothèse explicative de ces résultats.

Exercice intégré 2 :

Deux espèces de paramécies : *Paramécium caudatum* et *Paramécium aurelia* sont cultivées séparément puis ensemble dans un même milieu. On obtient les résultats indiqués par les documents 11a et 11b.



11a - Les deux paramécies sont cultivées séparément



11b- Les deux paramécies sont cultivées ensemble

1. Analyser les deux graphiques.
2. Recopier puis compléter le tableau suivant en utilisant les symboles :
 - + : développement amélioré
 - : développement réprimé
 - 0 : aucun effet

	P aurelia	P caudatum
Cultivés séparément		
Cultivés ensemble dans le même milieu		

Exploiter les documents 10 et 11 pour définir la compétition.

Activité

Exercice intégré 3 :

- 1 - En utilisant les symboles de l'exercice intégré 2, recopier puis compléter le tableau suivant.
- 2 - Indiquer dans chaque cas si la relation est obligatoire ou pas.

	Evolution des organismes A et B lorsqu'ils sont réunis		Evolution des organismes A et B lorsqu'ils sont séparés	
Parasitisme A : Hôte B : Parasite				
Prédation A : Prédateur B : Proie				
Symbiose				
Compétition				

ORGANISATION DES RELATIONS ALIMENTAIRES DANS UN ÉCOSYSTÈME

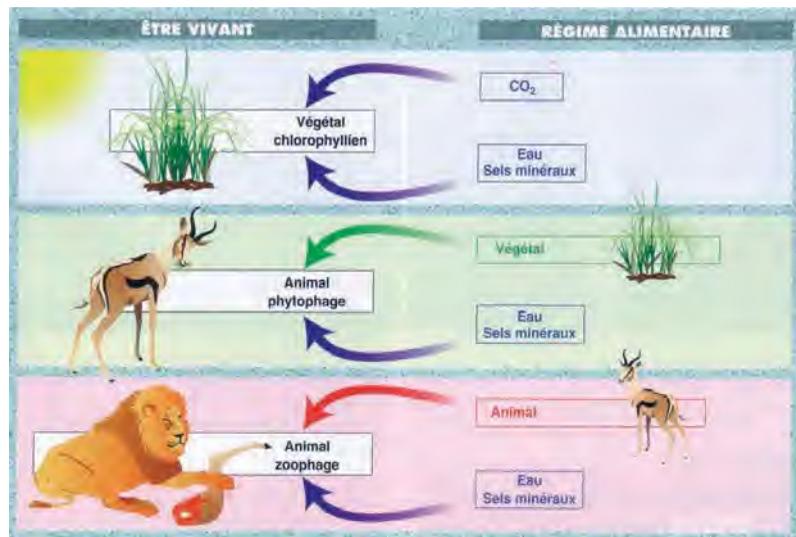
Dans un écosystème, tous les êtres vivants sont reliés les uns aux autres par des relations alimentaires. "Chacun se nourrit pour nourrir". Pour traduire les phénomènes complexes de nutrition et pour suivre l'évolution de la matière dans l'écosystème, on traduit ces relations par diverses représentations.

1. Comment les relations alimentaires sont-elles organisées?
2. Quels sont les différents types de relations alimentaires ?
3. Quel est le rôle des relations alimentaires dans l'écosystème ?

1 - La notion de chaîne alimentaire :

1-1 Notion de niveaux trophiques

Une chaîne alimentaire est formée par une succession d'organismes vivants qui constituent les maillons de la chaîne. C'est une représentation linéaire simple dans laquelle chaque être vivant d'un maillon est mangé par l'être vivant du maillon suivant. La relation entre deux êtres vivants est représentée par une flèche qui signifie "est mangé par.... "



2 - Un exemple de chaîne alimentaire

1 - La chaîne alimentaire

Activité

On répartit les êtres vivants en trois catégories selon leur fonction dans l'écosystème :

√ Les producteurs (P) : ce sont les végétaux photosynthétiques qui produisent leur matière organique ou biomasse végétale à partir de la matière minérale (CO_2 , eau, NO_2 ...) : ce sont les producteurs primaires. On les appelle autotrophes.

√ Les consommateurs : ce sont les animaux phytophages et zoophages, qui dépendent directement ou indirectement des producteurs. Ils produisent leur matière organique à partir de la matière organique consommée : ce sont des producteurs secondaires . Les consommateurs se classent en plusieurs niveaux :

Consommateurs de 1^{er} ordre (C1) : Ce sont les phytophages

Consommateurs de 2^{ème} ordre (C2) : Ce sont les mangeurs de C1

Consommateurs de 3^{ème} ordre (C3) : Ce sont les mangeurs de C2

On les appelle hétérotrophes.

√ Les décomposeurs : Ce sont les champignons et les bactéries du sol qui transforment la matière organique morte en substances minérales utilisées pour les végétaux photosynthétiques.

3 - Les niveaux trophiques d'une chaîne alimentaire.

1. Recopier le tableau suivant puis exploiter les documents 1 et 3 pour indiquer les différents niveaux trophiques du document 2.
2. Représenter la chaîne alimentaire à partir des données du document 2.

Niveau trophique	Etres vivants du milieu
Consommateurs de 2 ^{ème} ordre (C ₂)	
Consommateurs de 1 ^{er} ordre (C ₁)	
Les producteurs	

1-2 Les relations trophiques de l'écosystème forêt

Les forêts sont de vastes étendues caractérisées par une couverture végétale abondante et une faune variée.

L'écosystème forêt est abondant dans le nord et le centre de la Tunisie.

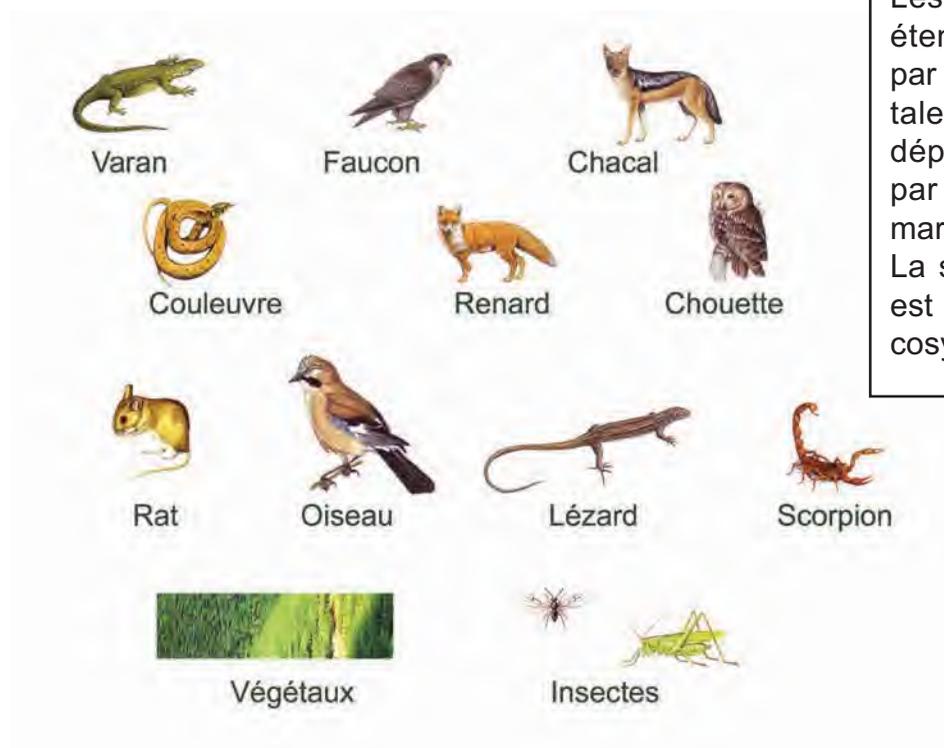


4a - Exemples d'êtres vivants de l'écosystème forêt

Animal	Régime alimentaire	Animal	Régime alimentaire
Renard	Epervier, rat, fruit ...	Faucon	Oiseau, couleuvre, rat ...
Epervier	Rat, Oiseau ...	Couleuvre	Rat, grenouille ...
Etourneau	Oléastre ...	Rat	Caroubier ...
Hérisson	Grenouille, Couleuvre ...	Grenouille	Insectes ...
Coccinelle	Pucerons ...	Puceron	Sève des végétaux ...

4b - Le régime alimentaire de quelques animaux de la forêt de Djebel Zaghouan

1-3 Les relations trophiques de l'écosystème steppe



Les steppes sont des étendues caractérisées par une couverture végétale discontinue et dépourvue d'arbres et par l'absence de relief marqué.

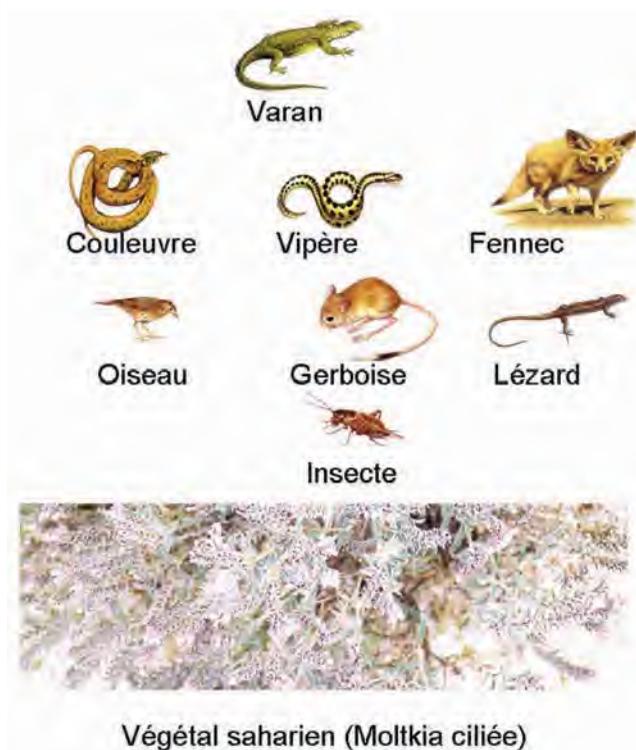
La steppe de Bouhedma est un bon exemple d'écosystème naturel.

5a - Exemples d'êtres vivants d'un écosystème steppe :

Animal	Régime alimentaire	Animal	Régime alimentaire
Renard	Oiseau, Gondi, Rat, Gerboise	Faucon	Couleuvre, Gondi, Oiseau,
Oiseau	Insectes, fruits, Arachnides, graines ...	Varan	Lézard, rats, gondi, couleuvre
Couleuvre	Gondi, Rat, Gerboise	Araignée	Insectes
Scorpion	Insectes, Arachnides ...	Chouette	Lézard, Gondi, rats, gerboise ...
Insectes	Fruits, déchets des animaux, graines	Chacal	Rat, Lièvre, Oiseaux, Insectes, Cadavres ...
Rat	Fruits, graines ...	Lézard	Insectes, Arachnides

5b - Le régime alimentaire de quelques animaux de la steppe de Bouhedma

1-3 Les relations trophiques de l'écosystème Sahara



6a - Exemples d'êtres vivants de l'écosystème Sahara

Le Sahara est un écosystème caractérisé par la rareté de sa faune et de sa flore. Seuls les êtres vivants adaptés à la sécheresse peuvent y vivre.

Animal	Régime alimentaire	Animal	Régime alimentaire
Insectes	Graines, fruits, fleurs.	Couleuvre	Oiseau, Rat, Grenouille ...
Oiseau	Fruits, insectes, graines ...	Vipère	Oiseau, Rat ...
Varan	Couleuvre, vipère, rat, Gerboise, Oiseau	Fennec	Oiseau, Rat, fruits, graines, Gerboise

6b - Le régime alimentaire de la faune saharienne

La plupart des animaux ont plusieurs sources alimentaires.

✓ Les animaux phytophages se nourrissent de végétaux.

✓ Les animaux carnivores se nourrissent d'aliments d'origine animale.

On distingue :

- Les carnassiers : mangeurs de chair crue,
- Les insectivores : mangeurs d'insectes,
- Les piscivores : mangeurs de poissons,
- Les charognards : mangeurs de cadavres abandonnés,
- Les omnivores : mangeurs d'aliments d'origine animale et végétale.

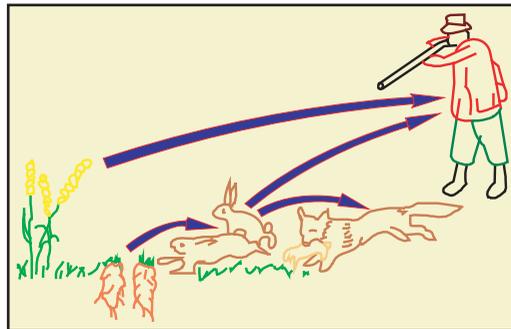
Exploiter les documents 1-2-3-4 et 5 pour :

- 1 - classer dans un tableau les espèces animales rencontrées dans l'écosystème visité selon leur régime alimentaire.
- 2 - classer dans un tableau ces espèces selon leurs niveaux trophiques.
- 3 - représenter deux ou trois chaînes alimentaires de l'écosystème visité.

2 - La notion de réseau trophique :

Un réseau trophique ou réseau alimentaire est une représentation des chaînes alimentaires d'un écosystème liées par un ou plusieurs maillons.

8 - Un réseau trophique



9 - Un exemple simple de réseau trophique

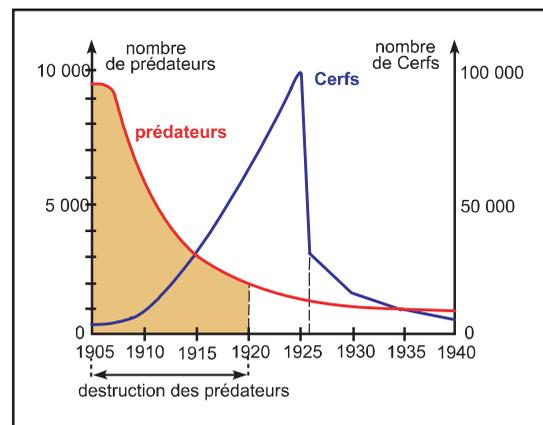
Exploiter les documents précédents pour :

- 1 - justifier l'appellation de réseau trophique représenté dans le document 9.
- 2 - représenter un réseau trophique du milieu visité.

3 - La notion d'équilibre biologique :

Exercice intégré 1 :

En 1905, une population stable de 4000 cerfs se nourrissait de la végétation du plateau de l'Arizona (sud ouest des Etats-Unis). Pour " protéger les cerfs ", plus de 8000 prédateurs, coyotes et loups furent détruits par l'homme de 1905 à 1920. Le document 10 représente les résultats obtenus.



10 - Evolution du nombre de Cerfs

- 1 - Représenter la chaîne alimentaire reliant les êtres vivants cités dans l'exercice.
- 2 - Comment varie le nombre des cerfs avant et après la destruction des prédateurs?
- 3 - Proposer une explication à la chute brutale du nombre des cerfs en 1926.
- 4 - En déduire le rôle des composants de la chaîne alimentaire à l'égard du nombre et de la variété des espèces d'un écosystème.

Exercice intégré 2 Histoire des lapins de Sologne

Les lapins ont prospéré en Sologne, région du Centre de la France, où ils causaient des dégâts importants.

En 1952, on a décidé de réduire le nombre de ces mammifères en introduisant dans la région une maladie qui ne touche que les lapins : la myxomatose. En un an, 90% de la population de lapins a disparu.

De nouveau, les récoltes ont été bonnes mais la maladie a atteint tous les lapins de la France.

Les Renards, principaux prédateurs des lapins, ont modifié leur régime alimentaire, ils se sont attaqués aux oiseaux qui ont disparu à leur tour, permettant aux insectes de se développer et de détruire les arbres fruitiers et les cultures.

- 1 - Etablir le réseau trophique de cet écosystème.
- 2 - Quel est l'effet de l'introduction de la myxomatose sur les effectifs et la composition de la biocénose de cet écosystème?
- 3 - Exploiter les données des exercices intégrés 1 et 2 pour définir l'équilibre biologique d'un écosystème.

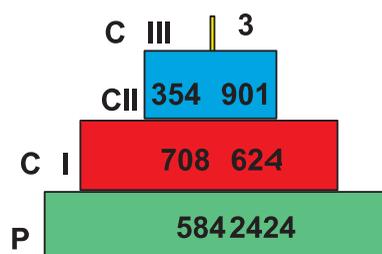
LA PRODUCTION DE BIOMASSE DANS UN ÉCOSYSTÈME

Dans un écosystème, les chaînes alimentaires permettent le transfert de la matière organique, donc d'énergie, d'un niveau trophique à un autre. On parle alors de flux de matière et d'énergie.

Comment évaluer le flux dans un écosystème ?

1 - Evaluation du nombre d'individus :

La pyramide des nombres est une représentation graphique (rectangles superposés) de la structure trophique d'un écosystème en terme de nombre d'individus. Chaque rectangle représente un niveau trophique et est proportionnel au nombre d'individus de ce niveau.



Exemple d'une pyramide des nombres

Niveaux trophiques	Nombre d'individus
C3 : grands carnivores	3
C2 : petits carnivores	22181
C1 : phytophages	44289
P : pieds de graminées	365151

2 - Evolution du nombre d'individus d'une prairie de graminées

1 - La pyramide des nombres

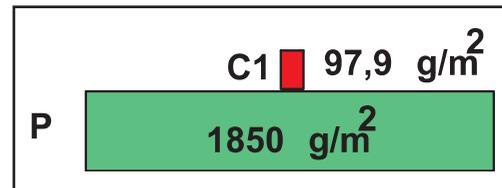
1. Représenter la pyramide des nombres de la prairie.
2. Analyser la représentation obtenue.

2 - Evaluation des biomasses :

2-1 Représentation des biomasses d'un écosystème

La pyramide des biomasses est une représentation graphique, par des rectangles superposés, de la structure trophique de l'écosystème où l'on indique la biomasse de chaque niveau trophique.

La biomasse d'un écosystème est exprimée en unité de masse de matière sèche par unité de surface ou de volume.



3 - Pyramide des biomasses

Exercice intégré :

Niveau trophique	Productivité (matière sèche en g / m ² /an)
C2 : carnivores	1.3
C1 : phytophages	7
P : Producteurs	1530

4 - Evolution de la biomasse dans une prairie pâturée

Niveau trophique	Productivité (matière sèche en g / m ² /an)
C3 : poissons carnivores	5
C2 : poissons, mangeurs de zooplancton	50
C1 : zooplancton	250
P : phytoplancton	1000

5 - Evolution de la biomasse dans un écosystème marin

Représenter les pyramides des biomasses des deux écosystèmes (documents 4 et 5).

Activité

2-2 Le rendement écologique

	Prairie pâturée	Prairie abandonnée
Herbe ingérée par les bovins	782 g Ms/m ² /an	170 g Ms/m ² /an
accroissement de la biomasse des bovins	10 g Ms/m ² /an	10 g Ms/m ² /an
Herbe non assimilée (excréments)	290 g Ms/m ² /an	106 g Ms/m ² /an

6 - Devenir de la biomasse végétale ingérée par des bovins dans deux prairies différentes (MS = Matière Sèche)

Le rendement écologique de croissance (Re) montre la part de la matière organique assimilée par un consommateur et qui devient disponible pour le consommateur suivant :

$$Re = P/I \times 100$$

P : Quantité de matière produite

I : Quantité de matière ingérée

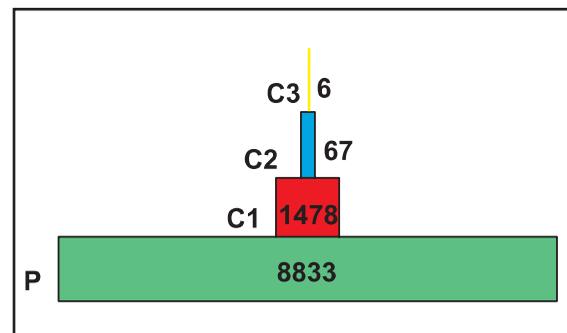
1. Représenter la pyramide des biomasse de chaque prairie.
2. Calculer le rendement écologique de croissance de chacune des deux prairies.
3. Sachant qu'en plus de la croissance, les bovins de la prairie pâturée produisent une quantité de lait égale à 85g de Ms/m²/an, calculer la biomasse perdue qui accompagne le transfert de matière de l'herbe aux bovins.
4. Emettre des hypothèses sur l'origine de ces pertes.

3 - Evaluation des énergies

3-1 Représentation des pyramides des énergies assimilées

La pyramide des énergies est une autre représentation graphique des niveaux trophiques d'un écosystème. Elle exprime la quantité d'énergie utile, par unité de temps et par unité de surface, pour la production de la biomasse de chaque niveau trophique.

7 -La pyramide des énergies



8 -Pyramides des énergies d'une source chaude de Floride (Kcal/m²/an)

Energie solaire reçue	99 000 Kcal/ha/an
Production primaire nette	7 215 Kcal/ha/an
Energie consommée par :	
- les bovins	3 322 Kcal/ha/an
- les invertébrés phytophages	303 Kcal/ha/an
Production secondaire :	
- des bovins	520 Kcal/ha/an
- des invertébrés phytophages	28 Kcal/ha/an
- des consommateurs d'invertébrés	8 Kcal/ha/an

9 - Productivité d'une prairie pâturée par des bovins

composés organiques	Valeurs énergétiques
1g de glucide	4kcal
1g de protide	4kcal
1g de lipide	9kcal
kcal : Kilocalorie	

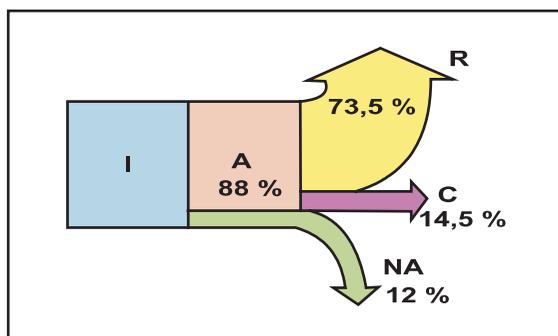
10 - Valeurs énergétiques des constituants organiques

1. Calculer l'efficacité photosynthétique des plantes de la prairie.
2. Calculer le rendement écologique de croissance :
 - des bovins
 - des invertébrés phytophages
 - des consommateurs d'invertébrés
3. Tracer la pyramide des énergies de cette prairie.

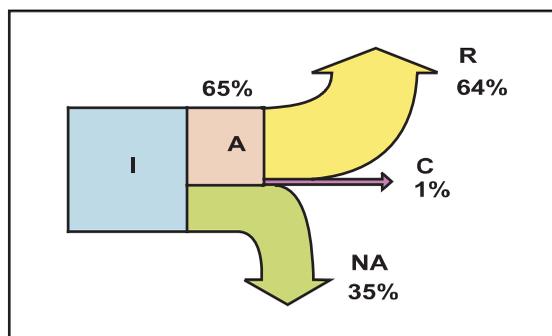
3-2 Variation des énergies au sein d'un écosystème

a- Représentation de l'énergie ingérée

On peut évaluer et représenter le devenir de la matière organique ingérée, c'est-à-dire de l'énergie, par un être vivant. Les documents 11a et 11b sont deux exemples d'une telle représentation.



11a - Chez le lézard



11b - Chez le Lapin

11 - Devenir de l'énergie ingérée chez deux espèces

Activité

I : matière organique ingérée
NA : matière organique non assimilée
R : pertes par respiration
C : rendement écologique de croissance
A : rendement d'assimilation

- * Pourcentage de la matière non assimilée

$$NA = \frac{\text{masse non assimilée} \times 100}{\text{masse ingérée}}$$
- * Rendement d'assimilation

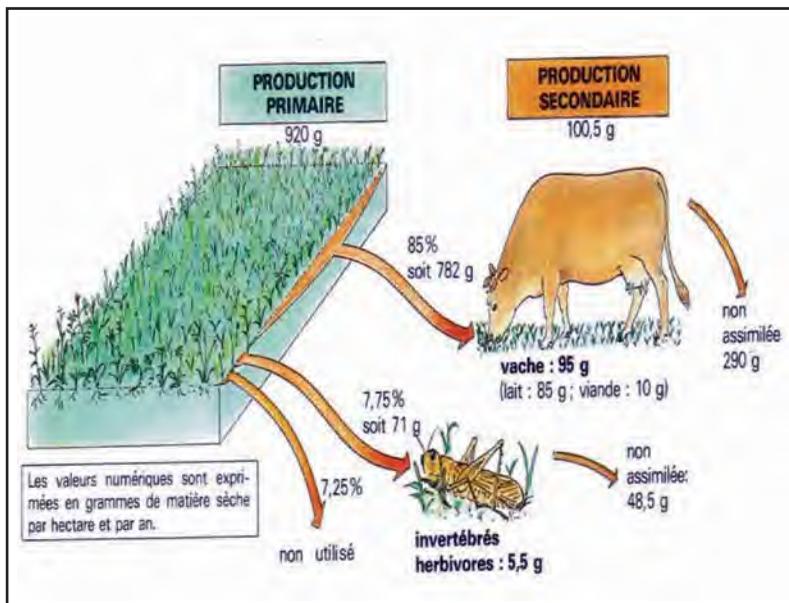
$$A = \frac{\text{masse assimilée} \times 100}{\text{masse ingérée}}$$
- * Rendement écologique de croissance

$$C = \frac{\text{masse de matière utile pour croître} \times 100}{\text{masse ingérée}}$$
- * Pourcentages des pertes par respiration

$$R = A - C$$

1. Comparer méthodiquement les différents rendements du document 11.
2. Formuler une (ou des) hypothèse(s) qui permet(tent) d'expliquer pourquoi le rendement écologique de croissance est faible chez toutes les espèces.

b- Etude d'un exemple



La respiration est une fonction caractéristique de tous les êtres vivants animaux et végétaux. Elle permet la production de l'énergie à partir de la matière organique assimilée. Cette énergie est utile pour toutes les fonctions du corps comme la digestion, les mouvements, le maintien de la température du corps chez les animaux à température corporelle constante... et la croissance.

12 -Les résultats d'un agro système : une prairie pâturée

- Exploiter les données des documents 11 et 12 pour :
1. calculer NA, A, C et R chez le criquet et la vache.
 2. expliquer les pertes d'énergie observées.

LE CYCLE DE LA MATIÈRE

Les êtres vivants puisent constamment dans leur environnement le principal élément constitutif de leurs molécules organiques, le carbone. Les êtres autotrophes le puisent dans leur environnement minéral (CO_2), les êtres hétérotrophes le puisent de leur nutrition organique. De même, les débris des végétaux, les cadavres et excréments des animaux décomposés dans le sol sont à l'origine du carbone.

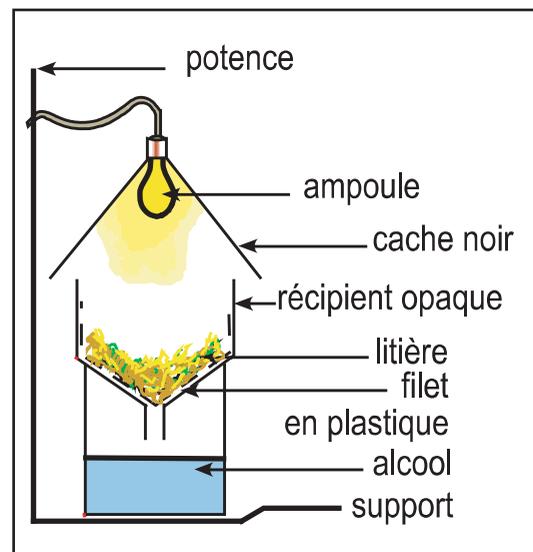
1. Comment le carbone minéral est-il renouvelé ?
2. Quels sont les êtres vivants responsables de la décomposition de la matière organique ?
3. Que devient la matière organique décomposée ?

1- Les êtres vivants du sol :

Manipulation : comment chercher les êtres vivants du sol

MANIPULER

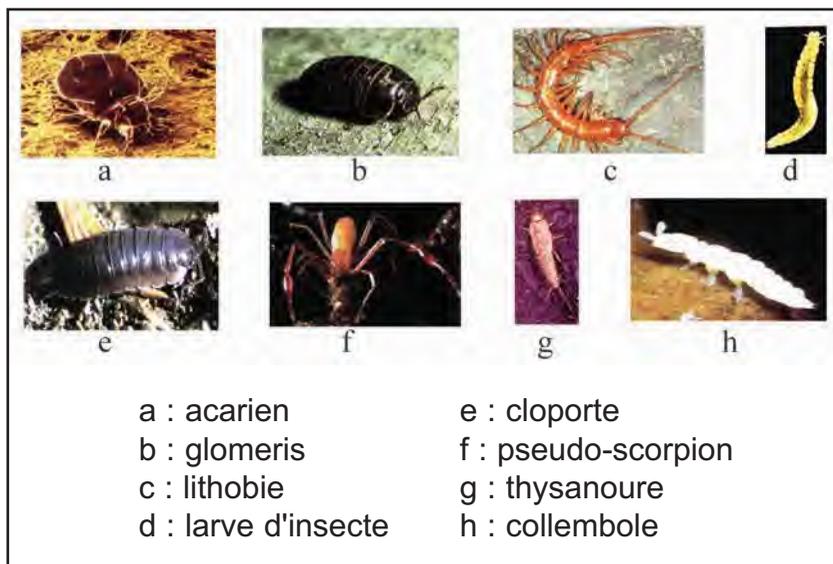
- Déposer de la litière ou humus dans le récipient de l'appareil de Berlese.
- Maintenir la litière par un fin filet qui l'empêche de tomber dans le récipient.
- Allumer la lampe au moins pendant 24 h.
- Observer à la loupe binoculaire et au microscope optique les éléments présents dans l'alcool.



