

REPUBLIQUE TUNISIENNE  
MINISTERE DE L'EDUCATION

# SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

**1ère année de l'enseignement secondaire**

Mongi ABID  
Inspecteur principal

Najib CHEBBI  
Inspecteur principal

Mme Guermazi Hela née Kammoun  
Professeur principal

Mme Smaoui Asma née Abbès  
Professeur principal

**Evaluateurs :** Hédi BOUZID  
Inspecteur Général  
de l'Éducation

Abderrazek BACCOUCHE  
Inspecteur Général  
de l'Éducation

Fathia KHLIF  
Inspectrice principale

Centre National Pédagogique



## *Nos remerciements s'adressent à*

*Monsieur Hédi Bouzid, Inspecteur Général de l'Éducation.*

*Monsieur Abderrazek Baccouche, Inspecteur Général de l'Éducation.*

*Madame Fathia Khlif, Inspectrice Principale,*

*pour les documents qu'ils ont mis à notre disposition et pour leurs conseils scientifiques et pédagogiques suggérés dans le cadre de l'évaluation de ce manuel.*

*Monsieur Rachid Triki, Ingénieur Chimiste, pour les données sur la transformation chimique des phosphates, qu'il nous a aimablement fournies.*

*Monsieur Kfiabou Walid et Madame Chaari Anissa Chercheurs à l'Unité des Ressources et d'Amélioration Génétique de l'Institut de l'Olivier, pour les données sur la Multiplication Végétative de l'Olivier.*

*Monsieur Triki Rachid, Ingénieur Agronome, pour les données sur la multiplication végétative traditionnelle et les renseignements sur l'agriculture biologique.*

*Madame Gaaloul Nedja, Docteur, en Géologie, pour les informations sur l'histoire géologique de la falaise de Monastir.*

*L'équipe technique du CNP, tout particulièrement à Sofiène et Najoua, pour leur contribution dans la mise en œuvre de ce manuel.*

*Monsieur Mahmoud Bouhélal, Photographie, pour les prises de photos, qu'il a réalisées dans le cadre de ce manuel.*

Ce manuel s'adresse aux élèves de 1<sup>ère</sup> année secondaire. Il est conforme au nouveau programme.

### I - Composition du manuel

Le manuel comporte trois parties :

- Partie 1 : Amélioration de la production végétale.
- Partie 2 : Microbes et santé.
- Partie 3 : Découverte et gestion de notre environnement géologique.

Chaque partie comporte des apprentissages structurés en chapitres. Deux annexes sont présentées dans les dernières pages du manuel : des fiches méthodes et un Lexique.

Des fiches méthodes vous permettront de vous initier aux méthodes et techniques.

Un lexique vous permettra de comprendre la signification du vocabulaire scientifique utilisé.

### Les apprentissages

Ils sont structurés en chapitres. Chaque chapitre comporte les rubriques suivantes : Les acquis du collège, des activités, un bilan et des exercices.

### Les acquis du collège

Dans cette rubrique, figure une récapitulation des notions et des techniques réalisées au cours des apprentissages antérieurs. Votre rôle est de vérifier que vous maîtrisez bien ces savoirs sur lesquels vous devez construire les compétences nouvelles.

### Les activités :

Chaque activité est présentée selon le modèle suivant : une situation d'entrée, des documents à exploiter et des notions à retenir.

- *La situation d'entrée* est une courte introduction qui s'achève par la formulation d'un problème scientifique.
- *Les documents*, feront l'objet d'une exploitation. *L'encadré vert clair* comporte des tâches à effectuer pour construire les connaissances.
- *Un encadré rose* rassemble les principales notions à retenir.

### Le bilan

Il permet de récapituler les notions construites au cours d'un chapitre. Le bilan à la fin d'une séquence d'apprentissage reste à élaborer individuellement et/ou collectivement, avec l'aide de votre professeur, et au fur et à mesure de la progression de l'apprentissage.



## Les exercices

Cette rubrique comporte un ou (des) exercice(s) corrigé(s) et des exercices non corrigés. Les exercices corrigés suggèrent une démarche de résolution. Les exercices non corrigés, qui pourraient être utilisés comme support pendant l'apprentissage, permettent de vérifier le degré d'acquisition des apprentissages effectués.

### II - Utilisation du manuel :

Ce manuel pourrait être utilisé en classe et en dehors de la classe :

- l'exploitation des documents avant la leçon vous permettra de vous imprégner du sujet et de collecter des informations en relation avec le sujet traité.
- l'exploitation des documents en classe, soit individuellement ou par groupe d'élèves permettra de développer vos compétences et de construire les connaissances requises.
- après la classe, les documents du manuel, notamment le bilan et les exercices vous permettent de consolider les acquis.

*Notre vœu est que ce manuel permette, à chaque élève, d'apprendre, selon son rythme efficacement et avec plaisir les savoirs propres à la discipline fixés par le programme, de développer les compétences qui lui seront utiles, non seulement à l'école mais aussi dans la vie et d'adopter une attitude positive, active et créative qui vise à préserver sa santé et à améliorer les conditions de vie dans son environnement.*

*Les auteurs*

# AMELIORATION DE LA PRODUCTION VEGETALE



Un exemple de production végétale :  
Les céréales, base de l'alimentation dans la plupart des pays du monde.

La production végétale est à la base de l'alimentation humaine.

**Comment améliorer cette production pour subvenir aux besoins croissants d'une population croissante dans le monde ?**

Vous avez appris au collège que la plante verte, pour se nourrir, prélève de son milieu de l'eau, des sels minéraux et du carbone et produit de la matière végétale.

Une meilleure connaissance des besoins nutritionnels de la plante verte, des mécanismes et des conditions de sa nutrition d'une part, des différentes techniques utilisées pour sa multiplication d'autre part, a permis d'agir pour améliorer la qualité et la quantité de la production végétale.

Dans cette partie, vous étudierez les chapitres suivants :

**Chapitre 1** : la nutrition minérale des plantes vertes.

**Chapitre 2** : la nutrition carbonée des plantes vertes.

**Chapitre 3** : la multiplication végétative.

et ce en vue de comprendre divers aspects de leur application dans l'amélioration de la production végétale.



## SITUATION D'INTÉGRATION (1)

*L'olivier est commun partout en Tunisie sauf dans les régions sahariennes et les régions très humides.*

*Les oliveraies constituent, pour la Tunisie une partie importante de ses ressources naturelles. Des instituts de l'olivier ont été créés, ils visent à améliorer la production de cette plante, tout en préservant l'environnement. Cette amélioration consiste à :*

- restituer les éléments minéraux utilisés par l'oliveraie.*
- combattre les ravageurs.*
- augmenter rapidement l'effectif des plantes.*

*Les techniques traditionnelles de fertilisation et de lutte contre les ravageurs sont de plus en plus délaissées au profit des techniques nouvelles dites biologiques .*

*Les techniques modernes de culture in-vitro remplacent les techniques traditionnelles de multiplication végétative dans le but de satisfaire les besoins nutritionnels de la présente et des futures générations.*

*Réaliser un dossier, une affiche, un poster, un diaporama ou une séquence vidéo... montrant :*

- ◆ les domaines d'exploitation de l'olivier.*
- ◆ les différentes variétés cultivées en Tunisie.*
- ◆ les caractéristiques de l'olivier qui lui permettent de pousser dans les régions où la pluviométrie est rare et irrégulière.*
- ◆ la nature et la quantité des engrais minéraux utilisés traditionnellement dans la fertilisation des oliveraies.*
- ◆ les techniques de l'agriculture biologique utilisées actuellement dans les oliveraies et leurs intérêts.*
- ◆ les espèces animales qui ravagent les récoltes de l'olivier et les moyens de lutte.*

## SITUATION D'NTEGRATION (2)

*En faisant l'analyse chimique de plusieurs échantillons de sol destinés à faire des cultures de tomate, on a remarqué que la quantité de calcaire est différente d'un sol à un autre. On s'interroge sur l'effet du calcaire sur la tomate. Si on suppose que celle-ci a manifesté une sensibilité envers le calcaire, quelle serait l'effet de la teneur du calcaire sur le rendement de la culture ? Si l'effet du calcaire est significatif, serait-il identique sur les différentes variétés de tomate ?*

*Proposer un protocole expérimental permettant de répondre à toutes ces interrogations.*

# NUTRITION MINERALE

La plante verte prélève l'eau et les sels minéraux du sol pour produire la matière végétale ; c'est la nutrition minérale.

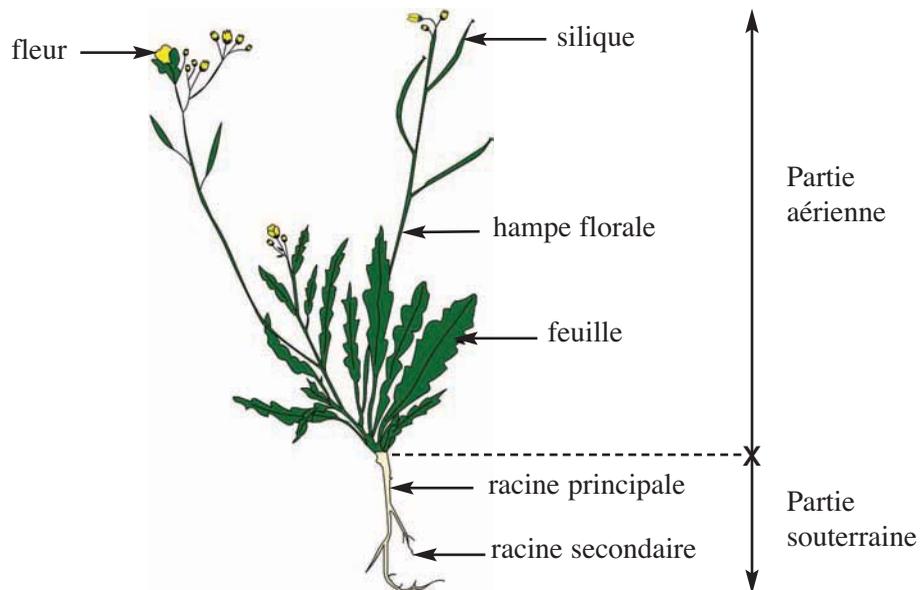
La connaissance des conditions optimales de l'alimentation en eau et en sels minéraux permet d'améliorer la production végétale.

- 1. Comment la plante prélève-t-elle l'eau du sol ?**
- 2. Quels sont les besoins de la plante verte en sels minéraux ?**
- 3. Comment les substances absorbées circulent-elles dans la plante ?**
- 4. Comment améliorer le rendement des cultures par l'irrigation et la fertilisation rationnelles des sols ?**

Sommaire	Pages
■ L'absorption d'eau chez la plante .....	10
■ Le mécanisme de l'absorption d'eau .....	13
■ La transpiration .....	17
■ Les besoins en sels minéraux de la plante verte .....	21
■ La conduction .....	25
■ L'amélioration de la production végétale .....	28
■ Bilan .....	33
■ Exercices .....	36

# LES ACQUIS DU COLLÈGE

- ❖ Organisation d'une plante : le Diplotaxis.



- ❖ Les végétaux verts ont besoin d'eau.
- ❖ Les végétaux verts ont besoin de sels minéraux.  
Ces substances sont nécessaires pour la croissance de la plante.
- ❖ L'absorption de l'eau et des sels minéraux s'effectue par les racines au niveau des poils absorbants.
- ❖ L'eau et les sels minéraux absorbés constituent la sève brute qui circule des racines vers tous les organes de la plante dans des vaisseaux conducteurs.

- ❖ La plante verte transpire par les feuilles.
- ❖ Les végétaux verts exposés à la lumière, fabriquent de l'amidon à partir de l'eau et du dioxyde de carbone grâce à la chlorophylle.
- ❖ Les plantes emmagasinent de la matière organique dans des organes de réserve : racines, tiges, feuilles, fleurs et fruits.
- ❖ Les constituants fondamentaux de la cellule sont la membrane, le cytoplasme et le noyau.
- ❖ Le sol est constitué de sable, d'argile, de calcaire... d'eau, de sels minéraux et de matières organiques (humus, litière, fumier...).
- ❖ L'amélioration de la production végétale nécessite un arrosage régulier et des engrais.

# LA NUTRITION MINERALE

## L'absorption d'eau.

L'eau est un aliment indispensable à la plante qu'elle absorbe par ses racines.

**Comment mettre en évidence l'absorption d'eau ?**

**Par quelles structures la plante absorbe t-elle de l'eau ?**

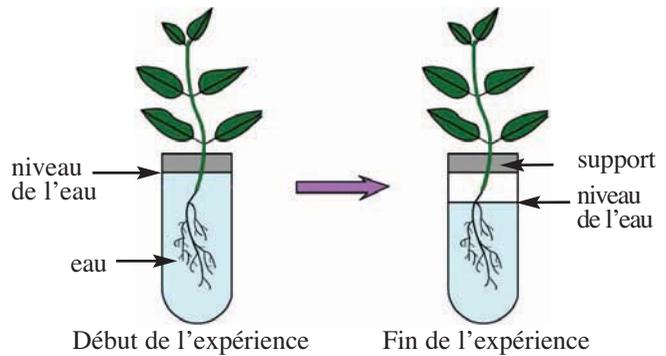
**Comment mesurer l'absorption d'eau ?**

1

### MISE EN EVIDENCE DE L'ABSORPTION D'EAU :

#### Manipulation :

- Placer une plante dans un tube contenant de l'eau.
- Repérer le niveau de l'eau.
- Observer le résultat 24 heures après.



1. La plante absorbe de l'eau



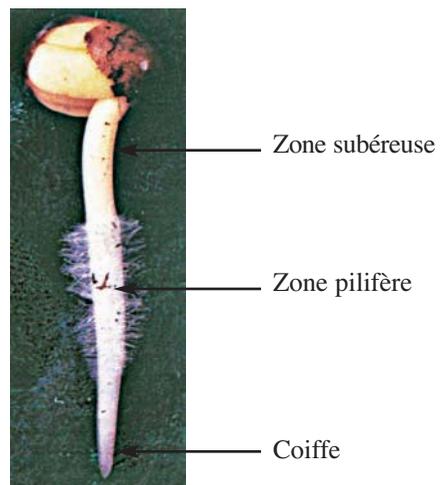
- 1 - Réaliser la manipulation présentée.
- 2 - Décrire les résultats obtenus et conclure.

2

### OBSERVATION D'UNE JEUNE RACINE À LA LOUPE BINOCULAIRE :

#### Préparation de la racine :

- Faire germer des graines de radis sur un papier filtre imbibé d'eau.
- Observer une graine germée à la loupe binoculaire (photo. 2).



2. L'organisation de la racine

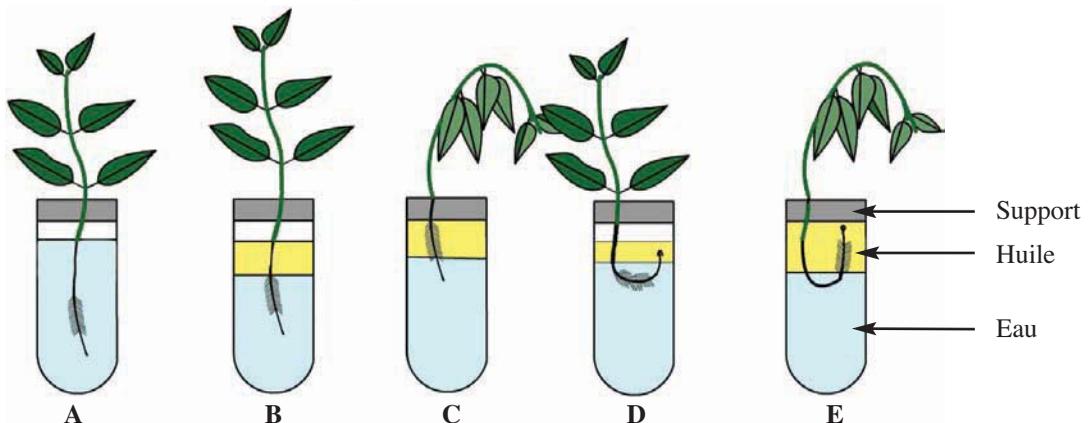


1. Faire un schéma légendé d'une jeune racine.
2. Emettre des hypothèses sur la zone d'absorption.
3. Concevoir une expérience permettant de vérifier la validité de chacune des hypothèses proposées.

## 3

**DÉTERMINATION DE LA ZONE D'ABSORPTION :****Expérience de Rosène.****Manipulation :**

- Disposer de cinq jeunes plants.
- Préparer 5 tubes à essais A, B, C, D et E.
- Remplir le tube A avec de l'eau et les tubes B, C, D et E avec de l'eau et de l'huile.
- Plonger les racines des jeunes plants dans les cinq tubes comme suit :
  - Dans le tube A, plonger toute la racine dans l'eau.
  - Dans le tube B, plonger la coiffe et la zone pilifère dans l'eau, la zone subéreuse dans l'huile.
  - Dans le tube C, plonger la coiffe dans l'eau, la zone pilifère dans l'huile.
  - Dans le tube D, plonger la zone pilifère dans l'eau, la coiffe et la zone subéreuse dans l'huile.
  - Dans le tube E, plonger la zone subéreuse dans l'eau, la zone pilifère et la coiffe dans l'huile.
- Observer le résultat de l'expérience au bout de 24 heures.



3. Résultats de l'expérience de Rosène



1. Quelle est l'utilité du tube A ?

2. Décrire les résultats obtenus pour chacun des tubes.



3. Quelle hypothèse se trouve validée par les résultats obtenus ?

4. Retrouver les étapes de la démarche expérimentale dans l'expérience de Rosène.

## 4

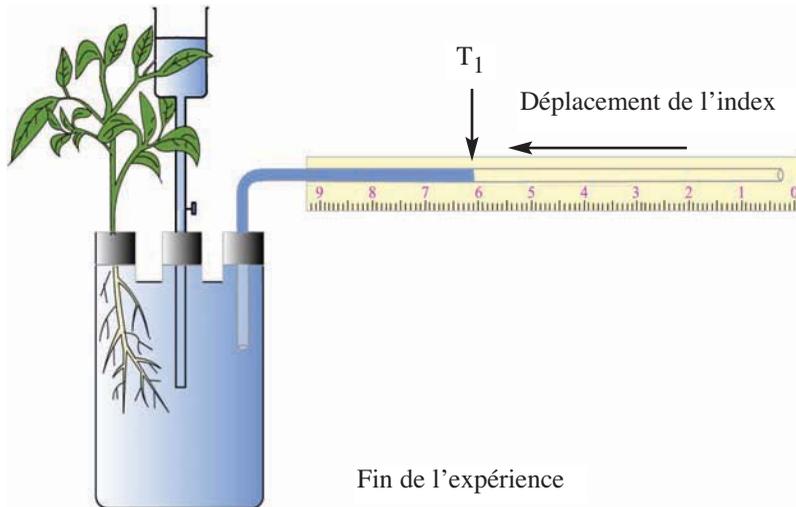
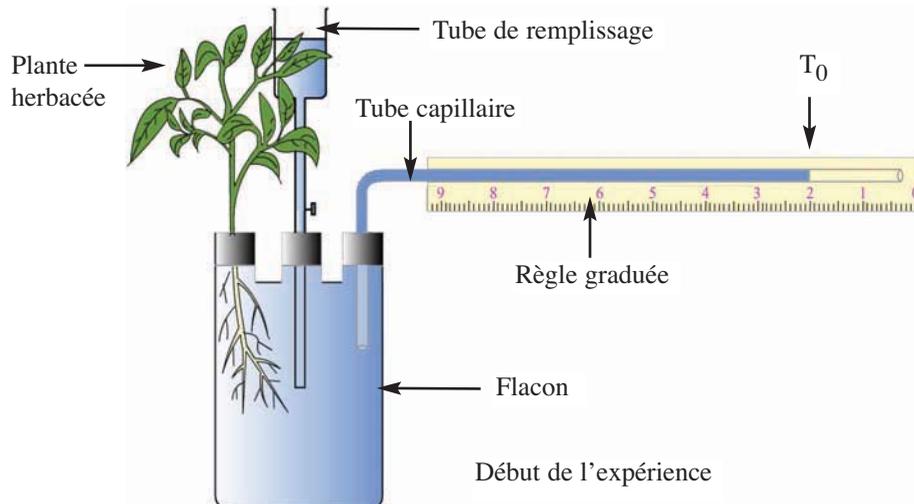
**MESURE DE L'ABSORPTION D'EAU :****Manipulation :**

On mesure l'absorption d'eau à l'aide d'un dispositif appelé potomètre ( potos = boisson, mètre = mesure ) qu'on peut confectionner en utilisant du matériel de laboratoire. La figure 4 représente un exemple de potomètre.

- Utiliser une plante herbacée fraîchement déracinée dont les racines sont restées intactes.
- Utiliser de la vaseline ou de la pâte à modeler pour assurer l'étanchéité.
- Repérer au début de l'expérience ( temps  $t_0$  ) la position de l'index dans le tube capillaire.
- Noter la position de l'index dans le tube capillaire toutes les 10 minutes durant 30 minutes ( $T_1, T_2, T_3$ ).

– Porter les résultats obtenus sur le tableau suivant après l’avoir recopié.

Temps en minutes	0	10	20	30
Position de l’index en mm	...	...	...	...



#### 4. Mesure de l’absorption à l’aide d’un potomère



1. Proposer une explication au déplacement de l’index.
2. Déterminer la quantité d’eau absorbée par la plante en 30 minutes.
3. Tracer la courbe de variation du volume d’eau dans le tube capillaire en fonction du temps.
4. Calculer la vitesse d’absorption (en  $\text{cm}^3/\text{heure}$ ).
5. Chercher des renseignements concernant les besoins en eau du blé, de l’orange et de l’olivier.



### Retenons

**Absorption d’eau :** entrée d’eau dans la plante par le système racinaire.

# LA NUTRITION MINERALE

## Le mécanisme de l'absorption.

L'absorption d'eau par la plante se fait au niveau des poils absorbants de la zone pilifère des racines.

**Comment se fait le passage d'eau du sol vers les poils absorbants ?**

1

### DES CONSTATATIONS :

- Des graines de pois chiche plongées dans de l'eau de robinet deviennent gonflées.
- Des olives plongées dans l'eau fortement salée deviennent crénelées.

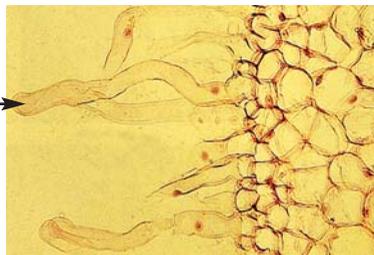


1. En tenant compte du fait que les graines de pois chiches et les olives sont formées de cellules, émettre une hypothèse expliquant les changements observés de leur état.
2. Proposer une expérience permettant de valider l'hypothèse.

2

### LES POILS ABSORBANTS :

Poil absorbant



1. Observation microscopique d'une coupe transversale partielle d'une racine au niveau de la zone pilifère.

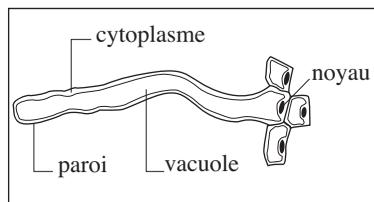


Schéma d'interprétation d'un poil absorbant

#### Les caractéristiques de la surface d'absorption

- **Dimension d'un poil absorbant :** diamètre = 12 à 15  $\mu\text{m}$  ; longueur = 1 à plusieurs mm.
- **Estimation du nombre de poils absorbants :** jusqu'à 2000 par  $\text{cm}^2$  chez les graminées (soit 14 milliards au total chez un plant de seigle).
- **Estimation de la surface d'absorption :** les poils assurent à une jeune plante de seigle une surface de contact avec la solution du sol d'environ 400  $\text{m}^2$ .



1. Montrer que l'organisation d'un poil absorbant est celle d'une cellule.

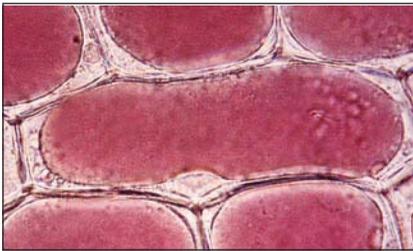


2. Quel est l'intérêt d'avoir une grande surface de contact entre les poils absorbants et la solution du sol ?

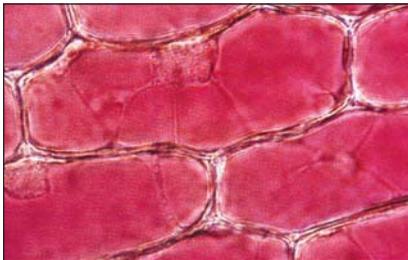
### Manipulation :

- Prélever trois fragments d'épiderme supérieur de fleur d'hibiscus ou d'oignon violet (cellules à vacuole naturellement colorée) ;
- Plonger chaque fragment dans une solution de chlorure de sodium( NaCl ) de concentration déterminée (2 g/l, 9 g/l et 20 g/l) pendant 3' ;
- Monter chacun des fragments entre lame et lamelle dans une goutte de la solution correspondante ;
- Observer les préparations au microscope.

Les microphotographies 2, 3 et 4 correspondent à des cellules d'épiderme d'oignon violet placées respectivement dans des solutions de NaCl à 9g/l, 2g/l et 20 g/l.



2. Cellules épidermiques normales  
(G=x 600)



3. Cellules épidermiques turgescentes  
(G=x 600)



4. Cellules épidermiques plasmolysées (G =x 600)



1. Pourquoi choisit-on de mettre en évidence les échanges cellulaires d'eau au niveau des cellules à vacuoles colorées ?

2. Comparer les 3 observations microscopiques obtenues : quantité de cytoplasme, taille de la vacuole et intensité de sa coloration .



3. Proposer une explication aux différences observées.

4. Faire un schéma légendé d'une cellule plasmolysée et d'une cellule turgescente.

5. Retrouver les étapes de la démarche expérimentale dans la mise en évidence des échanges cellulaires d'eau.



6. Chercher, sur Internet, des applications sur les échanges cellulaires. En sélectionner celles qui concernent les échanges d'eau, les enregistrer sur disquette et les présenter en classe.



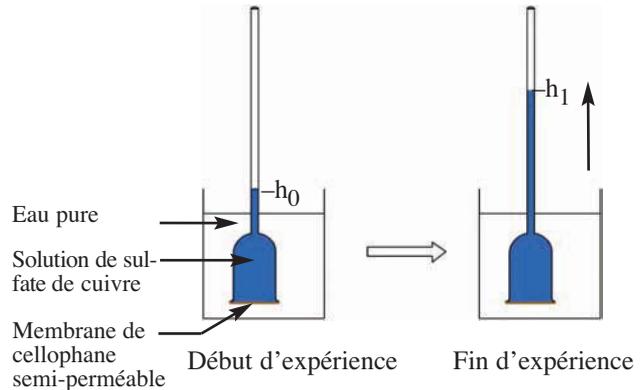
7. Réaliser une simulation sur les échanges cellulaires d'eau.

4

## LA LOI DE L'OSMOSE :

### Préparer un osmomètre :

- Verser de l'eau pure dans un becher.
- Boucher l'extrémité évasée d'un tube en entonnoir par une membrane semi-perméable.  
(membrane d'une vessie de mouton ou, à défaut, utiliser du papier de cellophane).
- Verser dans ce tube une solution de sulfate de cuivre.
- Plonger le tube dans le becher.
- Marquer le niveau initial de cette solution  $h_0$  au début de l'expérience.
- Marquer le niveau de cette solution  $h_1$  au bout d'une heure.



5. L'osmomètre



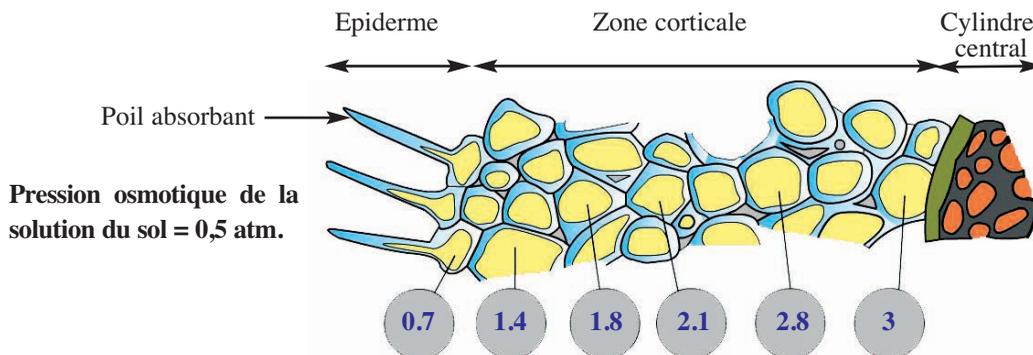
1. Retrouver l'analogie entre le montage expérimental (l'osmomètre) et la cellule dans son milieu.
2. Expliquer l'élévation du niveau de la solution de sulfate de cuivre dans le tube de l'osmomètre.
3. Prévoir le résultat obtenu si on inverse les positions des liquides dans le montage.
4. Le passage d'eau mis en évidence est appelé osmose. Dans quel sens et dans quel but se fait-il ? Dégager la loi de l'osmose.
5. Montrer que la loi de l'osmose explique les phénomènes de turgescence et de plasmolyse observés au niveau des cellules.



5

## LA CONDUCTION LATÉRALE :

Les chiffres inscrits dans les cercles de la figure 6 indiquent des valeurs de la pression osmotique en atmosphère dans les différentes cellules d'une racine de fève situées entre le poil absorbant et le cylindre central.



6. Schéma d'une coupe transversale d'une racine montrant les valeurs de la pression osmotique dans les cellules



1. Dédire d'après ce qui précède le mécanisme de l'absorption au niveau du poil absorbant.
2. Justifier la nécessité de la présence dans le sol d'une solution minérale très diluée.
3. Quel est le devenir de l'eau absorbée ?

## Retenons



**Poil absorbant** : cellule de l'épiderme de la racine assurant l'absorption d'eau et des sels minéraux.

**Osmomètre** : appareil permettant de mettre en évidence les échanges d'eau à travers une membrane semi perméable.

**Osmose** : passage d'eau à travers une membrane semi perméable du milieu le moins concentré vers le milieu le plus concentré.

**Pression osmotique** : force exercée par les particules de substance dissoute sur le solvant. Sa valeur se détermine par la formule suivante :  $\pi = n.R.T$  (  $n$  =nombre de moles du soluté par litre ;  $R = 0,082$ ).

$T$  = température ambiante en degré Kelvin =  $T^{\circ}\text{C} + 273$ .

**Milieu hypotonique** : milieu de faible pression osmotique par rapport à un 2<sup>ème</sup> milieu.

**Milieu hypertonique** : milieu de forte pression osmotique par rapport à un 2<sup>ème</sup> milieu.

# LA NUTRITION MINERALE

## La transpiration.

La plante verte perd de l'eau sous forme de vapeur surtout par les feuilles. On dit qu'elle transpire.

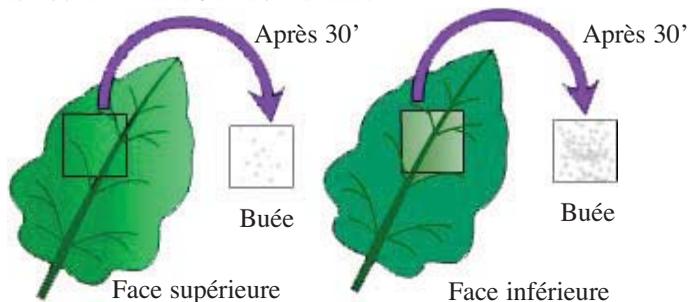
1. Par quelle(s) face(s) de la feuille se fait la transpiration ?
2. Quelles sont les structures responsables de cette transpiration ?
3. Quels sont les facteurs qui influencent la transpiration ?

1

### PAR QUELLE(S) FACE(S) DE LA FEUILLE S'EFFECTUE LA TRANSPIRATION ?

#### Manipulation :

- Sur une plante vivante, fixer une lamelle de verre sur la face supérieure d'une feuille et une autre lamelle sur sa face inférieure.
- Exposer l'ensemble à l'air atmosphérique.
- Observer le résultat au bout de 30 mn.



1. Cette feuille transpire par ses 2 faces



1. Décrire les résultats obtenus.



2. Emettre une hypothèse qui explique la différence constatée.

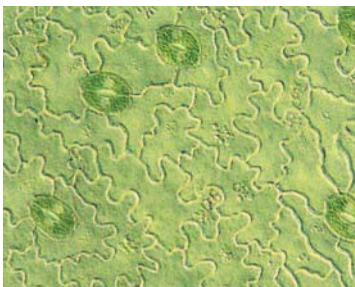
3. Que peut-on faire pour le vérifier ?

2

### LES STRUCTURES RESPONSABLES DE LA TRANSPIRATION :

#### Manipulation :

- Prélever un lambeau de l'épiderme inférieur d'une feuille de Géranium.
- Monter le lambeau entre lame et lamelle dans une goutte d'eau.
- Observer au microscope, d'abord au faible, au moyen puis au fort grossissement.



2. Epiderme inférieur d'une feuille de Géranium observé au microscope

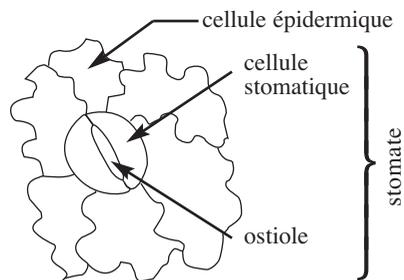


Schéma d'interprétation



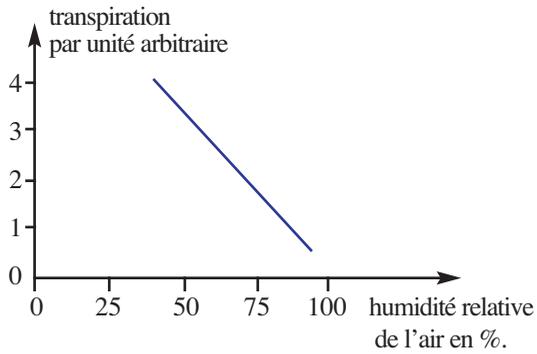
1. Repérer les structures responsables de la transpiration.



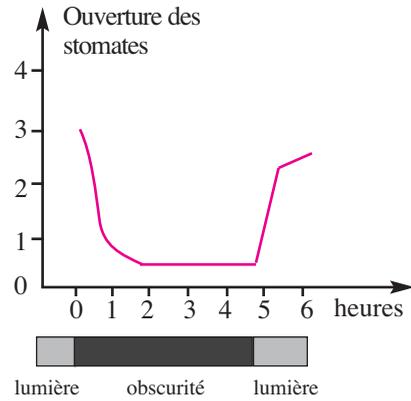
2. Décrire et schématiser l'une d'elles.

## LES FACTEURS AGISSANT SUR LA TRANSPIRATION :

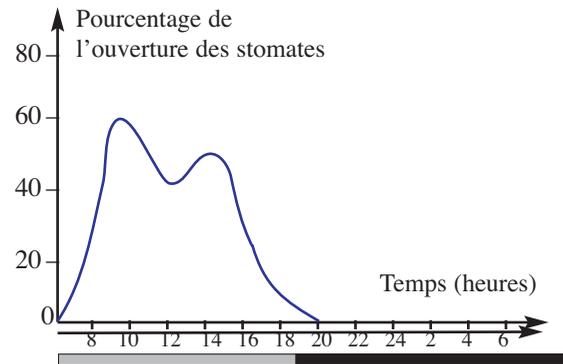
3. Variation de l'intensité de la transpiration foliaire d'un pied de tournesol, à l'obscurité totale, en fonction de l'humidité relative de l'air.



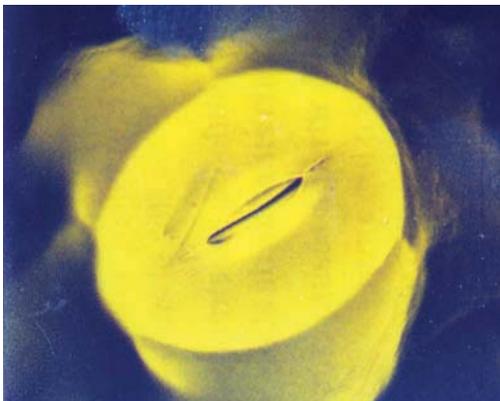
4. Variation de l'ouverture des stomates en fonction de la lumière.



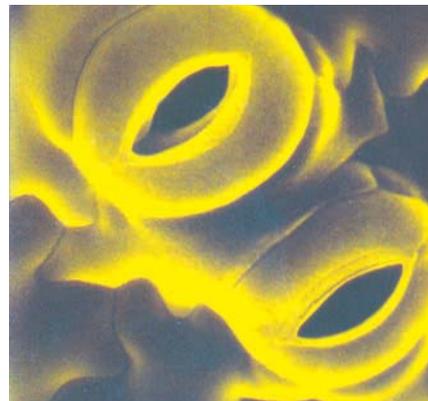
5. Ouverture des stomates en fonction des heures de la journée.



6. Stomate d'une feuille à l'obscurité observé au microscope électronique à balayage.



7. Stomates d'une feuille exposée à la lumière observés au microscope électronique à balayage.





1. Analyser le tracé 3. Déduire l'effet de l'humidité sur la transpiration.
2. Analyser le tracé 4. Déduire l'effet de l'éclairement sur la transpiration.
3. Analyser le tracé 5. Déduire l'effet de la température sur la transpiration.
4. Comparer l'ouverture des stomates dans les photos 6 et 7.  
Etablir une relation entre l'ouverture de l'ostiole et l'intensité de la transpiration.
5. Chercher des renseignements concernant le nombre de stomates par unité de surface chez quelques espèces végétales.

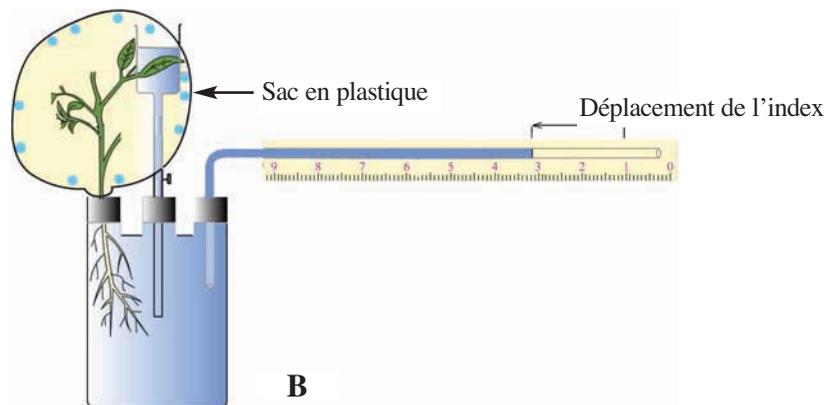
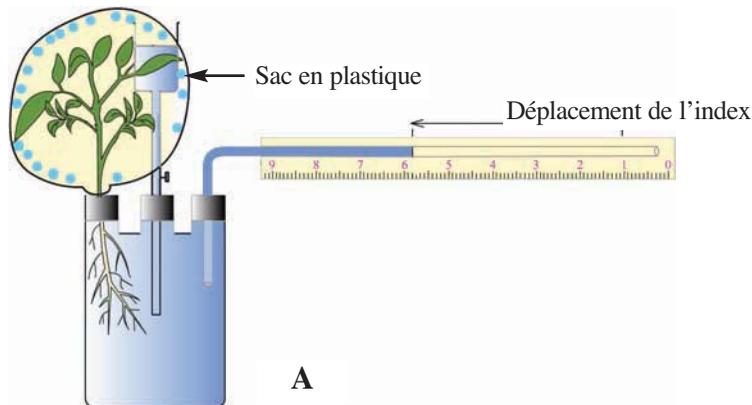


4

## RELATION ENTRE L'ABSORPTION ET LA TRANSPIRATION :

### Manipulation :

- Préparer 2 potomètres A et B.
- Disposer de 2 plantes herbacées p1 et p2 de même taille et de même âge.
- Installer la plante p1 dans le potomètre A.
- Enlever quelques feuilles de la plante p2, l'installer ensuite dans le potomètre B.
- Couvrir la partie aérienne de chacune des plantes p1 et p2 par un sac en plastique.
- Noter les résultats obtenus toutes les 5'.