1 - Appareil de Berlese

Réaliser la manipulation.

Activité



2 -La faune de la litière observée à la loupe et au microscope

MANIPULER

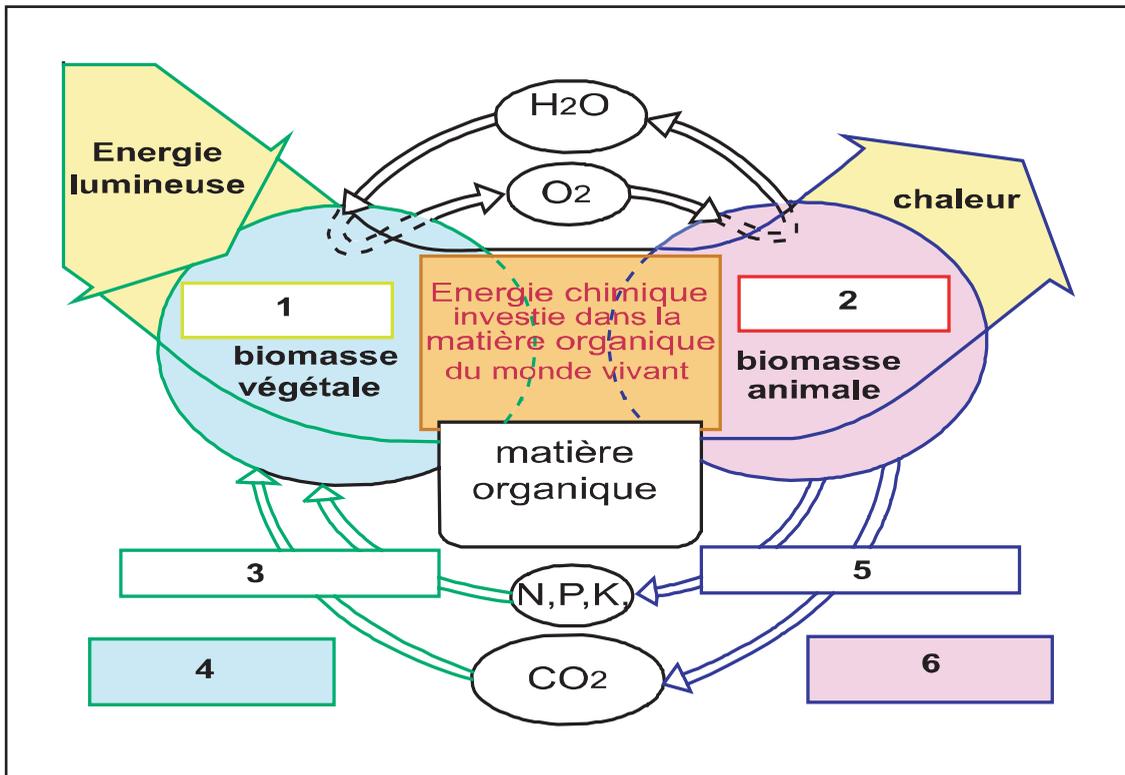
Des morceaux de papier filtre, c'est-à-dire de cellulose (constituant organique essentiel des végétaux), sont placés dans plusieurs boîtes de Pétri puis recouverts de sol d'origines diverses. Les boîtes sont fermées et les sols sont maintenus constamment humides.

- Le feutrage blanc vert ou noir correspond à des filaments de champignons.
- Les tâches colorées sont des colonies de bactéries.
- Les perforations témoignent de la décomposition de la cellulose en matière minérale : c'est la minéralisation.

1. Retourner les boîtes de Pétri, pour observer l'état du papier filtre.
2. Recopier puis compléter le tableau suivant.

N° de la boîte	contenu des boîtes	Etat du papier filtre au bout de		
		15j	30j	45j
1	Papier filtre seul			
2	+ sol stérilisé			
3	+ litière			
4	+ sol de jardin			

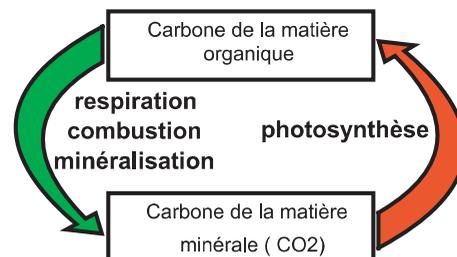
- 1 - Exploiter les résultats observés pour expliquer le rôle des micro-organismes du sol.
- 2 - Observer le schéma ci-dessous puis indiquer à quoi correspond chaque chiffre. Pour cela, utiliser les termes suivants : photosynthèse, minéralisation, respiration, consommation, fermentation, production, absorption.
- 3 - En déduire le rôle des êtres vivants du sol dans le fonctionnement de l'écosystème.



3 -Cycle de la matière

2 -Le cycle du carbone

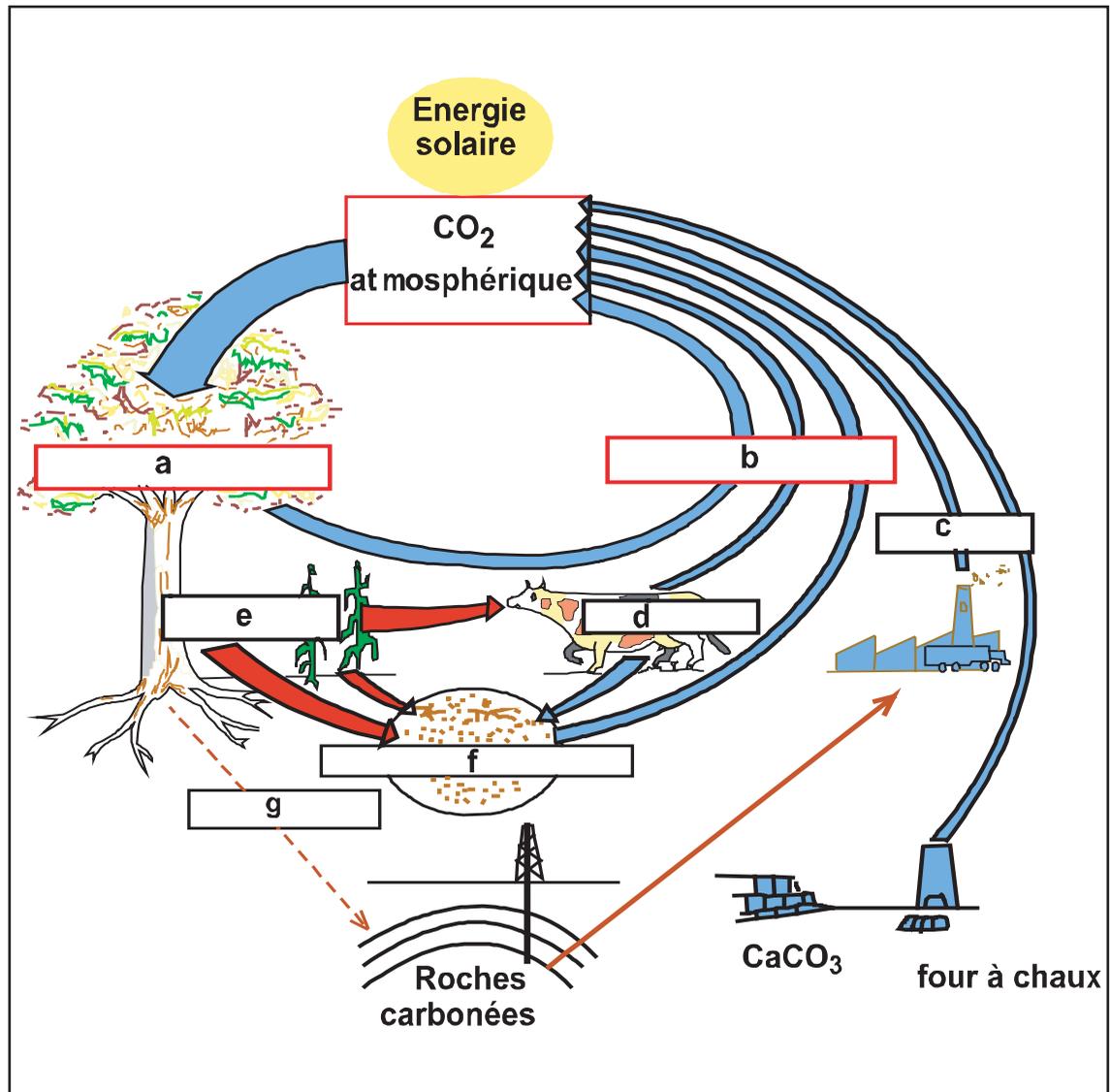
Le carbone est l'élément le plus abondant du monde vivant et du monde minéral. Dans les écosystèmes, le carbone circule en permanence entre la biomasse et le dioxyde de carbone.



4 -Schéma simplifié du cycle du carbone

Activité

Compléter le document 5 en utilisant les termes suivants :
décomposeurs, respiration, photosynthèse, combustion, producteurs, fossilisation, consommateurs.



5 - Le cycle de Carbone

BILAN

I- Les principaux types de relations alimentaires

Les êtres vivants d'un écosystème dépendent les uns des autres pour leur nourriture. Au sein de la même biocénose, différents types de relations trophiques s'établissent entre les êtres vivants :

1- Les relations trophiques d'exploitation :

Dans ce type de relation, un organisme sert de nourriture à un autre d'espèce différente.

1-1 La prédation :

C'est une relation entre un prédateur et sa proie. Le prédateur cherche, tue et mange la proie. Cette relation est obligatoire et bénéfique seulement pour le prédateur. Selon la nature de la proie, on peut distinguer :

a - les prédateurs carnassiers : consommateurs de chair fraîche.

Exemples : lion, chouette, épervier, couleuvre...

b- les prédateurs insectivores : consommateurs d'insectes.

Exemples : lézard, gecko, grenouille, mante religieuse...

c- les prédateurs piscivores : consommateurs de poissons

Exemples : grèbe (oiseau), requin...

Certains prédateurs peuvent consommer des végétaux (fruits, graines...)

Exemples : cigogne, sanglier, renard, fennec ...

La prédation permet de maintenir une population animale saine ; les proies faibles (blessées ou malades) sont éliminées par les prédateurs, les prédateurs faibles sont eux-mêmes éliminés par le manque de nourriture.

1-2 Le parasitisme :

C'est une relation entre un parasite et son hôte. Le parasite se fixe sur un autre être vivant appelé hôte. Le parasite vit aux dépens de l'hôte le plus longtemps possible. Cette relation est obligatoire et bénéfique seulement pour le parasite.

2- La symbiose :

C'est une relation trophique de coopération obligatoire et bénéfique pour les deux espèces .

La symbiose permet la mise en commun d'adaptation et de profit pour les organismes concernés. De ce fait, l'être vivant en association symbiotique peut s'adapter à des milieux ou environnements qu'il n'aurait pas toléré seul.

BILAN

3- La compétition :

Ce type de relation s'établit entre des organismes de même espèce (compétition intra spécifique) ou d'espèces différentes (compétition interspécifique) qui exploitent en concurrence la même source alimentaire.

Chez les végétaux, la compétition entraîne l'élimination des individus chétifs au profit des individus vigoureux (plus adaptés au milieu).

Chez les animaux, la compétition oblige les espèces à chercher l'exploitation de possibilités différentes du milieu ; ce qui entraîne une nouvelle répartition des espèces dans l'espace et dans le temps.

II- Organisation des relations alimentaires dans un écosystème

1- Les niveaux trophiques d'une chaîne alimentaire

Le fonctionnement d'un écosystème repose sur les multiples relations qui unissent les êtres vivants entre eux et à leur milieu. Les relations trophiques en sont un exemple qui montre l'interdépendance des êtres vivants d'un écosystème.

Les relations trophiques dans un écosystème sont organisées en une succession hiérarchisée d'êtres vivants qui transforment la matière. Cette succession forme les **chaînes alimentaires** ou **trophiques de l'écosystème**.

Le premier maillon de ces chaînes trophiques ou **niveau trophique I** est occupé par les végétaux chlorophylliens. Ce sont des êtres vivants autotrophes c'est-à-dire capables de produire leur matière organique ou **biomasse végétale** à partir de l'énergie solaire et de la matière minérale du biotope (CO_2 , eau, NH_4 , NO_3 ...). Cette production est appelée **la production primaire**.

Les êtres vivants phytophages ou consommateurs de végétaux sont appelés consommateurs de premier ordre (**niveau trophique II**).

Les prédateurs et les parasites portent le nom de consommateurs de deuxième ordre (**niveau trophique III**).

Les super prédateurs, qui constituent le niveau trophique IV, se nourrissent de prédateurs : ce sont des consommateurs de troisième ordre.

La production de la matière par les consommateurs est **la production secondaire**.

La biomasse secondaire est la matière organique produite par les différents niveaux des consommateurs.

Les consommateurs de matière morte ou **décomposeurs** se nourrissent de cadavres ou d'excréments. Les décomposeurs assurent la minéralisation de la matière organique.

Une même espèce peut intervenir dans des chaînes différentes. L'ensemble des chaînes alimentaires d'un même écosystème sont donc liées, constituant ainsi **un réseau trophique**.

BILAN

III- La production de biomasse dans un écosystème

Les relations trophiques entre les êtres vivants d'un écosystème s'organisent en plusieurs chaînes alimentaires formant un réseau trophique. Chaque chaîne alimentaire est caractérisée par un nombre déterminé de niveaux trophiques.

Pour traduire les phénomènes complexes des écosystèmes et pour suivre leur évolution, on traduit les relations alimentaires par des pyramides écologiques

1. Les pyramides écologiques :

Ce sont des représentations graphiques des constituants des niveaux trophiques d'un écosystème. Une pyramide peut représenter pour chaque niveau le nombre des individus, la masse de la matière organique produite ou la quantité d'énergie disponible pour le niveau suivant.

a. Les pyramides des nombres :

Elles représentent le nombre des individus de chaque niveau trophique à un instant donné. L'inconvénient de ces représentations c'est qu'elles accordent la même importance à tous les individus quel que soit leur masse ; ce qui ne permet pas d'évaluer la productivité d'un écosystème.

La productivité est la masse de matière vivante exprimée par unité de surface (ou par son équivalent énergétique) et par unité de temps.

b. Les pyramides des biomasses :

Elles expriment à un instant donné la biomasse (matière sèche) de chaque niveau trophique. Elles permettent de suivre le rendement de la matière organique dans les différents niveaux trophiques à un instant donné.

Les pyramides de biomasse ne tiennent pas compte de l'évolution et de la vitesse de production caractéristiques de chaque espèce.

c. Les pyramides des énergies :

Elles indiquent, pour chaque niveau trophique, la quantité d'énergie accumulée par unité de surface et par unité de temps.

Les pyramides des énergies mettent en évidence le fait que chaque niveau n'accumule qu'une partie de l'énergie de celui qui le précède.

2- Le transfert de la matière

La biomasse d'un niveau trophique est utilisée pour élaborer la biomasse du niveau suivant. Il se produit alors un transfert de matière, donc d'énergie, des producteurs aux niveaux successifs des consommateurs.

Ce transfert s'accompagne d'une perte d'énergie variable selon les niveaux trophiques.

BILAN

Ces pertes ont une double origine :

- des pertes de biomasse non assimilée par les consommateurs du niveau suivant et qui sont rejetées sous forme d'excréments ou d'urine.
- des pertes de biomasse qui assurent la production d'énergie chimique au cours de la respiration des producteurs et des consommateurs et au cours de la fermentation des décomposeurs. Cette énergie est indispensable pour la croissance, la digestion, le maintien de la température...

Ainsi, dans un écosystème naturel, la biomasse et donc l'énergie varie dans les différents niveaux trophiques mais le rapport entre la biomasse des producteurs et celle des consommateurs reste sensiblement constant.

Ce transfert de matière et d'énergie assure un état d'équilibre entre les différents niveaux trophiques : on parle **d'équilibre biologique d'un écosystème**.

IV- Le cycle de la matière

1 - Les êtres vivants du sol

Les êtres vivants du sol assurent la **minéralisation** de la matière organique.

Les bactéries et les moisissures du sol, par leur respiration, décomposent complètement les composés organiques en composés minéraux : l'eau et le dioxyde de carbone sont rejetés dans l'atmosphère, les autres éléments minéraux (phosphates, nitrates) restent dans le sol.

2- Le cycle du carbone

Dans la biosphère, le carbone existe sous deux formes :

* le carbone incorporé à des molécules minérales ou **carbone minéral** ou encore carbone oxydé : dioxyde de carbone de l'air, carbonate des squelettes et des coquilles de divers organismes, roches calcaires.

* Le carbone incorporé à des molécules organiques (glucides, lipides et protides) ou carbone **organique** ou encore carbone réduit qui constitue la matière carbonée des êtres vivants.

Le passage du carbone minéral au carbone organique est assuré, exclusivement, par les végétaux chlorophylliens, par une seule voie, la photosynthèse au cours de laquelle le dioxyde de carbone est incorporé à des molécules organiques.

Le passage du carbone organique au carbone minéral est réalisé :

par la respiration : tous les êtres vivants dégradent les molécules organiques pour produire l'énergie indispensable au fonctionnement de leur organisme. Cette dégradation s'accompagne d'une libération de dioxyde de carbone et d'eau.

par la minéralisation : les décomposeurs réalisent la dégradation complète des molécules organiques, libérant du dioxyde de carbone, de l'eau et des ions minéraux

par la combustion : les substances carbonées sont combustibles, elles peuvent libérer brutalement l'énergie qu'elles contiennent. Cette combustion s'accompagne d'une libération de dioxyde de carbone.

BILAN

Ainsi, les êtres vivants créent un passage continu du carbone minéral au carbone organique et vice versa. On dit que le carbone décrit un cycle.

3- La matière vivante est sans cesse recyclée :

Dans un écosystème, les végétaux chlorophylliens produisent, grâce à l'énergie solaire, des substances organiques en utilisant des substances minérales puisées dans le milieu. La matière organique ainsi produite est la source de nourriture directe ou indirecte pour tous les consommateurs qui l'utilisent pour construire leur propre matière.

La matière des végétaux et des animaux morts est décomposée et transformée en substances minérales que les végétaux chlorophylliens utilisent pour leur nutrition. Tous les éléments chimiques constitutifs des êtres vivants effectuent donc un cycle au cours duquel ils sont successivement intégrés à des molécules organiques puis à des ions minéraux.

EXERCICES

RESTITUER SES CONNAISSANCES

Pour chaque item, relever la ou les réponse(s) correcte(s) :

- 1- La prédation est une relation trophique :
 - a- bénéfique pour les deux individus,
 - b- obligatoire pour les deux individus,
 - c- bénéfique pour un individu et désastreuse pour l'autre,
 - d- facultative pour les deux individus.

- 2- La symbiose est une relation trophique :
 - a- néfaste pour les deux individus,
 - b- bénéfique pour les deux individus,
 - c- bénéfique pour un seul individu et sans effet pour l'autre,
 - d- bénéfique pour un individu et aux dépens de l'autre.

- 3- La prédation et le parasitisme sont deux associations :
 - a- obligatoires pour les deux individus,
 - b- obligatoires pour l'un des deux individus,
 - c- au profit des deux individus,
 - d- au profit d'un individu et aux dépens de l'autre.

- 4- Dans une chaîne alimentaire, les phytophages constituent :
 - a- les producteurs primaires,
 - b- les consommateurs II,
 - c- les consommateurs I,
 - d- le premier niveau trophique.

- 5- Dans un réseau trophique, les carnivores peuvent être :
 - a- des producteurs primaires,
 - b- des consommateurs du 1^{er} ordre,
 - c- des consommateurs du 2^{ème} ordre,
 - d- des décomposeurs.

- 6- L'ordre des maillons d'une chaîne alimentaire est :
 - a- décomposeurs, producteurs, zoophages, phytophages ;
 - b- producteurs, phytophages, décomposeurs, zoophages ;
 - c- producteurs, phytophages, zoophages, décomposeurs ;
 - d- phytophages, zoophages, décomposeurs, producteurs.

EXERCICES

7- La pyramide des nombres traduit :

- a- l'évaluation du nombre d'individus d'un écosystème en fonction du temps,
- b- l'évaluation du nombre des individus d'un écosystème en un instant donné,
- c- la structure trophique d'un écosystème en terme de nombre d'individus,
- d- la représentation graphique du nombre de producteurs en fonction de l'énergie solaire disponible.

8- Le rendement écologique de croissance d'un niveau trophique " Re " peut être calculé à l'aide de la formule suivante :

$$a. Re = \frac{\text{masse de la matière rejetée}}{\text{masse de la matière assimilée}} \times 100$$

$$c. Re = \frac{\text{masse de la matière dégradée par la respiration}}{\text{masse totale de la matière consommée}} \times 100$$

$$b. Re = \frac{\text{masse de la matière assimilée}}{\text{masse de la matière ingérée}} \times 100$$

$$d. Re = \frac{\text{masse de la matière assimilée}}{\text{masse de la matière non assimilée}} \times 100$$

9- La pyramide des énergies permet :

- a- de calculer le rendement de croissance,
- b- de déterminer l'efficacité photosynthétique,
- c- d'évaluer la quantité d'énergie assimilée par un niveau trophique,
- d- d'évaluer la quantité d'énergie produite par un niveau trophique.

10- Les pertes d'énergie d'un niveau trophique s'expliquent par :

- a- des pertes dues à la respiration,
- b- des pertes de la matière non digérée,
- c- la réduction du nombre des individus d'une espèce,
- d- la pollution.

11- Le carbone organique se trouve :

- a- dans les végétaux,
- b- dans les animaux,
- c- dans les roches carbonatées,
- d- dans l'atmosphère.

12- Le carbone minéral peut être libéré dans l'atmosphère par :

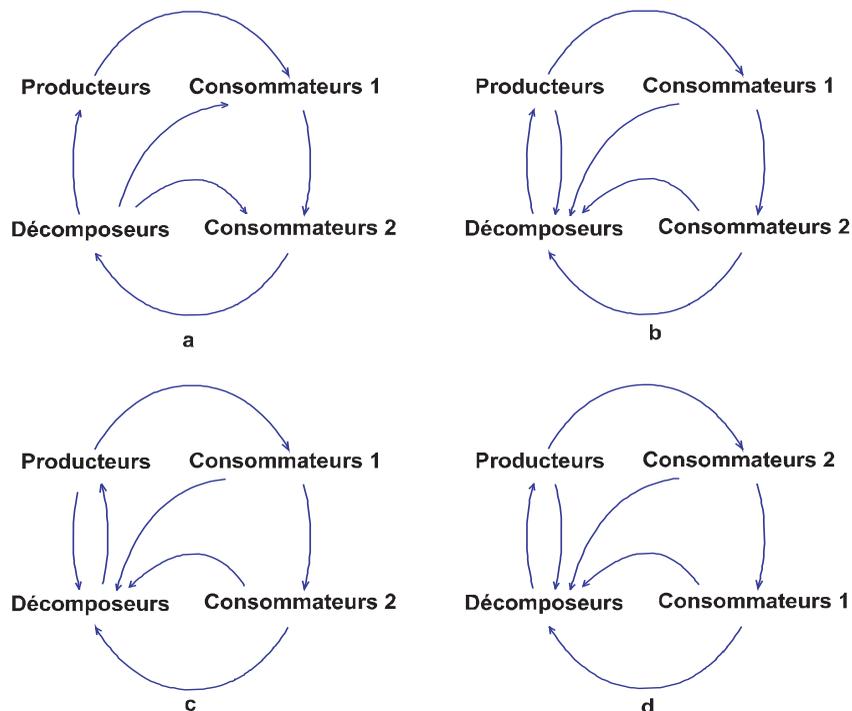
- a- la respiration,
- b- la photosynthèse,
- c- la minéralisation,
- d- la combustion.

13- Les décomposeurs sont des êtres vivants

- a- minéralisateurs,
- b- consommateurs,
- c- photosynthétiques,
- d- producteurs.

EXERCICES

14- Le cycle de la matière peut être représenté par :



APPLIQUER SES CONNAISSANCES

EXERCICES CORRIGÉS

1- Dans la Mer rouge, des poissons appelés poisson - anémone (*Amphiprion percula*) vivent entre les tentacules d'une Anémone géante (invertébré). Dans ce type d'association, on constate que tout ennemi, venant attraper le poisson, est dévoré par l'anémone et que le poisson se nourrit des débris des aliments de l'anémone.

Identifier les types de relations trophiques cités dans ce texte. Justifier. .

CORRIGÉ :

Ce document montre deux types de relations trophiques interspécifiques :

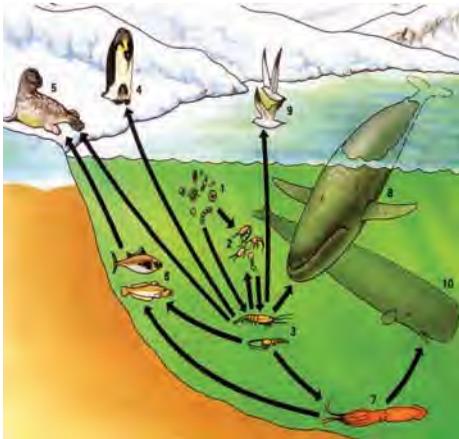
" une prédation : relation bénéfique et obligatoire pour l'anémone et néfastes pour les ennemis du poisson. L'anémone est un prédateur, les ennemis du poisson-anémone sont des proies.

" Une symbiose : relation bénéfique et obligatoire pour l'anémone et le poisson.

L'anémone se nourrit des proies attirées par le poisson. Le poisson, protégé contre ses prédateurs, se nourrit des restes des proies dévorées par l'anémone.

EXERCICES

2- L'océan Antarctique (pôle sud) est le plus vaste écosystème de la planète. Le document ci-joint représente un réseau alimentaire de cet océan.



1 Plancton végétal	6 Poissons
2 Plancton animal	7 Calmars
3 Krill	8 Baleine bleue
4 Manchots	9 Oiseaux de mer
5 Phoque	10 Cachalot

1. Indiquer toutes les chaînes alimentaires possibles.
2. Quelle est l'importance du Krill dans l'équilibre de cet écosystème ?

CORRIGÉ :

2- Les chaînes alimentaires possibles sont :

1-2-3-9 1-2-3-8 1-2-3-7-10 1-2-3-7-6-5 1-2-3-6-5 1-2-3-5
1-2-3-4 1-3-9 1-3-8 1-3-7-10 1-3-7-6-5 1-3-6-5 1-3-5 1-3-4.

3- Le Krill, plancton animal, est un élément indispensable dans toutes les chaînes alimentaires : c'est une nourriture indispensable aussi bien pour les animaux marins que pour certains êtres vivants terrestres. Toute diminution de sa biomasse (surtout par les facteurs polluants) peut être à l'origine de la destruction d'une ou de plusieurs espèces vivant dans l'antarctique et donc d'un déséquilibre écologique.

EXERCICES

2- Le document 1 représente des rapports de voisinage entre certains légumes.

- + : Bonne association
- : Mauvaise association
- 0 : Indifférence

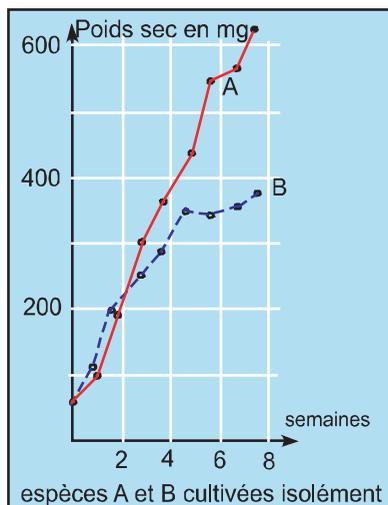
Analyser le document puis déduire la nature des relations interspécifiques.

	 Chou	 Haricot	 Laitue
 Oignon	+	-	+
 Fraise	-	0	+
 Pomme de terre	-	+	0

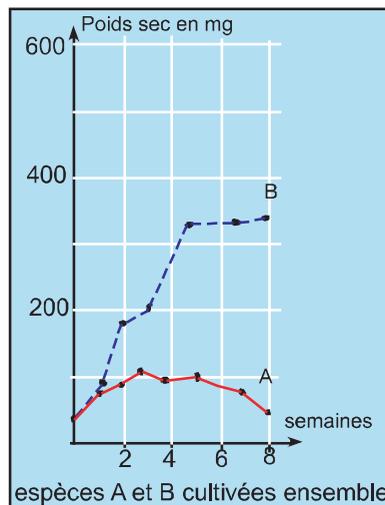
Document 1

3- Les Lentilles d'eau sont des plantes aquatiques. Des chercheurs ont réalisé des expériences afin de comparer le développement de deux espèces : *Lemna polyrrhiza* (espèce A) et *Lemna gibba* (espèce B) lorsqu'elles sont cultivées isolément et lorsqu'elles sont cultivées ensemble. Dans toutes les expériences réalisées, ils ont mis les mêmes quantités de substances nutritives et les mêmes quantités de Lentilles à cultiver.