8. Mise en évidence de la relation entre l'absorption et la transpiration

Le tableau suivant récapitule les résultats obtenus durant 20 minutes.

Temps en minutes	0	5	10	15	20
Déplacement de l'index en mm dans le potomètre A.	0	11	21	37	48
Déplacement de l'index en mm dans le potomètre B.	0	6	12	16	21



1. Comparer le déplacement de l'index dans les deux potomètres.
2. Comparer le nombre de gouttes d'eau déposées sur la paroi interne du sac en plastique dans les 2 dispositifs..
3. Faire une déduction à partir des deux comparaisons précédentes.
4. Comment peut-on utiliser le potomètre pour montrer l'influence de la température sur l'aspiration foliaire ?
5. Expliquer pourquoi l'irrigation est nécessaire à la suite des journées ensoleillées et chaudes.

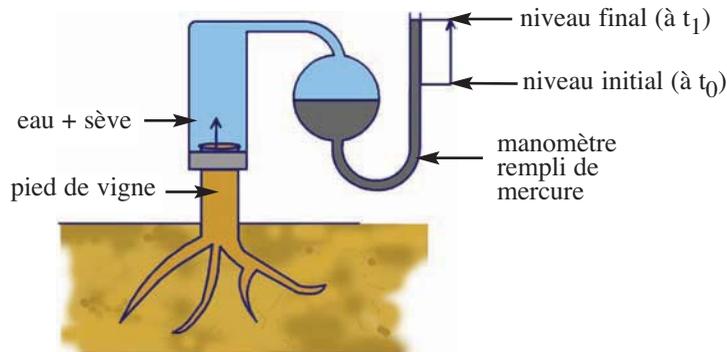
5

## MISE EN ÉVIDENCE DE LA POUSSÉE RADICULAIRE :

Un rameau de vigne coupé au printemps, montre de la sève qui s'écoule au niveau de la section de la tige (on dit que la vigne pleure). Ce phénomène est dû au fait que la sève brute circule sous pression dans les vaisseaux du bois.

### Expérience de HALES.

Hales réalise le montage indiqué dans la figure 9. Il note la position du mercure au temps  $t_0$  et au temps  $t_1$ , 1 heure après.



9. L'expérience de HALES



Proposer une explication à la montée du mercure dans le manomètre.



## Retenons

**Transpiration :** perte d'eau par la plante verte sous forme de vapeur.

**Stomate :** structure épidermique formée d'un ostiole bordée de deux cellules stomatiques.

**Bilan hydrique :** différence entre la quantité d'eau absorbée et la quantité d'eau perdue par une plante.

**Aspiration foliaire :** mouvement d'eau vers les feuilles provoqué par la transpiration.

**Poussée radiculaire :** poussée exercée par la racine entraînant une montée de l'eau dans la plante.

# LA NUTRITION MINERALE

## Besoin des plantes vertes en sels minéraux.

En plus de l'eau, les végétaux verts ont besoin de consommer des sels minéraux pour croître et élaborer leurs propres matières .

**Quels sont les besoins qualitatifs des plantes vertes en sels minéraux ?  
Quel est le rôle des engrais dans la vie de la plante ?**

1

### LA MÉTHODE ANALYTIQUE :

**Principe de la méthode analytique :** on brûle un végétal et on récupère les gaz dégagés lors de la combustion ainsi que les cendres qui restent en fin d'expérience. L'analyse chimique des produits de la combustion permet de déterminer les divers éléments chimiques qui entrent dans la composition de la plante : c'est la composition élémentaire de la plante.



D'après vos connaissances, d'où proviennent les éléments chimiques qui composent la plante ?

Eléments		Luzerne
Carbone	C	11,34
Hydrogène	H	8,72
Oxygène	O	77,90
Azote	N	0,82
Phosphore	P	0,71
Souffre	S	0,10
Total : C.H.O.N.P.S		99,59
Calcium	Ca	0,058
Sodium	Na	0,03
Potassium	K	0,17
Magnesium	Mg	0,08
Aluminium	Al	0,0025
Silicium	Si	0,0093
Fer	Fe	0,0027

1. Composition élémentaire de la luzerne en % de masse de matière fraîche.

2

### MISE AU POINT D'UN MILIEU SYNTHÉTIQUE COMPLET :

#### Principe de la méthode synthétique :

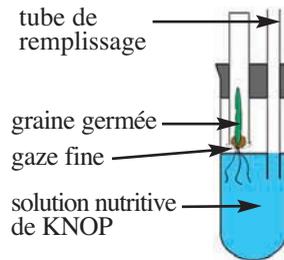
En tenant compte de la composition élémentaire de la plante et de la composition du sol en sels minéraux, on fabrique après plusieurs essais une solution nutritive formée d'un mélange d'eau et de sels minéraux capable d'assurer un développement normal de la plante .

En 1860, KNOP<sup>1</sup> réalise l'expérience suivante avec des plantes vertes :

Il fabrique une solution formée d'un mélange d'eau et de sels minéraux en tenant compte de la composition élémentaire des plantes. Cette solution servira de milieu de culture ; c'est ce qu'on appelle un milieu synthétique dont voici la composition :

Sels minéraux	Formule chimique	Grammes par litre d'eau
Nitrate de calcium	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ,	1g
Nitrate de potassium	KNO <sub>3</sub>	0.25g
Sulfate de magnésium	MgSO <sub>4</sub> ,	0.25g
Phosphate monopotassique	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.25g
Chlorure ferrique	FeCl <sub>3</sub>	0.001g
Eau distillée	H <sub>2</sub> O	qsp 1000 ml

2. Composition du liquide de Knop



3. Montage de Knop

Il fait germer des grains de maïs sur de l'eau distillée, lorsque la racine atteint quelques cm, il place les plantes dans des montages tels que celui schématisé dans la figure 3. Les montages sont ensuite installés dans un milieu bien éclairé.

**Résultat :** toutes les plantes sont bien développées, ont fleuri et ont produit des graines capables de donner naissance à de nouvelles plantes.



1. Sur quel résultat KNOP s'est-il basé pour mettre au point son milieu synthétique ? Justifier.
2. Sous quelle forme se trouve l'azote « N » et le phosphore « P » dans la solution de KNOP ?

KNOP<sup>1</sup> : physiologiste allemand.

## CULTURE DU MAÏS SUR DIFFERENTS MILIEUX SYNTHÉTIQUES :

- Des cultures de maïs sont réalisées sur 6 milieux synthétiques différents : un milieu synthétique complet et 5 milieux synthétiques carencés, c'est à dire dépourvus d'un élément minéral donné ; soit l'azote (N), soit le phosphore (P), soit le potassium (K), soit le magnésium (Mg), soit le fer (Fe). Pour cela, on fabrique les milieux de cultures en enlevant à chaque fois l'élément supposé important dans la vie de la plante.

Milieux	Milieu de KNOP	Milieu sans Azote	Milieu sans phosphore	Milieu sans potassium	Milieu sans magnésium	Milieu sans fer
<b>Les constituants</b>						
Eau distillée	1 litre	1 litre	1 litre	1 litre	1 litre	1 litre
Nitrate de calcium	1 g		1 g	1 g	1 g	1 g
Nitrate de potassium	0,25 g		0,25 g		0,25 g	0,25 g
Sulfate de magnésium	0,25 g	0,25 g	0,25 g	0,25 g		0,25 g
Phosphate monopotassique	0,25 g	0,25 g			0,25 g	0,25 g
Phosphate de fer	traces	traces		traces	traces	
Sulfate de calcium		1 g			0,25 g	
Chlorure de potassium		0,25 g	0,25 g			
Phosphate monosodique				0,25 g		traces
Chlorure ferrique			traces			

### 4. Composition de 6 milieux de culture synthétiques

- On part de 6 lots de jeunes plantes ayant environ la même taille qu'on cultive sur une matière servant de support. On les arrose régulièrement avec la solution correspondante. On observe les résultats au bout de 3 semaines figure 5.

Témoins

Expériences						
Résultats au bout de 3 semaines.	Milieu de KNOP	Milieu sans Azote	Milieu sans phosphore	Milieu sans potassium	Milieu sans magnésium	Milieu sans fer
Etat des plantes						
Etat des feuilles	Normales	Chlorose	Jaunissement à l'extrémité des feuilles	Nécrose	Jaunissement du limbe entre les nervures.	Chlorose
Masse sèche en (g) pour 100 pieds	162	68	116	44	120	130

### 5. Résultats des cultures



1. Dans quel but l'expérience du document 3 a-t-elle été réalisée ?

2. Analyser les résultats et les expliquer.

3. Déterminer la nature des éléments minéraux nécessaires à la nutrition de la plante.



4. Parmi ces éléments, peut-on dire que les uns sont plus importants pour la nutrition de la plante que les autres ?

## VARIATION DE LA CROISSANCE D'UNE PLANTE AVEC LA CONCENTRATION DE LA SOLUTION NUTRITIVE EN POTASSIUM :

4

On répartit 13 lots semblables de jeunes plantes sur des solutions nutritives synthétiques qui diffèrent par leur concentration en potassium.

Au bout de quelques semaines de culture, on estime la vitesse de croissance de ces plantes.

Les résultats des mesures sont rassemblés dans le tableau suivant :

x	100	150	200	300	400	500	550	600	650	700	800	900	1000
y	21	30	42	60	90	139	142	143	141	140	100	50	10

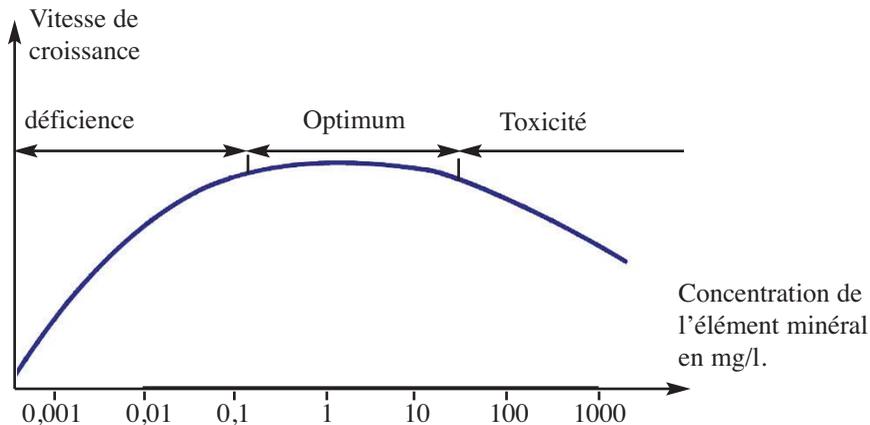
x : mg de potassium par litre de solution nutritive

y : croissance en mg de matière fraîche par unité de masse de la plante et par unité de temps (vitesse de croissance).

## EFFET DE LA VARIATION DE LA CONCENTRATION D'UN ÉLÉMENT SUR LA CROISSANCE D'UNE PLANTE :

5

On a mesuré la croissance d'une plante en fonction de la concentration de la solution nutritive en un macroélément (N). Les résultats sont représentés dans le tracé 6.



6. Croissance d'une plante en fonction de la concentration d'un macro-élément

1. Utiliser le tableau du doc 4 pour tracer la courbe de croissance de la plante en fonction de la concentration du milieu de culture en potassium.
2. Décomposer la courbe obtenue en 3 parties.
3. En se référant au tracé 6, que peut-on dire des concentrations de  $K < 500 \text{ mg/l}$  ? des concentrations de  $500 \text{ mg/l} \leq K \leq 700 \text{ mg/l}$  ? des concentrations de  $K > 700 \text{ mg/l}$  ? Conclure.



## Retenons

**Milieu synthétique complet :** milieu nutritif artificiel contenant tous les éléments minéraux assurant une croissance normale de la plante.

**Milieu synthétique incomplet :** milieu nutritif artificiel qui lui manque un ou plusieurs éléments indispensable(s) à la nutrition de la plante.

**Macrolément :** élément minéral nécessaire à la plante en faible quantité, de l'ordre du g au mg.

**Oligoélément :** élément minéral nécessaire à la plante en très faible quantité de l'ordre du  $\mu\text{g}$ .

**Concentration optimale :** concentration permettant une vitesse maximale de croissance.

**Concentration toxique :** concentration conduisant à l'empoisonnement de la plante.

**Déficience en élément minéraux :** insuffisance d'un élément minéral limitant la croissance.

# LA NUTRITION MINERALE

## La conduction.

L'eau et les sels minéraux absorbés au niveau des racines forment la sève brute qui circule dans la plante depuis les racines jusqu'aux différents organes aériens de la plante.

**Quelles sont les structures qui assurent cette conduction de sève brute ?**

1

### MISE EN EVIDENCE DE LA CONDUCTION DE L'EAU DANS LA PLANTE :

#### Manipulation :

- Plonger une tige de marguerite portant une fleur dans un tube contenant une solution d'éosine diluée à 2% pendant une demie heure.



Début de l'expérience



Fin de l'expérience

1. Mise en évidence de la conduction



1. Réaliser la manipulation présentée.
2. Repérer et localiser les traces de l'éosine au niveau des pétales de la fleur à la fin de l'expérience.
3. Expliquer les résultats obtenus et conclure.



2

### MISE EN EVIDENCE DES VAISSEAUX CONDUCTEURS DE LA SÈVE BRUTE DANS LA RACINE DE CAROTTE :

#### Manipulation :

- Placer une racine de carotte dans un bécher contenant une solution de bleu de méthylène à 1% pendant 24 heures (photo 2).
- Observer la coupe transversale de la racine à la fin de l'expérience (photo 3).



2. Expérience



3. C.T. de la racine à la fin de l'expérience



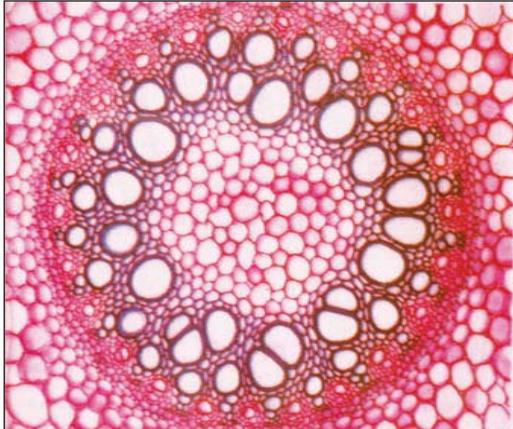
1. Réaliser la manipulation.
2. Expliquer les résultats observés au bout de 24 heures.



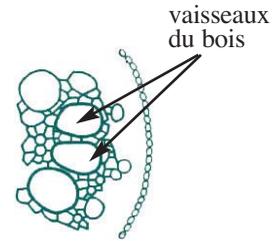
## OBSERVATIONS MICROSCOPIQUES DE COUPES RÉALISÉES AU NIVEAU DES ORGANES DE LA PLANTE ( Coloration au carmino-vert ) :

Le carmino-vert est un colorant des parois des cellules végétales : il colore en vert celles qui sont riches en lignine (bois) et en rose foncé celles qui sont riches en cellulose.

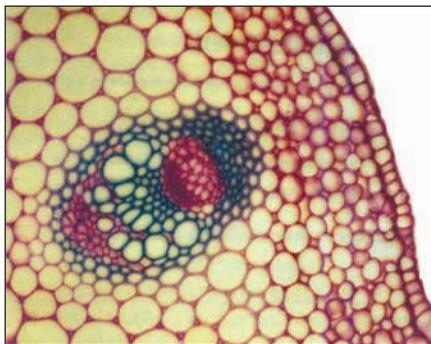
Un vaisseau conducteur de la sève brute, ou vaisseau du bois, est une file de cellules mortes réduites, à leur paroi riche en lignine ; l'ensemble des vaisseaux du bois forme le xylème.



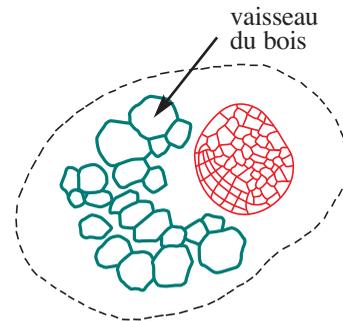
4. Coupe transversale d'une racine d'asperge (cylindre central x 70)



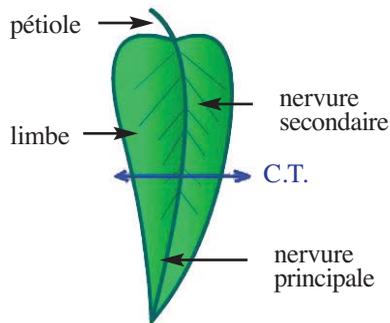
Interprétation schématique



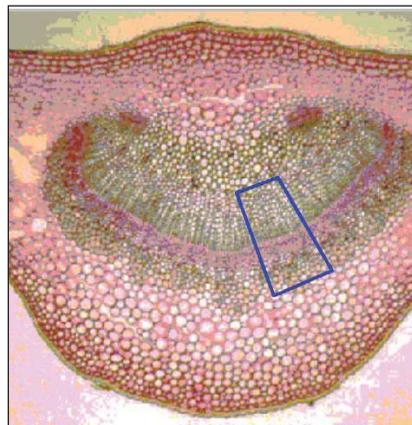
5. Coupe transversale d'une portion de tige de renoucle x 70



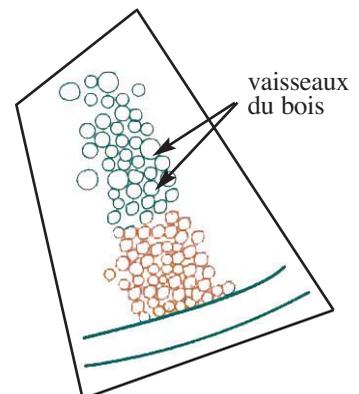
Interprétation schématique



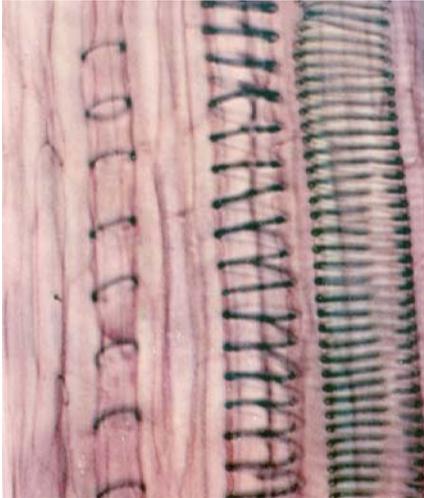
Une feuille



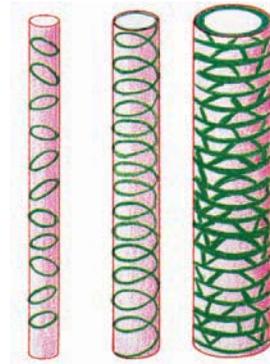
6. Coupe transversale d'une nervure principale d'un limbe de Houx



Interprétation schématique de la section



vaisseau annelé      vaisseau spiralé      vaisseau réticulé



7. Vaisseaux conducteurs d'une tige de courge, coupés longitudinalement, vus au microscope

Interprétation schématique des vaisseaux conducteurs



1. A partir du document 3, dégager les caractéristiques des vaisseaux du xylème.

2. Comparer la disposition de ces vaisseaux dans les différents organes de la plante.



3. Chercher, sur Internet, des renseignements sur les différents types de vaisseaux conducteurs chez les végétaux.



## Retenons

**Xylème** : ensemble de vaisseaux conducteurs appelés vaisseaux de bois permettant la conduction de la sève brute vers les feuilles.