Les graphes 1 et 2 du document 2 indiquent les résultats obtenus.



Graph 1



Graph 2

Document 2

Analyser les graphes 1 et 2 puis déduire la nature de la relation trophique entre les deux espèces citées.

EXERCICES

4- Les habitants d'un écosystème sont les producteurs, les consommateurs et les décomposeurs de la matière organique.

Le document suivant représente des animaux de la forêt et leur alimentation :

Animal	Alimentation
rat	herbe, fruits
chouette	rat
renard	fruits, lapin, rat
lapin	herbe

1. Représenter le réseau trophique de cet écosystème.
2. Que se passe-t-il si on détruit les rats de la forêt?

5- Le tableau ci-contre rassemble diverses estimations de la biomasse faites dans une parcelle boisée d'environ 500 m²

Producteurs primaires	Arbres	14800.10 ³ g
	Fougères	24.10 ³ g
	Herbes	105.10 ³ g
Consommateurs de premier ordre	Mollusques	4,1 g
	Myriapodes	0,05 g
	Insectes	0,65 g
Consommateurs de second ordre	Araignées	0,6 g
	Myriapodes	0,2 g
	Insectes	0,4 g

1. Représenter la pyramide des biomasses. Calculer le rendement écologique de croissance de chaque niveau de consommateurs.
2. Commenter et expliquer les résultats obtenus.

6- Un jeune corbeau, qui pèse 500 grammes quand il abandonne son nid, a reçu de ses parents 6 kilogrammes d'aliments (300 grammes par jour en moyenne). Il a mangé une fois et demi son poids de graines qui avaient mûri grâce à l'énergie solaire et à la chlorophylle. Il a consommé, indirectement, d'autres végétaux en mangeant la chair de petits animaux granivores (Rongeurs, Oiseaux...) tués par ses parents. Il a ingurgité 6 à 8 fois son poids de Chenilles, Hannetons, Sauterelles...qui s'étaient eux-mêmes nourris de feuilles. Il a mangé des Grenouilles, des Araignées qui s'étaient elles-mêmes nourries de mouches vivant aux dépens des déchets et des cadavres d'espèces qui elles-mêmes ...

1. Préciser pour chaque organisme cité, le niveau trophique qu'il occupe ainsi que son régime alimentaire.
2. Calculer le rendement écologique de croissance chez le jeune corbeau. Expliquer le résultat obtenu.

EXERCICES

7- Histoire de l'île KRAKATOA (Indes orientales au large de l'Indonésie)

*En 1883, l'explosion d'un volcan éventra l'île dont il ne resta qu'un pic recouvert de 30 à 60m de cendres. Seules demeuraient peut-être quelques racines et quelques spores de Champignons et de Bactéries protégées dans des anfractuosités (fissures).

*Neuf mois après l'explosion, le seul indice de vie constaté était une araignée " très " solitaire.

*Trois ans après l'explosion, furent recensées 11 espèces de Fougères et 15 espèces de plantes à fleurs.

*Dix ans après l'explosion, la verdure recouvrait l'île ; de jeunes cocotiers poussaient le long des côtes. Existait également quelques cannes à sucre et même des Orchidées.

*Vingt cinq ans après l'explosion, 263 espèces d'animaux étaient présentes, surtout des insectes (200) mais également 16 espèces d'oiseaux, 2 sortes de reptiles et 4 espèces d'es-cargots.

1. Indiquer, sous forme de tableau, les êtres vivants présents sur l'île juste après l'explosion, puis 9 mois, 3 ans, 10 ans et 25 ans après l'explosion.
2. Exploiter le tableau pour expliquer comment évolue l'installation d'un écosystème.

NOTION DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Le sol, l'eau, les végétaux et les animaux sont les principales ressources naturelles. La surexploitation de ces ressources peut conduire à une dégradation irréversible du milieu. L'environnement est donc en un équilibre fragile qu'il faut préserver par la mise en oeuvre d'actions diverses.

- 1 - Quelles sont les activités humaines entraînant un déséquilibre des écosystèmes ?
- 2 - Comment l'Homme peut-il agir pour préserver les écosystèmes ?

“ Il n'existe pas de plus grande contribution ou d'éléments plus essentiels pour les stratégies environnementales à long terme et pour un développement durable, respectueux de l'environnement (...) que l'éducation et la formation en matière d'environnement.”

UNESCO, 1988

Sommaire

Pages

■ Les actions négatives de l'Homme sur l'écosystème.....	156
■ Les actions positives de l'Homme sur l'écosystème.....	165
■ Bilan.....	167
■ Exercices.....	168

LES ACTIONS NÉGATIVES DE L'HOMME SUR L'ÉCOSYSTÈME

L'Homme exploite les ressources de son environnement pour développer ses activités. Cependant, le développement de ses activités peut rompre de façon irréversible l'équilibre de l'écosystème.

Quelles sont les activités humaines qui menacent notre écosystème ?

1- La déforestation



1- Champs cultivés aux dépens de la forêt

Périodes	Superficie des forêts en hectares
Epoque romaine	3 000 000
1996/1997	386 000

Les forêts d'Oléastres et de Lentisques ont totalement disparu dans les plaines de Mateur, Béja, Bou Salem et Jandouba : elles ont été remplacées par des cultures de blé.

2 - Evolution de la superficie des forêts naturelles en Tunisie



3- Coupure de bois dans la forêt de Aïn Draham



4 - Une double exploitation des forêts : le déboisement et l'utilisation du liège



5 -Un sol dégradé favorise l'érosion

La déforestation entraîne une réduction de la couverture végétale, une augmentation de ruissellement de l'eau le long des pentes et donc une érosion intense.



6- Urbanisation dans la région de l'Ariana

On estime que l'urbanisation fait perdre chaque année 4000 hectares de terres agricoles

Dans le grand Tunis (Tunis, Ariana, Mannouba et Ben Arous), la superficie urbaine a augmenté de 70% pendant les dix dernières années avec un rythme plus accéléré pendant les cinq dernières années.

- 1- Quelles sont les causes et les conséquences de la déforestation ?
- 2- Exploiter le document 7 suivant pour chercher des informations dans votre région qui témoignent des conséquences de la déforestation.

Stade 1	Forêt claire de Pin d'Alep (couverture végétale supérieure à 80%)
	↓ Abattage des arbres
Stade 2	Garrigue Romarin – Ciste du liban
	↓ Arrachage des espèces ligneuses
Stade 3	Steppe à Alfa (couverture végétale supérieure à 60%)
	↓ Surexploitation de l'Alfa
Stade 4	Steppe à Armoise champêtre ou armoise blanche
	Surpâturage ↓ ou culture céréalière
Stade 5	Steppe dégradée ou culture et jachère (couverture végétale inférieure à 40%)
	↓ Surpâturage
Stade 6	Désert de dunes et de pierres

7 -Les différentes séquences de dégradation d'une forêt

2- La désertification

La Désertification est la dégradation des sols arides et semi -arides sous l'effet des changements climatiques et des activités humaines



8- Vestige d'une oasis engloutie par le sable

Le désert gagne chaque année 16 Km² dans l'étage aride (zones qui reçoivent 100 à 200 mm de pluie par an) soit plus de 10 000 ha.



9- Effet du surpâturage sur la production végétale (région de Gabes)

Nombre de ruminants par unité de surface	Couverture végétale en %	Production totale (kg de matière sèche/ha/an)
faible	25	1.069
moyenne	8	614
forte	4	415

Citer les principales activités humaines qui accélèrent la désertification et leurs conséquences.

3 - La salinisation des sols :



10 -L'absence de drainage favorise la salinisation des terres irriguées

De nouvelles superficies de terres salées sont apparues depuis une dizaine d'années dans les terres irriguées de la basse vallée de Medjarda, du cap bon, la région de Kairouan et les Oasis.

L'irrigation avec des eaux saumâtres (moyennement salées) avec une absence d'évacuation de ces eaux entraîne une élévation de la teneur en sels dans la partie superficielle du sol.



11- La salinisation favorise la désertification

La salinisation provoque une sécheresse physiologique des plantes : tout se passe comme si la plante est privée d'eau. Les plantes exigeantes en eau disparaissent.

Montrer que l'emploi de certaines techniques agricoles contribuent à modifier le paysage.

4 - La pollution

La qualité des eaux et de l'air peut être affectée par les activités humaines.

a- La pollution de l'air



12- Les moyens de transport contribuent à la pollution atmosphérique

Gaz	Effets
Dioxyde de carbone	Réchauffement de la planète par effet de serre...
Monoxyde de carbone	Poison respiratoire...
Oxydes d'azote	Augmentent l'acidité des milieux. Affections respiratoires, irritations des yeux...
Dioxyde de soufre	Affections cardiovasculaires et respiratoires

13- Effets nocifs des polluants les plus fréquents

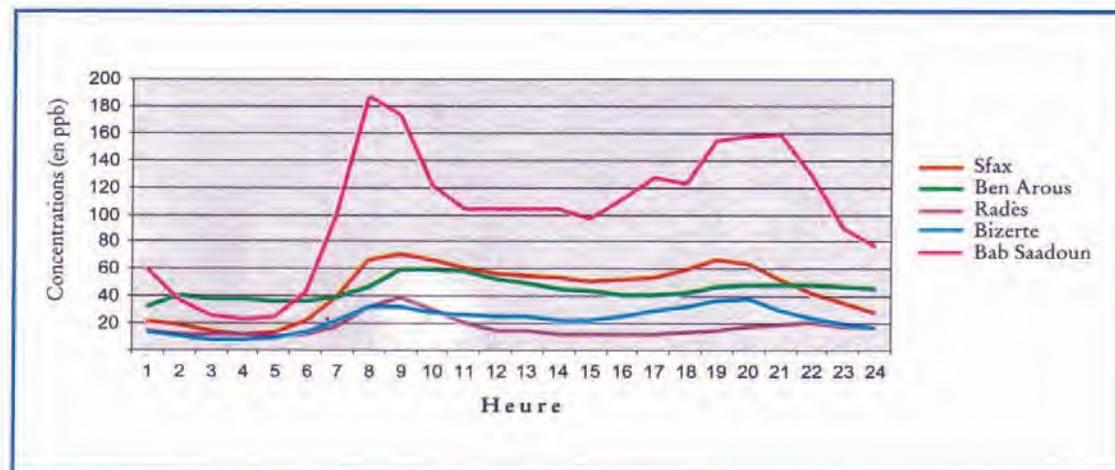


14- Certaines industries rejettent dans l'air des fumées renfermant des substances polluantes

Une substance est qualifiée de polluante lorsqu'elle est présente dans l'atmosphère à des concentrations inhabituelles.

Exemples : les oxydes d'azote, de carbone et de soufre, l'ozone, les poussières....

Les oxydes d'azote (NO , NO_2), la vapeur d'eau ... sont rejetés par les véhicules et les industries (cimenterie, raffinerie...). La limite maximale des oxydes d'azote par heure compatible avec la santé est 350 ppb (normes tunisiennes).
ppb : partie par billion



15- Evolution journalière des oxydes d'azote ($\text{NO}\dots$) pour l'année 2003 dans différentes villes

L'ozone nocif pour la santé résulte de réactions photochimiques se produisant entre certains gaz (NO_2 , $\text{CO}_2\dots$).

Par contre, l'ozone (O_3), présent dans l'atmosphère en faible quantité, protège les êtres vivants contre les effets nocifs des rayons ultraviolets.



16- Evolution du dioxyde d'azote et de l'ozone.

Activité

Substances polluantes	Origine	Conséquences	Effets sur la santé
Oxydes d'azote NO, NO ₂ ...	Véhicules Combustions industrielles	Dépérissement des forêts.	Troubles respiratoires, en particulier chez les enfants.
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Combustions industrielles	Dépérissement des forêts. Contribue à la formation d'ozone	Troubles respiratoires, en particulier chez les enfants.
Oxyde de Carbone (CO, CO ₂)	Combustions des moteurs à essence	Contribue à la formation d'ozone	Asphyxie (CO) Troubles respiratoires
Particules fines en suspension	Combustions industrielles, Chauffages, Incinération des déchets.	Entraînent la salissure des surfaces. Composés toxiques.	Troubles respiratoires. Parfois cancérigènes.
Ozone O ₃	Réactions photochimiques dans l'air entre NO, CO ...	Amplifie l'effet de serre, il entraîne une élévation de la température.	Troubles respiratoires, en particulier chez les enfants.
Composés Organiques Volatiles (COV)	Evaporation et combustion des hydrocarbures.	Contribue à la formation d'ozone.	Effets sur le système nerveux, le sang. Risque de cancer.
Métaux (plomb, arsenic, mercure...)	Combustions industrielles, Incinération des déchets.	Concentration dans les maillons des chaînes alimentaires.	Troubles divers. Empoisonnements graves.
Les polluants sont entraînés et dispersés par le vent. Dans certaines conditions météorologiques (température élevée, absence de vent...), ils se concentrent dans les villes.			

17- Les composantes de la pollution de l'air

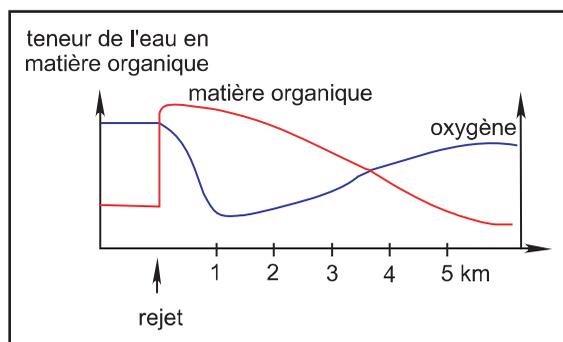
- 1- Analyser l'évolution des oxydes d'azote dans les différentes villes (document 15). Quelle est la cause des pics observés à Bab Saadoun?
- 2- Comparer l'évolution des oxydes d'azote et de l'ozone (document 16).
- 3- Citez les activités humaines qui provoquent une dégradation des écosystèmes et des effets néfastes sur la santé.

b - La pollution de l'eau

Les activités humaines, agricoles, industrielles et domestiques rejettent des substances polluantes qui gagnent les cours d'eau, les lacs, la mer et qui atteignent les nappes d'eau.



18- Les déchets rejetés gagnent les lacs



19- Evolution de la matière organique et de la teneur en oxygène d'un cours d'eau dans lequel sont déversées des eaux usées



20- Le lac émet des odeurs nauséabondes liées à la prolifération d'algues vertes.

Les polluants déversés dans l'eau sont de deux types :

- les polluants organiques issus du rejet des eaux usées (égouts), des élevages, de certaines industries (fromagerie, industrie du papier, huilerie...)

- les polluants chimiques :

- *nitrates, phosphates issus de l'utilisation excessive d'engrais.

- *pesticides détruisant les microorganismes nuisibles aux cultures.

- *métaux lourds (plomb, mercure...) issus du rejet des déchets industriels, domestiques et agricoles (piles, ferrailles...)

- *substances radioactives.

Les substances organiques rejetées dans un cours d'eau sont dégradées par des bactéries aérobies qui prolifèrent et consomment de l'oxygène aux dépens des autres êtres vivants. On peut déterminer la concentration de l'eau en substances organiques, et donc le degré de pollution, en mesurant la quantité d'oxygène nécessaire aux bactéries pour dégrader la matière organique.

Une eau qui contient des substances organiques est polluée.

Lorsque le rejet de substances organiques est trop important, la dégradation de la matière organique est très lente et la teneur en oxygène est très faible. La plupart des animaux aquatiques et des herbes aquatiques disparaissent au profit de certaines algues responsables des odeurs nauséabondes : c'est l'eutrophication.

Niveau trophique	Taux pesticides (mg/kg)
C4 : Cormorans (oiseaux)	1,5
C3 : Poissons (prédateurs)	0,3
C2 : Poissons (mangeurs de plancton)	0,05
C1 : Zooplancton	0,02
P : Phytoplancton	0,001

Les polluants chimiques non dégradables par les bactéries peuvent être absorbés par l'Homme, provoquant des intoxications et des maladies graves. Les nitrates atteignent les nappes dans les régions à forte production agricole et se retrouvent dans l'eau potable. Les nitrates à fortes doses provoquent chez le nourrisson une asphyxie et de nombreux troubles.

21- Les pesticides toxiques apportés dans la mer par le ruissellement se retrouvent dans les différents maillons de la chaîne alimentaire

- 1- Recenser les principales activités humaines à l'origine de la pollution des eaux.
- 2- Montrer, en exploitant les documents 19 et 20, comment le rejet de substances organiques a un impact sur la teneur en oxygène de l'eau et donc sur la faune et la flore.
- 3- Dans le document 21, comparer les quantités de pesticides retrouvés dans les différents maillons de la chaîne. Qu'observe-t-on chez les derniers consommateurs ?

LES ACTIONS POSITIVES DE L'HOMME SUR L'ÉCOSYSTÈME

L'Homme a pris conscience de l'importance de la préservation, de l'amélioration des écosystèmes et de la nécessité d'une gestion rationnelle des ressources naturelles afin d'assurer une utilisation durable de ces ressources.

- 1- Comment l'Homme peut-il préserver les ressources naturelles actuelles ?
- 2- Comment peut-il améliorer l'écosystème naturel ?

1- Le reboisement

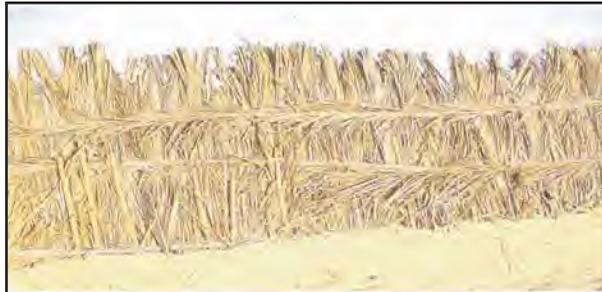


1- Le parc national de Bouhedma :
une steppe arborée parfaitement régénérée

A l'époque romaine, les plaines de Bled Talh et de Bled Segui (entre Sfax, Gafsa et Gabes) étaient couvertes d'une steppe arborée à *Accacia rad-diana* (Gommier) abritant des éléphants.
En 1957, il ne restait que quelques Gommiers aux environs de Borj Bouhadma (entre Gafsa et Sidi Bouzid).

Entre 1993 et 2003, il y a eu reboisement de 264 000 hectares répartis entre les arbres forestiers et les plantes pastorales. Des parcs ont été créés au cœur des villes. Le reboisement permet la reconstitution progressive d'une flore et d'une faune diversifiées, la régénération du sol et la lutte contre l'érosion. Par la photosynthèse, les plantes vertes contribuent à diminuer le taux de CO₂ de l'atmosphère.

2- Fixation des dunes



2- Fixation des dunes par des barrières

La fixation des dunes désertiques permet de lutter contre l'érosion par le vent et la désertification.

3- Protection de la faune et de la flore.



3- Une réserve naturelle

Différents moyens sont mis en œuvre pour protéger la faune et la flore :

- réglementation de la chasse et de la pêche.
- création d'aires protégées (parcs, réserves naturelles).
- réintroduction de certaines espèces menacées d'extinction (cerf de Barbarie dans le parc d'El Feija).

4- Assainissement des eaux usées



4- Une station d'épuration élimine environ 80% de la matière organique

Les eaux usées subissent différents traitements :

- rétention des matières en suspension.
 - dégradation des substances organiques par des bactéries dans des bassins d'aération.
- L'eau ainsi clarifiée peut être déversée dans les cours d'eau et la mer.

Montrer comment l'Homme peut contribuer à préserver l'environnement tout en exploitant les ressources naturelles.

BILAN

La surexploitation des ressources naturelles des écosystèmes, l'explosion démographique et industrielle entraînent des dégradations parfois irréversibles des écosystèmes.

1- Les actions négatives de l'Homme

*L'extension de l'urbanisme (habitat, industrie, tourisme) se fait aux dépens des forêts et des champs cultivés.

* La destruction du couvert végétal entraîne la disparition du biotope naturel de nombreuses espèces animales et une intensification de l'érosion des sols.

*Le surpâturage et le déboisement accélèrent le processus de désertification des zones arides.

*Une irrigation avec des eaux saumâtres non accompagnée de drainage et une mauvaise gestion des terres (terres abandonnées ou mal entretenues) entraîne la salinisation des sols (oasis du sud)

*La pollution est la dégradation des écosystèmes par des substances engendrées par les activités humaines :

-l'air devient plus chargé en substances nocives (oxydes d'azote, oxydes de carbone) produites par les activités industrielles et les moyens de transport.

-les déchets organiques, déversés en excès dans les cours d'eau et les lacs , entraînent une eutrophisation ; leur dégradation par les bactéries devenant inefficaces. Les polluants non dégradables par les bactéries qui se retrouvent dans l'eau potable, sont responsables d'intoxications et de maladies. Les pesticides et les métaux fixés par les végétaux sont de plus en plus concentrés à chaque niveau trophique.

2- Les actions positives de l'Homme.

Conscient de la nécessité de la préservation des écosystèmes et d'une gestion rationnelle des ressources naturelles, l'Homme a mis en place un ensemble de stratégies visant à une utilisation durable des ressources en équilibre avec un développement économique : c'est la notion de développement durable.

*Le reboisement par la plantation d'arbres forestiers permet de régénérer la flore et la faune d'un milieu et de diminuer les effets de l'érosion.

La création de parcs urbains abaisse la teneur en dioxyde de carbone rejeté par les activités industrielles et les moyens de transport.

*La fixation des dunes ralentit les effets de la désertification et diminue les effets de l'érosion par le vent.

*La création de parcs et de réserves naturelles, la réglementation de la chasse et de la pêche assurent la protection de la faune et de la flore menacées de disparition.

*L'assainissement des eaux usées dans les stations d'épuration permet d'atténuer la pollution due à leur rejet.

EXERCICES

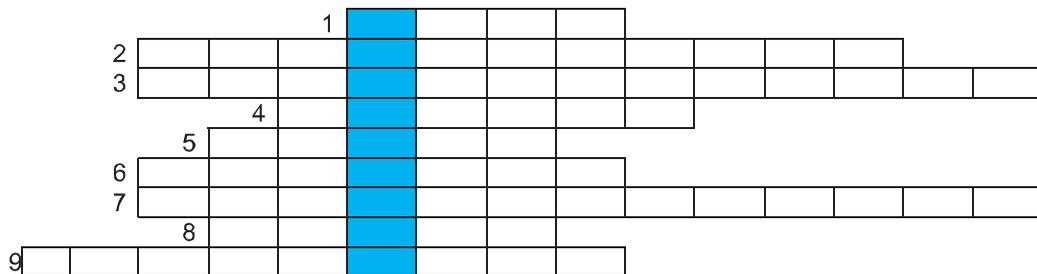
RESTITUER SES CONNAISSANCES

I - Relever pour chaque item la (ou les) bonne(s) réponse(s) :

- 1- Le déboisement favorise :
- a- la désertification,
 - b- l'effet de serre,
 - c- l'érosion du sol,
 - d- la fixation des dunes.
- 2- La pollution des sols peut être due à :
- a- un épandage excessif d'engrais chimiques,
 - b- une irrigation par des eaux usées mais traitées,
 - c- un déboisement,
 - d- des émissions de déchets industriel, agricole ou domestique.

II - Découvrir le mot caché :

Chercher les mots correspondants aux définitions proposées. Le mot caché est donné par l'ensemble des lettres dans les cases verticales colorées en bleu.



- 1- Espace naturel dans lequel, la faune et la flore sont protégées.
- 2- Plantation d'arbre sur un terrain nu.
- 3- Grande concentration d'habitations.
- 4- Est caractérisé par la pluviométrie et la température.
- 5- Ensemble des animaux d'un milieu.
- 6- Ensemble des facteurs abiotiques d'un écosystème.
- 7- Milieu qui nous entoure.
- 8- Ensemble des végétaux d'un milieu.
- 9- Ensemble des êtres vivants d'un écosystème.

LES ÊTRES VIVANTS : UNITÉ ET DIVERSITÉ D'ORGANISATION, REPRODUCTION CONFORME



les vrais jumeaux : deux individus génétiquement identiques

Malgré la grande diversité des êtres vivants (taille, forme, aspect...), ces derniers sont constitués de **cellules**. La cellule représente l'unité d'organisation de tous les êtres vivants. Ces êtres vivants (animaux, végétaux et microorganismes) peuvent être classés en groupes d'individus qui présentent des ressemblances morphologiques, cellulaires et moléculaires. Ces classes appelées **espèces** comportent aussi des sous classes appelées **lignées** (ou variétés ou souches ou races).

Parmi les caractères des individus appartenant à une même espèce, certains se transmettent des parents aux descendants : **ce sont des caractères héréditaires**.

Par ailleurs, certains êtres vivants se multiplient en donnant des individus qui leur sont identiques sur le plan cellulaire et moléculaire : c'est **la reproduction conforme**.

1. Comment est organisée la cellule et quelles sont les caractéristiques communes des cellules ?
2. Quels sont les critères d'appartenance des individus à une espèce ?
3. Quel est le mécanisme de la reproduction conforme ?
4. Quel est le support biologique des caractères héréditaires ?

THEME 3

Dans cette partie, vous étudierez les chapitres suivants :

Chapitre 1

La cellule, unité de structure des êtres vivants p.173

Chapitre 2

Notions d'espèce, de lignée, de caractère héréditaire et d'information génétique p.184

Chapitre 3

La reproduction conforme et son mécanisme cellulaire.....p.194

Chapitre 4

L'information génétique.....p. 215

SITUATION D'INTÉGRATION

La cellule œuf résultant de l'union d'un gamète femelle et d'un gamète mâle constitue la première cellule de l'individu. Six heures après la fécondation, la cellule-œuf commence à se diviser pour donner un individu formé de 1017 cellules.

Cependant la plupart de nos cellules ont une durée de vie limitée : trois mois pour les globules rouges (hématies), trois à cinq jours pour les cellules de l'intestin grêle, trente jours pour les cellules de la peau. Le remplacement des cellules mortes est possible grâce à la division cellulaire.

La division cellulaire est aussi le mécanisme du clonage qui se produit chez les végétaux et les animaux dans certaines conditions.

Réaliser une enquête traitant l'un des thèmes suivants :

- Le clonage chez les animaux : la brebis Dolly (méthodes, techniques et résultats)
- Le clonage chez les végétaux : le bouturage, le marcottage et culture in vitro.
- Les applications médicales des cultures cellulaires.

LES PRÉACQUIS

- › Tous les êtres vivants sont constitués de cellules. Chaque cellule assure ses fonctions vitales (absorption de substances nutritives, synthèse, respiration, élimination des déchets...).
- › Une cellule est constituée par une membrane plasmique, d'un cytoplasme et d'un noyau.
- › Les organismes unicellulaires (paramécie, levure) ne renferment qu'une seule cellule qui remplit toutes les fonctions vitales par échanges de matière et d'énergie avec son milieu.
- › Chez les organismes pluricellulaires, les cellules sont regroupées en tissus et en organes spécialisés assurant des fonctions déterminées.

LA CELLULE, UNITE DE STRUCTURE DES ÊTRES VIVANTS



1. Cellule d'une plante aquatique : l'Elodée
(observée au microscope optique)



2. Cellule sanguine : un leucocyte
(observée au microscope électronique)

Malgré leur étonnante diversité, les animaux et les végétaux eucaryotes sont constitués de cellules. Ces cellules partagent des caractères communs.

1. Quels sont les constituants des cellules animales et végétales ?
2. Quels sont les caractères communs à toutes les cellules ?

Sommaire	Pages
■ La structure de la cellule eucaryote	174
■ L'ultrastructure de la cellule eucaryote.	178
■ Bilan	181
■ Exercices	183

LA STRUCTURE DE LA CELLULE EUCARYOTE

Malgré des différences liées à leurs fonctions, les cellules (animales et végétales) présentent des caractéristiques communes.

Quels sont les constituants des cellules animales et végétales?

1- La structure de la cellule animale

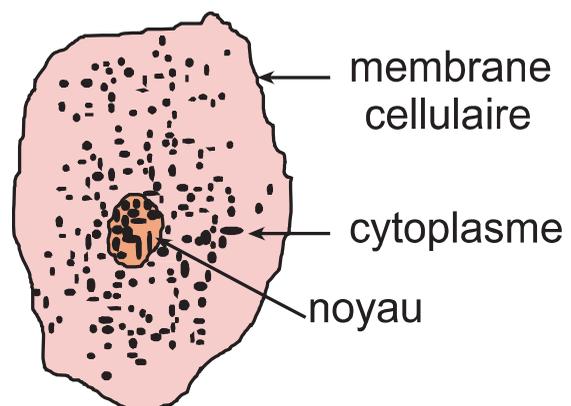
1-1 Observation de l'épithélium buccal

MANIPULER

- A l'aide de l'extrémité d'un ongle propre, racler doucement la face interne de la joue.
- Déposer et étaler la substance prélevée sur une lame porte-objet bien propre.
- Ajouter une goutte de solution d'un colorant (bleu de méthylène, eau iodée...).
- Recouvrir la préparation à l'aide d'une lamelle couvre-objet.



3a. Observation microscopique



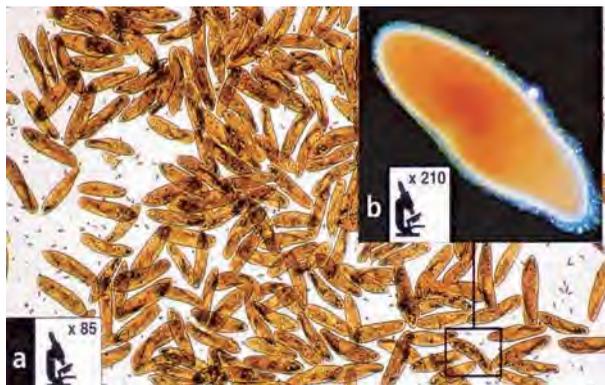
3b. Schéma d'interprétation

3. Cellules de l'épithélium buccal

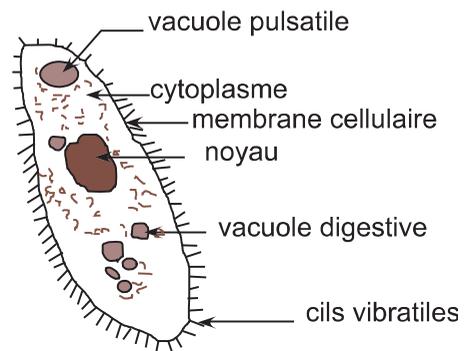
1-2 Observation de la paramécie

MANIPULER

- On fait infuser pendant 3 à 4 jours, des débris végétaux (de foin) ou des graines de blé dans un vase rempli d'eau de pluie, à une température de 20°C environ.
 - Placer un fragment de voile (prélevé à la surface du liquide), sans coloration ou avec coloration (vert de méthyle acétique...), entre lame et lamelle.
 - Observer au microscope.
- Pour freiner les mouvements de la paramécie ajouter sous la lamelle de la salive ou du chlorure de magnésium dilué.



4a. Observation microscopique



4b. Schéma d'interprétation

4. La paramécie

1-3 Observation de la mue de grenouille

MANIPULER

- Recueillir à l'avance des mues de grenouille et les conserver dans l'alcool 90°.
- Etaler un fragment de mue sur une lame porte-objet.
- Observer au microscope optique.



5. Cellules de mue de grenouille

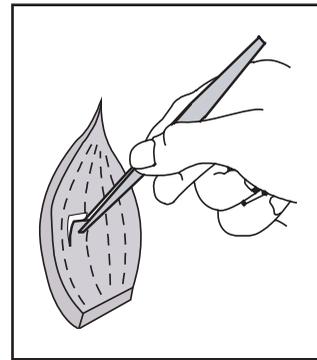
1. Réaliser les préparations microscopiques avec et sans coloration.
2. Observer au microscope après réglage de la lumière et mise au point.
3. Identifier les constituants visibles de la cellule.
4. Réaliser des dessins d'observations microscopiques de cellules en respectant les proportions. Noter le titre, la légende et le grossissement du microscope.
5. Indiquer les caractères communs aux cellules animales.

2-La structure de la cellule végétale

2-1 Observation de l'épiderme d'oignon

MANIPULER

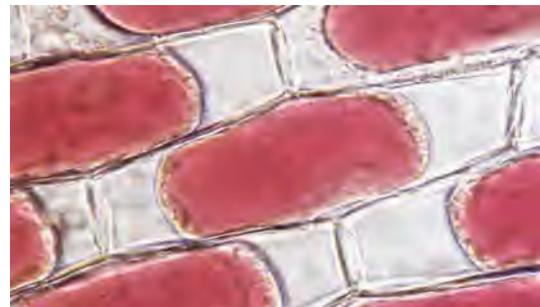
- couper longitudinalement un bulbe d'oignon.
- Séparer une écaille moyenne charnue.
- Couper un petit carré d'épiderme supérieur (interne).
- Prélever et placer le petit lambeau d'épiderme, dans une goutte d'eau ou de colorant (eau iodée, bleu de méthylène, vert de méthyle acétique...), entre lame et lamelle. Observer au microscope.



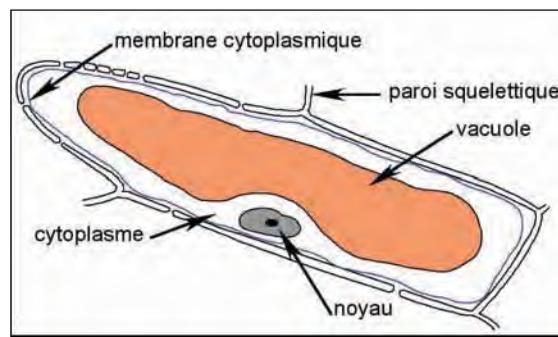
6. Prélèvement de l'épiderme



7a. Sans coloration



7b. Coloration au rouge neutre (colorant des vacuoles)



7c. Schéma d'interprétation

7. Cellules de l'épiderme d'oignon
(1 : paroi squelettique, 2 : noyau, 3 : cytoplasme)

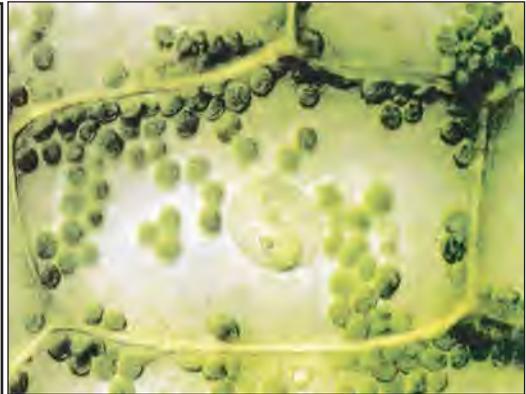
2-2 Observation de la feuille d'Elodée

MANIPULER

- Prélever une feuille d'Elodée près de l'extrémité du rameau.
- Placer cette feuille sur une lame dans une goutte d'eau.
- Recouvrir d'une lamelle et observer au microscope.

L'Elodée est une plante chlorophyllienne aquatique commune dans les étangs et les cours d'eau.

L'observation microscopique d'une feuille d'Elodée montre des chloroplastes naturellement colorés en vert.



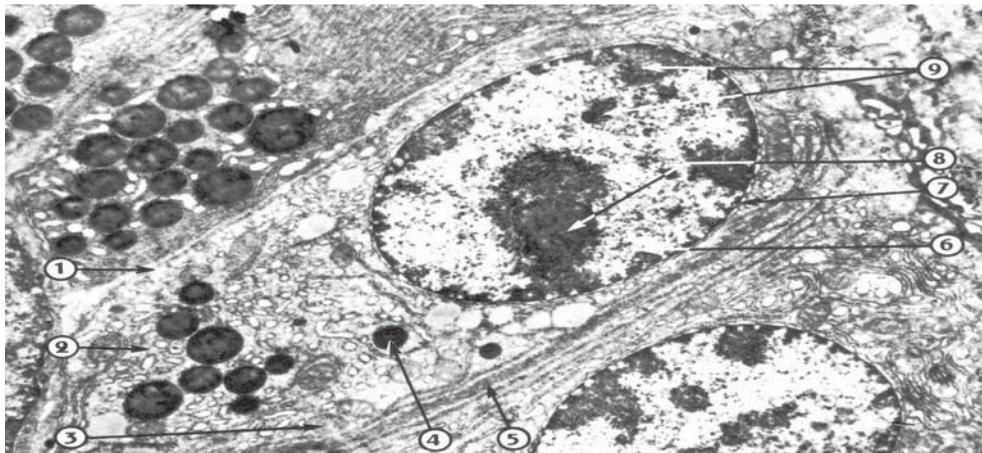
8. Cellule d'une feuille d'Elodée observée au microscope

1. Réaliser les préparations microscopiques avec et sans coloration.
2. Identifier les constituants visibles dans les cellules.
3. Dresser un tableau résumant le rôle des colorants utilisés.
4. Réaliser des dessins d'observations microscopiques de cellules en respectant les proportions. Noter le titre, la légende et le grossissement du microscope.
5. Indiquer les caractéristiques communes aux cellules animales et végétales.
6. Préciser les caractéristiques spécifiques à la cellule végétale.

ULTRASTRUCTURE DE LA CELLULE EUCARYOTE

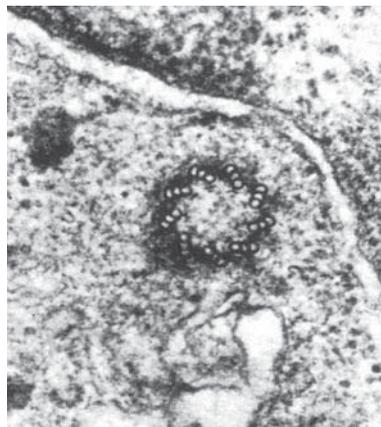
Le microscope électronique a révélé l'ultrastructure de la cellule. Dans les cellules, on observe une grande variété d'organites : éléments caractérisés par une forme et une fonction précise.

Quelle est l'ultrastructure de la cellule eucaryote ?

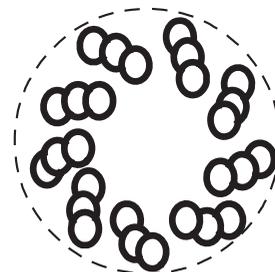


- 1. Membrane plasmique - 2. Cytoplasme - 3. Mitochondrie - 4. Grain de sécrétion
- 5. Ergastoplasme - 6. Noyau - 7. Membrane nucléaire - 8. Nucléole - 9. Chromatine

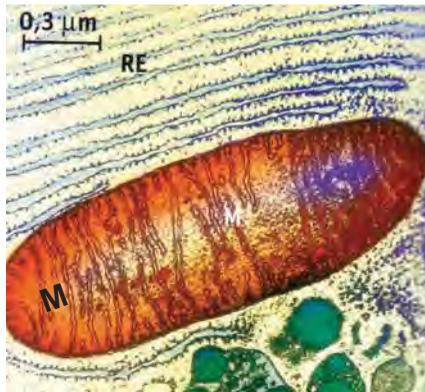
1. Cellule pancréatique (observée au microscope électronique)



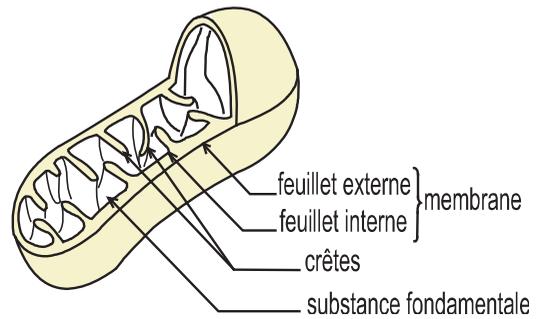
2a- Centriole d'un leucocyte (x 60 000)



2b- Schéma d'interprétation d'un centriole



3a- Mitochondrie (M) et réticulum endoplasmique (RE) observés au microscope électronique

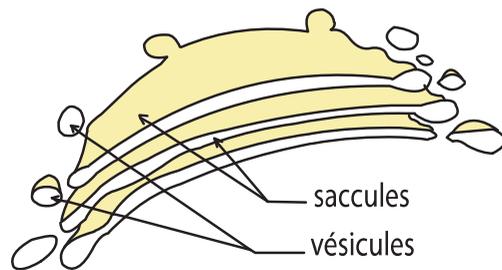


3b- Schéma d'interprétation d'une mitochondrie

- Dans les mitochondries, ont été localisées les réactions de dégradation de molécules organiques en présence de dioxygène (respiration). Ces organites sont nombreux dans les cellules dont l'activité intense exige une source importante d'énergie.
- Dans le réticulum endoplasmique, associé aux ribosomes, ont été localisées les synthèses de protéines exportées hors de la cellule.
- Le centriole intervient dans les divisions des cellules animales.



4a- Observation au microscope électronique



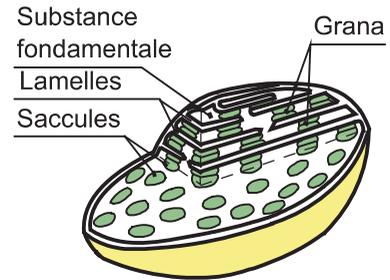
4b- Schéma d'interprétation

4- Appareil de Golgi
(1. Appareil de Golgi - 2. Saccules - 3. Vésicules)

Activité



5a- Observation au microscope électronique



5b- Schéma d'interprétation

5- Chloroplaste

- L'appareil de Golgi permet le stockage et la maturation des produits de sécrétion.
- Dans les chloroplastes, organites propres à la cellule végétale chlorophyllienne, se déroule la synthèse de substances organiques.

1. Indiquer, en une phrase, l'intérêt du microscope électronique pour étudier l'organisation d'une cellule.
2. Recopier et compléter le tableau ci-dessous pour marquer l'appartenance des organites aux deux types de cellules.
3. Montrer que la cellule, même si elle est spécifique d'un tissu ou d'un organisme, est l'unité de structure commune à tous les êtres vivants eucaryotes.

Organites	Cellules végétales	Cellules animales
Paroi squelettique		
Membrane plasmique		
Vacuole		
Plastes		
Cytoplasme		
Noyau		
Mitochondries		
Appareil de Golgi		
Ergastoplasme		

BILAN

1- La structure de la cellule eucaryote :

a - La cellule animale : Au microscope optique, une cellule animale est constituée par une enveloppe extérieure, la **membrane plasmique** qui délimite l'intérieur de la cellule (**milieu intracellulaire**). Le cytoplasme renferme un **noyau** volumineux (taille de 5 à 6 micromètres en moyenne).

b- La cellule végétale : La cellule végétale a la même organisation que la cellule animale : une **membrane plasmique**, un **cytoplasme** et un **noyau**.

La cellule végétale se distingue par :

- Une paroi squelettique rigide et de nature cellulosique.
- Des plastes : selon la nature du pigment qu'ils contiennent, on distingue plusieurs types de plastes :
 - Les chloroplastes.
 - Les amyloplastes.
 - Les chromoplastes.
- De grosses vacuoles occupent plus de 80 % du volume cellulaire et permettent le stockage de l'eau et des substances dissoutes.

2 - Ultrastructure des cellules :

Le microscope électronique permet d'observer dans le détail les organites qui baignent dans une solution plus ou moins visqueuse du cytoplasme appelée le **hyaloplasme**.

- **Le noyau** est limité par une membrane nucléaire percée de pores. Dans le noyau, le volume nucléaire ou **nucléoplasme** contient des amas colorables : la **chromatine**, et un (ou des) **nucléole(s)**.

Les organismes constitués de ce type de noyau sont qualifiés d'eucaryotes (eu : vrai, caryote : noyau).

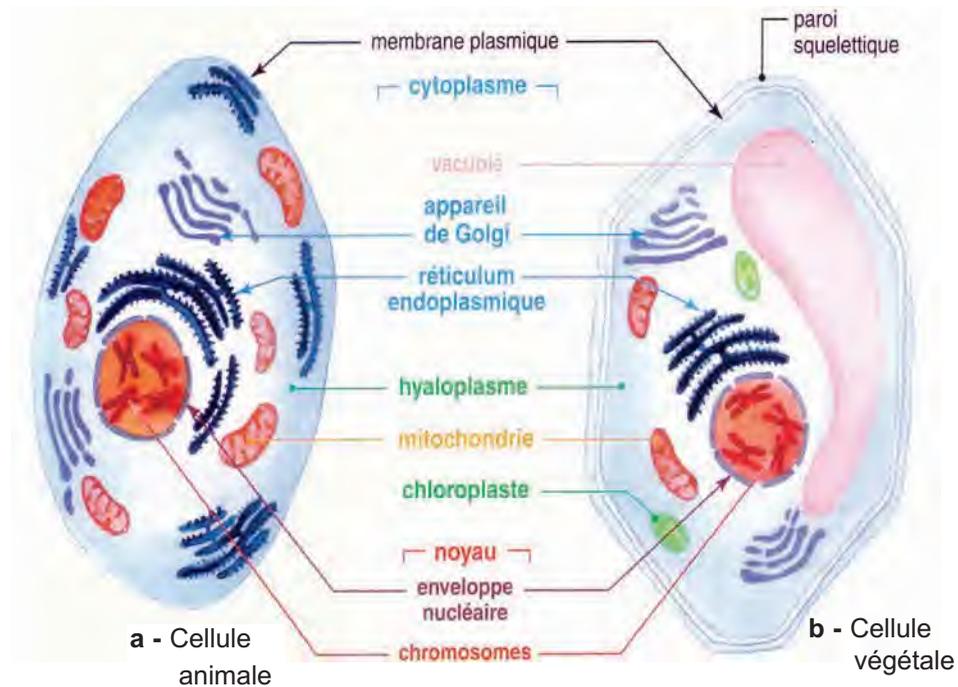
- Un réseau de membranes internes forme :

• **Le réticulum endoplasmique (RE) :** forme un réseau de membranes internes en continuité avec la membrane nucléaire. De petits grains appelés ribosomes sont accolés au RE. Le RE assure le transport des protéines synthétisées au niveau des ribosomes.

• **L'appareil de Golgi** sont de petits sacs aplatis émettant des vésicules permettant le stockage et l'émission de substances à l'extérieur de la cellule : c'est l'exocytose.

BILAN

- **Les mitochondries** sont des organites cylindriques et limitées par une double membrane. La membrane interne présente des replis ou crêtes. Les mitochondries dégradent les substances organiques en présence d'oxygène pour fournir l'énergie nécessaire au fonctionnement de la cellule. Elles sont le siège de la respiration cellulaire.
- **Les chloroplastes** sont des organites de la cellule végétale où se produit la photosynthèse.



La cellule : unité de structure des êtres vivants

EXERCICES

RESTITUER SES CONNAISSANCES

I - Indiquer, à l'aide de schémas correctement légendés, les points communs entre une cellule animale et une cellule végétale.

II - Indiquer les bonnes réponses en les justifiant et corriger les phrases incorrectes.

- a- Les cellules sont limitées par une membrane plasmique ou une paroi squelettique.
- b- Les mitochondries sont des organites délimités par une double membrane.
- c- La paroi squelettique caractérise les cellules végétales.
- d- Le noyau est limité par une membrane nucléaire chez les eucaryotes.

III- Chasser l'intrus

Chaque liste réunit des mots qui peuvent être associés, à l'exception de l'un d'entre eux. Indiquer cet intrus.

- a - paroi squelettique, réticulum endoplasmique, cellule animale, noyau
- b- Appareil de Golgi, cellule végétale, centrosome, mitochondrie, chloroplaste.

IV- Pour chaque item, relever la (ou les) bonne(s) réponse(s) :

1- Toute cellule animale montre la présence de :

- a- mitochondries, c- ribosomes,
- b- plastes, d- paroi squelettique.

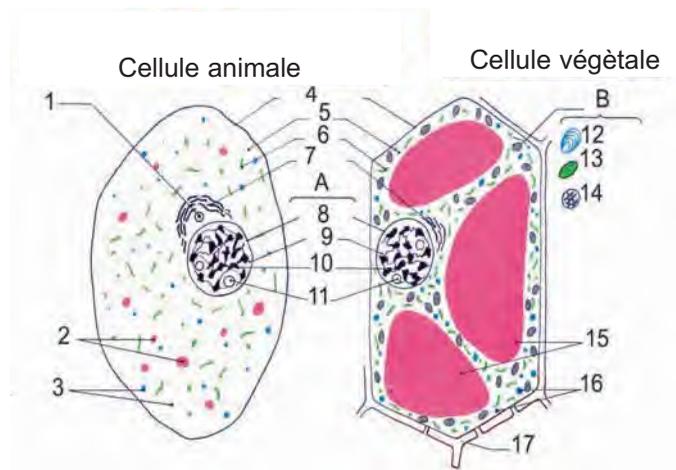
2- La cellule végétale est caractérisée par la présence :

- a- de plastes, c- d'une paroi squelettique,
- b- d'un réticulum endoplasmique, d- d'un noyau.

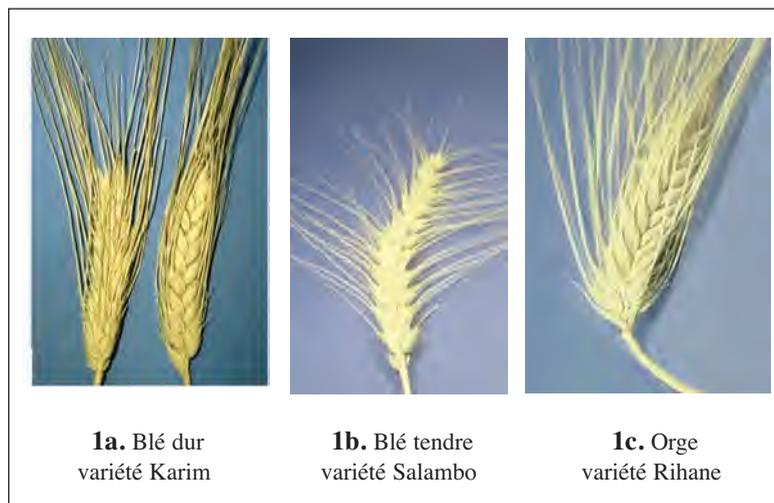
3- La respiration cellulaire se déroule dans :

- a- les mitochondries, c- les chloroplastes,
- b- le noyau, d- les ribosomes.

V- Écrire la légende des éléments notés de 1 à 17 :



NOTIONS D'ESPÈCE, DE LIGNÉE ET DE CARACTÈRE HÉRÉDITAIRE



1. Trois espèces de céréales cultivées en Tunisie

Chaque être vivant animal, végétal ou microorganisme est appelé par un nom qui désigne son **espèce** : Homme, Blé, Tomate, Mouton, Paramécie...

Une espèce est un ensemble d'individus qui comprend souvent des sous ensembles appelés **lignées**, variétés, races ou souches.



2a. Race Barbarine



2b. Race noire du Thibar



2c. Race Sicilo-sarde

2. Lignées ou races ovines élevées en Tunisie

- 1. Comment identifier l'appartenance d'individus à une même espèce ?
- 2- Par quoi se distinguent les lignées ?

Sommaire

Pages

■ Notions d'espèce et de lignée.....	185
■ Notion de caractère héréditaire	189
■ Bilan	191
■ Exercices	193

NOTIONS D'ESPÈCE ET DE LIGNÉE



3. Lignées ou races de chiens

1 - Les critères de distinction d'espèces et de races

La race chien berger ou chien loup ressemble morphologiquement davantage au loup (document 4) qu'à certaines races de chiens.

Pourtant le chien loup, comme d'autres races de chiens (Document 3), appartient à l'espèce chien (*Canis familiaris*), alors que le loup appartient à une espèce voisine : Loup (*Canis lupus*).

Cependant malgré la diversité morphologique entre les différentes races de chiens, ils peuvent se reproduire entre eux en donnant des descendants fertiles (ils sont interféconds) alors que le loup et le chien, malgré leurs ressemblances, ne sont pas interféconds



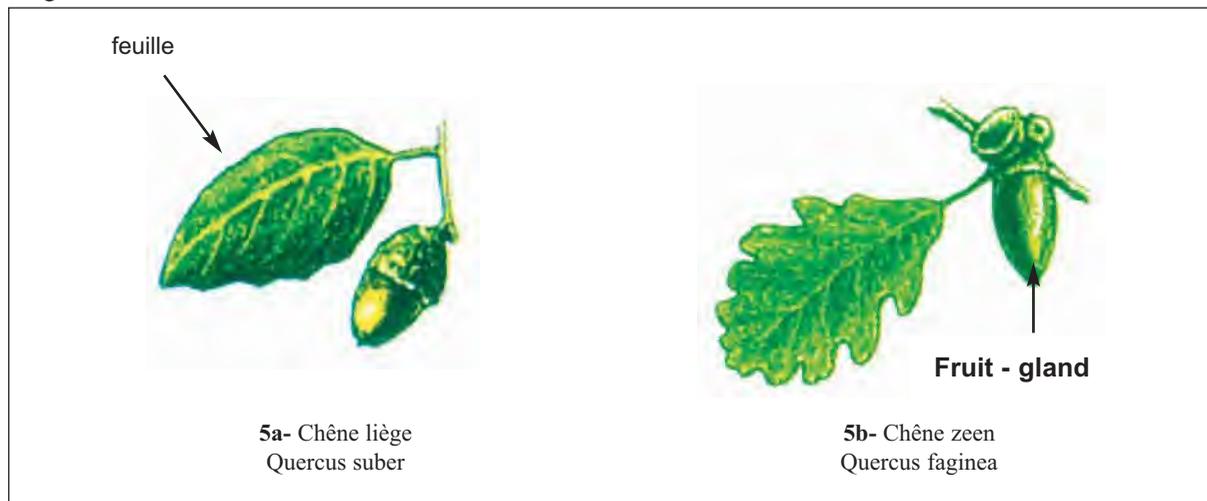
4. Loup

1. Déterminer les critères qui fondent l'appartenance à l'espèce chien.
2. Déterminer les critères qui justifient la distinction des 2 espèces : chien et loup.
3. Préciser, à partir de l'analyse du document 3, sur quoi repose la distinction entre les races de chiens.

2 - Les espèces de chêne, (Quercus), sont multiples

On compte près de 400 espèces de chêne dans le monde. En Tunisie, on trouve le chêne kermes (الكشريد), le chêne zeen (الزان), le chêne liège (الفرنان), le chêne vert (البلوط)

Le document ci-dessous (9) présente deux types de chênes en Tunisie : le chêne zeen et le chêne liège.



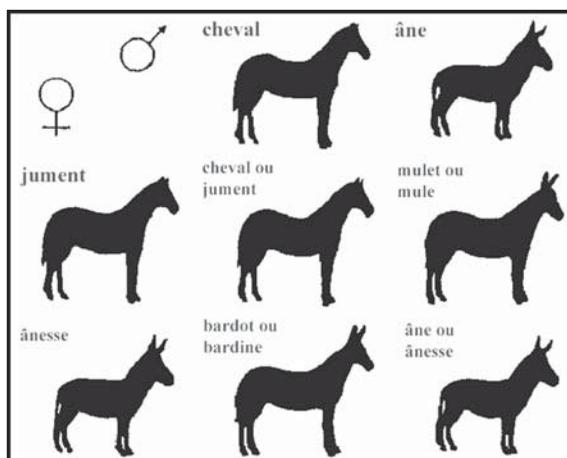
5- deux espèces de Chêne

- * Le chêne liège (Quercus suber) se trouve dans les régions de Jendouba et Beja et couvre une surface de 60000 hectares. Le chêne liège exige un minimum de 550 mm de pluie par an et fuit les sols calcaires. L'arbre peut atteindre une hauteur de 12 mètres. En Tunisie la forêt de chêne liège produit 12000 tonnes de liège par an.
- * Le chêne zeen (Quercus faginea) ne se trouve que dans l'Afrique du nord. En Tunisie, on le trouve dans la région de Khémir sur une surface de 10000 hectares ; il exige des sols profonds et un minimum de 800 mm de pluies par an. L'arbre atteint 30 mètres de hauteur. En Tunisie la forêt de chêne zeen permet de produire 20000 mètres cube de bois par an.

A partir du document 5 et du texte ci-dessus, comparer ces deux espèces en vue de déduire des critères de détermination des deux espèces de chêne

3- Ressemblance et interfécondité

Le mulet (ou la mule) et le bardot (ou la bardine) sont des animaux domestiques stériles. Le premier résulte du croisement entre l'âne et la jument, le deuxième résulte du croisement entre l'ânesse et le cheval.



6- Hybridation entre deux espèces d'équidés

1. Que peut-on déduire de l'analyse du document 6.
2. Chercher d'autres exemples d'hybridation entre espèces.
3. Peut-on affirmer que l'âne et le cheval appartiennent à la même espèce. Justifier la réponse.

4 - De même espèce mais différents !

4-1 Des variétés de Tomate

La tomate est une plante appartenant à la famille des Solanacées et au genre *Lycopersicon* qui comprend 8 espèces. On compte près de 500 variétés différentes de tomate présentant des caractéristiques variées selon la taille de la plante la forme, le calibre, la couleur, le goût du fruit, la résistance aux champignons et aux bactéries... le document ci-dessous décrit deux variétés de tomate.

Variétés	Caractères	Résistance	Fruits
 <p>Jalta</p>		À la verticilliose, à la fusariose et aux nématodes.	<ul style="list-style-type: none"> – calibre : de 47 à 67 mm – forme : fruit rond – aspect : lisse et très ferme – poids : de l'ordre de 85 g – nombre de loges : 3
 <p>Carmello (Caillard France)</p>		À la verticilliose, à la fusariose, aux nématodes et aux virus de la mosaïque de tabac	<ul style="list-style-type: none"> – calibre : de 47 à 87 mm – forme : fruit rond légèrement aplati et semi-côtelé – poids : de l'ordre de 140g – nombre de loge : de 5 à 8

7. Comparaison de deux variétés de Tomate : Jalta et Carmello

4-2 Races Ovines élevées en Tunisie

	barbarine	Noire de thibar	Sicilo-sarde
Couleur	Tête noire et corps blanc	noire	blanche
Queue	Large et à 2 lobes	Longue et fine	Large et fine
Longueur des pattes	moyenne	moyenne	longue
Hauteur du corps	60 à 70 cm	60 à 70 cm	60 à 80 cm
Poids des femelles	40 à 50 kg	50 à 60 kg	45 kg
% de fertilité	86	85	89
Observations	Sa queue développée contient des réserves lipidiques lui permettant de résister au manque d'aliments pendant la mauvaise saison	Contrairement aux autres races, elle est résistante à la digestion d'une plante, le millepertuis	La seule race productrice de lait en Tunisie

8. Caractéristiques de quelques races d'ovins



9a. Race barbarine



9b. Race noire de thibar



9c. Race sicilo-sarde

9. Trois races ovines élevées en Tunisie

À partir de l'analyse des données des documents 15, 16, 17 et 18 :

- Analyser les documents 7,8 et 9 en vue de :
1. formuler une définition de la lignée (de la race).
 2. préciser la relation entre lignée et espèce.