**Vaisseau de bois** : ensemble de cellules mortes disposées en files réduites à leur paroi lignifiée.

**Sève brute** : mélange d'eau et de sels minéraux circulant de la racine vers les feuilles.

# LA NUTRITION MINERALE

## Amélioration de la production végétale.

L'agriculture moderne mobilise des savoirs sur les conditions optimales de la production végétale. Elle vise essentiellement l'amélioration qualitative et quantitative des productions végétales.

**Comment faire ?**

1

### L'IRRIGATION COMPLEMENTAIRE :

#### Impact d'un excès d'eau

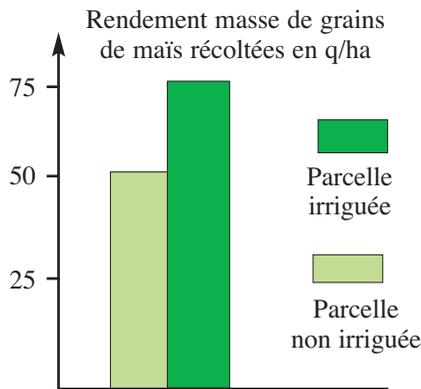
les agriculteurs traditionnels ont tendance à apporter systématiquement trop d'eau pour satisfaire les besoins de leurs cultures. Cependant cette manière de faire est d'une part coûteuse; d'autre part elle contribue à l'assèchement des nappes. Trop d'eau peut également conduire à une asphyxie des racines, ce qui réduit la quantité d'eau absorbée par la plante.

#### Impact d'un déficit en eau

La réponse de la culture à un déficit hydrique dépend de l'espèce et du stade de développement de la plante. - Certaines cultures, comme le tournesol, sont peu sensibles et supportent bien un déficit hydrique modéré. D'autres, comme le maïs sont davantage affectés par une pénurie d'eau.-

Il est admis que la reproduction est la période la plus sensible au manque d'eau. Un déficit important en eau peut réduire le rendement final (absence de fécondation, avortement, etc ...)

#### 1. Influence de la quantité d'eau sur la vie de la plante



2. Influence de l'apport d'eau sur le rendement



3. Irrigation au tournequet

- Quel est, d'après la figure 2 l'intérêt de l'irrigation ?
- Les photos 3 et 4 illustrent des techniques d'irrigation. Critiquer ces pratiques. Proposer d'autres techniques d'irrigation.
- L'irrigation rationnelle doit répondre à trois questions : quel système d'irrigation dois-je choisir ? Quand dois-je irriguer ?



Quel volume d'eau dois-je apporter ?  
Exploiter les données du document 1 pour le justifier.



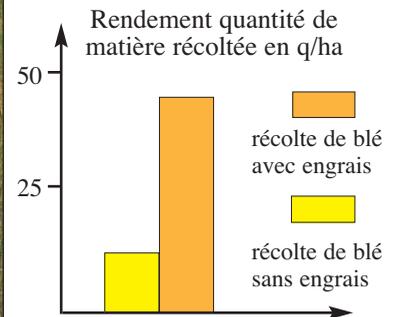
4. Irrigation par submersion

## LA FERTILISATION DU SOL :

### 2.1 - La fertilisation minérale :



5. Expérience sur le terrain



6. Influence de l'apport d'engrais sur le rendement

### 2.2 - La fertilisation organique :

Cette pratique consiste à apporter au sol de la matière organique : fumier, déchets... Cette matière sera progressivement minéralisée grâce à l'action des micro-organismes. Les agriculteurs utilisent parfois de l'engrais vert. Pour cela, ils sèment le trèfle ou la luzerne, puis, après développement de la culture, ils labourent le terrain et l'enfouissent. La matière organique enfouie dans le sol sera décomposée par les micro-organismes et libère des nitrates qui serviront d'aliment azoté pour la culture suivante.



1. Pourquoi a-t-on recours à la fertilisation du sol d'après la figure 6 ?
2. En quoi consiste la fertilisation minérale d'après la photo 5 ? Quel est son intérêt ?
3. Quelle différence essentielle existe-t-il entre les engrais chimiques et les engrais organiques d'après le document 2 ?
4. Une fertilisation rationnelle doit répondre à trois questions : quel engrais faut-il répandre ? Quelle dose d'engrais faut-il ajouter ? Quand faut-il ajouter ? Chercher les réponses à ces questions auprès d'un agriculteur concernant l'une des cultures pratiquées dans la région.

3

### CHOIX DES SEMENCES :

L'homme choisit les semences dans ses cultures. Ce choix est fondé essentiellement sur la qualité, le rendement (la productivité) et la résistance à l'aridité et aux maladies.

*En 1943, les agronomes mexicains se sont fixés un objectif précis : rendre plus productives les cultures alimentaires les plus importantes du Mexique, notamment le maïs et le blé. Ils recherchent notamment une variété offrant une bonne résistance à « la rouille de la tige », maladie qui faisait régulièrement chuter les rendements de blé. Ils trouvèrent une variété résistante au microbe causant la maladie. Lorsqu'ils utilisèrent cette variété, le Mexique devenait autosuffisant en blé.*



1. Comment s'appelle la maladie qui ravage la récolte du blé ?
2. Quelle est la solution proposée par les agronomes ?

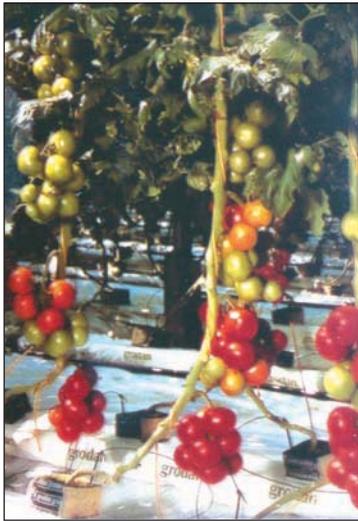
4

### LA CULTURE SOUS SERRE :

Les serres sont des lieux de culture dont les conditions climatiques et thermiques sont contrôlées. Elles sont généralement utilisées pour les cultures légumières et horticoles. On cultive souvent de façon décalée par rapport à la saison naturelle.

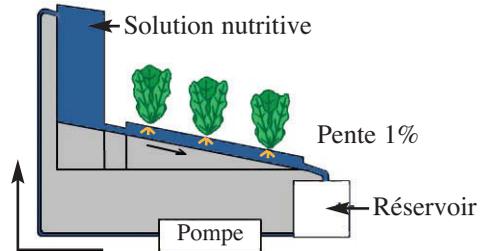


7. Culture légumière sous serre



8. Culture de tomate hors sol

La culture hors-sol assure une production aussi bonne, voire meilleure que la culture traditionnelle. Dans cette serre, on cultive des tomates sur une solution nutritive formée d'un mélange d'eau et de sels minéraux convenablement dosés.



Principe du dispositif utilisé



1. Pour quelles raisons on réalise la culture légumière hors sol et sous serre ?
2. Visiter une culture sous serre et répondre aux questions suivantes :

1. Localiser la culture
2. Indiquer les dimensions de la serre
3. Indiquer la nature de la culture
4. Quel est l'âge des plantes ?
5. Quelle est la nature du sol ?
6. Reporter les résultats de l'analyse du sol
7. En quoi consiste la fertilisation du sol
8. Quelle technique d'irrigation est-elle utilisée ?
9. Quel est le volume d'eau apporté à chacune des plantes
10. En quoi consiste l'entretien de la culture ?
11. Citer les parasites qui pourraient coloniser la culture ? Décrire leurs effets.
12. Quel moyen de lutte est-il utilisé ?
13. Quelle est la productivité de la serre ?

1. Ville.....village.....localité.....
2. Longueur..... largeur..... hauteur.....
3. Tomate, piment, concombre, pastèque, melon courgette, rose....
4. ....semaines
5. (sableux ou argileux, sablo-argileux ...)
6. N.....P.....K.....Matière organique.....
7. Nom de l'engrais .....Quantité.....A quel moment est-il ajouté ....
8. (immersion, goutte à goutte, autres...)
9. ....l / jour
10. (désherbage, taille, aération,...)
11. Cochenille, puceron, mildiou, chenilles ...effet : .....
12. Biologique, traitement par les pesticides, fongicides...
13. ....quintaux/ha.



3. Le tableau suivant présente des variétés de céréales sélectionnées en Tunisie. Réaliser un dossier sur les caractéristiques de ces variétés.

Blé dur	Blé tendre
Intrat 69	T 21/23
Badri 63/3 A	Florence
Karim	Dougga
Ben Béchir	Carthage
Maghrébi	Tanit
Chili	Salambo



4. Chercher des informations sur les types d'engrais utilisés par les agriculteurs en Tunisie.



## Retenons

**Irrigation complémentaire :** apport d'eau à la culture au moyen de techniques diverses.

**Les serres :** ce sont des lieux de culture où les conditions climatiques, hydriques et thermiques sont contrôlées. Les serres sont généralement utilisées pour les cultures légumières et horticoles. Dans une culture sous serre, on cultive souvent de façon décalée par rapport à la saison naturelle.

**Pesticide :** produit actif, destiné à détruire les parasites.

**Désherbant :** produit actif, destiné à éliminer les plantes indésirables.

**Fongicide :** produit actif, destiné à combattre les champignons.

**Insecticide :** produit actif, destiné à éliminer les insectes.

## 1 – L'absorption d'eau

L'absorption se fait au niveau des racines qui sont des organes adaptés à cette fonction : leurs poils absorbants représentent une surface d'échange considérable entre la plante et le sol.

L'absorption d'eau se fait par le mécanisme de l'osmose. L'osmose est le passage d'eau à travers la membrane de la cellule, du milieu le moins concentré ou milieu hypotonique vers le milieu le plus concentré ou milieu hypertonique jusqu'à atteindre l'équilibre des concentrations dans les deux milieux ou isotonie.

La force qui détermine le passage d'eau, appelée pression osmotique est proportionnelle à la différence de concentration entre les milieux séparés par une membrane semi-perméable. Elle est exprimée par la formule suivante :

$$P = n R T \quad (\text{en atmosphère})$$

Dans les conditions naturelles, la solution vacuolaire du poil absorbant, étant généralement hypertonique par rapport à la solution du sol, l'eau y pénètre par osmose.

La pression osmotique dans les cellules de la racine est de plus en plus élevée en passant de la périphérie vers le centre. L'eau absorbée traverse horizontalement la racine, du poil absorbant vers le cylindre central, en passant de cellule en cellule par le mécanisme d'osmose : c'est la *conduction latérale*.

## 2 – La transpiration

Une bonne partie de l'eau absorbée par les racines s'évapore au niveau des feuilles : c'est la transpiration.

La transpiration foliaire est plus importante au niveau de la face inférieure qu'au niveau de la face supérieure et s'effectue à travers les stomates :

Un stomate est formé de deux cellules épidermiques délimitant un orifice appelé ostiole par où sort la vapeur d'eau.

L'ostiole change de diamètre selon les conditions du milieu.

L'intensité de la transpiration varie selon des facteurs internes propres à la plante et des facteurs de l'environnement ou facteurs externes.

– Les facteurs internes :

L'intensité de la transpiration augmente avec la surface foliaire et avec la densité des stomates. (nombre de stomates par unité de surface foliaire).

– Les facteurs externes :

La lumière, l'élévation de la température ambiante (jusqu'à 25° à 30°C) ; le dessèchement de l'air et l'agitation de l'air augmentent l'intensité de la transpiration car ils favorisent l'ouverture des ostioles des stomates.

## 3 – Relation entre l'absorption et la transpiration

La quantité d'eau absorbée au niveau des racines est fonction de la quantité d'eau perdue au niveau des feuilles. En effet, plus l'intensité de la transpiration augmente, plus la vitesse d'absorption est importante.

# Bilan

La perte d'eau par transpiration foliaire crée un appel d'eau au niveau des racines. Il en résulte une absorption d'eau.

L'aspiration foliaire ne se produit pas quand la plante n'a pas de feuilles ; pourtant, il y a une montée de sève témoignée par « les pleurs de la vigne ». Ceci montre que la sève est poussée sous l'effet d'une pression provenant des racines, c'est la poussée radiculaire.

Dans la plante ; l'eau est donc à la fois poussée et aspirée.

Quand l'eau n'est pas disponible dans le sol, l'eau perdue par transpiration n'est pas remplacée. Le bilan hydrique est négatif, la plante se fane et risque de mourir s'il n'y a pas apport d'eau par l'irrigation.

## 4 - Les besoins en sels minéraux

En plus de l'eau, la plante a besoin de sels minéraux. Elle les puise dans le sol, sous forme dissoute, par ses poils absorbants. La solution de sels minéraux constitue la sève brute.

Les besoins des plantes en sels minéraux sont déterminés par la technique des cultures sur milieux synthétiques. Les résultats ont montré que divers éléments minéraux sont nécessaires à la plante à des quantités variables..

L'azote , le phosphore, le soufre et le potassium sont nécessaires à des doses variant de  $10^{-4}$  à  $10^{-3}$  mg /ml ; ils sont appelés des macroéléments. Ils entrent dans la composition des organes de la plante et dans le fonctionnement de ses cellules.

Le calcium , le magnésium, le zinc, le fer, et le chlore sont nécessaires à des doses variant de  $10^{-8}$  à  $10^{-6}$  mg /ml ; ils sont appelés des oligoéléments. Ils interviennent dans le fonctionnement de la plante.

Ces éléments doivent être fournis à des doses déterminées pour assurer une croissance de la plante et éviter les maladies par carence ou par excès.

## 5 - La conduction verticale

L'eau et les sels minéraux absorbés par les racines forment la sève brute. Celle-ci, soumise à la poussée radiculaire et à l'aspiration foliaire, monte des racines jusqu'aux feuilles dans les vaisseaux conducteurs : les vaisseaux de bois. Un vaisseau de bois est une file de cellules mortes et communicantes aux parois renforcées par la lignine (substance dure).

## 6 - Amélioration de la production végétale

L'amélioration de la production végétale se fait en agissant sur les facteurs qui conditionnent la nutrition minérale.

### – Une irrigation rationnelle sans déficit ni excès :

- Choisir la technique d'irrigation adéquate,
- Ne pas dépasser les quantités d'eau optimales. Trop d'eau conduit à une asphyxie des racines ; un déficit en eau limite le rendement.
- Connaître les périodes de grands besoins de la plante en eau.

### – Une fertilisation du sol :

La fertilisation a pour but de restituer au sol les éléments minéraux consommés par les plantes.



Il faut :

- choisir le type d'engrais à épandre ;
- fournir les doses optimales en fonction des exigences en éléments minéraux de chaque type de culture, ainsi que la composition du sol en sels minéraux.

La fertilisation minérale consiste à épandre des engrais chimiques contenant des éléments nutritifs des plantes, notamment l'azote, le phosphore et le potassium.

Les engrais simples contiennent un seul de ces éléments ; les engrais composés contiennent plusieurs éléments fertilisants.

La fertilisation organique consiste à apporter au sol de la matière organique (fumier, déchet, engrais vert) qui se décomposera progressivement en éléments minéraux par les microorganismes du sol.

#### **– La lutte contre les mauvaises herbes**

Les mauvaises herbes entrent en compétition avec les cultures dans la consommation d'eau et des sels minéraux.

#### **– L'utilisation des semences sélectionnées**

Les semences sont sélectionnées selon leur productivité et leur résistance aux maladies.

## Exercices corrigés

1

On peut mesurer la quantité d'eau absorbée par une plante en fonction du temps à l'aide d'un potomètre. Les résultats sont portés sur le tableau suivant :

Temps en mn	0	5	10	15	20	25	30
Position de l'index en cm	1	1,8	2,5	3,3	4,2	5	5,8

- Déterminer le volume d'eau absorbé par la plante au bout de 5', 10', 15', 20', 25' et 30' sachant que la lumière du tube capillaire est de 2mm de diamètre.
- Tracer la courbe de la variation du volume d'eau absorbé en fonction du temps.
- Déterminer la vitesse d'absorption de l'eau en  $\text{cm}^3$  par heure.

### corrigé

- On peut assimiler le tube capillaire à un cylindre. Le diamètre de sa base = 2 mm  
 $\Rightarrow R = 1\text{mm}$ .

La hauteur « h » est indiquée par la position de l'index par rapport à sa position initiale. Déterminons le volume d'eau absorbé par la plante en  $\text{cm}^3$  pour un déplacement de l'index de 1 mm :

Volume du cylindre d'eau « V » =  $R \times R \times \pi \times h$

$$V = 0,1 \times 0,1 \times 3,14 \times 0,1 = 0,00314 \text{ cm}^3.$$

Déterminons le volume d'eau absorbé au bout de 5' :

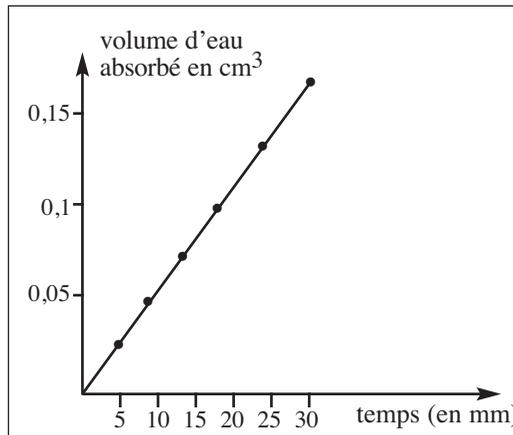
$$h = 18 - 10 = 8 \text{ mm}$$

$$V = 0,00314 \text{ cm}^3 \times 8 = 0,025 \text{ cm}^3$$

En adoptant cette démarche, on détermine le volume d'eau absorbé au bout de 10', 15', 20', 25' et 30', on trouve :

Temps en mn	0	5	10	15	20	25	30
Volume d'eau absorbé en $\text{cm}^3$	0	0,025	0,047	0,072	0,1	0,125	0,15

- Représentation graphique :



- La vitesse d'absorption peut être déterminée par la formule suivante :

$$\text{Vitesse} = \frac{\text{Variation du volume absorbé}}{\text{Temps}}$$

Prenons par exemple l'intervalle de temps séparant deux mesures : 10' et 15' .

Le temps qui sépare ces deux mesures est :  $T = 15 - 10 = 5'$ .

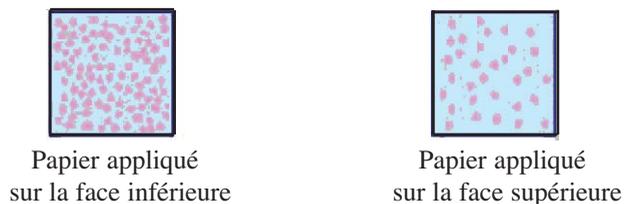
Le volume d'eau absorbé pendant cette période =  $0,072 - 0,047 = 0,025 \text{ cm}^3$ .

La vitesse d'absorption par minute =  $0,025 / 5 = 0,005 \text{ cm}^3 / \text{mn}$ .

La vitesse d'absorption par heure =  $0,005 \times 60 = 0,3 \text{ cm}^3 / \text{heure}$ .

## 2

Le chlorure de cobalt a la propriété de changer de couleur selon le degré d'humidité du milieu. Il prend la couleur bleue à l'état sec et la couleur rose en milieu humide. On prépare 2 carrés de papier filtre imbibés de chlorure de cobalt qu'on fait sécher. On applique sur chacune des deux faces d'une feuille de laurier un carré de papier filtre préparé. Au bout d'une heure, on décolle les deux bouts de papier. Les résultats sont représentés dans la figure suivante :



1. Décrire les résultats de cette expérience.
2. Comment explique-t-on l'apparition des tâches roses ?
3. Que peut-on déduire ?