NOTION DE CARACTÈRE HÉRÉDITAIRE

1- Différents types de caractères

Un être vivant est un ensemble de caractères :

- il présente les caractères propres à son espèce : ce sont les **caractères spécifiques**.
- il présente, en plus des caractères spécifiques des caractères propres à sa lignée : ce sont les **caractères de lignée**.
- il présente, en plus des caractères précédents, d'autres caractères qui le distinguent des autres individus de son espèce et de sa lignée : ce sont les **caractères individuels** : masse, taille, couleur...

Exemple : un chien sloughi :

- possède tous les caractères de l'espèce chien, ces caractères sont communs à tous les chiens.
- Possède les caractères de la race sloughi (forme de la tête, du corps, taille...).
- Se distingue de tous les chiens sloughi par des caractères individuels : couleur, longueur des membres, de la queue, des oreilles...



10. Tel père, tel fils



11. Un caractère héréditaire : lobes des oreilles libres ou soudés



12. Un caractère héréditaire : capacité ou non d'enrouler la langue

1. Donner d'autres exemples pour montrer les 3 types de caractères.
2. Parmi les différents caractères cités, préciser ceux qui sont héréditaires.

Activité

2- Un caractère, des phénotypes !

Un caractère héréditaire se manifeste chez les individus par deux ou plusieurs phénotypes : Le phénotype est donc l'expression apparente d'un caractère héréditaire.

Exemples :

- Chez l'espèce Belle de nuit, la couleur de la fleur est héréditaire et se manifeste par 3 phénotypes : fleurs blanches, rouges et roses.
- Chez l'homme, la forme des lobes des oreilles qui peuvent être de phénotype libre ou de phénotype soudé.



13. Belle de nuit : un caractère, trois phénotypes

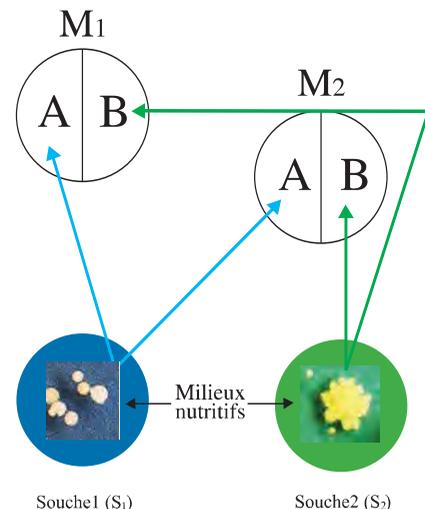
Donner d'autres, exemples de caractères héréditaires et de phénotypes.

Exercice intégré

Chez le colibacille (bactérie E.Coli) on connaît des souches (ou lignée) sensibles à un antibiotique : l'ampicilline. Ces bactéries ne se développent pas ou sont tuées en présence de cet antibiotique. D'autres souches de colibacilles sont résistantes à l'ampicilline et peuvent se développer en sa présence. Le document 23 ci-contre présente une expérience permettant de distinguer ces deux types de souches.

1. Nommer les phénotypes de ce caractère.
2. Identifier à partir de l'analyse des résultats de l'expérience, le phénotype des souches S1 et S2.
3. Proposer une expérience permettant de montrer que le caractère étudié est héréditaire.

- **Expérience :**



M_1 : milieu nutritif sans ampicilline.
 M_2 : milieu nutritif avec ampicilline.

- **Résultat :**

Souches	S_1	S_2
Secteurs	A	B
Milieu M_1	+	+
Milieu M_2	+	-

+ : développement de colonies bactériennes
 - : pas de développement de colonies bactériennes

14. Caractérisation de deux souches colibacilles

BILAN

1- Espèce et lignée

A - Chaque espèce est désignée par un nom scientifique composé de deux mots latins : le premier mot est le nom du **genre** qui regroupe un ensemble d'espèces très voisines. Le deuxième mot est souvent descriptif ou géographique et caractérise l'espèce.

Exemple : le genre «Citrus» regroupe 3 espèces d'agrumes.

	Genre	Espèce	Nom scientifique
Le citronnier	Citrus	limon	Citrus limon
L'oranger (chinois)	Citrus	Sinensis	Citrus sinensis
Le mandarier	Citrus	reticulata	Citrus reticulata

B - Une espèce se définit par deux critères essentiels :

– **le critère de ressemblance** : L'espèce regroupe les individus présentant entre eux des ressemblances morphologiques, biochimiques, chromosomiques et comportementales.

– **Le critère d'interfécondité** : les individus de la même espèce se reproduisent entre eux et donnent des individus fertiles. Alors que les individus de deux espèces différentes ne sont pas interféconds ou au mieux, s'ils sont très proches, donnent des hybrides stériles (exemple le mulet et le bardot). Le critère d'interfécondité est déterminant pour définir une espèce.

C - Au sein de chaque espèce, les individus ayant en commun certains caractères distinctifs forment un ensemble appelé lignée. On parle aussi de race pour les animaux, de variété pour les végétaux et de souche pour les microorganismes.

Pour l'espèce humaine la science affirme la non validité du concept «races humaines». En effet les individus d'une même population, ayant une même couleur de la peau par exemple, montrent des différences génétiques et moléculaires énormes. Au contraire deux êtres humains de couleurs différentes peuvent présenter des ressemblances moléculaires plus importantes que celles existant entre deux individus de même couleur.

2- Caractère héréditaire et phénotypes

Au sein d'une même espèce et d'une génération à une autre, on remarque qu'il y a transmission d'un certain nombre de caractères appelés caractères héréditaires.

Les caractères héréditaires, sont transmis génétiquement des parents aux descendants et ils sont de trois types :

- les caractères héréditaires spécifiques ou de l'espèce, présents chez tous les individus de l'espèce.
- les caractères de lignée qui caractérisent les individus de la même lignée
- les caractères héréditaires individuels qui varient, dans l'espèce, d'un individu à un autre.

Certains caractères peuvent être acquis au cours de la vie (exemples chez l'homme : musculature développée, colonne vertébrale déformée, corps obèse). Ces caractères ne sont pas héréditaires.

BILAN

Certains caractères héréditaires sont observables directement comme la couleur, la forme, la taille ... D'autres sont déterminés par les analyses (groupes sanguins, présence ou absence de certaines enzymes...)

Un caractère se manifeste par deux ou plusieurs formes d'expression appelées **phénotypes**.

Espèces	Caractères héréditaires	Phénotypes
Belles de nuit	Couleur de la fleur	Fleurs blanches, rouges, roses, tachetées rouges et jaunes ...
Homme	Groupes sanguins(systèmes A,B,O)	Groupes A ⁺ , A ⁻ , B ⁺ , B ⁻ , AB ⁺ , AB ⁻ , O ⁺ , O ⁻ .
	Couleur de la peau	Noire, brune, blanche, albinos...
drosophile	La longueur des ailes	Ailes longues , ailes courtes ou vestigiales...
	La couleur des yeux	Yeux rouges, blancs, vermeils...

Le phénotype se définit à trois niveaux : à l'échelle de l'organisme (phénotype macroscopique), à l'échelle cellulaire et au niveau moléculaire. C'est le phénotype moléculaire qui conditionne le phénotype cellulaire qui à son tour détermine le phénotype macroscopique.

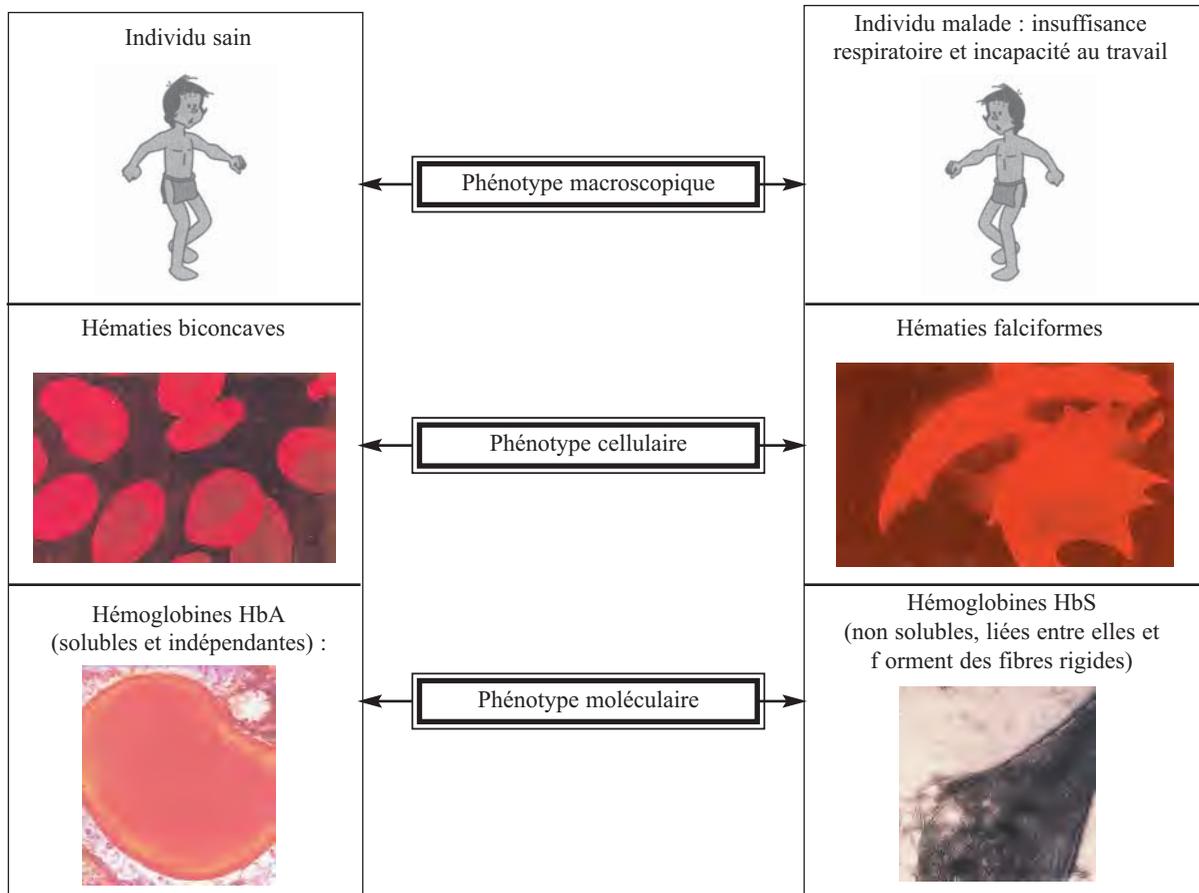
Exemple chez l'Homme.

– Un caractère héréditaire physiologique : la synthèse de l'hémoglobine par les hématies.

– Phénotypes observés :

* phénotype normal lié à la synthèse d'une hémoglobine normale.

* phénotype anormal (état malade) lié à une hémoglobine anormale incapable de transporter les gaz respiratoires de façon efficace.



EXERCICES 1

Chaque série d'affirmations peut comporter une ou plusieurs réponse(s) exacte(s). Repérez les affirmations correctes.

1- Une espèce est l'ensemble d'individus qui :

- a- sont identiques entre eux.
- b- se ressemblent et se reproduisent entre eux.
- c- se croisent entre eux et donnent des descendants stériles.
- d- engendrent des individus fertiles.

2- Les caractères héréditaires sont :

- a- uniquement des caractères morphologiques.
- b- appelés aussi caractères somatiques.
- c- étroitement influencés par les facteurs du milieu.
- d- transmis génétiquement des parents aux descendants.

3- Un phénotype :

- a- peut être morphologique ou cellulaire ou moléculaire.
- b- est commun à tous les individus d'une même lignée.
- c- est une forme d'expression d'un caractère héréditaire.
- d- est acquis au cours de la vie d'un individu.

EXERCICES 2

Le document suivant présente quelques caractéristiques de trois variétés d'amandes.

Variétés	Date de maturité	Caractères de l'arbre		Caractères du fruit			Pollinisateurs
		Vigueur	Taille	Rendement	% double	Coque	
Ksontini	Du 15 au 30 juillet	bonne	grande	42 %	10 à 20%	1/2 dure	Achek
Achek	Du 15 juillet au 15 août	bonne	érigée	49 %	3%	1/2 tendre	Ksontini
Khoukhi	Du 1 ^{er} août au 21 août	bonne	moyenne	25 %	25%	1/2 tendre	Blanco

1- A partir de l'analyse des données ci-dessus, nommer :

- des caractères spécifiques.
- des caractères de lignée.
- des caractères individuels en précisant leurs différents phénotypes.

2- Indiquer comment l'homme peut intervenir pour conserver et diversifier les variétés ?

LA REPRODUCTION CONFORME ET SON MÉCANISME CELLULAIRE



1- Groupe de veaux clonés



2- Par culture in vitro d'un fragment de feuille, la plante Saint Paulia donne, en un an, 64 millions de plants identiques

Depuis des siècles, l'homme sélectionne des espèces animales et végétales qui présentent des caractéristiques avantageuses. Le principe est, soit de reproduire les individus d'une même race entre eux pour obtenir, sur plusieurs générations, un caractère (ou plusieurs caractères) intéressant, soit par reproduction asexuée (bouturage, marcottage et greffage, culture in vitro, clonage ...) pour obtenir des individus identiques entre eux et à leurs parents d'origine : c'est la reproduction conforme.

Cependant les divisions cellulaires sont des étapes qui interviennent aussi bien dans la reproduction sexuée (une cellule œuf se divise pour donner un individu) que dans la reproduction asexuée (par divisions cellulaires, on obtient des clones)

1. Qu'est-ce que la reproduction conforme ?
2. Comment les divisions cellulaires assurent-elles la reproduction conforme ?

Sommaire

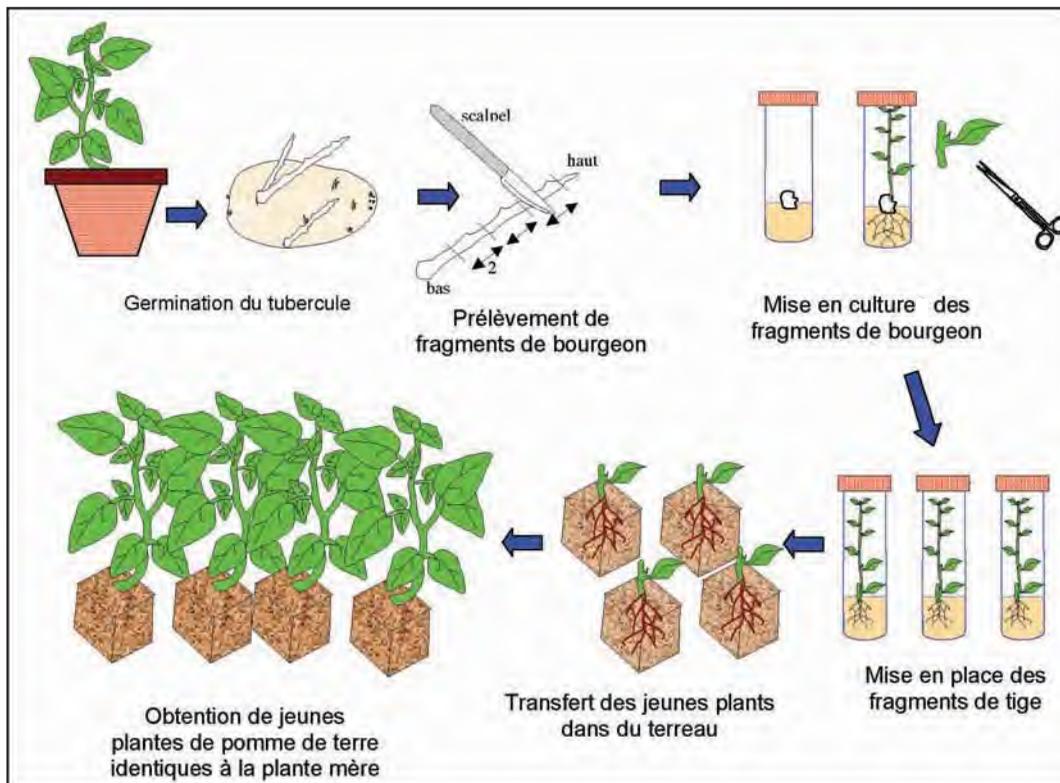
Pages

■ Notion de reproduction conforme	195
■ La mitose, mécanisme de la reproduction conforme	197
■ Les chromosomes : forme et nombre.....	203
■ Bilan	207
■ Exercices	210

NOTION DE REPRODUCTION CONFORME

1- un premier exemple de reproduction conforme

La multiplication végétative traditionnelle (par bouturage, marcottage et greffage) et la technique de culture in vitro (microbouturage, culture des cellules méristématiques,...) sont des techniques qui permettent la multiplication rapide des plantes tout en conservant leurs caractères.



3- Un exemple de microbouturage chez la pomme de terre

2- Un deuxième exemple de reproduction conforme

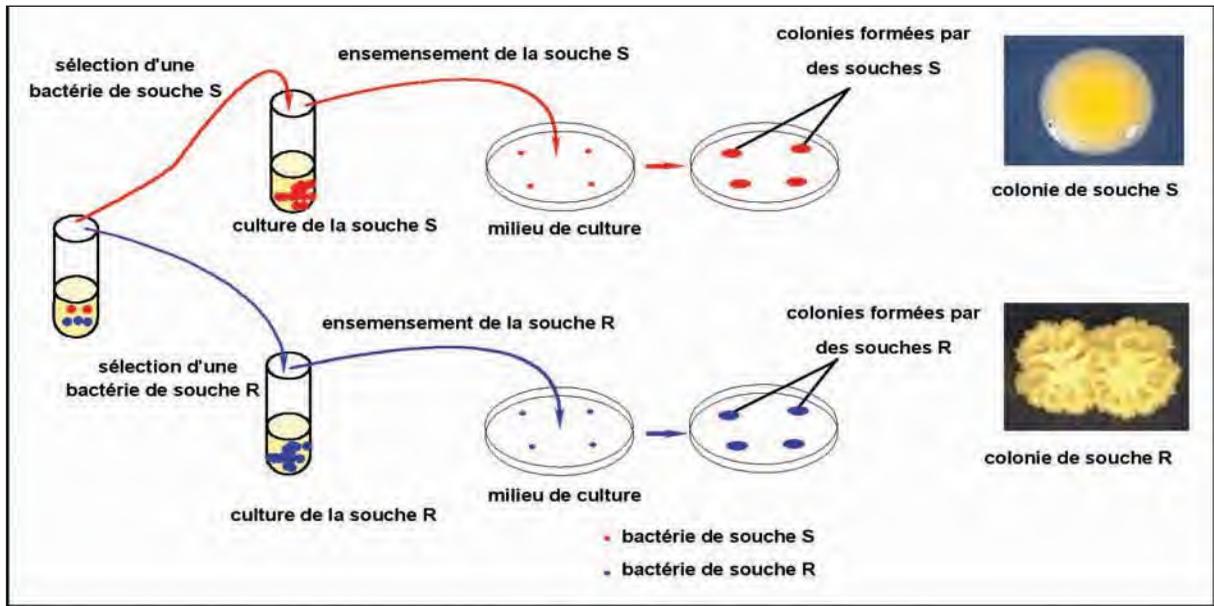
On cultive couramment les bactéries sur des milieux nutritifs solides. Il s'agit généralement d'une gelée additionnée d'éléments nutritifs qu'on dépose au fond d'un contenant plat (boîte de Pétri) . Sur ces milieux, chaque bactérie déposée se multiplie rapidement et forme un amas dense de bactéries identiques. Ce sont ces amas de bactéries que l'on appelle des **colonies**.

En 1928, le microbiologiste anglais Frederik Griffith travaillait sur **Streptococcus pneumoniae**, une bactérie pouvant causer une grave méningite et ou une pneumonie mortelle chez l'homme.

Activité

GRIFFITH observa que dans l'une des ses cultures bactériennes (de pneumocoques), il y'a deux variétés : la souche R (pour rough) aux colonies rugueuses et la souche S (pour smooth), la variété normale. Il cultiva ces souches dans deux milieux de cultures différents.

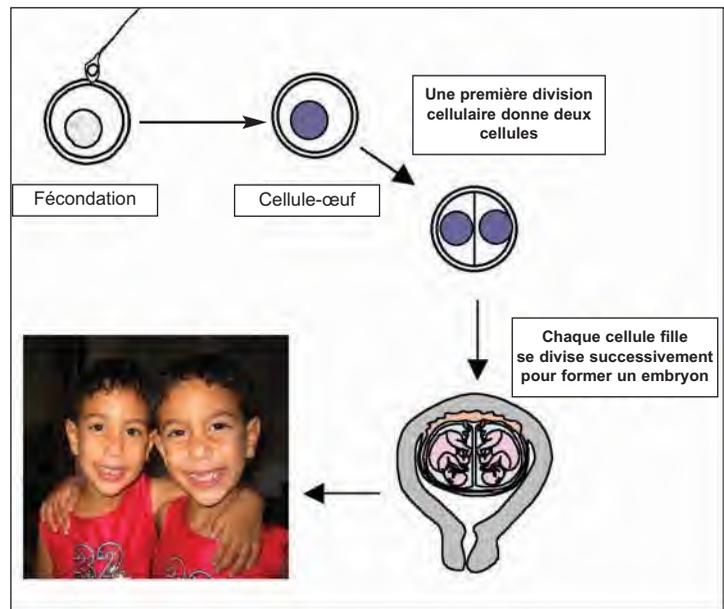
Le document 4 représente le résultat de ces expériences de cultures bactériennes des deux souches : la souche R et la souche S



4. Culture de deux souches bactériennes

3- Un troisième exemple de reproduction conforme

Les vrais jumeaux proviennent d'une même cellule-œuf. Cette cellule-œuf se divise en deux cellules filles. Chaque cellule fille se divise par mitose pour donner un individu. Les vrais jumeaux sont donc déterminés par la même information génétique. Ce qui explique qu'ils sont identiques.



5- Les vrais jumeaux : un exemple de clonage naturel chez l'espèce humaine

1. A partir de l'analyse des documents 3, 4 et 5, dégager la notion de reproduction conforme.
2. Précisez les caractéristiques de cette reproduction

LA MITOSE, MÉCANISME DE LA REPRODUCTION CONFORME

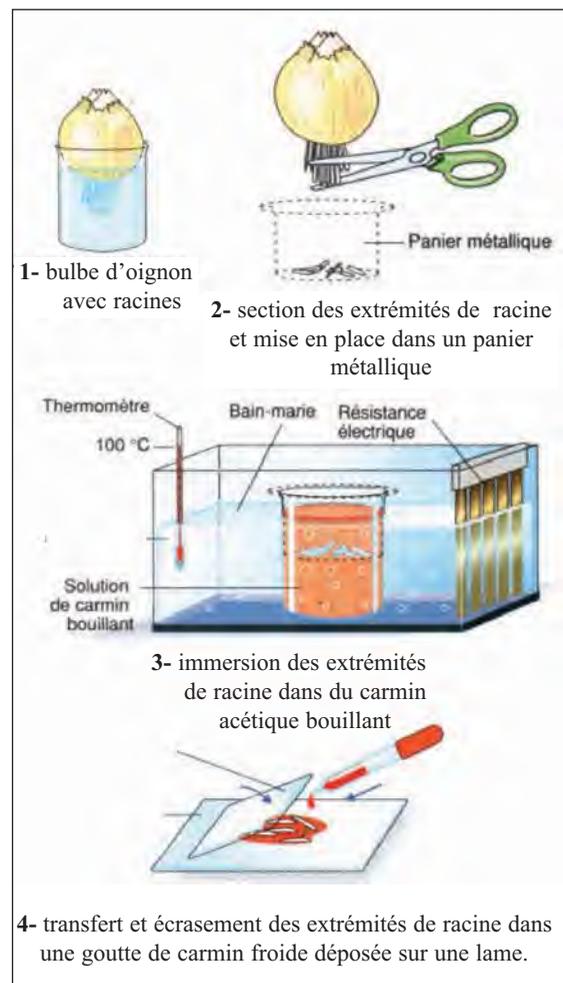
Il est facile d'observer des cellules végétales en division dans des zones spécialisées, localisées à l'extrémité de tiges et de racines et appelées méristèmes, par où se fait la croissance de la plante

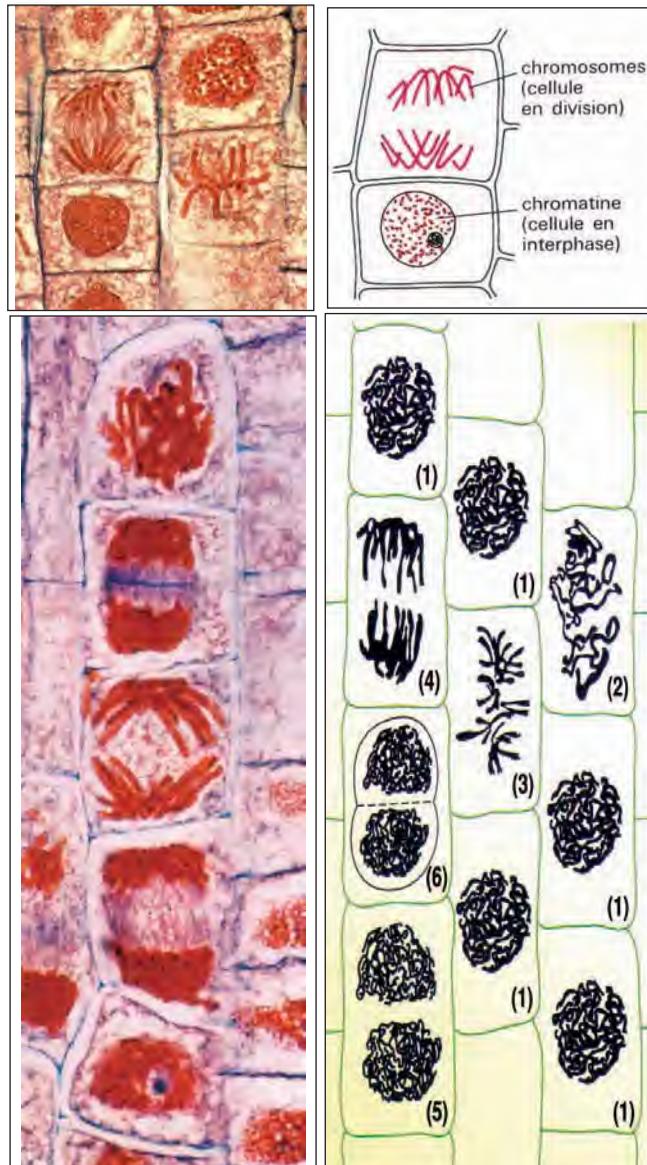
Comment se présentent les cellules en division ?

1- Manipulation : Observer des cellules en division

MANIPULER

- Faire germer des bulbes d'oignon ou d'ail dans un flacon rempli d'eau. Dès que les racines mesurent 1 à 3cm, placer le flacon au réfrigérateur pendant 2 jours.
- Prélever, avec une paire de ciseaux, 1cm de l'extrémité des racines de bulbe d'oignon.
- Faire bouillir, en aérant la salle, une solution de carmin acétique (colorant spécifique des noyaux).
- Plonger les pointes des racines dans la solution de carmin acétique bouillant durant une minute.
- Retirer et transférer les pointes des racines à l'aide d'une pince fine sur une lame de verre puis ajouter une à deux gouttes de carmin acétique froid.
- Placer une lamelle sur les fragments, la recouvrir d'un carré de papier filtre et écraser délicatement afin de bien dissocier les cellules. Jeter le papier et observer la préparation au microscope optique à divers grossissements.





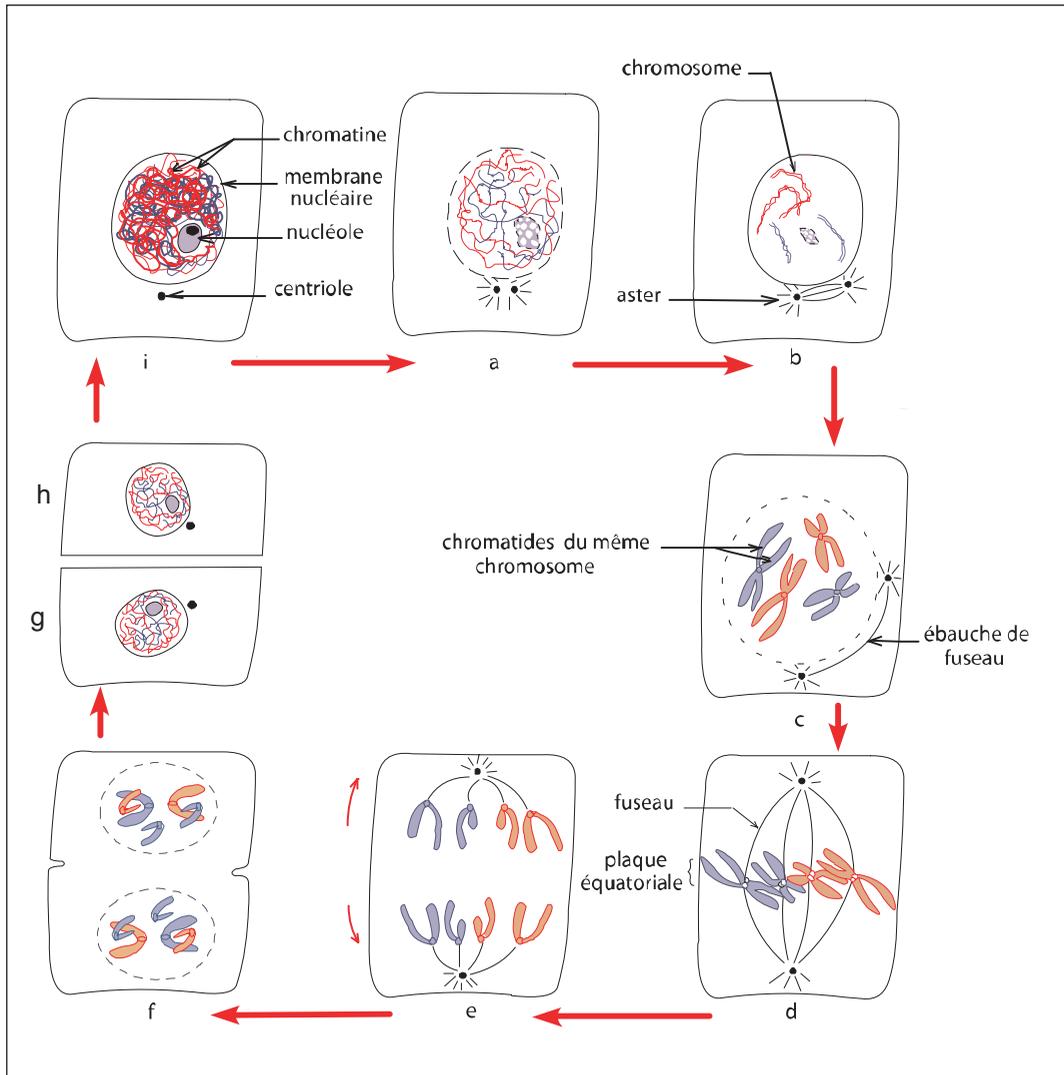
7a- observation microscopique

7b- schémas d'interprétation

7- Observation microscopique de cellule végétale au cours de la mitose

1. Réaliser la manipulation
2. Indiquer le nombre de cellules en division observables sur votre préparation ou sur le document 7a.
3. Décrire l'aspect des cellules en division (limites du noyau, position des chromosomes dans la cellule).
4. Proposer un ordre chronologique de déroulement de la division cellulaire

2- Les étapes de la mitose



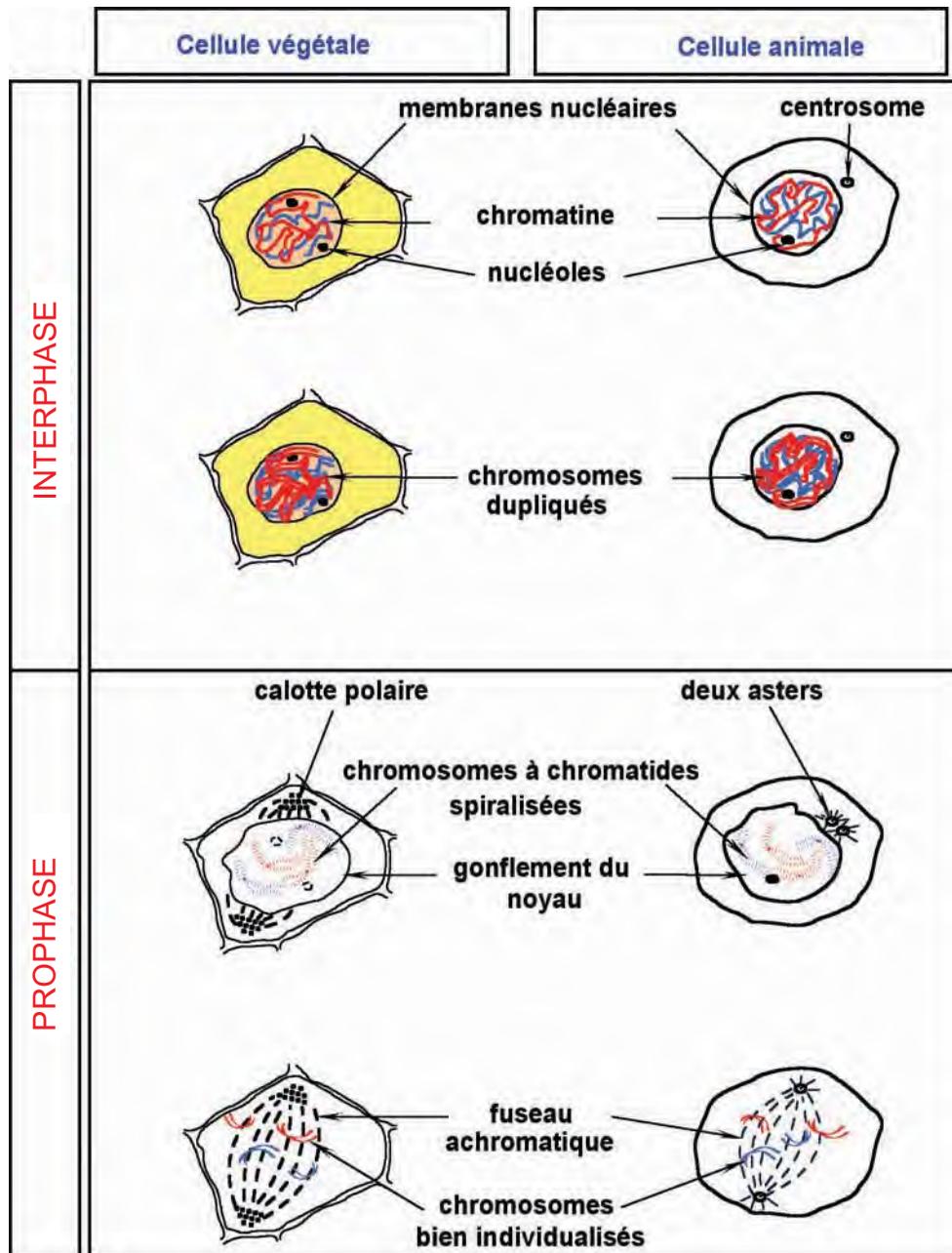
8. Les étapes de la mitose d'une cellule animale :
 a, b et c : cellule en prophase ; d : métaphase ;
 e : anaphase ; f : télophase (début) ;
 g et h : deux cellules filles ; i : interphase

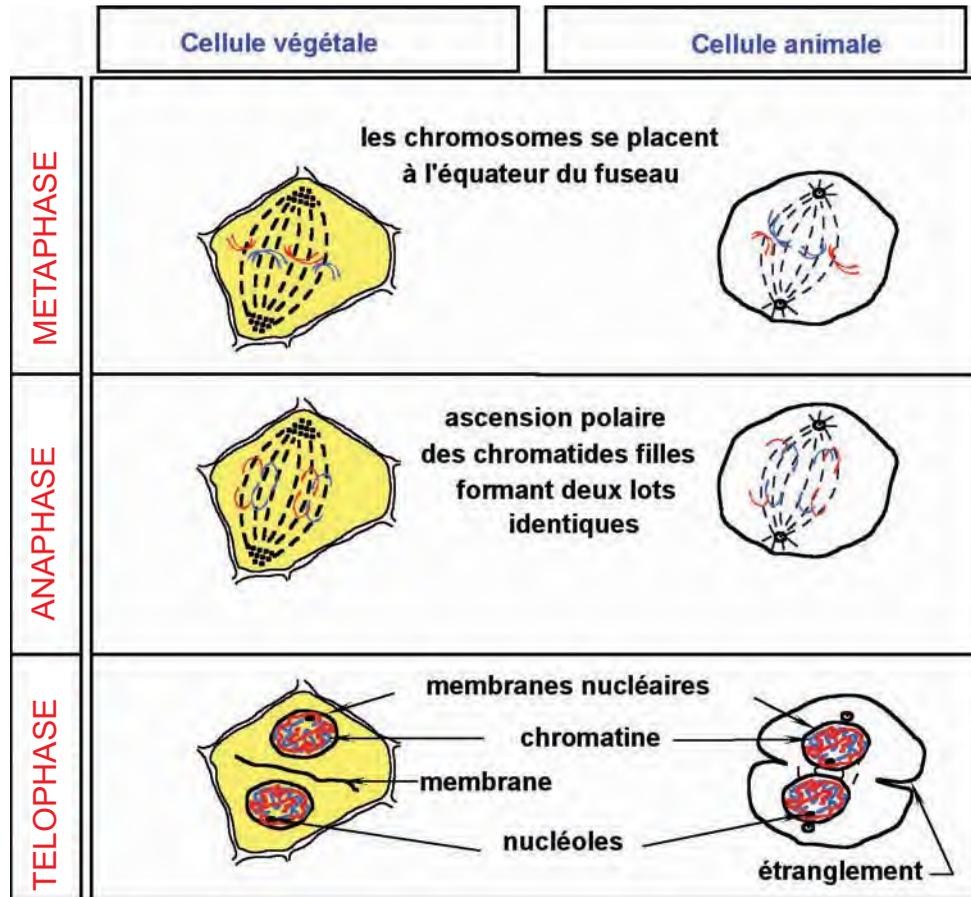
1. Décrire les phases de la mitose.
2. Comparer la forme et la taille des chromosomes d'une cellule en métaphase.
3. Représenter la métaphase et l'anaphase d'une cellule animale à six chromosomes.

Activité

Exercice intégré

Le document 9 représente les étapes de la mitose chez la cellule végétale (à gauche) et chez la cellule animale (à droite).



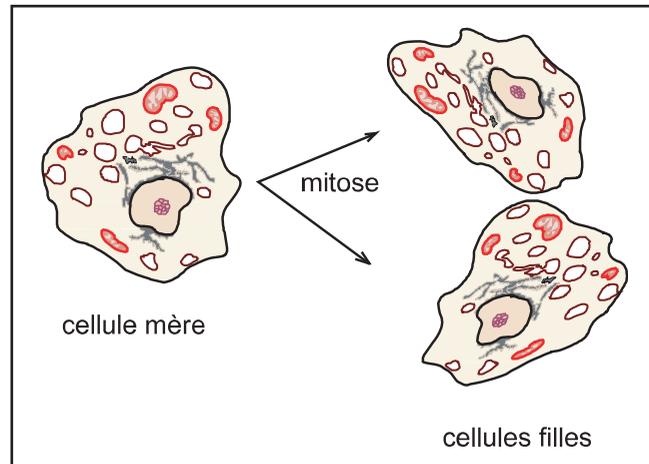


9. Comparaison des étapes de la mitose chez la cellule végétale et la cellule animale

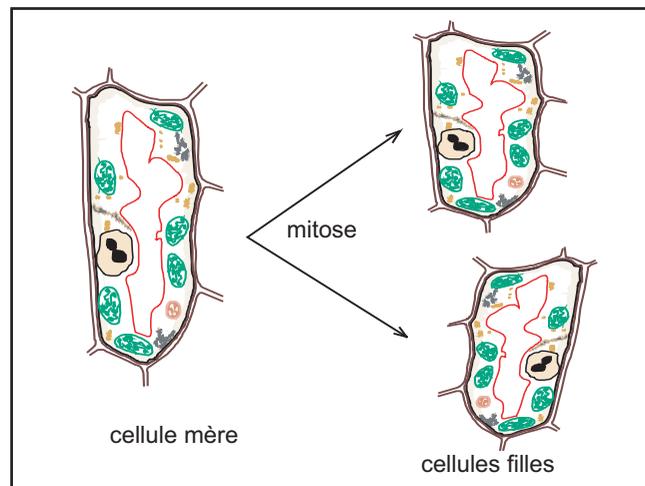
1. Comparer le nombre de chromosomes de la cellule mère avec celui des cellules filles.
2. Comparer les étapes de la mitose chez les deux types de cellules et en déduire les caractéristiques de la mitose chez la cellule végétale et la cellule animale.

Exercice intégré

Les documents 10a et 10b représentent des cellules filles issues de la mitose d'une cellule animale et d'une cellule végétale



10a. Cellules filles d'une cellule animale



10b. Cellules filles d'une cellule végétale

1. Comparer, pour chaque document, la forme et les constituants des cellules filles et de la cellule mère.
2. Exploiter les documents 10a et 10b en vue de déduire le rôle de la mitose dans la reproduction conforme.

LES CHROMOSOMES : FORME ET NOMBRE

1- Le caryotype

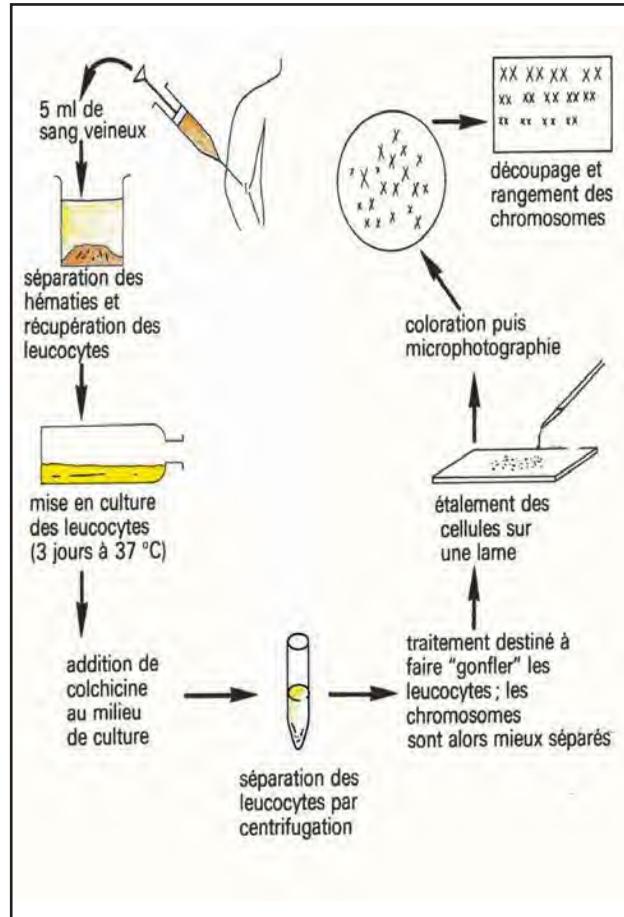
1-1- Nombre et forme des chromosomes chez l'espèce humaine

Les chromosomes sont des filaments plus ou moins épais qui apparaissent au cours de la division cellulaire. Pour étudier ces chromosomes, on utilise une substance (la colchicine) qui bloque la division cellulaire en métaphase ce qui permet de réaliser le caryotype

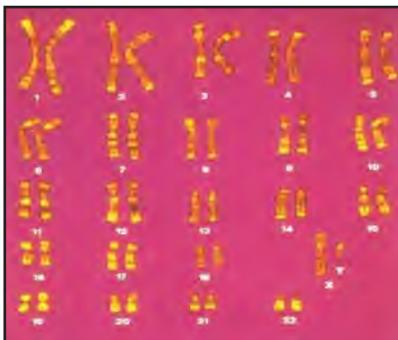
Le caryotype est la représentation photographique ou dessinée de l'ensemble (nombre et forme) des chromosomes présents dans les cellules d'une espèce donnée. Les chromosomes sont classés selon leur longueur et la position de leurs centromères.



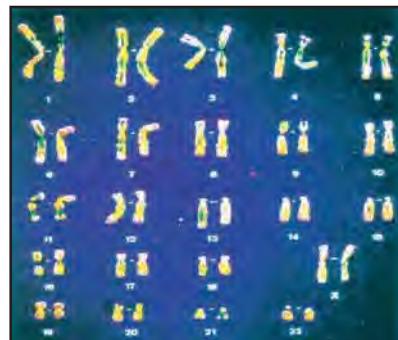
1a - Réalisation d'un caryotype



1b - Les étapes de réalisation d'un caryotype



2a - Caryotype humain
(individu de sexe masculin)



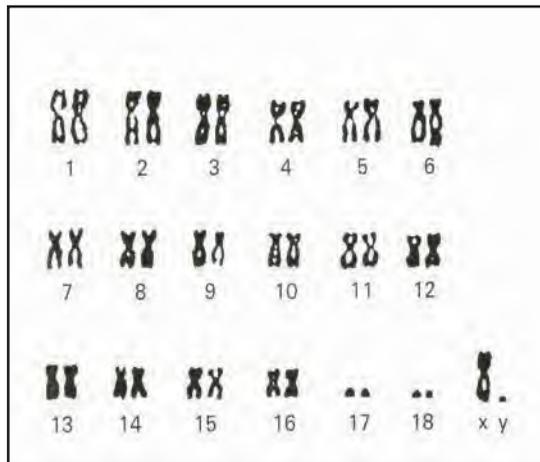
2b - Caryotype humain
(individu de sexe féminin)

Activité

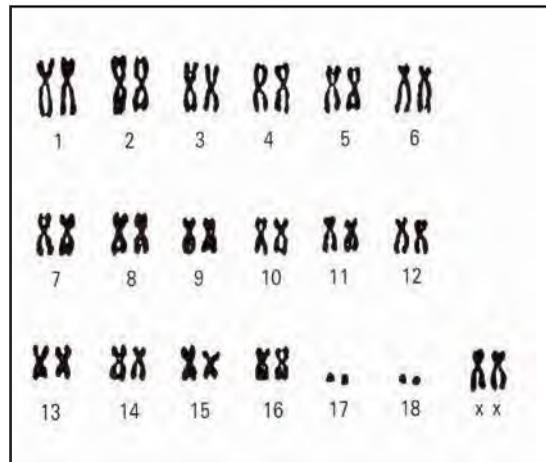
1. Décrire chaque caryotype présenté dans les documents 5a et 5b: le nombre, la taille et la forme des chromosomes.
2. Comparer le nombre et la forme des chromosomes de ces deux caryotypes puis recopier et compléter le tableau suivant :

	Homme	Femme
Nombre de paires de chromosomes		
Chromosomes identiques		
Chromosomes propres à chaque sexe		

1-2- Nombre et forme des chromosomes chez différentes espèces



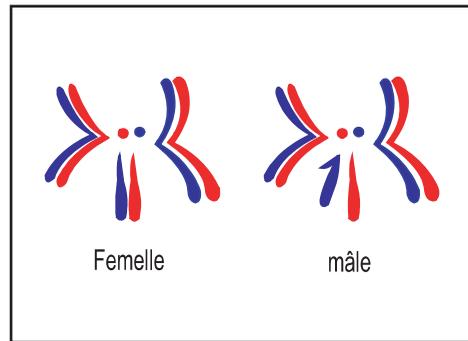
3a - Caryotype du renard mâle



3b - Caryotype du renard femelle



4 - Caryotype (non classé) d'une plante à fleurs (Pétunia)



5 - Caryotype de la drosophile

Les paires de chromosomes identiques chez les deux sexes sont qualifiées d'autosomes. La paire caractéristique de chaque sexe est qualifiée de chromosomes sexuels.

1. Comparer les caryotypes de l'Homme, du renard et de la drosophile en recopiant et en complétant le tableau ci-dessous.
2. Les espèces citées précédemment sont dites à $2n$ chromosomes. Donner la signification de $2n$.
3. Ecrire, dans le tableau ci-dessous, la formule chromosomique des espèces suivantes : l'homme, le renard et la drosophile.

Espèces	Homme	Renard	Drosophile
Nombre chromosomique caractéristique de l'espèce			
Nombre d'autosomes			
Nombre de chromosomes sexuels			
Origine des chromosomes (nombre, types et gamètes)			

Espèces animales		Espèces végétales	
Espèces	Nombre de chromosomes	Espèces	Nombre de chromosomes
Homme	46		
Chimpanzé	48		
Grenouille	26		
Vache	60	Maïs	20
Chat	38	Pois	14
Cheval	64	Haricot	22
Souris	40	Tomate	24
Ane	66	Pomme de terre	48
Rat	42	Tilleul	82
Chien	78		
Lapin	44		

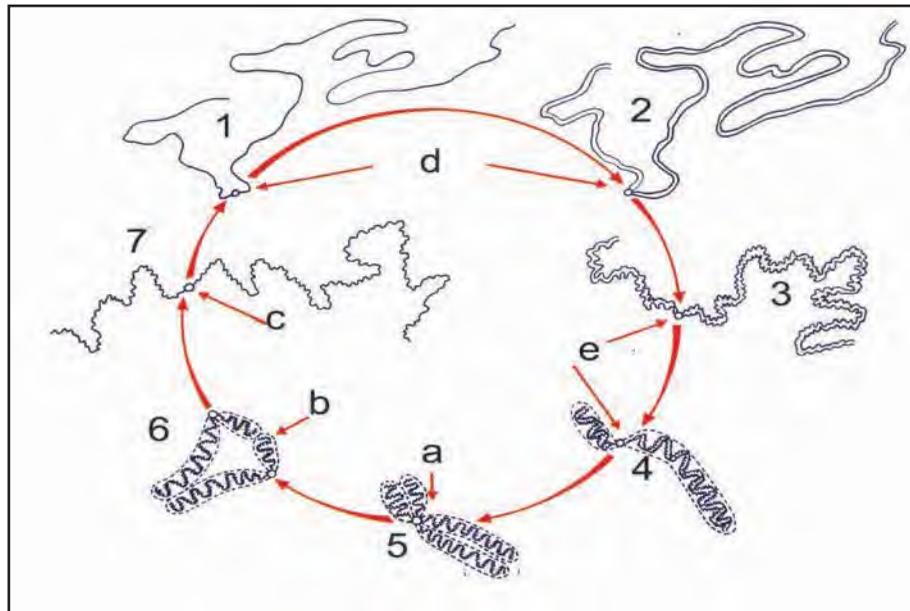
6 - Nombre de chromosomes chez quelques espèces.

Exploiter les informations dégagées des documents 2, 3, 4, 5 et 6 en vue de :

- dégager les caractéristiques des chromosomes
- déduire une caractéristique de l'espèce

2- Le cycle chromosomique

Le document suivant représente les modifications morphologiques et structurales des chromosomes au cours de l'interphase et de la mitose



7 - Le cycle chromosomique

Chaque cellule fille hérite le même nombre de chromosomes que la cellule-mère.

Une chromatide est un filament constituant un chromosome. Selon le stade de la division, le chromosome présente une ou deux chromatides, associées dans ce cas au niveau d'un centromère.

1. Faire correspondre à chaque lettre du document 7 une phase de la mitose : interphase, métaphase, anaphase, télophase et prophase.
2. Décrire les différents états morphologiques (de 1 à 7) que subit chaque chromosome pendant l'interphase et la mitose.
3. déduire les phénomènes qui assurent la conservation de l'information génétique lors de la division cellulaire.

BILAN

Les cellules en division se distinguent des cellules en interphase (période séparant deux mitoses successives) par la présence de filaments individualisés appelés chromosomes. Dans les cellules en interphase, les chromosomes ne sont pas visibles ; le noyau délimité par une membrane contient un réseau de chromatine formé de filaments fins et entremêlés.

La mitose est un phénomène continu qui dure une à trois heures. La disposition des chromosomes permet de distinguer quatre phases : la prophase, la métaphase, l'anaphase et la télophase.

1 - Les phases de la mitose

La prophase : C'est la phase la plus longue (15 à 60 minutes). Les modifications cellulaires sont :

- la condensation de la chromatine sous forme de filaments, les chromosomes. Chaque chromosome est formé de 2 chromatides reliées par un centromère,
- la disparition de l'enveloppe nucléaire et du nucléole,
- l'apparition entre les deux pôles de la cellule, d'un fuseau de division ou fuseau achromatique constitué de fibres.

En fin de prophase, les chromosomes sont rattachés par leurs centromères aux fibres du fuseau permettant le mouvement des chromosomes.

La métaphase : (quelques minutes)

La condensation des chromosomes est maximale. Leurs centromères sont disposés à l'équateur du fuseau de division. L'ensemble des chromosomes forme une figure appelée plaque équatoriale.

L'anaphase : (2 à 3 minutes)

L'anaphase est caractérisée par la séparation des chromatides de chaque chromosome après division du centromère. Deux lots identiques de chromosomes à une chromatide migrent en sens opposé vers chaque pôle de la cellule

La télophase : (30 à 60 minutes)

Les chromosomes se décondensent en chromatine. Une enveloppe nucléaire se forme autour de chaque lot de chromosomes. Le fuseau de division disparaît. L'obtention des deux cellules filles se fait par le partage du cytoplasme.

Ainsi, chaque cellule fille issue de la mitose hérite du même nombre de chromosomes et des mêmes organites que la cellule initiale ou cellule mère.

Ces étapes sont communes à toutes les cellules eucaryotes. Les différences résident dans la division du cytoplasme en télophase et dans l'origine des fibres du fuseau de division.

Dans la cellule végétale en télophase, la division du cytoplasme s'effectue par la construction d'une nouvelle paroi à l'équateur de la cellule.

Dans la cellule animale, le cytoplasme est divisé en deux par un simple étranglement dans la région équatoriale de la cellule.

Une cellule animale possède un centrosome -organite absent dans la cellule végétale- qui, en prophase se dédouble en deux centrosomes fils. Chaque centrosome s'entoure de fibres formant un aster. Chaque aster migre vers un pôle de la cellule.

2 - La mitose assure le maintien des caractéristiques des cellules

Une cellule qui se divise par mitose donne naissance à deux cellules filles identiques entre elles et à la cellule initiale ou cellule mère (même aspect, mêmes organites, même nombre de chromosomes).

BILAN

La conservation des caractéristiques des cellules implique la transmission d'informations de la cellule mère aux 2 cellules filles lors de la mitose. Cet ensemble d'informations constitue le programme génétique.

Ainsi une cellule œuf issue de la fécondation contient le programme génétique qui est transmis lors de la mitose à toutes les cellules du futur organisme.

Le programme génétique est contenu dans le noyau des cellules. Des expériences chez l'amibe montrent que le noyau contrôle les divisions cellulaires et détermine les activités propres à une espèce donnée.

De même que des expériences de clonage chez les mammifères, réalisées en transplantant des noyaux, provenant tous d'un même embryon, dans des ovules privés de leur noyau, permettent d'obtenir des individus génétiquement identiques.

3 - Les chromosomes, supports de l'information génétique

L'observation microscopique d'une cellule en métaphase de mitose permet d'observer des structures en forme de bâtonnets, les chromosomes. Le nombre et la forme des chromosomes contenus dans une cellule constituent le caryotype de cette cellule et de l'organisme qui lui correspond.

Le caryotype est identique chez tous les individus appartenant à la même espèce.

Dans le cas de nombreuses espèces, les chromosomes sont disposés en paires. Chaque paire de chromosomes homologues (semblables par la taille et la position du centromère) est constituée par un chromosome hérité de l'un des parents et un chromosome hérité de l'autre parent.

Les cellules comprennent donc $2n$ chromosomes, n étant le nombre de paires de chromosomes : ces cellules sont dites diploïdes ($2n = 46$ chez l'homme, $n = 23$). Chaque individu diploïde reçoit, par les gamètes, n chromosomes paternels et n chromosomes maternels.

L'analyse du caryotype de l'être humain montre 46 chromosomes organisés en paires. La 23^{ème} paire appelée chromosomes sexuels est différente chez l'homme (chromosomes X et Y) et chez la femme (chromosomes X et X) ; leur présence détermine donc le sexe. Les 22 autres paires de chromosomes semblables chez l'homme et chez la femme sont appelées autosomes.

4 - Le cycle chromosomique

Les cellules qui se divisent effectuent un cycle que l'on peut diviser en deux phases principales : la mitose et l'interphase.

Les chromosomes sont des éléments permanents de la cellule. Ils apparaissent décondensés en interphase sous forme de chromatine et condensés en mitose. Ils sont constitués de 2 chromatides réunies au niveau du centromère en début de mitose et d'une chromatide en fin de mitose.