## corrigé

1. On observe de petites taches roses sur les papiers qui étaient appliqués sur les faces inférieure et supérieure de la feuille.
2. On explique l'apparition des taches roses par le changement du degré d'humidité. Au début de l'expérience, le papier était sec, le chlorure de cobalt est bleu. Une heure après, le papier devient humide, le chlorure de cobalt vire au rose. Cette humidité provient de la transpiration de la feuille qui se fait en des points précis.
3. Les tâches sont plus nombreuses sur le papier qui était appliqué sur la face inférieure. On peut déduire que les stomates sont plus nombreux sur la face inférieure de la feuille que sur sa face supérieure.

## 3

Garreau en 1859 imagina le dispositif représenté dans la figure 1 pour mesurer la quantité d'eau perdue par les deux faces d'une feuille dont il a pu évaluer le nombre de stomates. Ses résultats sont présentés dans le tableau suivant :

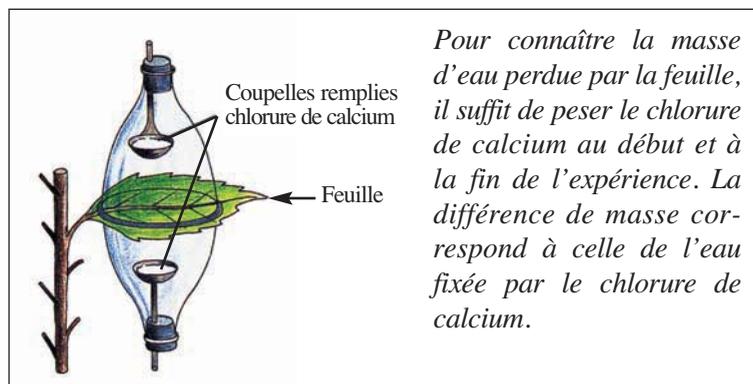
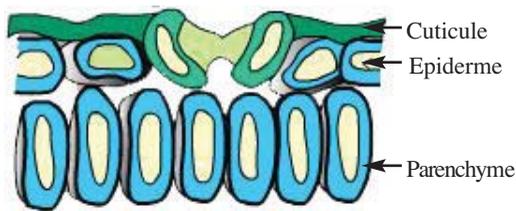


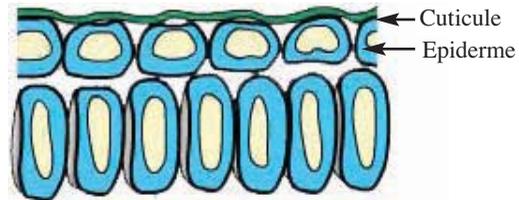
Fig. 1

Espèces	Face des feuilles	Nombre de stomates par mm <sup>2</sup> de surface foliaire	Masse d'eau transpirée en mg par 24 heures
Dahlia	Face supérieure	110	500
	Face inférieure	150	600
Tilleul	Face supérieure	0	200
	Face inférieure	300	490

1. Quelle relation peut-on dégager entre l'intensité de la transpiration et le nombre de stomates ? Que peut-on en déduire ?
2. Proposer une explication de l'existence d'une transpiration au niveau de la face supérieure des feuilles de tilleul.
3. Les figures 2 et 3 présentent les coupes transversales réalisées respectivement au niveau d'une feuille de Dahlia et d'une feuille de tilleul.



**Fig 2.** Coupe de la face supérieure d'une feuille de Dahlia



**Fig 3.** Coupe de la face supérieure d'une feuille de Tilleul

De la comparaison des deux coupes, déduire la structure responsable de la transpiration au niveau de la face supérieure des feuilles de tilleul.

## corrigé

1. La masse d'eau transpirée est fonction du nombre de stomates. Plus le nombre de stomates est grand, plus la transpiration est importante. On peut déduire que la transpiration s'effectue par les stomates.
2. La face supérieure de la feuille de tilleul transpire malgré l'absence de stomates au niveau de cette face. on peut déduire que la transpiration pourrait être effectuée par une autre structure.
3. La comparaison entre les deux coupes de feuilles montre que la face supérieure de la feuille de Dahlia présente des stomates et une cuticule épaisse, alors que la face supérieure de la feuille de tilleul ne présente pas de stomates et la cuticule est mince. On peut déduire que la cuticule dans la feuille de tilleul est responsable de la transpiration.

## Exercices non corrigés

1

### 1. Compléter le texte suivant écrit par un auteur à propos des échanges d'eau chez la plante.

Considérons une plante verte en bon état : elle est capable de compenser ses pertes d'eau dues à la ....., en absorbant de l'eau par les racines.

Les .....des racines, très nombreux, constituent une importante surface d'absorption. Ce sont des cellules géantes. L'eau y pénètre par ..... En fait, la plante absorbe une solution aqueuse de sels minéraux : Il s'agit de la .....qui circule dans les .....,des racines jusqu'aux feuilles.

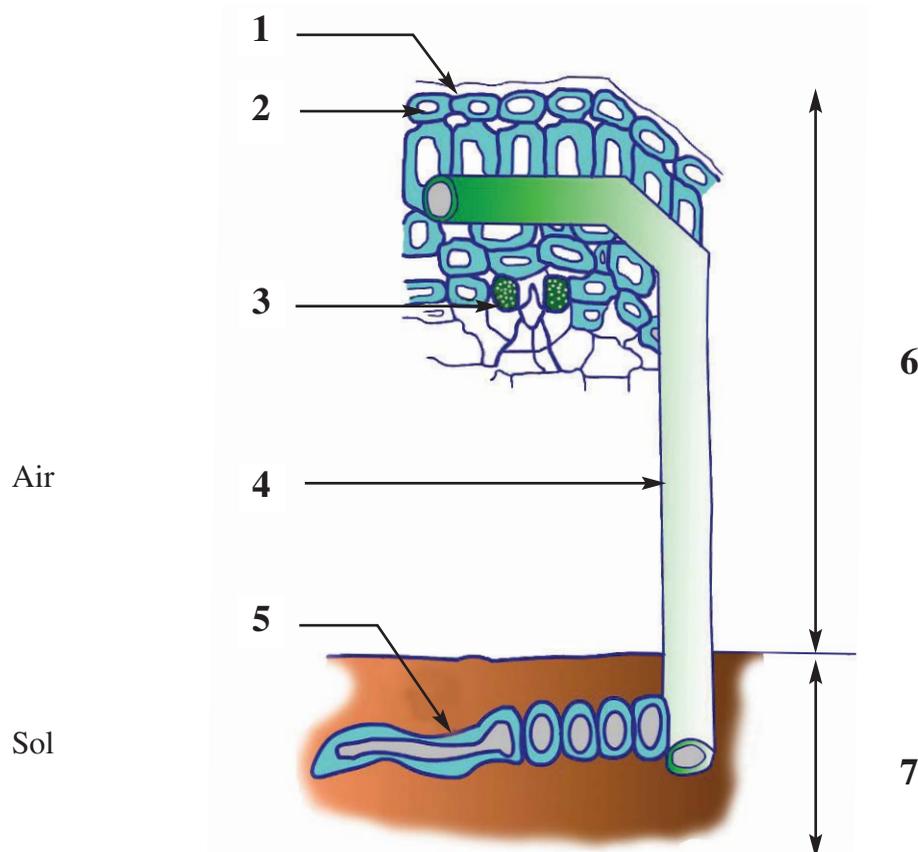
L'ascension de la sève brute est due surtout à la transpiration foliaire qui se fait à travers les stomates qui sont des structures se trouvant au niveau de ..... de chaque face de la feuille.

L'intensité de la transpiration dépend des facteurs du milieu en particulier la.....et la.....

En cas de ..... ; l'eau perdue par transpiration n'est pas compensée par l'absorption d'eau :.....est négatif ; les plantes se fanent et peuvent mourir.

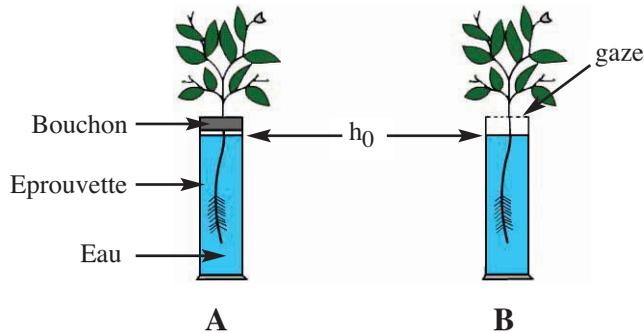
Pour cette raison,.....des cultures est pratiquée en cas de déficit hydrique.

### 2. Mettre une légende au schéma suivant :



## 2

Un élève veut mesurer la quantité d'eau absorbée par une plante. Il réalise pour cela les 2 montages A et B suivants et marque le niveau  $h_0$  de l'eau au début de l'expérience.

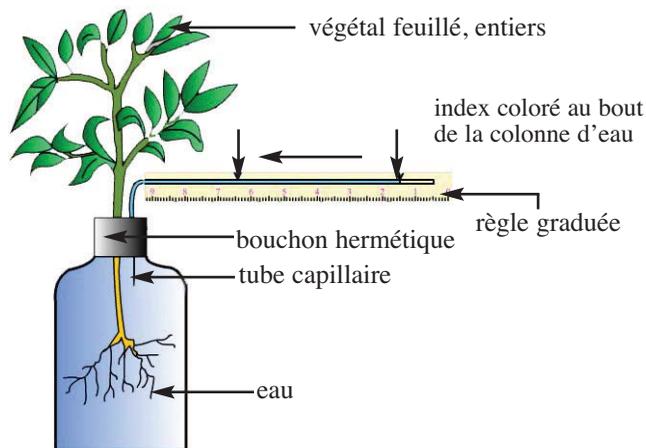


1. Compléter le schéma des 2 montages pour montrer les résultats obtenus après quelques heures (= préciser le niveau de l'eau dans chaque éprouvette).
2. Lequel des 2 montages est meilleur pour mesurer la quantité d'eau réellement absorbée par la plante ? Pourquoi ?

## 3

On se propose d'étudier les échanges d'eau chez la plante verte. Pour cela, on utilise un potomètre, dispositif servant à mesurer la quantité d'eau absorbée.

On effectue une première mesure avec toutes les feuilles (20 feuilles), une seconde mesure avec 16 feuilles... On enlève à chaque fois 4 feuilles jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de feuilles (les mesures sont effectuées toutes les heures.)



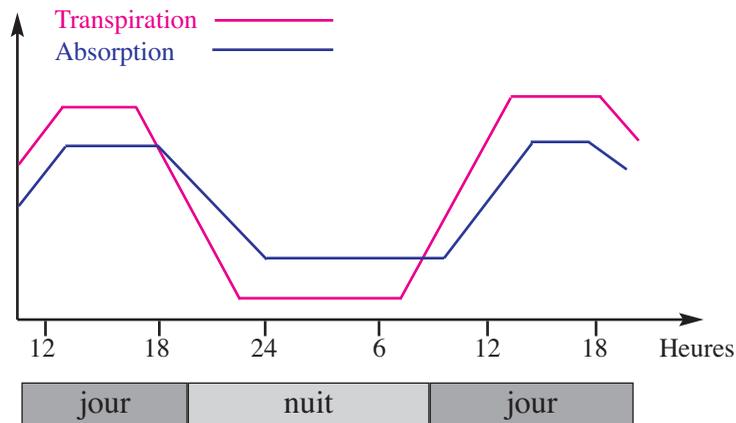
– Le tableau ci-dessous résume les résultats obtenus.

Numéro de la mesure	1	2	3	4	5	6
Nombre de feuilles	20	16	12	8	4	0
Quantité d'eau absorbée en ml	0,72	0,5	0,38	0,24	0,09	0,03

1. Dégager la relation qui existe entre le nombre de feuilles et la quantité d'eau absorbée.
2. Expliquer ces résultats.

## 4

On cherche à comprendre la variation du bilan hydrique d'une plante bien arrosée au cours d'une journée chaude et ensoleillée et au cours de la nuit suivante. Le graphe suivant présente les résultats de mesure de la transpiration et de l'absorption chez cette plante en fonction du temps.



1. Comparer le bilan hydrique de la plante pendant le jour et pendant la nuit. Justifier.
2. Comment peut-on expliquer la valeur du bilan hydrique pendant le jour ?
3. Quel est l'avantage pour la plante de la valeur du bilan hydrique pendant la nuit.
4. Quelle règle pratique concernant l'irrigation peut-on déduire de ces résultats ?

## 5

L'étude du rôle d'un élément chimique dans le végétal peut se faire en cultivant la plante sur un milieu carencé en cet élément.

Le tableau T<sub>1</sub> présente la composition de trois milieux de culture a, b et c (c est complet ; a et b sont carencés).

Le tableau T<sub>2</sub> précise les résultats de cultures effectuées sur ces différents milieux.

Milieu	Masse fraîche (exprimée en % du témoin)
Complet	100
a	42
b	73

T<sub>2</sub> : Résultats des cultures.

Matières minérales	Milieu a	Milieu b	Milieu c
CaNO <sub>3</sub>	-	+	+
KNO <sub>3</sub>	-	+	+
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	+	-	+
MgSO <sub>4</sub>	+	+	+
CaCl <sub>2</sub>	+	+	+
KCl	+	+	+
NaNO <sub>3</sub>	-	+	+
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	+	+	+
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	+	-	+
Solution ferrique	+	+	+

T<sub>1</sub> : Composition des milieux de culture.

1. Au vu du tableau T<sub>1</sub>, quel est l'élément minéral dont le rôle est testé dans le milieu a ?
2. Même question pour le milieu b.
3. Quelles informations déduit-on des résultats de ces cultures ?
4. Peut-on affirmer que l'un de ces deux éléments est plus nécessaire à la plante que l'autre ?

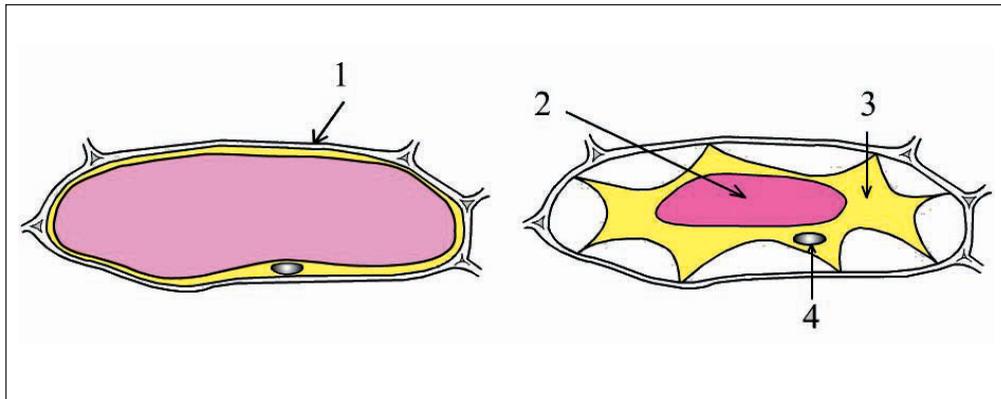
## 6

Le tableau suivant montre la variation de la production en fonction de l'apport en engrais azotés chez la tomate :

Quantité d'engrais kg/ha	0	50	100	150	200	250
Production q/ha	10	20	25	30	38	30

1. Construire la courbe représentant l'effet, sur la production de la tomate, d'un apport en engrais azoté.
2. Analyser la courbe obtenue. Dégager la nécessité d'une nutrition minérale équilibrée pour un rendement agricole maximal.

Deux fragments de l'épiderme externe d'oignon violet sont montés entre lames et lamelles dans deux solutions A et B de concentration différente. L'observation de ces fragments au microscope montre des cellules dont l'aspect est représenté dans les figures 1 et 2.



**Fig 1.** Schéma d'une cellule placée dans la solution A.

**Fig 2.** Schéma d'une cellule placée dans la solution B.

1. Mettre une légende aux schémas des figures 1 et 2.
2. L'une de ces cellules est en état de turgescence. Laquelle ? Décrire son aspect.
3. Dans quel état se trouve l'autre cellule. Comment expliquer cet état ?

# NUTRITION CARBONÉE



La nutrition minérale procure à la plante verte l'eau et les sels minéraux. Mais la production végétale est constituée d'eau, de sels minéraux et aussi de substances carbonées : glucides, lipides, protides...

1. Comment la plante verte fabrique-t-elle les substances carbonées ?
2. Quelles sont les conditions de cette synthèse ?
3. Les techniques employées en agriculture afin d'augmenter la production végétale présentent-elles des effets indésirables sur la santé ?

## Sommaire

## Pages

■ La matière organique dans la plante verte.....	46
■ Les conditions de la photosynthèse.....	48
■ Rôle de la lumière et de la chlorophylle.....	50
■ Rôle du dioxyde de carbone.....	54
■ Transport de la sève élaborée.....	57
■ Les conditions optimales de la photosynthèse.....	62
■ Les risques liés à l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides.....	64
■ Bilan.....	68
■ Exercices.....	71

# LES ACQUIS DU COLLÈGE

A la lumière, la plante verte absorbe le dioxyde de carbone et rejette de l'oxygène, ce sont les échanges gazeux chlorophylliens.

Grâce à la chlorophylle qui capte la lumière, et à partir du dioxyde de carbone et de l'eau absorbée, la plante fabrique de l'amidon au niveau des feuilles: c'est la photosynthèse.

Les substances organiques (amidon, huile, sucres...), fabriquées par la plante sont mises en réserve dans des organes variés.

# LA NUTRITION CARBONÉE

## La matière organique dans la plante verte.

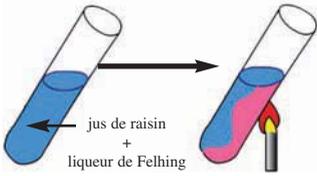
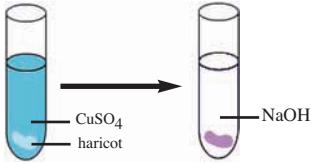
La plante verte se nourrit uniquement de la matière minérale et pourtant elle contient diverses substances organiques.

Comment peut-on mettre en évidence la présence de ces substances ?

1

### MISE EN EVIDENCE DE LA SUBSTANCE CARBONÉE DANS LES ORGANES DE RÉSERVE :

La matière vivante comporte trois groupes de substances organiques : des glucides, des protides et des lipides. Différentes techniques permettent de mettre en évidence ces substances.

Substances recherchées	Manipulations	Résultats
l'amidon dans un tubercule de pomme de terre	Ajouter à l'échantillon quelques gouttes d'eau iodée 	Coloration bleue foncée.
Le glucose dans un fruit : le raisin	Placer l'échantillon dans un tube à essai. Ajouter quelques gouttes de liqueur de Fehling. Chauffer en agitant le tube. 	Précipité rouge brique
Le gluten dans les graines : fève, haricot, ...	Placer l'échantillon dans un tube à essai Recouvrir de sulfate de cuivre ( $\text{CuSO}_4$ ). Agiter puis vider le surplus Ajouter la soude ( $\text{NaOH}$ ). 	Coloration violette.
l'huile dans une olive	Frotter l'échantillon sur un papier	Tache translucide qui ne disparaît pas à la chaleur.