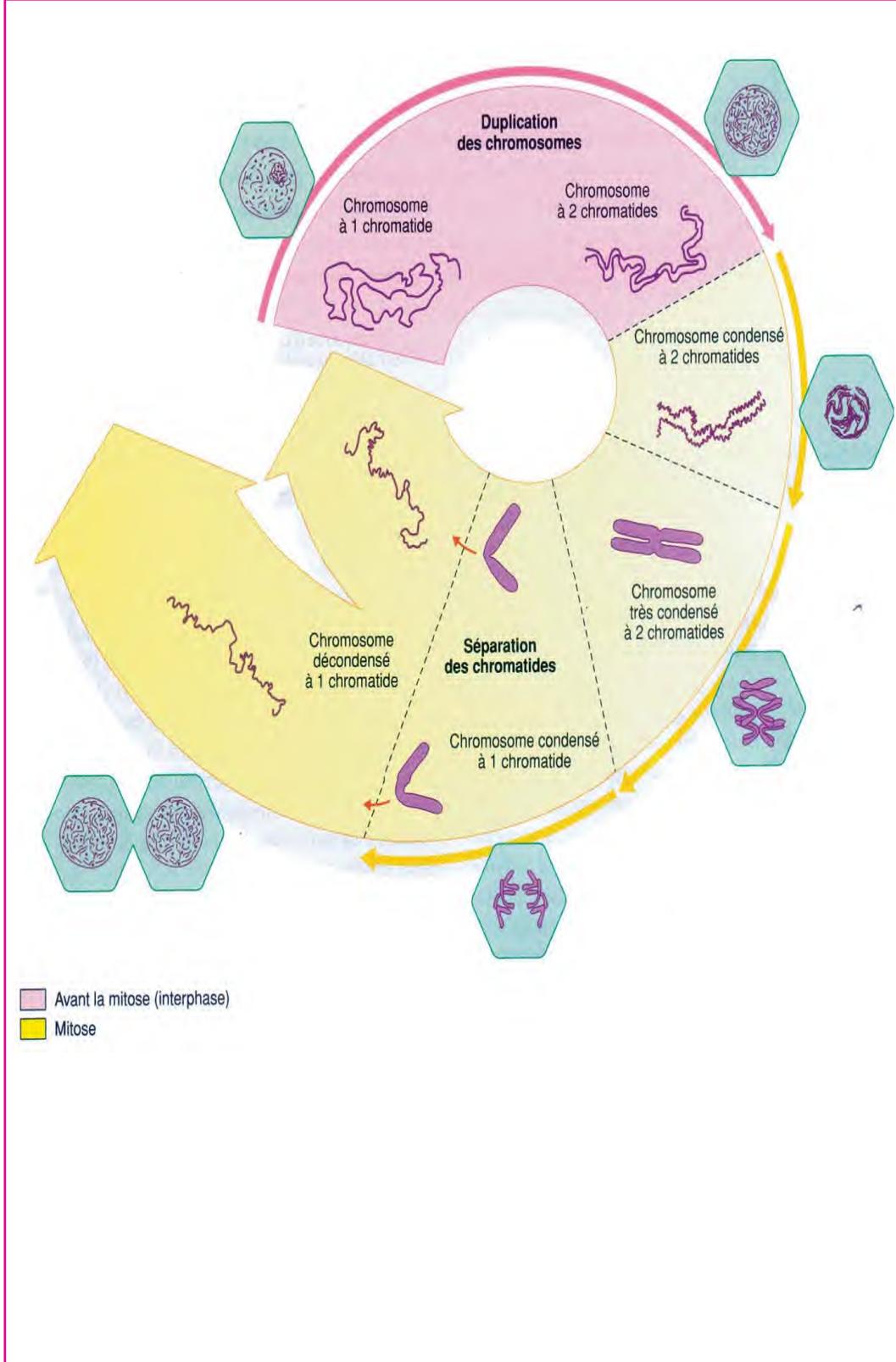
Deux événements fondamentaux caractérisent ce cycle :

-la duplication des chromosomes en interphase matérialisée par le passage de chromosomes simples à une chromatide à des chromosomes doubles à 2 chromatides. Les 2 chromatides de chaque chromosome contiennent la même information génétique.

-un partage égal des chromosomes en anaphase de mitose : les chromatides de chaque chromosome se séparent. A la fin de la mitose, les deux cellules filles contiennent les mêmes chromosomes en nombre égal.

Ces deux événements assurent la transmission conforme de la totalité de l'information génétique aux cellules filles issues d'une cellule mère.

BILAN



EXERCICES

RESTITUER SES CONNAISSANCES

I - Définir par une phrase les mots ou expressions suivants :

Mitose - chromosome - chromatide - chromatine - anaphase - caryotype.

II - Certaines affirmations sont exactes. Recopier les affirmations exactes et corriger les affirmations inexactes.

- 1 - En fin de division, les chromosomes d'une cellule eucaryote sont constitués de deux chromatides.
- 2 - En début de division, les chromosomes d'une cellule eucaryote sont constitués d'une chromatide.
- 3 - Les chromosomes sont toujours visibles dans une cellule.
- 4 - Les cellules issues de la mitose possèdent la même information génétique.
- 5 - Le caryotype d'un être humain est composé de 46 chromosomes.

III - Chaque phrase décrit une étape de la mitose. Classer ces étapes dans l'ordre chronologique.

- 1 - Les chromatides de chaque chromosome dupliqué se séparent l'une de l'autre.
- 2 - Les deux cellules formées possèdent le même nombre de chromosomes que la cellule mère.
- 3 - Les chromosomes apparaissent constitués de deux chromatides.
- 4 - Les chromatides constituent deux lots identiques de chromosomes à chaque pôle de la cellule.

IV- Pour chaque item relever la (ou les) bonne(s) réponse(s)

1- Chez l'espèce humaine, $2n=46$ signifie que :

- a- 23 est le nombre des chromosomes des cellules sexuelles.
- b- 46 est le nombre total des chromosomes de l'organisme.
- c- 46 est le nombre des chromosomes par cellule.

2- La cellule humaine en métaphase comporte :

- a- 23 chromosomes,
- b- 46 chromatides,
- c- 46 chromosomes,
- d- 92 chromatides.

3- Une cellule humaine en anaphase montre :

- a- n chromosomes,
- b- $2n$ chromosomes,
- c- $4n$ chromosomes,
- d- $4n$ chromatides.

EXERCICES

- 4- Chez la drosophile, $2n = 8$ signifie que l'espèce est caractérisée par :
- a- 4 chromosomes par cellule fille (lors de la mitose),
 - b- 4 chromosomes paternels et 4 chromosomes maternels,
 - c- 3 paires d'autosomes et une paire de chromosomes sexuels,
 - d- 2 paires d'autosomes et 2 paires de chromosomes sexuels.
- 5- Le caryotype de l'homme se distingue de celui de la femme par :
- a- le nombre des chromosomes sexuels,
 - b- le nombre des autosomes,
 - c- la forme des autosomes,
 - d- la forme des chromosomes sexuels.
- 6- Une cellule diploïde en division montre $2n$ chromosomes à :
- a- la prophase,
 - b- la métaphase,
 - c- l'anaphase,
 - d- la télophase
- 7- Au cours d'un cycle chromosomique, le chromosome subit dans l'ordre chronologique les transformations suivantes :
- a- duplication, spiralisation, déspiralisation et dédoublement du centromère,
 - b- duplication, déspiralisation, spiralisation et dédoublement du centromère,
 - c- spiralisation, duplication, dédoublement du centromère et déspiralisation,
 - d- duplication, spiralisation, dédoublement du centromère et déspiralisation.

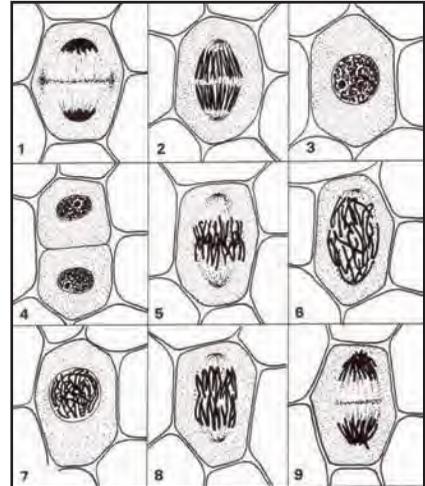
EXERCICES

APPLIQUER SES CONNAISSANCES

EXERCICES CORRIGÉS

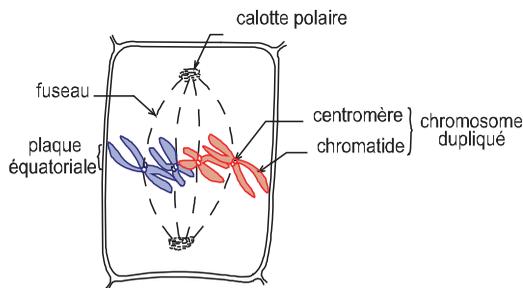
1- On étudie des cellules en division dans l'extrémité d'une racine d'Ail. On observe divers aspects que l'on schématise au fur et à mesure de leur découverte. On obtient ainsi une série de croquis numérotés de 1 à 9 et placés dans le désordre (document ci-contre).

- 1) Classer dans l'ordre ces différentes figures.
- 2) Préciser pour chaque figure la phase correspondante du cycle cellulaire.
- 3) Représenter à l'aide d'un schéma annoté les stades des figures 5 et 8 (prendre $2n=4$).

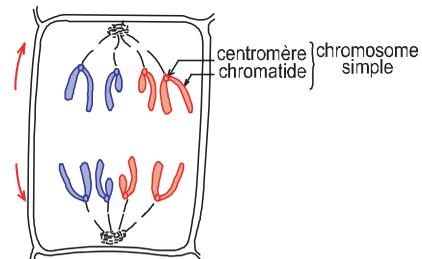


CORRIGÉ

- 1) 3-7-6-5-8-2-9-1-4
- 2) Interphase : croquis 3, Prophase : croquis 7 puis 6, Métaphase : croquis 5, Anaphase : croquis 8 puis 2, Télophase : croquis 9 puis 1, Interphase cellules filles : croquis 4.
- 3)

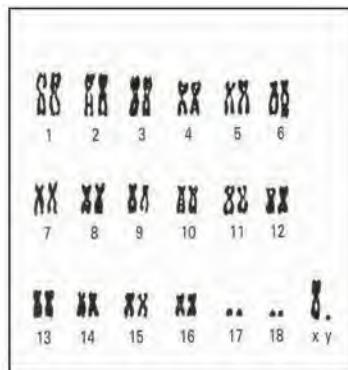


Cellule végétale en métaphase

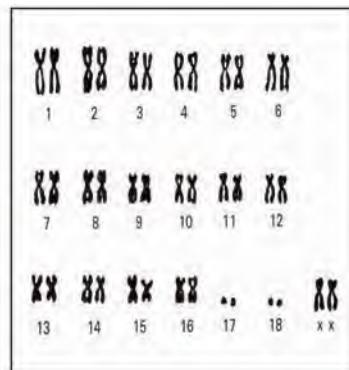


cellule végétale en anaphase

2 - Pour les observer dans les meilleures conditions, les chromosomes sont fixés en métaphase, photographiés puis classés. On obtient ainsi un caryotype. Les documents A et B représentent les caryotypes de deux animaux.



A



B

EXERCICES

- 1) Comment les chromosomes sont-ils classés ?
- 2) Indiquer le nombre de chromosomes présents dans les documents A et B. Que constatez-vous ?
- 3) Attribuer au mâle ou à la femelle chacun des deux caryotypes. Justifier votre réponse.

CORRIGÉ

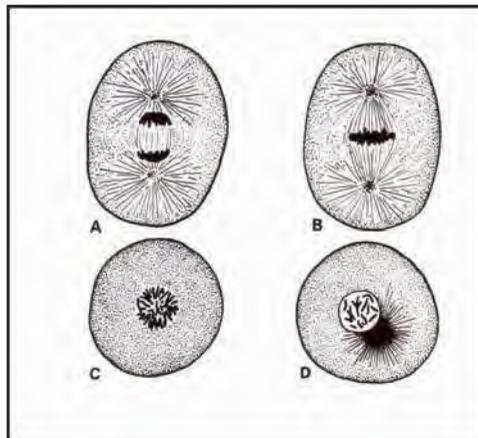
- 1) Les chromosomes, classés d'après leur taille et la position du centromère, sont organisés en paires de chromosomes ou chromosomes homologues.
- 2) Chacun des documents A et B présente 38 chromosomes. Le nombre de chromosomes est identique chez les individus appartenant à la même espèce.
- 3) Le document A montre que la 19^{ème} paire de chromosomes sexuels est constituée de deux chromosomes différents X et Y ; il s'agit du caryotype d'un mâle. La 19^{ème} paire de chromosomes sexuels présentée dans le document B est constituée de deux chromosomes semblables X et X : il s'agit d'une femelle.

EXERCICES NON CORRIGÉS

- 1 - Le document ci-contre représente une cellule en division observée au microscope optique. A quel stade de la mitose correspond ce document ? Justifier votre réponse



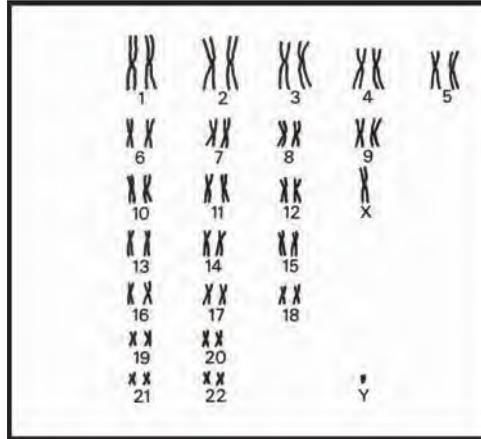
- 2- Le document suivant montre quelques étapes essentielles de la mitose.



- 1) Dire s'il s'agit d'une mitose animale ou végétale. Justifier la réponse.
- 2) Rétablir, en le justifiant, l'ordre chronologique.

EXERCICES

3- Le document suivant a été réalisé à partir d'une photographie des chromosomes d'une cellule, du découpage et du classement de ceux-ci.

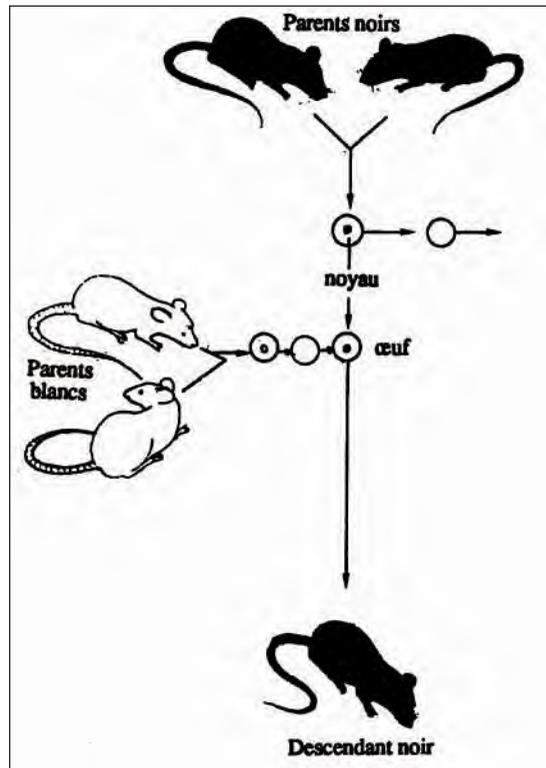


- 1) A quel stade de la vie cellulaire et dans quelles conditions peut-on préparer un caryotype?
- 2) Sachant qu'il s'agit d'un caryotype humain, à quel sexe appartient-il ? Justifier la réponse.

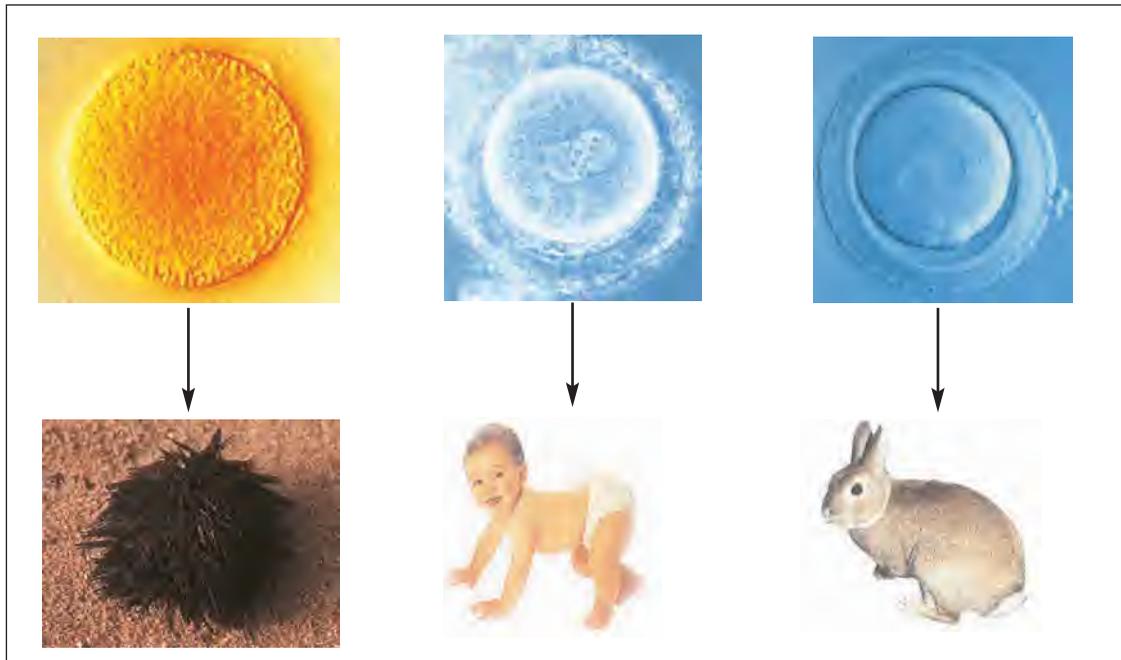
4 - Dans un élevage de souris blanches, toutes les souris de chaque portée sont blanches, de génération en génération. La même observation peut être faite dans un élevage de souris noires. A partir de ces élevages, on réalise l'expérience suivante ;

- a- On prélève l'une des cellules œufs de souris blanche et on lui retire son noyau.
- b- On introduit dans cette cellule œuf un noyau provenant d'une cellule œuf de souris noire.
- c- On réimplante la cellule œuf qui a été manipulée dans l'utérus d'une souris blanche.
- d- Après la mise bas, on constate que le souriceau est noir.

- 1) Formuler l'hypothèse testée par l'expérience.
- 2) L'hypothèse est-elle validée par cette expérience ? Justifier la réponse.



L'INFORMATION GÉNÉTIQUE



La transmission des caractères héréditaires d'une génération à une autre, se fait grâce à une cellule oeuf qui provient de la fécondation d'un ovule par un spermatozoïde. Par conséquent ce qui est transmis, ce ne sont pas les caractères mais c'est un programme génétique qui passe de génération en génération..

De même, les cellules filles issues de la mitose possèdent les mêmes caractéristiques que la cellule initiale. La conservation de ces caractéristiques au cours des générations, suggère aussi l'existence d'un programme génétique, dit **information génétique**, qui est transmis de la cellule mère aux cellules filles.

- 1- Où est localisée l'information génétique de la cellule ?
- 2- Quelle est sa nature ?
- 3- Comment cette information génétique est-elle conservée d'une génération à la suivante ?

Sommaire

Pages

■ Localisation et nature de l'information génétique	216
■ Bilan.....	225
■ Exercices.....	227

LOCALISATION ET NATURE DE L'INFORMATION GÉNÉTIQUE

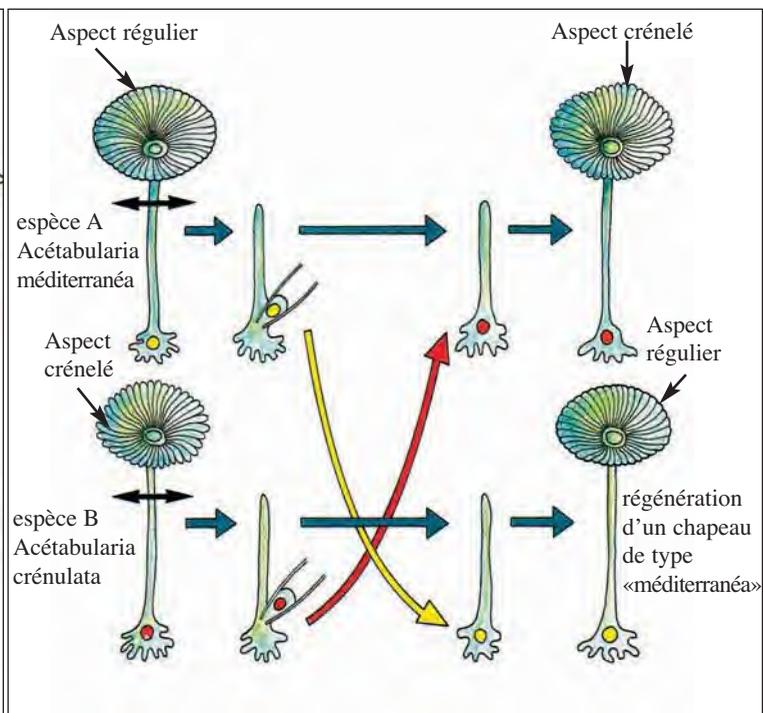
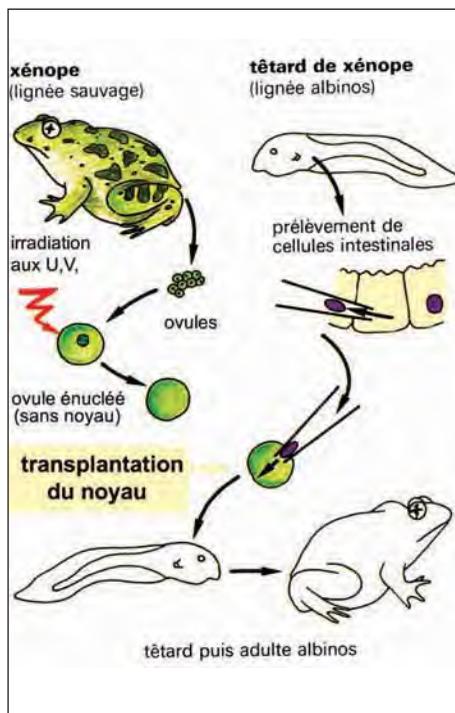
1- Dans quelle partie de la cellule est localisée l'information génétique ?

Expérience de GURDON

GURDON est un biologiste anglais qui en 1960 travaille sur des amphibiens de l'espèce Xénope. Des noyaux de cellules intestinales, prélevées sur un têtard albinos (dépourvus de pigments), sont réimplantés dans des ovules énucléés de xénope-vert. Le développement embryonnaire aboutit à des individus identiques au donneur (albinos) et de même sexe que lui.

Expérience chez l'acétabulaire

L'acétabulaire est une algue unicellulaire marine fréquente sur les bords de la méditerranée. On distingue deux espèces qui diffèrent par la forme de leur chapeau. Acétabularia méditerranéa : le chapeau à bord régulier. Acétabularia crénulata : le bord du chapeau est finement denté.



1. Expérience de GURDON

2. Expérience de greffe croisée chez l'Acétabulaire

Analysez ces deux expériences en vue de déduire l'hypothèse concernant la localisation de l'information génétique

2- Quelle est la nature de l'information génétique ?

2-1- Expérience de Griffith (1928)

Les pneumocoques sont des bactéries responsables de la pneumonie. Il en existe plusieurs souches. GRIFFITH, physiologiste anglais, utilise deux souches S et R ayant des caractéristiques différentes :

S : présente un aspect lisse (smooth) grâce à la présence d'une capsule.
 R : sans capsule, a un aspect rugueux (rough).

Les résultats de l'expérience de Griffith, sont résumés dans le tableau suivant :

Expérience	Résultat
1- on injecte à des souris des bactéries R vivantes.	- Les souris survivent 
2- on injecte des pneumocoques S vivants.	- Les souris meurent - Dans les cadavres on trouve des bactéries S vivantes 
3- on injecte à des souris, des bactéries S tuées par la chaleur.	- Les souris survivent 
4- on injecte à des souris un mélange des S tués et de R vivants.	- Les souris meurent - Dans les cadavres on trouve des S vivants 

3. les expériences de Griffith

1. Analyser les résultats des expériences 1 et 2 en vue de déduire un caractère héréditaire pour chaque souche(R et S).
2. Analyser les résultats des expériences 3 et 4 en vue dégager le problème scientifique évoqué par ces deux expériences.
3. Formuler une hypothèse pouvant expliquer l'apparition de bactéries S vivantes dans le corps des souris mortes
4. Griffith propose l'explication suivante : « il y a eu transformation des bactéries R en S virulentes». Que veut dire Griffith par transformation bactérienne ?
5. Proposer une expérience pour vérifier l'explication proposée par Griffith.

Activité

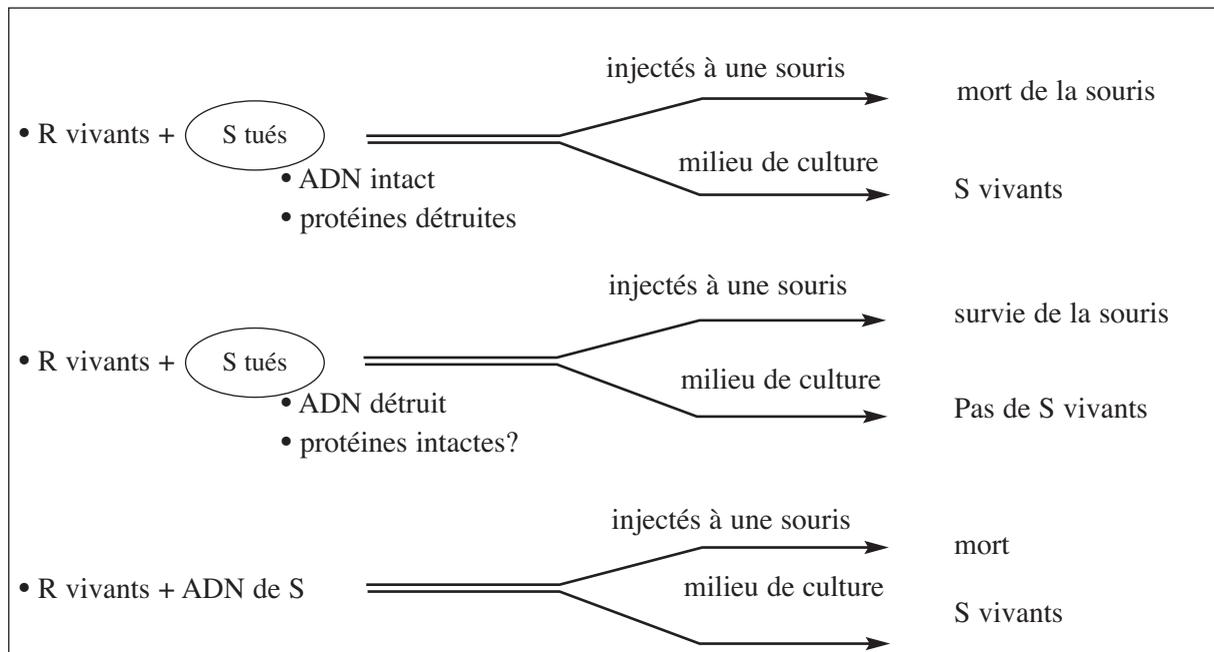
2-2- Expérience d'Avery et ses collaborateurs

Les bactéries sont des cellules procaryotes différentes des cellules eucaryotes par l'absence de noyau : le chromosome baigne directement dans le cytoplasme.

Afin de localiser le support de l'information génétique de la virulence des bactéries S, Avery Macleod et Mac Carty, biologistes américains ont extrait des chromosomes de ces bactéries S des protéines et un acide nucléique : l'ADN.

Pour vérifier l'hypothèse de transformation des souches R en S, Avery Macleod et Mac Carty réalisent les expériences suivantes :

1. Exploiter ses informations pour formuler des hypothèses quant au support de l'information génétique contrôlant la virulence de la souche S.
2. Proposer une expérience (ou plusieurs) qui permet la justification des hypothèses proposées.

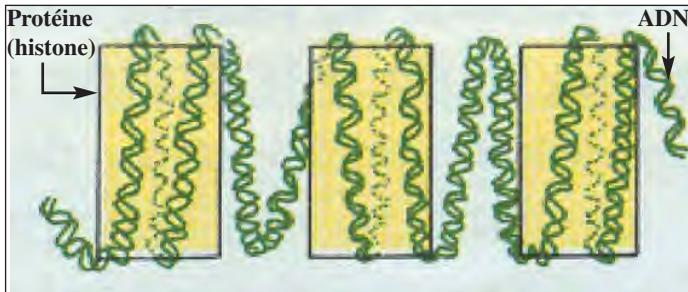


1. Montrer comment les résultats de cette expérience permettent de confirmer l'idée de Griffith
2. Conclure quant à la nature de l'information génétique.

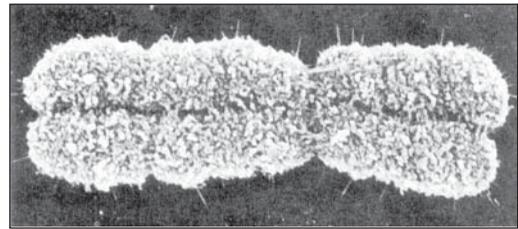
3- L'ADN support de l'information génétique

3-1 Qu'est-ce que l'ADN ?