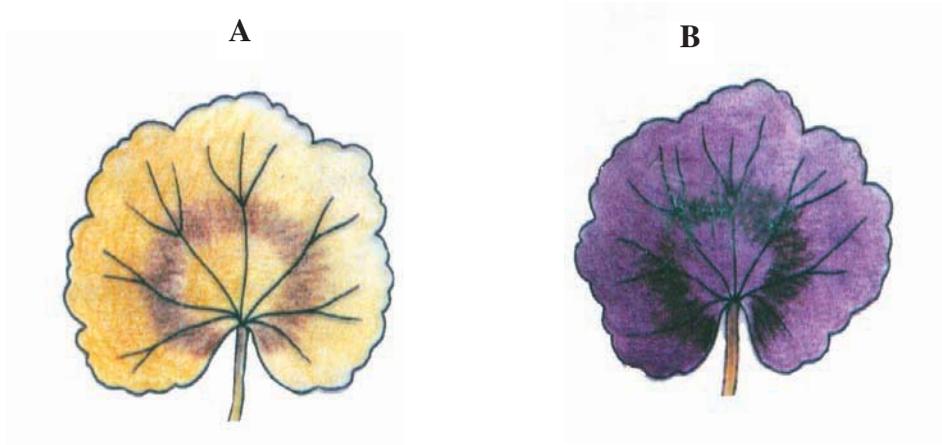
1. Réaliser les manipulations présentées dans le document 1.
2. Proposer une hypothèse concernant l'origine des substances organiques dans la plante verte.

## RECHERCHE DE L'AMIDON DANS UNE FEUILLE :

### Manipulation :

Deux feuilles de pélagonium, l'une (A) prélevée le matin avant exposition de la plante à la lumière ; l'autre (B), prélevée en fin d'après-midi, subissent différents traitements.

- Plonger chaque feuille dans l'eau bouillante pour tuer les cellules.
- Plonger dans l'alcool bouillant pour les décolorer.
- Traiter à l'eau iodée.



En se basant sur les données du document 1 et du document 2, formuler des hypothèses permettant d'expliquer les différences de coloration constatées entre une feuille récoltée le matin et une feuille récoltée le soir.



### Retenons

**Amidon** : grosse molécule glucidique constituée d'une association de nombreuses molécules de glucose.

**Protide** : substance organique formée de plusieurs acides aminés.

**Lipide** : substance organique formée de matière grasse.

# LA NUTRITION CARBONÉE

## Les conditions de la photosynthèse.

A la lumière, la plante verte produit de l'amidon au niveau de ses feuilles, c'est la photosynthèse

**Quelles sont les conditions de la photosynthèse ?**

1

### L'ABSENCE DE LA LUMIÈRE EMPÊCHE LA PHOTOSYNTHESE :

#### Manipulation :

- Placer un cache opaque sur une partie d'une feuille de pélargonium (photo 1.a).
- Laisser la plante quelques heures à la lumière, puis prélever la feuille et ôter le cache.
- Plonger la feuille dans l'eau bouillante puis dans l'alcool bouillant, au bain marie pendant dix minutes. La chlorophylle est extraite et la feuille est alors décolorée.
- Immerger la feuille décolorée dans l'eau iodée.
- Observer le résultat (photo 1.b).



1.a



1.b



1. Réaliser l'expérience.
2. Retrouver les étapes de la démarche expérimentale :
  - a) Observation ;
  - b) Problème biologique posé ;
  - c) Hypothèse explicative à valider ;
  - d) Expérience ;
  - e) Résultats expérimentaux.
  - f) Interprétation et conclusion de cette expérience.

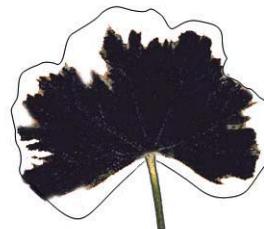


2

### SANS CHLOROPHYLLE LA PHOTOSYNTHESE N'A PAS LIEU :

#### Manipulation :

- Appliquer la technique de mise en évidence de l'amidon sur une feuille panachée de pélargonium exposée à la lumière (photo 2.a) ou une feuille panachée de lierre.
- Observer le résultat (photo 2.b).



2.a



2.b



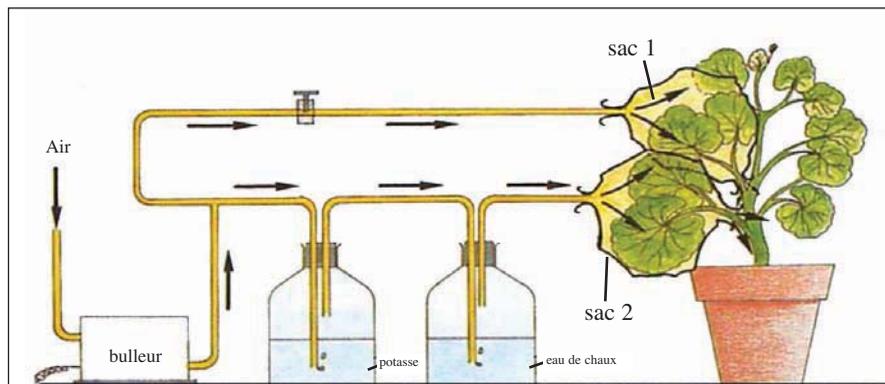
1. Réaliser l'expérience selon la manipulation présentée.
2. Retrouver les étapes de la démarche expérimentale.



## INTERVENTION DU DIOXYDE DE CARBONE :

### Manipulation :

- Un dispositif expérimental permet de placer quelques feuilles d'une plante chlorophyllienne dans une atmosphère privée de dioxyde de carbone (figure 3). Le sac n°1 sert de témoin, le sac n°2 reçoit de l'air ayant barboté dans une solution de potasse, puis dans de l'eau de chaux ( le premier flacon absorbe le dioxyde de carbone, le deuxième flacon permet de contrôler que le dioxyde de carbone a été totalement absorbé).
- Faire fonctionner le dispositif pendant une journée, la plante étant uniformément éclairée.
- Appliquer la technique de mise en évidence de l'amidon sur une feuille **a** prélevée du sac n°1 et sur une feuille **b** prélevée du sac n° 2.
- Observer les résultats (figure 4).

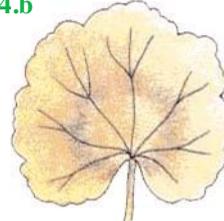


3. Dispositif expérimental permettant de priver certaines feuilles de  $\text{CO}_2$

4.a



4.b



4. Aspect des feuilles après traitement à l'eau iodée



1. Réaliser l'expérience selon la manipulation présentée.

2. Retrouver les étapes de la démarche expérimentale.



3. Déduire à partir des documents 1, 2 et 3 les conditions nécessaires à la synthèse de l'amidon dans la feuille.



### Retenons

**Photosynthèse** : formation de la matière organique qui nécessite de l'énergie lumineuse.

**Chlorophylle** : pigment responsable de la coloration verte des végétaux et qui est nécessaire à la photosynthèse

# LA NUTRITION CARBONÉE

## Rôle de la lumière et de la chlorophylle.

La lumière et la chlorophylle sont deux facteurs nécessaires à la photosynthèse.

**Comment ces deux facteurs conditionnent-ils la photosynthèse ?**

### MISE EN EVIDENCE DU RÔLE DE LA LUMIÈRE DANS LA SYNTHÈSE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE :

1

La lumière est nécessaire à la synthèse de la matière organique ou carbonée. Cette matière carbonée représente une énergie chimique qui est libérée lors de sa combustion. Afin de montrer l'importance de la lumière sur la production végétale, on mesure la masse sèche produite en fonction de l'intensité lumineuse.

Six lots de jeunes plantes ont été soumis à des intensités lumineuses différentes, toutes les autres conditions de culture sont identiques. Un mois plus tard, chaque lot est déshydraté et pesé. Le tableau suivant résume les résultats obtenus :

Numéro des lots	1	2	3	4	5	6
Intensité lumineuse (en lux)	1000	2000	4000	6000	8000	10 000
Matière sèche récoltée (en grammes)	2,5	5	12,5	17,5	20	20,5

1. Quel est le devenir de l'énergie lumineuse absorbée par la plante au cours de la photosynthèse.
2. – Tracer la courbe de la variation de la production végétale en fonction de l'intensité lumineuse.  
– Analyser la courbe obtenue.
3. Proposer une hypothèse concernant le niveau cellulaire de l'action de la lumière.



2

### ORGANISATION DE LA CELLULE CHLOROPHYLLIENNE :

L'observation microscopique de petites feuilles (élodée, mousses, algues filamenteuses vertes) permet de découvrir l'organisation de la cellule chlorophyllienne

#### Manipulation :

- Monter un fragment d'une feuille prélevée de l'un de ces organismes dans une goutte d'eau entre lame et lamelle.
- Observer la préparation, ainsi réalisée, au microscope.



1. Cellules chlorophylliennes vues au microscope x 350

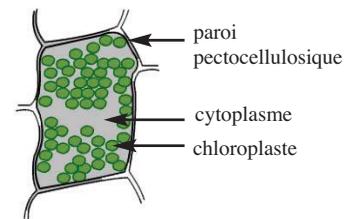


Schéma d'une cellule chlorophyllienne



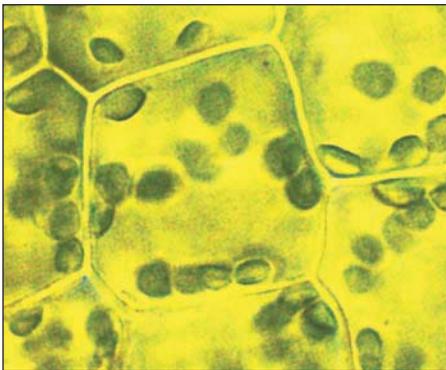
1. Réaliser la manipulation représentée par le document 2.
2. Décrire l'observation microscopique, par quoi se caractérise la cellule chlorophyllienne par rapport aux autres types de cellules végétales.
3. Faire un schéma légendé d'une cellule chlorophyllienne.



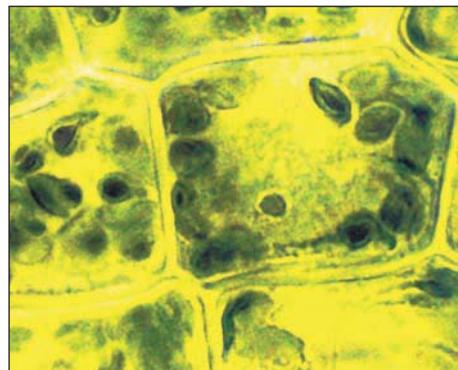
## 3

**SIEGE DE LA PHOTOSYNTHESE :****Manipulation :**

- Utiliser des plantes d'élodée ou d'algues vertes filamenteuses. (plantes aquatiques) ayant séjourné dans de l'eau enrichie en dioxyde de carbone.
- Un lot sera maintenu dans l'obscurité (lot 1) tandis que l'autre sera exposé à la lumière pendant 24 heures (lot 2) .
- Prélever une jeune feuille de chaque lot.
- Monter chaque feuille dans une goutte d'eau iodée entre lame et lamelle.
- Observer au microscope.



2. a. Cellules d'une feuille du lot 1 après traitement à l'eau iodée



2. b. Cellules d'une feuille du lot 2 après traitement à l'eau iodée

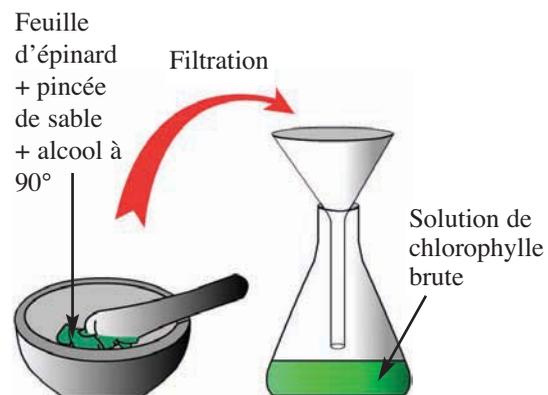


1. Réaliser la manipulation présentée par le document 3.
2. En exploitant les résultats de cette manipulation, formuler une hypothèse sur le niveau cellulaire de l'action de la lumière.

## 4

**EXTRACTION DE LA CHLOROPHYLLE :****Manipulation :**

- Broyer des feuilles vertes et fraîches ( épinard, pélargonium... ) dans un mortier avec un peu de sable fin.
- Ajouter progressivement de l'alcool à 90°.
- Filtrer le contenu du mortier pour obtenir une solution de chlorophylle brute.



3. Technique de l'extraction de la chlorophylle



Préparer une solution de chlorophylle brute selon la manipulation proposée.

## RÔLE DE LA CHLOROPHYLLE :

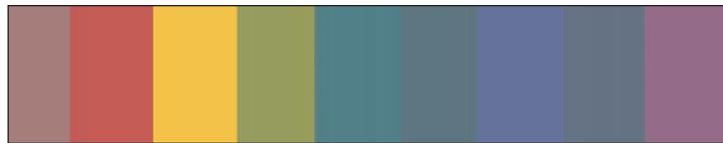
### Manipulation :

- Disposer d'un appareil de projection munie d'une fente réglable devant un écran blanc.
- Régler la fente de 3 à 4 mm de largeur et mettre au point de façon que l'image de la fente apparaisse nettement sur l'écran.
- Placer un prisme en avant de la source lumineuse (photo 4).  
(On peut remplacer le dispositif de la photo 4 par un spectroscope à main).



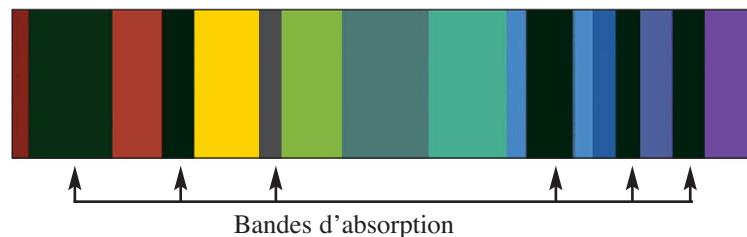
4. Dispositif expérimental permettant de décomposer la lumière blanche

Résultat : un spectre apparaît sur l'écran (figure 5)



5. Spectre de la lumière blanche

- Intercaler la solution de chlorophylle brute préparée entre la source lumineuse et le prisme.
- Résultat : voir figure 6.



6. Spectre d'absorption de la chlorophylle



1. D'après la figure 5, déterminer la composition de la lumière blanche.
2. Comparer les spectres des figures 5 et 6.

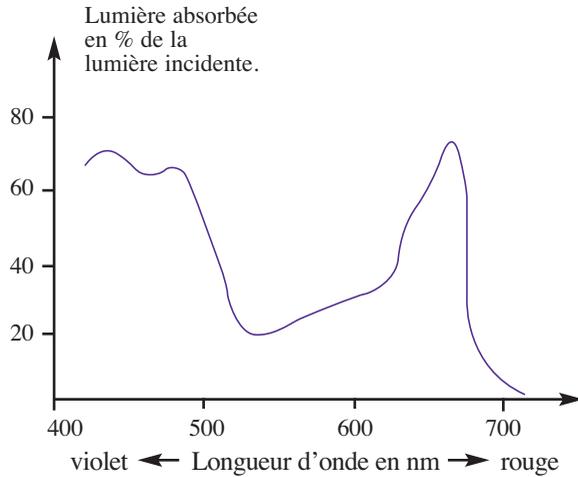


3. Dédire la propriété de la chlorophylle vis à vis de la lumière.

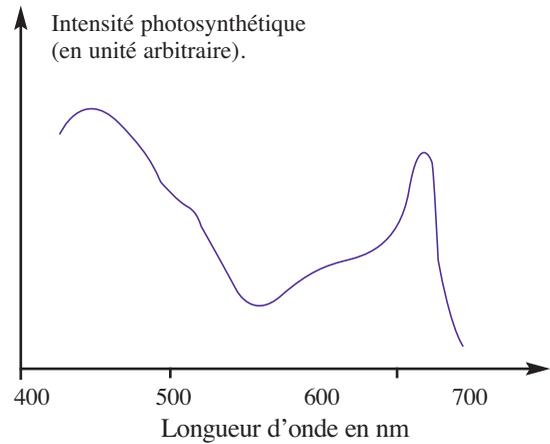
## SPECTRE D'ABSORPTION ET SPECTRE D'ACTION :

Des mesures précises utilisant différentes radiations permettent de déterminer pour chaque radiation le pourcentage de son absorption par la chlorophylle. Les résultats sont portés sur le tracé 7.a.

Des mesures précises utilisant différentes radiations permettent de déterminer pour chaque radiation l'intensité photosynthétique. Les résultats sont portés sur le tracé 7.b.



7.a. Spectre d'absorption d'une algue verte



7.b. Spectre d'action d'une algue verte



1. Mettre en relation les tracés 7.a. et 7.b.
2. Dédire l'importance des radiations lumineuses absorbées sur la photosynthèse.

### Retenons



**Chloroplaste** : organite de la cellule végétale où se déroule la photosynthèse.

**Spectre de la lumière blanche** : ensemble de radiations élémentaires résultant de la décomposition de cette lumière.

**Spectre d'absorption** : variation de l'absorption de la lumière en fonction de la longueur d'onde des radiations lumineuses considérées. Un grand nombre de molécules possèdent un spectre qui leur est spécifique.

**Spectre d'action** : variation de l'intensité photosynthétique en fonction de la longueur d'onde des radiations éclairantes.

# LA NUTRITION CARBONÉE

## Rôle du dioxyde de carbone.

Le dioxyde de carbone est une condition nécessaire à la photosynthèse : c'est un aliment pour la plante, d'où l'appellation nutrition carbonée.

**Comment intervient le carbone dans la synthèse de la matière organique ?**

1

### ORIGINE DU CARBONE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE :

**Expérience :** On fournit à des chlorelles de l'eau enrichie en dioxyde de carbone contenant le carbone radioactif (carbone marqué).

**Résultats :** les glucides fabriqués sont radioactifs.



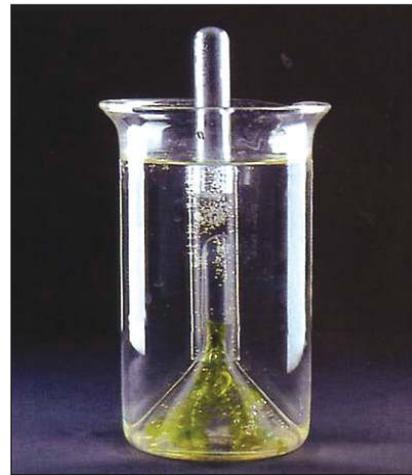
Déduire l'origine du carbone de la matière organique.

2

### DEGAGEMENT D'OXYGÈNE AU COURS DE LA PHOTOSYNTÈSE :

#### 2.1 - 1ère expérience :

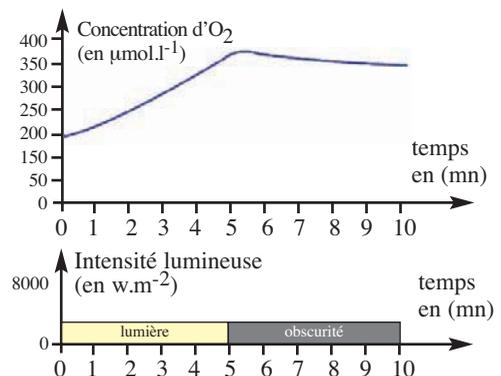
- Dans un milieu éclairé, remplir un bocal d'eau, l'enrichir en dioxyde de carbone en ajoutant du bicarbonate de sodium.
- Introduire dans le bocal un entonnoir renversé sur des tiges feuillées d'élodée
- Retourner sur l'entonnoir un tube à essai plein d'eau (photo 1).
- Observer un rassemblement de bulles gazeuses au sommet du tube renversé.
- Noter que le gaz dégagé ravive une allumette n'ayant qu'un point incandescent.



1. Dispositif expérimental

#### 2.2 - 2ème Expérience :

On mesure le dégagement ou la consommation d'oxygène par une plante verte, éclairée ou non, l'expérimentation assistée par ordinateur (EXAO) permet de fournir à tout instant la teneur en oxygène du milieu (tracé 2).



2. Tracé fourni par l'EXAO



1. Réaliser la première expérience et identifier le gaz dégagé.
2. Analyser la courbe obtenue dans la seconde expérience.
3. Quel est le phénomène physiologique qui a lieu à l'obscurité ?
4. Sachant que ce phénomène se déroule 24 heures sur 24 heures, quels phénomènes physiologiques ont eu lieu à la lumière ?
5. En déduire les échanges gazeux de la plante verte avec son milieu.



3

### ORIGINE DE L'OXYGÈNE DÉGAGÉ PAR LA PLANTE :

Afin de déterminer l'origine des produits résultant de la photosynthèse, on réalise une série d'expériences sur des algues unicellulaires, les chlorelles :

**1ère expérience :** on fournit à des chlorelles de l'eau enrichie en dioxyde de carbone contenant l'oxygène radioactif.

**Résultat :** l'oxygène dégagé n'est pas radioactif, mais la radioactivité se retrouve dans les glucides fabriqués.

**2ème expérience :** sous un fort éclaircissement, les chlorelles sont placées dans l'eau additionnée de dioxyde de carbone. L'eau contient l'oxygène radioactif.

**Résultats :** l'oxygène dégagé est radioactif mais non les glucides fabriqués.

**3ème expérience :** il s'agit de la 2ème expérience qui est réalisée à l'obscurité.

**Résultats :** il n'y a pas de dégagement d'oxygène.



A partir de l'analyse des résultats de ces expériences, déduire l'origine de l'oxygène dégagé par la plante au cours de la photosynthèse.

4

### PHOTOLYSE DE L'EAU :

Sous l'action de la lumière et en présence de la chlorophylle, la molécule d'eau se décompose en oxygène, proton ( $H^+$ ) et électrons ( $e^-$ ) selon la réaction suivante :



il s'agit d'une réaction photochimique appelée photolyse de l'eau .

L'oxygène est dégagé, les protons seront utilisés avec les molécules de dioxyde de carbone pour fabriquer la matière organique.

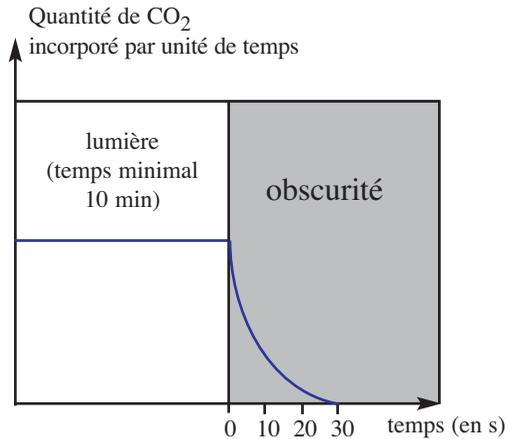


En quoi consiste la photolyse de l'eau ?

## DÉROULEMENT DE LA PHOTOSYNTHÈSE :

### 5.1- Expérience de Gaffron et ses collaborateurs (1951).

Du dioxyde de carbone radioactif, est introduit dans une suspension d'algues fortement éclairée et la vitesse d'absorption du carbone radioactif est mesurée. Lorsque la suspension est placée à l'obscurité, le carbone continue à être incorporé pendant 15 à 20 secondes à condition que les algues aient reçu une forte illumination préalable d'au moins 10 minutes. Dans le cas contraire, l'incorporation du carbone cesse dès que les algues sont transférées à l'obscurité.



### 5.2- Les réactions de la photosynthèse.

A partir de matières premières (eau, ions et dioxyde de carbone) la plante synthétise des substances organiques représentant une importante source potentielle d'énergie chimique (libérable par combustion par exemple). Cette synthèse se fait grâce à la chlorophylle qui capte l'énergie lumineuse et la convertit en énergie chimique. Une analyse plus fine montre que la photosynthèse comprend en réalité, deux ensembles de réactions chimiques :

- Les unes sont qualifiées de « photochimique » car elles sont directement dépendantes de la lumière.
- Les autres sont dites « réactions sombres », l'intervention de la lumière n'étant pas directement nécessaire à leur déroulement, au cours desquelles il y a synthèse de la matière organique.



1. L'incorporation de dioxyde de carbone dans la matière organique dépend-elle directement de la lumière ? justifier la réponse.
2. En exploitant les données du document 4 et du document 5, déduire le déroulement de la photosynthèse.

## Retenons



**Photolyse** : dissociation de l'eau en Oxygène et en Hydrogène sous l'action de la lumière.

# LA NUTRITION CARBONÉE

## Transport de la sève élaborée.

A la lumière, la plante chlorophyllienne produit de l'amidon au niveau de ses feuilles.

Quel serait le devenir de l'amidon ?

1

### CONSTATATIONS :

1. Les racines des plantes s'accroissent et pourtant elles sont incapables de fabriquer leur propre matière. Elles doivent recevoir la matière synthétisée par les feuilles.
2. Des feuilles vertes provenant d'un même plant de pomme de terre, contiennent de l'amidon à la fin de la journée. Ces mêmes feuilles ne renferment plus de l'amidon au début de la journée suivante.

Le tubercule souterrain du même plant contient de l'amidon et pourtant, il ne peut le synthétiser.

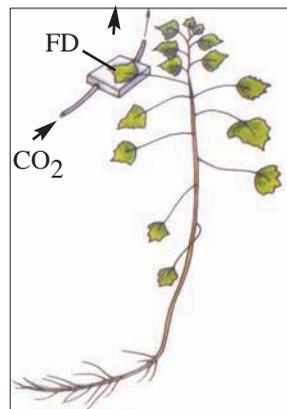


Formuler des hypothèses concernant le devenir de l'amidon fabriqué au niveau des feuilles.

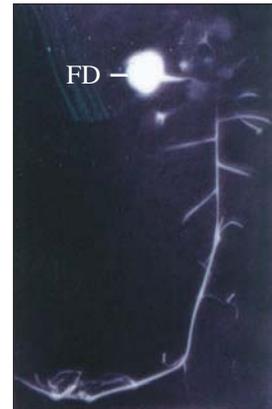
2

### MISE EN EVIDENCE DE LA CIRCULATION DES SUBSTANCES ORGANIQUES.

Une feuille FD d'un jeune plant de châtaigne d'eau est placée dans une enceinte contenant du dioxyde de carbone radioactif (figure 1.a). Après un certain temps la radioactivité apparaît dans les zones claires représentées sur la figure 1.b.



1.a.



1.b.



Expliquer la localisation de la radioactivité dans les zones claires indiquées sur la plante.

## VOIES DE LA CONDUCTION DE LA SÈVE ÉLABORÉE :

### 3.1- Les vaisseaux conducteurs de sève :

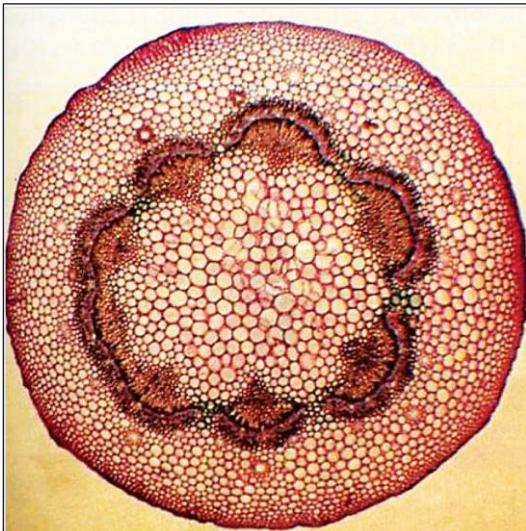
#### Manipulation :

Afin d'observer les structures responsables de la conduction de la sève, on réalise des coupes transversales à différents niveaux (pétiole, tige, racine). Un cylindre de sureau va servir de support à l'organe que l'on doit couper. Procéder de la manière suivante :

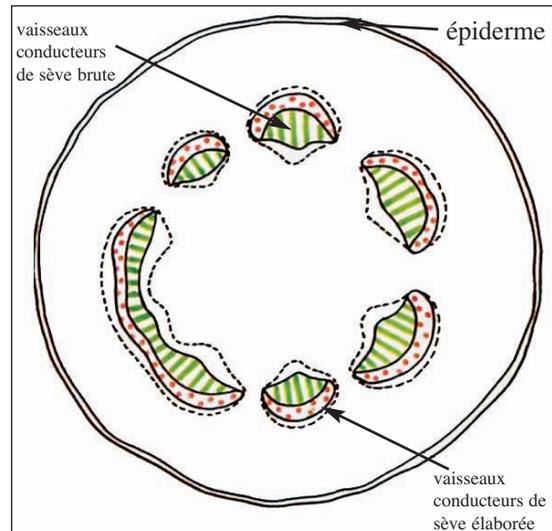
- Loger l'organe dans le cylindre.
- Réaliser des coupes transversales les plus fines possibles avec une lame de rasoir.
- Placer les coupes dans un petit panier métallique et plonger l'ensemble successivement dans les cinq verres de montre contenant les solutions décrites dans le tableau en respectant les temps indiqués.

Solution	1	2	3	4	5
Composition de la solution	Eau de javel	Eau de rinçage	Eau acétique	Colorant carmin aluné, vert d'iode	Eau de rinçage
Temps (en minutes)	15	2	10	3	2
Effet de la solution	Destruction du contenu cellulaire ; seuls les parois sont conservées.	Élimination de l'eau de javel.	Aide à la fixation du colorant.	Coloration des parois celluloseuses en rose (carmin aluné) et des parois lignifiées en vert (vert d'iode).	Arrêt de la coloration.

- Monter les coupes entre lame et lamelle et observer au microscope photonique.



2. Coupe transversale du pétiole d'une feuille de lierre (grossissement 60)



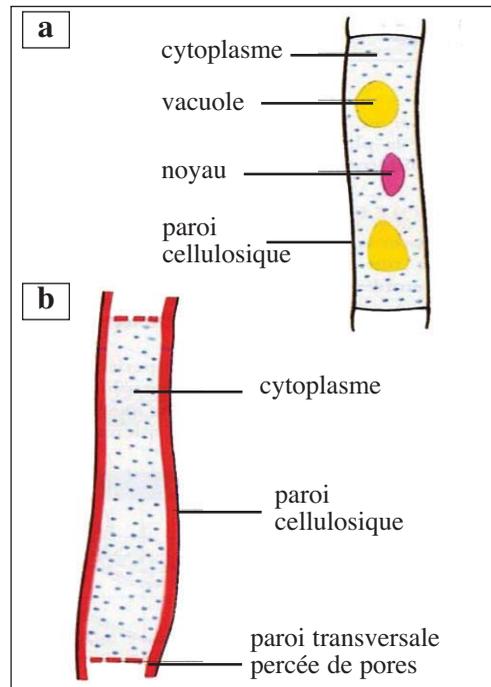
Interprétation schématique

### 3.2- Structure des vaisseaux conducteurs de la sève élaborée :

Les vaisseaux conducteurs de la sève élaborée ou phloème sont des tubes criblés (photo 3), chacun est formé d'une file de cellules vivantes dont les paroi transversales sont percées de pores (figure 4).



3. Coupe transversale de 2 tubes criblés



4. Comparaison entre une cellule normale et une cellule d'un tube criblé



1. Réaliser une coupe transversale d'une tige ou d'une racine selon la manipulation présentée dans le document 3.1.

2. Quelle nouvelle connaissance peut-on dégager à partir de la figure 2 concernant les types de vaisseaux conducteurs dans la plante.



3. Dégager les différences essentielles entre une cellule normale et une cellule d'un tube criblé à partir de la figure 4.

4. Décrire la structure des vaisseaux du phloème.

4

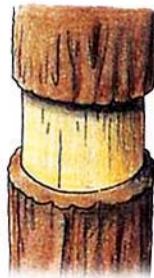
## SENS DE LA CONDUCTION DE LA SÈVE ELABORÉE :

La sève élaborée assure la distribution aux différentes cellules de la plante des substances organiques simples (glucose...) résultant de la simplification de l'amidon synthétisé.

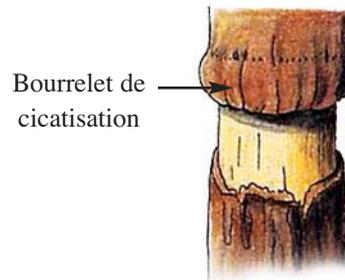
Afin de préciser le sens de la circulation de la sève élaborée ,on réalise l'expérience suivante :

On découpe en anneau l'écorce d'une tige ( figure 5.a) . La plante est toujours alimentée en sève brute et la photosynthèse se poursuit normalement.

Quelques heures plus tard, on constate que les substances organiques sont anormalement abondantes au dessus de la zone décortiquée. Plusieurs semaines plus tard, un bourrelet de cicatrisation s'est formé au dessus de la zone blessée (figure 5.b).



5.a



5.b



Comparer le sens de transport de la sève brute et celui de la sève élaborée.

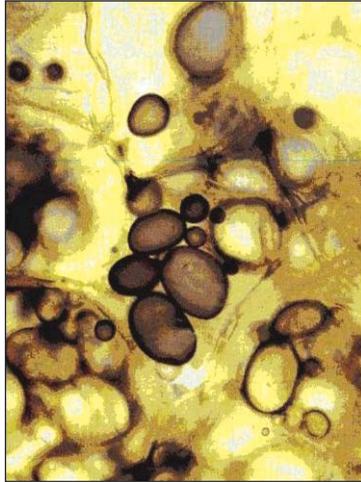
5

## UTILISATION ET MISE EN RÉSERVE DES PRODUITS DE LA PHOTOSYNTÈSE :

- Le jeune plant de pomme de terre croit, il développe son feuillage, puis élabore des tubercules en utilisant des molécules résultant de la photosynthèse.
- Il dégrade ces molécules pour produire de l'énergie indispensable à ses fonctions vitales.
- Il fabrique aussi de grosses molécules à partir de la sève élaborée et les stocke dans des cellules particulières. Une préparation microscopique à partir d'un tubercule de pomme de terre permet de localiser ces cellules et de préciser la nature chimique des réserves. Procéder de la façon suivante :

## Manipulation :

- Couper un tubercule non germé.
- Gratter la chair jaune avec un scalpel.
- Déposer celle-ci sur une lame dans une goutte d'eau iodée.
- Placer une lamelle sur la préparation ainsi réalisée et l'observer au microscope.



6. Les amyloplastes des cellules de pomme de terre (x 1000)

1. Réaliser la manipulation présentée par le document 5.



A partir de l'observation microscopique, donner la nature de la substance organique accumulée dans le tubercule non germé.

2. En se basant sur les données du document 5 et les résultats des expériences réalisées dans l'activité 1, faire un schéma de synthèse résumant le devenir de l'amidon élaboré par la photosynthèse dans les feuilles.



3. Emettre une hypothèse explicative sur l'origine des molécules utilisées pour la croissance du jeune plant de pomme de terre.



## Retenons

**Sève élaborée :** solution contenant les produits de la photosynthèse.

**Phloème :** ensemble de vaisseaux conduisant les produits de la photosynthèse vers tous les organes.

**Cellulose :** substance qui se colore en rose par le carmin aluné vert d'iode.

**Lignine :** substance qui se colore en vert par le carmin aluné vert d'iode.

# LA NUTRITION CARBONÉE

## Les conditions optimales de la photosynthèse.

la photosynthèse est conditionnée par de nombreux facteurs liés à l'environnement (lumière et dioxyde de carbone) et par des facteurs internes (chlorophylle)

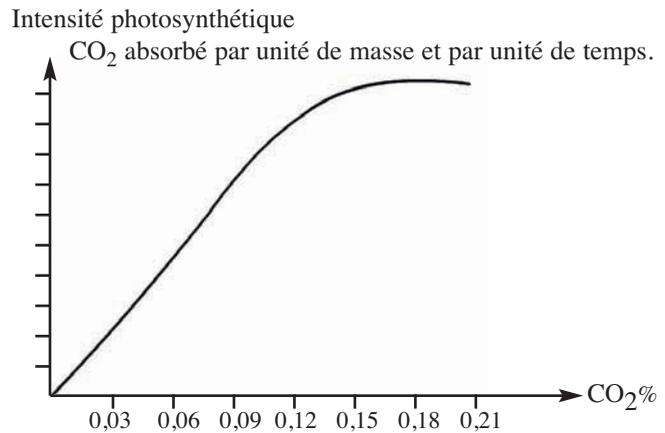
**Quelle serait l'influence des facteurs de l'environnement sur l'intensité photosynthétique ?**

### INFLUENCE DE LA TENEUR DE L'ATMOSPHÈRE EN DIOXYDE DE CARBONE SUR L'INTENSITÉ PHOTOSYNTHÉTIQUE :

1

On a mesuré l'intensité photosynthétique (IP) du blé en fonction de la teneur de l'air ambiant en  $CO_2$ .

Le tracé 1 traduit les résultats de cette expérience.



1. Variation de l'IP en fonction de la teneur de l'air en  $CO_2$

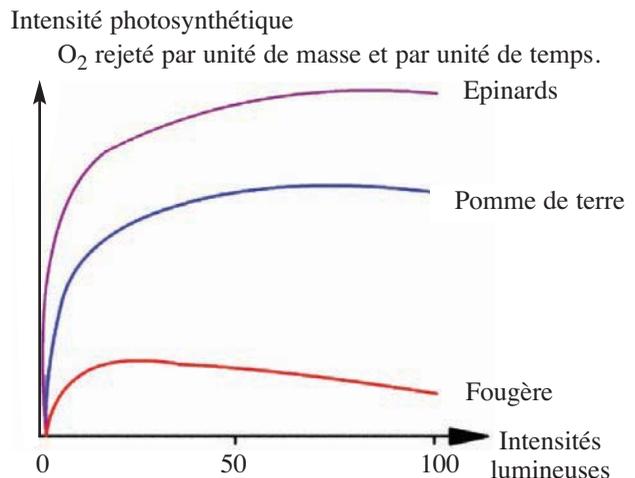


Analyser le tracé obtenu.

2

Le tracé 2 traduit des études expérimentales faites sur l'épinard, la pomme de terre et la fougère.

On a mesuré l'intensité photosynthétique de ces plantes en fonction de l'intensité lumineuse.



2. Variation de l'IP en fonction de l'intensité lumineuse

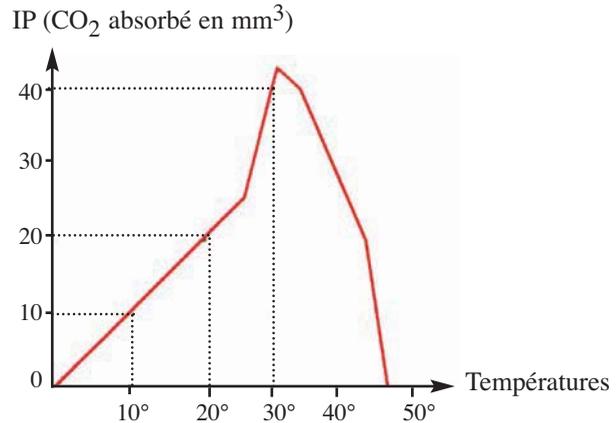


Analyser les tracés obtenus.

## 3

## INFLUENCE DE LA TEMPERATURE :

Le tracé 3 représente l'intensité photosynthétique, exprimée en quantité de  $\text{CO}_2$  absorbée par des feuilles de pomme de terre en fonction de la température dans les conditions lumineuses optimales et dans une atmosphère 0.22% de  $\text{CO}_2$ .



3. Variation de l'IP en fonction de la température



1. Analyser la courbe.
2. Dédire l'influence des facteurs de l'environnement sur l'intensité photosynthétique à partir des résultats des documents 1,2 et 3.



## Retenons

**L'intensité photosynthétique (IP) :** c'est la quantité de  $\text{CO}_2$  absorbé ou de  $\text{O}_2$  rejeté par unité de masse du végétal et par unité du temps.

# LA NUTRITION CARBONÉE

## Risques liés à l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides.

Pour augmenter la productivité en produits agricoles, l'agriculture moderne a recours à une utilisation excessive d'engrais chimiques et de pesticides.