Des études biochimiques ont montré que le chromosome est constitué de protéines: les histones, autour desquelles s'enroule un long filament d'acide désoxyribonucléique (ADN). L'ADN est donc le constituant fondamental des chromosomes.



4. ADN associé aux histones dans le chromosome



5. Chromosome métaphasique

Quelles questions peut-on poser sur l'ADN ?

3-2 Quelle est la composition chimique de l'ADN ?

L'hydrolyse enzymatique de l'ADN permet de libérer et d'identifier ses différents constituants.

- * L'ADN est constitué de trois types de molécules :
 - l'acide phosphorique (P) : H_3PO_4
 - un sucre en C5 (D): le désoxyribose
 - quatre bases azotées : l'Adénine (A), la Thymine (T), la Guanine (G) et la Cytosine (C).
- * L'ADN est une molécule très longue, obtenue grâce à la succession de différents nucléotides, c'est un polymère de nucléotides. Chaque nucléotide est formé par 3 types de molécules : l'acide phosphorique, le désoxyribose et une base azotée.

1. Justifier le nom d'acide désoxyribonucléique donné à la molécule d'ADN.
2. Trouver les différentes sortes de nucléotides.

Activité

3-3 La distribution des bases azotées dans la molécule d'ADN se fait-elle au hasard ?

On donne la composition en bases azotées de l'ADN de quelques espèces.

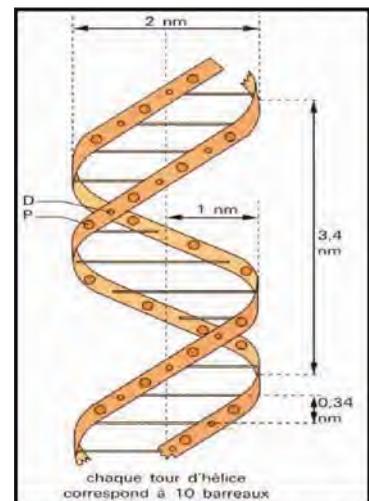
Espèce	Quantité de bases en %				A/T	G/C	A+T/G+C	A+G/T+C
	A	G	T	C				
Homme	30,7	19,3	31,2	18,8				
Bœuf	28,7	22,2	27,2	22,8				
Blé	27,3	22,7	27,1	22,8				
Levure	31,3	18,7	32,9	17,1				
Colibacille	24,7	26,0	23,6	25,7				

1. Reproduire et compléter le tableau.
2. Comparer les valeurs de A/T et G/C dans le cas des espèces considérées. Concluez.
3. Comparer les valeurs des rapports A+T/G+C et A+G/T+C.
4. Que peut-on déduire à partir des différences constatées chez les différentes espèces ?

3-4 Structure de la molécule d'ADN

Watson et Crick en 1953, ont proposé un modèle de molécule d'ADN qui précise le mode d'association des nucléotides. Il s'agit d'une structure en double hélice. Les deux chaînes nucléotidiques de l'ADN sont unies au niveau des bases azotées par des liaisons faciles à rompre, les liaisons hydrogènes.

La liaison hydrogène s'établit toujours entre deux bases complémentaires (document 12) ce qui explique pourquoi le rapport A / T et G / C est égal à 1.



6. Schéma de la structure en double hélice de l'ADN

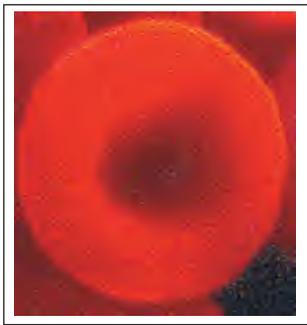
À partir des informations sur la structure de l'acide désoxyribonucléique, schématiser un fragment d'ADN constitué de 5 paires de bases azotées

3-5 Qu'est-ce que l'information génétique ?

La réalisation des caractères spécifiques et individuels, dépend de l'information génétique portée par l'ADN. L'ordre des bases le long de la chaîne est variable selon les espèces et même les individus de la même espèce ($\frac{A+T}{G+C} \neq 1$), cet ordre doit représenter l'information génétique qui est un langage chimique codé en séquence de bases.

Etude d'un exemple :

La drépanocytose ou anémie falciforme est une maladie **héréditaire** répandue parmi les populations d'Afrique. Cette maladie est caractérisée par des hématies et des hémoglobines anormales incapables de jouer leur rôle de transporteurs de dioxygène.



7a- Hématie d'un individu normal



7b- Hématie d'un individu anémique (atteinte de drépanocytose)

Les documents 8a et 8b présentent deux fragments d'ADN appartenant à une personne saine et une personne atteinte de drépanocytose.

<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto; width: 80%;"> <table style="border-collapse: collapse; margin: 0 auto;"> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">G</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">C</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">G</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">C</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">G</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">C</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">T</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">A</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">C</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">G</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">T</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">A</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">C</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">G</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">C</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">G</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">A</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">T</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">C</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">G</td></tr> </table> </div>	G	-	C	G	-	C	G	-	C	T	-	A	C	-	G	T	-	A	C	-	G	C	-	G	A	-	T	C	-	G	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 0 auto; width: 80%;"> <table style="border-collapse: collapse; margin: 0 auto;"> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">G</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">C</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">G</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">C</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">G</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">C</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">T</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">A</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">C</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">G</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">A</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">A</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">C</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">G</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">C</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">G</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">A</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">T</td></tr> <tr><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">C</td><td style="padding: 2px 5px;">-</td><td style="border-left: 1px solid black; border-right: 1px solid black; padding: 2px 5px;">G</td></tr> </table> </div>	G	-	C	G	-	C	G	-	C	T	-	A	C	-	G	A	-	A	C	-	G	C	-	G	A	-	T	C	-	G
G	-	C																																																											
G	-	C																																																											
G	-	C																																																											
T	-	A																																																											
C	-	G																																																											
T	-	A																																																											
C	-	G																																																											
C	-	G																																																											
A	-	T																																																											
C	-	G																																																											
G	-	C																																																											
G	-	C																																																											
G	-	C																																																											
T	-	A																																																											
C	-	G																																																											
A	-	A																																																											
C	-	G																																																											
C	-	G																																																											
A	-	T																																																											
C	-	G																																																											
<p>8a. Portion d'ADN d'une personne saine</p>	<p>8b. Portion d'ADN d'une personne anémique</p>																																																												

1. Comparer les deux portions d'ADN et indiquer la cause de la drépanocytose.
2. En s'appuyant sur l'analyse de cet exemple préciser ce qu'est l'information génétique.

Activité

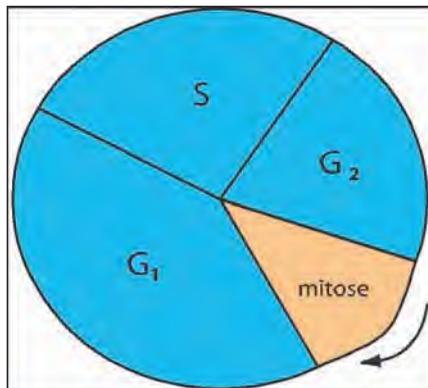
4- Comment la reproduction conforme conserve l'information génétique ?

Au cours de la mitose, les deux cellules filles obtenues, sont identiques entre elles et possèdent le même nombre de chromosomes que la cellule mère : C'est la reproduction conforme qui assure la conservation du nombre de chromosomes.

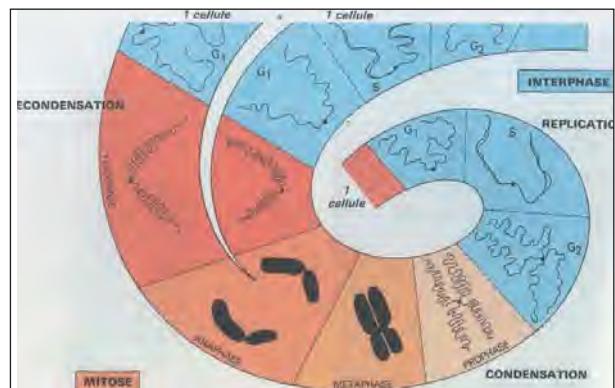
4-1 Le cycle cellulaire et le cycle chromosomique

Toute cellule subit un cycle dit cycle cellulaire, dont la durée varie selon les espèces. Un cycle cellulaire comprend quatre phases :

- Une phase G₁ correspondant à la croissance de la cellule.
- Une phase S de synthèse au cours de laquelle il y a duplication des chromosomes de la cellule
- Une phase G₂ pendant laquelle la croissance cellulaire se poursuit. Elle précède la division de la cellule.
- Une phase M ou mitose.



9- cycle cellulaire



9- cycle chromosomique

Exploiter le document 10 pour décrire le comportement des chromosomes au cours du cycle chromosomique en vue de dégager la phase du cycle cellulaire pendant laquelle il y a reproduction conforme de l'information génétique

4-2 L'évolution de la quantité d'ADN pendant un cycle cellulaire

Il est possible de doser la quantité d'ADN dans une cellule au cours d'un cycle cellulaire. Le tableau ci-dessous illustre en fonction du temps, l'évolution de la quantité d'ADN dans une cellule.

Temps en heure	0	3	5	8	9	11	16	18	20	23	25	28	29	31
Quantité d'ADN en unité arbitraire	5,1	6,5	6,6	6,6	3,2	3,3	3,2	4,0	5,1	6,5	6,6	6,6	3,3	3,3

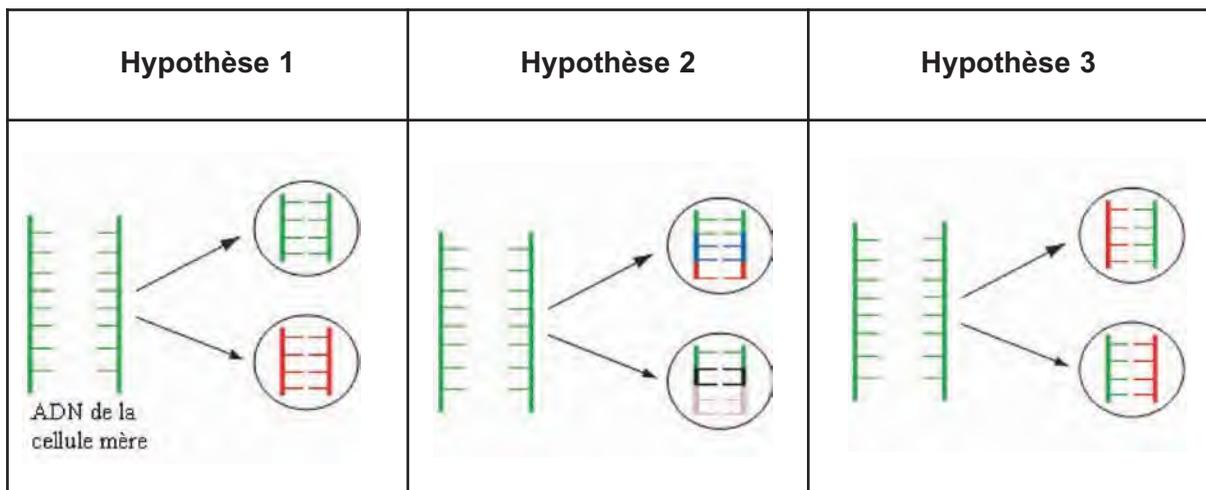
1. Tracer la courbe de variation de la quantité d'ADN en fonction du temps.
2. Analyser la courbe obtenue en vue de préciser la phase de dédoublement de la quantité d'ADN.
3. Localiser sur le graphe, les différentes phases du cycle cellulaire.

4-3 Mécanisme de la conservation de l'information génétique : La réplication de l'ADN.

a) hypothèses :

On vous propose trois hypothèses pour expliquer la réplication de l'ADN.

- 1- Modèle conservatif : la molécule d'ADN de la cellule mère est transmise entièrement à une cellule fille, dans l'autre cellule fille il y a synthèse d'une nouvelle molécule d'ADN identique.
- 2- Modèle dispersif : dans chaque cellule fille, la molécule d'ADN contient des fragments anciens et des fragments nouveaux.
- 3- Modèle semi-conservatif : dans chaque cellule fille, la molécule d'ADN est formée d'un brin ancien transmis de la cellule mère et d'un brin nouvellement synthétisé.



11. Représentations schématiques des modèles hypothétiques de la réplication de l'ADN

Proposer des expériences qui permettent de vérifier ces trois hypothèses

b) Expérience de Taylor (1958) :

Pour connaître le modèle de la réplication de l'ADN, Taylor utilise un milieu nutritif contenant de la thymine radioactive et dans lequel il cultive de jeunes racines de *Bellevalia* (plante de la famille du Lis). Les étapes de l'expérience réalisée par Taylor sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Expérience	Résultats des observations
Etape 1 : Des plantules sont cultivées dans un milieu radioactif pendant un cycle cellulaire.	Tous les chromosomes des cellules cultivées sont radioactifs.  Chromosome radioactif
Etape 2 : Parmi les plantules précédentes certaines sont rincées puis transférées durant le temps d'un cycle cellulaire, sur un milieu de culture contenant de la thymine non radioactive.	Chaque chromosome est radioactif au niveau d'une seule chromatide.  Chromatide radioactif Chromatide non radioactif (normale)
Etape 3 : Des plantules rincées puis transférées sur un milieu de culture non radioactif y sont restées le temps de deux cycles cellulaires.	50% des chromosomes ne sont pas radioactifs →  50% des chromosomes possèdent chacun une seule chromatide radioactive. → 

1. Expliquer les résultats des étapes 2 et 3.
2. En s'appuyant sur les résultats de l'expérience de Taylor, indiquer quelle est l'hypothèse à retenir parmi les trois hypothèses proposées dans le document 9.
3. Représenter à l'aide d'un schéma, la réplication d'un fragment d'ADN.

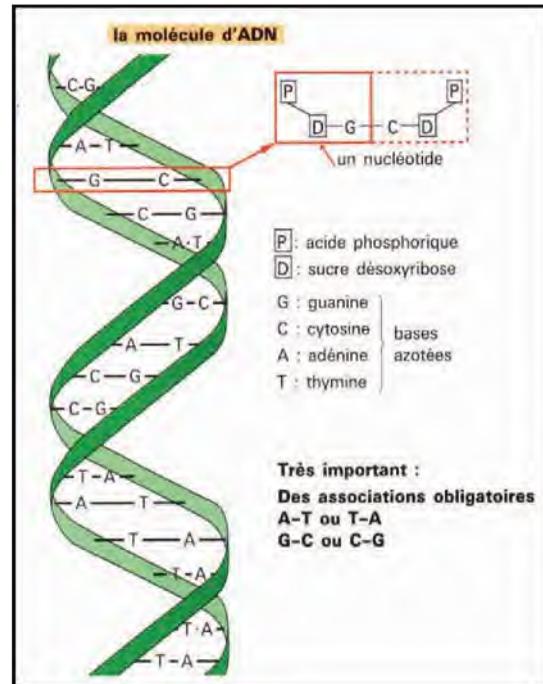
BILAN

Les caractères d'un individu, résultent de la mise en œuvre d'un programme génétique. Ce dernier est réalisé à partir d'une information localisée dans l'acide désoxyri-bonucléique (ADN) de la cellule œuf puis transmise dans toutes les cellules filles.

1 - L'ADN, constituant fondamental des chromosomes

Chacune des deux chromatides d'un chromosome est formée de la spiralisation d'un nucléofilament constitué par une macromolécule d'ADN. L'ADN est constitué de deux chaînes nucléotidiques. Chaque nucléotide est constitué d'un groupement phosphate (P) (H_3PO_4), d'un sucre à 5 atomes de carbones, le dés-oxyribose (D) et une des bases azotées, adénine (A), guanine (G), cytosine (C) ou thymine (T). Ainsi, il existe 4 types de nucléotides dans l'ADN, selon la nature de la base.

Au niveau des deux chaînes de nucléotides, des liaisons hydrogène existent entre les différentes bases A, G, C et T



10. Modèle de la double hélice d'ADN

Chacune des 4 bases ne peut s'unir qu'à une seule base qui lui est complémentaire :

- l'adénine est complémentaire à la thymine
- la cytosine est complémentaire à la guanine.

Cette complémentarité des bases explique que le rapport $A+G/T+C$ est égal à 1 chez toutes les espèces. Dans la molécule d'ADN, l'ordre des bases le long d'une chaîne, varie selon les espèces. Ainsi, le rapport $A+T/G+C$ est différent de 1 et il est caractéristique des espèces.

Watson et Crick en 1953 ont montré que les deux chaînes d'ADN sont enroulées en spirale l'une autour de l'autre; C'est le modèle de la double hélice.

L'ADN, très long filament, constituant des chromosomes supporte notre patrimoine génétique.

Le rôle fondamental de l'ADN est lié à l'ordre des nucléotides qui le constituent. En effet la succession des nucléotides ou séquence de nucléotide (nombre et ordre des nucléotides) est à la base de l'information génétique.

EXERCICES

RESTITUER SES CONNAISSANCES

Chaque série d'affirmations peut comporter une ou plusieurs réponse(s) exacte(s). Repérez les affirmations correctes.

- 1- Les chromosomes :
 - a- sont constitués uniquement d'ADN.
 - b- se dupliquent dans les cellules en interphase.
 - c- se rencontrent uniquement dans les cellules en division.
 - d- supportent les gènes.

- 2- L'ADN est un polymère :
 - a- de nucléotides.
 - b- d'acides phosphoriques.
 - c- de bases azotées.
 - d- de désoxyriboses.

- 3- L'ADN :
 - a- se réplique en métaphase de mitose.
 - b- se réplique quand le chromosome est en phase S de l'interphase.
 - c- conserve une information génétique intégrale l'ors de sa réplication.
 - d- contient les mêmes gènes dans les différents chromosomes.

- 4- L'ADN :
 - a- a la même composition chimique chez les différentes espèces.
 - b- est constitué d'un seul brin en forme d'hélice.
 - c- a une structure linéaire.
 - d- a une structure en double hélice.

APPLIQUER SES CONNAISSANCES

- A-** Soit le brin d'ADN de la figure ci-contre
- 1- Donnez le brin complémentaire.
 - 2 - À la phase S de l'interphase a lieu la réplication de l'ADN, décrivez, schémas à l'appui la réplication du fragment d'ADN.



- B-** Complétez le tableau suivant :

	Cellule en G1	Cellule en G2	Métaphase de mitose	Anaphase de mitose	Télophase de mitose
Nombre de chromosomes (n ou 2n)					
Nombre de chromatides par chromosome					
Quantité d'ADN : (q ou 2q)					

LEXIQUE

A

Abscisse	الفاصلة
Absorption	امتصاص
Accumulation	تراكم
Acide	حامض
Acide chlorhydrique	حامض كلور الماء
Adaptation	تكيف
Aérobic	حيواني
Age absolu	عمر مطلق
Age relatif	عمر نسبي
Altitude	ارتفاع
Anaérobic	لا هوائي
Analyse	تحليل
Anatomie	علم التشريح
Anticlinal	طية محدبة
Argile	طين
Aridc	قاحل
Assainissement	تطهير

B

Bactéric	بكتيريا
Barrage	سد
Bassin	حوض
Batraciens	ضفدعيّات
Bécher	كأس
Berges d'un oued	ضفاف الوادي
Biocénose	مجموع الكائنات الحيّة في الوسط
Biotope	محيّا
Boisement	تشجير
Boue	وحل
Bourgeon	برعم
Boussole	بوصلة
Bulbe	بصلة

C

Cadavre	جثة
Caduc (que)	نافض - نافضة
Calcaire	كلس
Calcaire à nummulites	كلس قلبي
Carrière	مقطع
Caryotype	نمط صبغي
Cellule	خلية
Chaîne alimentaire	سلسلة غذائية
Chlorophylle	يخضور
Chloroplaste	بلاستيدة اليخضور
Chromosome	صبغي
Chronologie	تسلسل الأحداث
Climat	مناخ
Colline	هضبة
Combustion	احتراق

Compact	متماسك
Compétition	منافسة
Concentration	تركيز
Consommateur	مستهلك
Coquille	صدفة
Côte	ساحل
Courbe de niveau	منحنيات المستوى
Cours d'eau	مجرى مائي
Cryptes pilifères	خبايا مشعرة
Cuticule	قشرة
Cycle	دورة
Cyclique	دوري

D

Déboisement	إزالة الأشجار
Décomposition	انحلال - تفكك
Déforestation	إزالة الغابة
Densité	كثافة
Déséquilibre	اختلال التوازن
Désertification	تصحّر
Déshydratation	تجفّف
Dessalement	إزالة الملح
Détergent	منظّف
Développement	نموّ
Dune	كثيب
Durété	صلابة

E

Eau de ruissellement	ماء السيول
Eau d'infiltration	الماء المتسرب
Eau distillé	ماء مقطر
Eau potable	ماء صالح للشرب
Eaux usées	مياه مستعملة
Ecart thermique	فارق حراري
Echelle d'une carte	سلم الخريطة
Echelle stratigraphique	سلم طبقاتي
Ecologie	علم البيئة
Effervescence	فوران
Element	عنصر
Embryon	جنين
Emersion	بروز
Empreinte	بصمة
Energie	طاقة
Enfouissement	طمر
Engrais	سماد
Environnement	محيط
Epiderme	بشرة
Equilibre	توازن
Erc	حقب جيولوجي
Erosion	انجراف
Evaporation	تبخر
Excrément	براز
Excrétion	إخراج
Exploitation	استغلال

Extraction	استخلاص	Minéral Morphologie	معدن علم التشكل
F			
Faciès	سحنة		
Faille	صدع	N	
Faune	مجموعة حيوانية	Nappe d'eau	مائدة مائية
Fissure	شق	Nocturne	ليلي
Flore	مجموعة نباتية	Noyau	نواة
Forage	تقيب - حفر	Nutrition	تغذية
Fossile	أحفور	Nymphe	حوراء
Friable	متفتت		
		O	
G		Océan	محيط
Genèse	نشوء	Oignon	بصل
Géologie	علم الأرض	Ordonnée	التركيبة
Germer	نبت	Organe	عضو
Gisement	منجم	Organique	عضوي
Greffe	زرع الأعضاء أو الخلايا	Organite	عضية
Grès	حجر رملي		
		P	
H		Parasite	طفيلي
Héréditaire	وراثي	Paroi	جدار
Hérédité	وراثية	Pendage	ميلان - درجة الميلان
Hérisson	قفند	Pente	منحدر - انحدار
Hibernation	سبات شتوي	Perméabilité	نفاذية
Hôte	عائل - مضيف	Pétrole	نقط
Hypothèse	فرضية	Phosphate	فسفاط
		Photosynthèse	تركيب ضوئي
I		Physiologie	علم الوظائف
Ile	جزيرة	Plaine	سهل
Industrie	صناعة	Plancton	بلانكتون - علق البحر
Informations génétiques	معلومات وراثية	Pli	طيبة
Inondations	فيضانات	Plissement	طي
Interaction	تفاعل	Pluricellulaire	متعدد الخلايا
Invertébré	لا فقري	Pollution	تلوث
Irrigation	ري	Pore	مسَم
		Poreux	سَمِي
L		Précipitation atmosphérique	سقوط الأمطار و الثلوج
Lac collinaire	بحيرة جبلية	Prédateur	مفترس
Larve	يرقة	Prédation	افتراس
Légende	مفتاح	Préparation microscopique	محضّر مجهري
Lipides	الدهنيات	Pression	ضغط
		Proic	فريسة
M		Propriété	خاصية
Mammifères	ثدييات	Puits	بئر
Manipulation	أستعمال يدوي	Puits artésien	بئر ارتوازية
Marécage	مستنقع	Putréfaction	انحلال - تعفن
Membrane cellulaire	غشاء خلوي		
Microscope	مجهر	Q	
Microscope électronique	مجهر إلكتروني	Qualité	نوعية
Microscope optique	مجهر ضوئي	Quantité	كمية
Migration	هجرة		
Milieu	وسط (بيئي)	R	
Mineral	معدن خام	Racine	جذر

Rat kangourou	جرذ كنغري	U	
Réaction	تفاعل	Unicellaire	وحيد (ة) الخلية
Reboisement	إعادة التشجير	Urine	بول
Récent	حديث		
Relief	تضاريس	V	
Renard	ثعلب	Vacuole	فجوة
Reptile	زاحفة	Vallée	وادي
Réseau trophique	شبكة غذائية	Vertébré	فقري
Respiration	تنفس		
Ressources	موارد	X	
Rhizome	جذور	Xérophyte	نبات المناطق الجافة
Roche sédimentaire	صخرة رسوبية		
		Z	
S		Zone aride	منطقة قاحلة
Saison	فصل	Zone littorale	منطقة ساحلية
Salinité	ملوحة	Zoologie	علم الحيوان
Scorpion	عقرب		
Sédimentation	ترسب		
Semi-aride	شبه جاف		
Sol	تربة		
Solubilité	ذوبانية		
Soluble	قابل للذوبان		
Solution	محلول		
Sommet	قمة		
Sondage	سبر		
Source	ينبوع		
Sous-sol	تحت التربة		
Spontané	تلقائي		
Squelette	هيكل		
Station	محطة		
Steppes	سباسب		
Stomate	ثغرة		
Strate	طبقة - نضد		
Stratification	تنضد		
Stratifié	منضد		
Stratigraphie	علم طبقات الأرض		
Structure	بنية		
Superficielle	سطحي		
Surpâturage	رعي جائر		
Symbiose	تعايش - تكافل		
Synclinal	طبقة مقعرة		
Synthèse	تركيب - تآليف		
T			
Tectonique	علم تشكّل الصخور		
Ténia	دودة شريطية		
Toxique	سام		
Transpiration des animaux	تعرّق		
Transpiration des végétaux	نتح		
Transplantation	زرع الأعضاء		
Trophique	غذائي		
Tubercule	درنة		
Type	صنف - نمط		

Sommaire

Thème 1

Exploitation rationnelle des ressources géologiques 4

Chapitre 1

<i>La carte topographique</i>	8
La représentation du relief	9
Bilan	14
Exercices	15

Chapitre 2

<i>Notions de stratigraphie et de tectonique</i>	17
Les principes de la stratigraphie	18
Les plis et les failles	23
Bilan	27
Exercices	29

Chapitre 3

<i>La carte géologique</i>	31
Les éléments de la carte géologique	32
Bilan	34
Exercices	35

Chapitre 4

<i>Les ressources en eau et leur exploitation</i>	37
Les ressources en eau en Tunisie	38
Les caractéristiques des réserves d'eau souterraine	40
La carte hydrologique	41
Gestion rationnelle de l'eau	44
Bilan	46
Exercices	48

Chapitre 5

<i>Une roche sédimentaire à intérêt économique : les phosphates</i>	52
Intérêt économique de la roche et conséquences de son exploitation sur l'environnement	53
Propriétés physico-chimiques	56
Localisation et genèse des phosphates	59
Bilan	63
Exercices	65

Chapitre 6

<i>Une roche sédimentaire à intérêt économique : le pétrole</i>	67
Intérêt économique de la roche et conséquences de son exploitation sur l'environnement	68
Propriétés physico-chimiques	70
Localisation et formation d'un gisement de pétrole	72
Bilan	75
Exercices	77

Thème 2

Gestion rationnelle d'un écosystème 79

Chapitre 1

<i>Notion d'écosystème</i>	82
Etude d'un milieu : la forêt de Boukomine	83
Bilan	90
Exercices	91

Chapitre 2

<i>Adaptation des êtres vivants aux facteurs climatiques</i>	93
Action des facteurs climatiques sur les végétaux	94
Action des facteurs climatiques sur les animaux	101

	Bilan	106
	Exercices	108
Chapitre 3		
	<i>La répartition des végétaux en Tunisie</i>	110
	La répartition des végétaux	111
	Bilan	117
Chapitre 4		
	<i>Relations trophiques d'un écosystème</i>	118
	Les principaux types de relations alimentaires	119
	L'organisation des relations alimentaires dans un écosystème	127
	La production de biomasse dans un écosystème	134
	Le cycle de la matière	139
	Bilan	143
	Exercices	148
Chapitre 5		
	<i>Notion de développement durable</i>	155
	Actions négatives de l'Homme sur l'écosystème	156
	Actions positives de l'Homme sur l'écosystème	165
	Bilan	167
	Exercices	168
 Thème 3		
	Les êtres vivants : unité d'organisation, reproduction conforme.....	169
 Chapitre 1		
	La cellule, unité de structure des êtres vivants	173
	La structure de la cellule eucaryote	174
	Ultrastructure de la cellule eucaryote.	178
	Bilan	181
	Exercices	183
 Chapitre 2		
	Notions d'espèce et de lignée et de caractère héréditaire	184
	Notions d'espèce et de lignée.....	185
	Notion de caractère héréditaire	189
	Bilan	191
	Exercices	193
 Chapitre 3		
	La reproduction conforme et son mécanisme cellulaire.....	194
	Notion de reproduction conforme	195
	La mitose, mécanisme de la reproduction conforme.....	197
	Les chromosomes : forme et nombre.....	203
	Bilan	207
	Exercices	210
 Chapitre 4		
	L'information génétique	215
	Localisation et nature de l'information génétique	216
	Bilan	225
	Exercices	227
	Lexique.....	228
	Sommaire.....	231