**Ces produits présentent-ils des dangers sur la santé ? comment les éviter ?**

1

### POLLUTION PAR LES NITRATES :

La méthémoglobine est une affection qui se manifeste par un manque d'oxygénation des tissus, se traduisant par des difficultés respiratoires et des vertiges. En 1945, Comly mit en évidence que cette maladie jusque là confondue avec des affections pulmonaires ou cardiaques était liée à l'absorption de fortes doses de nitrates, lesquels, à l'issu d'un processus complexe transforment l'hémoglobine en méthémoglobine impropre à fixer l'oxygène de l'air et à le céder aux tissus.

Cette maladie atteint essentiellement les nourrissons et peut être mortelle.

Bien qu'il soit difficile d'établir des relations précises entre les doses absorbées de nitrates et le taux de méthémoglobine dans le sang, on estime que la maladie peut apparaître lorsque les teneurs des eaux d'alimentation en nitrates dépassent 50 mg/litre.

Mais on ne peut guère distinguer les apports respectifs de l'eau et ceux qui proviennent de légumes riches en nitrates comme les carottes et les épinards.

A l'heure actuelle, une eau contenant plus de 100 mg/litre de nitrates ne doit pas être consommée; une eau dont la teneur en nitrates est comprise entre 50 et 100mg/litre peut être utilisée sauf pour les femmes en période de grossesse et les nourrissons âgés de moins 6 mois, les eaux destinées à la consommation humaine doivent avoir une teneur inférieure ou égale à 50 mg/litre.

D'après «Mission eau- nitrates».



1. Chercher dans le dictionnaire la signification des mots soulignés.
2. Dégager les effets néfastes des nitrates sur la santé.
3. Chercher sur Internet d'autres renseignements sur les effets des nitrates sur la santé de l'homme. Consulter entre-autres le site suivant :



<http://www.e-sante.fr/français/article.asp?idarticle=2454&idrubrique=98>

2

### DANGERS DES PESTICIDES :

Un **pesticide** est une substance chimique qui vise à détruire, à contrôler ou à éloigner un organisme vivant considéré comme une nuisance. Parmi les principaux pesticides utilisés en agriculture, on retrouve les insecticides, les herbicides et les fongicides.

Malheureusement, ces produits peuvent être nocifs à différents degrés pour plusieurs organismes dont l'être humain.

## 2.1- Les pesticides et les enfants :

### ❖ *La vulnérabilité des enfants*

Plusieurs études concluent que les enfants sont plus vulnérables que les adultes aux pesticides. En effet, les enfants sont susceptibles d'être exposés de façon importantes aux pesticides, en raison des caractéristiques propres à leur physiologie, ce qui fait que par rapport aux adultes, ils absorbent davantage de pesticides par kilogramme de poids corporel. De plus, leur comportement exploratoire les porte à voir, toucher, sentir et parfois même goûter tout ce qui leur tombe sous la main.

D'ailleurs, en moyenne 45% des cas d'intoxication aiguës, qui sont rapportés au centre anti-poison de Québec, concernent les enfants de 0 à 15 ans.

### ❖ *Des cas de cancer chez les enfants*

Il existe une relation entre l'exposition des enfants aux pesticides et la survenue de différentes formes de cancer :

- la leucémie.
- le sarcome des tissus mous des enfants de moins de 15 ans.
- cancer du cerveau.

## 2.2- Les femmes enceintes et leurs fœtus :

Certaines études soulèvent la possibilité qu'il y ait un lien entre l'exposition des femmes enceintes, et parfois de leur conjoint, à certains pesticides d'usage courant et la survenue d'anomalies congénitales ou l'augmentation du nombre de morts-nés. Des récentes études canadiennes démontrent qu'on peut trouver du 2,4-D dans le sperme d'utilisateurs professionnels, ce qui pourrait augmenter de façon significative l'indice d'avortement spontané chez leurs conjointes.

## 2.3- Fraisier et fongicide :

Le champignon *Botrytis* peut attaquer le fraisier. Pour combattre ce champignon on a recours à la lutte chimique en utilisant des fongicides de type systémique c'est à dire qui circulent avec la sève :

Si on ne respecte pas la rémanence ; durée pour laquelle le produit est actif, les fraises récoltées renferment des résidus de fongicides. Ces fraises consommées provoquent des diarrhées.



1. Chercher la signification d'insecticides, herbicides et fongicides.

2. En exploitant les données des documents 2.1, 2.2, 2.3, dégager les dangers des pesticides sur la santé.



3. Chercher sur Internet d'autres effets des pesticides sur la santé de l'homme. Consulter entre-autres le site suivant :

<http://www.mce-info.org/pesticide/pestsources.htm>



4. Proposer des solutions pour réduire l'utilisation des pesticides en agriculture.

**3**

## ENGRAIS NATURELS :

Une fertilisation du sol est basée sur l'utilisation de la fumure organique et du compost qui doivent remplacer les engrais chimiques et surtout les nitrates.

Le compostage est une fermentation de tout débris animaux et végétaux aboutissant au compost qui est un engrais organique.

Les engrais organiques subissent dans le sol une minéralisation au cours de laquelle l'azote organique se transforme au début en ammoniacque puis en nitrates. L'ammoniacque est une substance utilisée par la plante. Ainsi une forte proportion de l'azote minérale est absorbée sous forme d'ammoniacque ce qui réduit la quantité de nitrates dont l'excès provoque des effets indésirables sur la santé.



Préciser l'avantage de l'utilisation des engrais naturels.

**4**

## LUTTE BIOLOGIQUE :

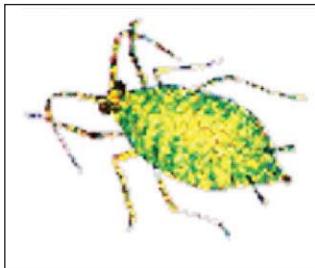
### 4.1- Lutte contre le puceron.

Parmi les moyens de lutte biologique, l'agriculteur utilise des organismes s'attaquant très efficacement aux phytophages.

Grâce à leurs mâchoires et à leurs mandibules transformées en styles perforantes les pucerons se nourrissent de la sève des végétaux. On estime qu'ils en ingèrent une grande quantité.

Les pucerons (figure 1) en même temps qu'ils puisent la sève, peuvent transmettre des virus qui causent des maladies aux plantes.

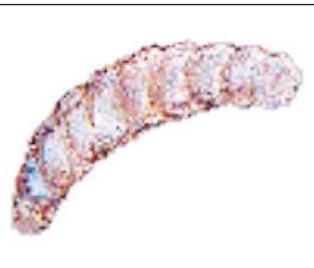
Une sorte de coccinelle adulte (figure 2) mange 300 pucerons par jour. Sa larve (figure 3) mange plusieurs fois par jour sa masse de pucerons.



1. Puceron



2. Coccinelle adulte



3. Larve de coccinelle

## 4.2- Lutte biologique par les phéromones :

L'agriculteur dispose de deux moyens de lutte biologique fondés sur l'utilisation des phéromones émises par les femelles, ce qui entraîne une perturbation de la reproduction des ravageurs.

### 1. La stérilisation des mâles

Des sachets de phéromones de synthèse sont placés dans des pièges et attirent les mâles qui sont capturés. Après stérilisation par irradiation, les mâles sont relâchés. L'accouplement n'ayant généralement lieu qu'une seule fois chez les ravageurs, toutes les femelles qui s'accouplent avec les mâles stérilisés n'engendrent pas de descendance.

### 2. La confusion des mâles

Dans les conditions normales, le mâle se dirige vers une femelle vierge appelante guidé par le flux d'air chargé de phéromones. En plaçant dans une culture ou dans un verger de multiples diffuseurs de phéromone synthétique, on brouille la piste conduisant à la femelle. Le mâle, incapable de localiser une source plus qu'une autre, se trouve "confondu" et ne retrouve pas la femelle. Ceci limite les chances d'accouplement et provoque une baisse des effectifs de la population.



Indiquer les avantages de la lutte biologique.



## Retenons

**Fumure organique** : apport d'engrais organique à un sol.

**Phytophage** : animal qui se nourrit de matière végétale.

**Puceron** : insecte qui parasite les végétaux.

**Phéromones** : substances chimiques émises par les femelles pour attirer le partenaire sexuel.

## La photosynthèse

En présence de la lumière, le végétal fabrique des substances organiques variées (glucides, protides, lipides), à partir des substances minérales : eau et sels minéraux apportés par la sève brute et du dioxyde de carbone absorbé au niveau des feuilles par les stomates. C'est la photosynthèse. Seuls les organismes chlorophylliens réalisent un tel processus.

La photosynthèse se déroule dans des structures cellulaires : les chloroplastes, siège de la chlorophylle .

Le dégagement d'oxygène et l'absorption de dioxyde de carbone sont des manifestations photosynthétiques des cellules chlorophylliennes qui réalisent des échanges gazeux photosynthétiques ou chlorophylliens avec l'environnement ( activité 4).

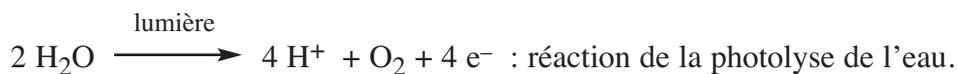
## Bilan de la photosynthèse

Les chloroplastes sont de véritables petites usines.

La chlorophylle absorbe certaines radiations lumineuses comme source d'énergie. Par conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique, les chloroplastes assurent la synthèse de la matière organique.

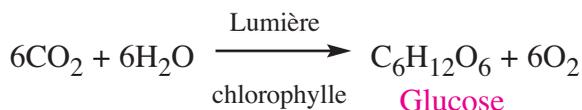
La photosynthèse se déroule en deux phases :

**1. une phase photochimique :** elle se déroule à la lumière, au cours de laquelle il y'a photolyse de l'eau et stockage de l'énergie chimique :



**2. une phase sombre :** au cours de laquelle l'incorporation de  $\text{CO}_2$  et la synthèse de substances organiques sont assurées par des réactions chimiques qui ne dépendent pas directement de la lumière. ces réactions chimiques utilisent l'énergie chimique stockée au cours de la phase lumineuse.

Equation globale de la photosynthèse :



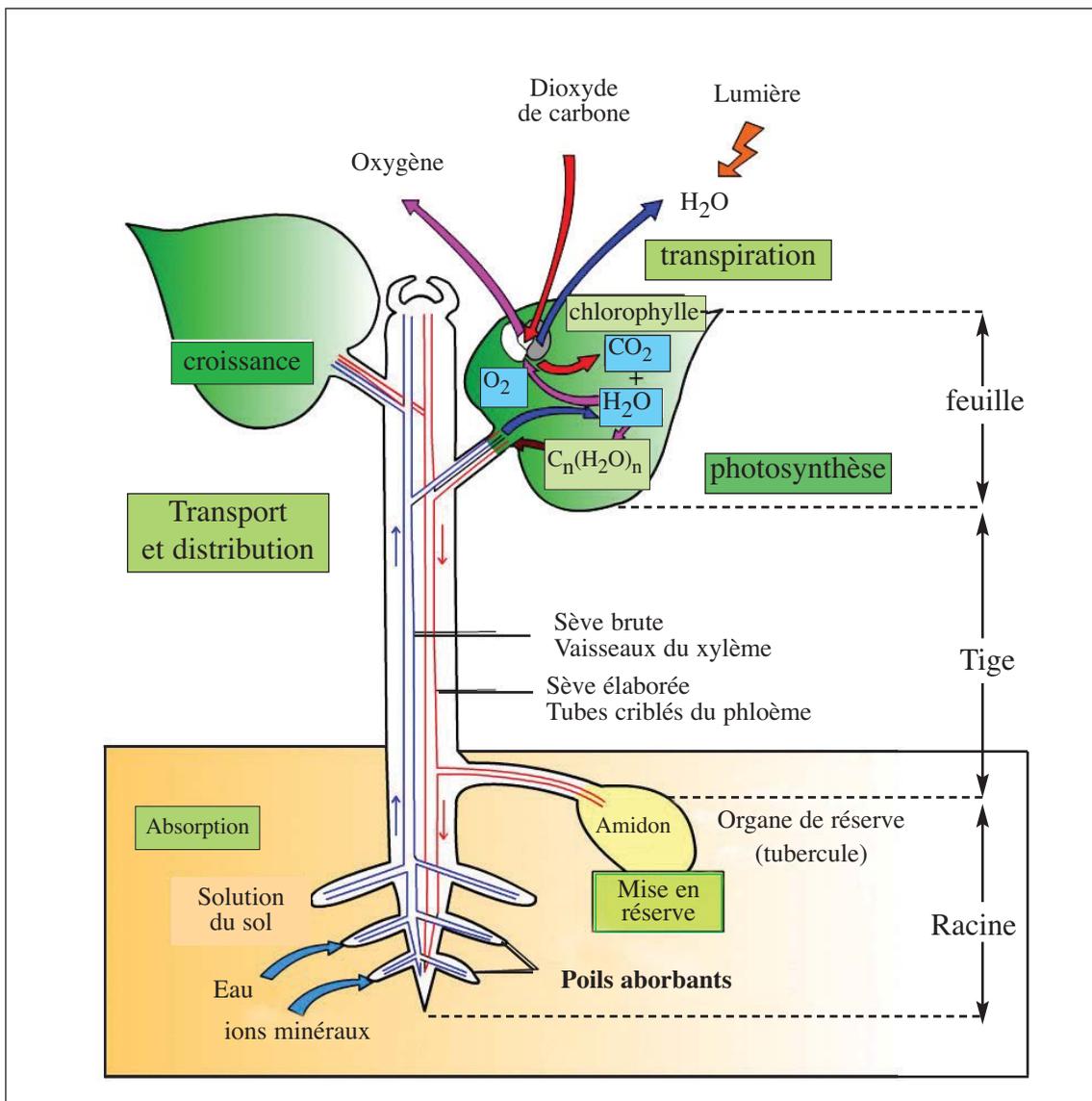
Les produits de la photosynthèse :

Les premières substances organiques fabriquées par la photosynthèse sont des glucides simples à partir desquels se forment les autres glucides (glucose, amidon).

A partir de ces composés glucidiques, la plante verte élabore les autres substances organiques ( lipides et protides ).

Les substances organiques fabriquées, formant avec l'eau la sève élaborée, circulent dans des vaisseaux conducteurs du phloème.

Les molécules organiques synthétisées par les végétaux chlorophylliens sont utilisées pour leur fonctionnement, leur croissance et le stockage de ces molécules se fait dans des organes de réserve (tubercule, fruit, graine...).



**N.B. :** Les emplacements des sèves dans le schéma ne correspondent pas aux emplacements réels des vaisseaux du xylème et des tubes criblés du phloème.

## Les principaux facteurs de variation de l'intensité photosynthétique :

On peut définir l'intensité photosynthétique comme la quantité de dioxyde de carbone absorbé ou la quantité d'oxygène rejeté par unité de masse végétale et par unité de temps. Elle dépend de :

### 1. L'intensité lumineuse

- Pour un éclairage nul, seule la respiration est mesurée, il y a absorption d'oxygène.
  - Pour un éclairage faible, la quantité d' $\text{O}_2$  consommée par respiration est supérieure à celle produite par photosynthèse en effet, l'intensité photosynthétique mesurée ou nette (IPN) du végétal est négative, telle que :  $\text{IPN} = \text{IPB} - \text{IR}$  où
- IPB : l'intensité photosynthétique brute; IR : l'intensité respiratoire.



Pour une valeur donnée de l'éclairement  $IPB = IR$ , tout l'oxygène rejeté par photosynthèse est utilisé par respiration : c'est le point de compensation.

– Pour des valeurs supérieures et croissantes de l'éclairement, l'intensité de la photosynthèse augmente proportionnellement, les échanges gazeux respiratoires étant masqués par les échanges gazeux chlorophylliens. IPN est positive.

– L'atteinte d'un palier montre qu'un facteur autre que celui dont on étudie l'influence limite le phénomène. Généralement les facteurs limitants sont la température et/ou le pourcentage de  $CO_2$ .

L'évolution de l'intensité photosynthétique varie avec la nature de la plante : en effet pour certaines plantes l'optimum est atteint avec des intensités lumineuses élevées, on les appelle plantes de soleil (épinard, pomme de terre); pour d'autres cet optimum est atteint pour des intensités lumineuses beaucoup plus faibles, c'est le cas des plantes d'ombre (fougère).

## 2. Taux de $CO_2$ .

L'augmentation de l'IPN en fonction du taux de  $CO_2$  dans le milieu cesse pour un taux de 0,3%. L'IPN peut même baisser pour des valeurs supérieures à 0,3 : le  $CO_2$  devient toxique pour le végétal.

## 3. la température.

L'intensité de la photosynthèse, augmente jusqu'à une température optimale voisine de 30-40 °C puis diminue.

## Amélioration de la production végétale et santé.

L'emploi de produits chimiques ( des engrais chimiques et des pesticides) en agriculture permet l'augmentation des produits photosynthétisés et par la suite l'amélioration du rendement agricole ; mais ces produits chimiques présentent souvent des effets néfastes sur la santé humaine .

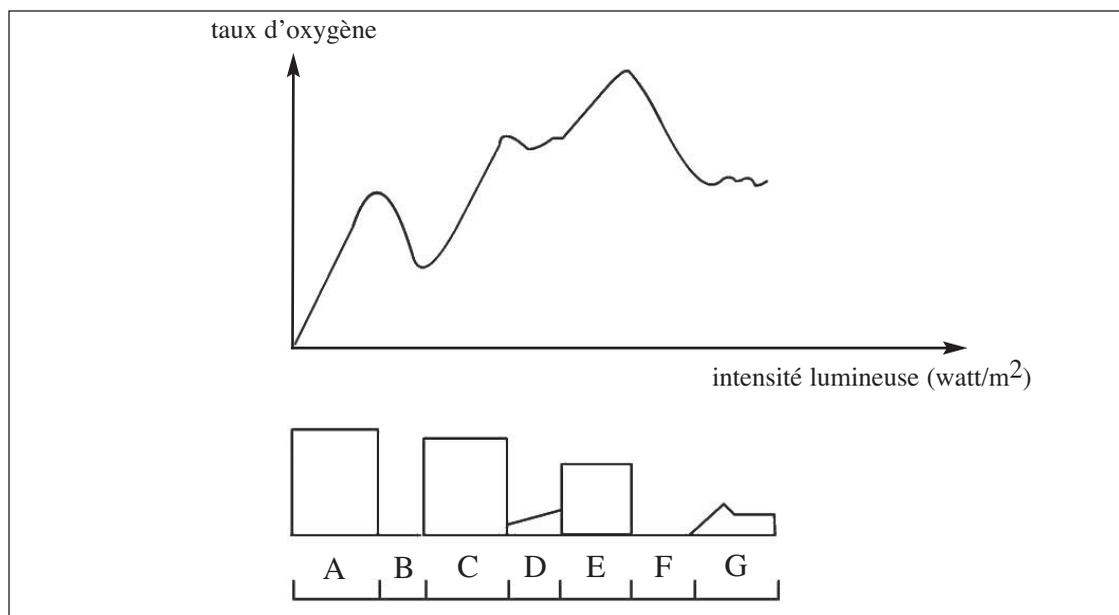
Afin d'éviter l'utilisation excessive des engrais chimiques et des pesticides on dispose de pratiques agricoles basées sur :

- la fertilisation du sol par des engrais naturels.
- l'utilisation rationnelle des engrais chimiques en respectant les doses tout en évitant l'épandage excessif des engrais azotés (nitrates).
- l'utilisation des pesticides à courte durée d'activité.
- le respect de la rémanence, durée pour laquelle le pesticide est actif.
- la lutte biologique par l'utilisation des ennemis naturels (insectes prédateurs), des phéromones (procédé qui empêche la reproduction des ravageurs) et par le désherbage manuel.

## Exercice corrigé

1

Afin d'étudier la variation de l'intensité photosynthétique en fonction de l'intensité lumineuse on utilise un dispositif d'expérimentation assistée par ordinateur pour déceler la variation du taux d'oxygène dans un milieu aquatique où sont placées des élodées dans différentes conditions d'éclairément A, B, C, D, E, F, G (exprimé en Watt/m<sup>2</sup>). Les résultats sont portés sur le document suivant.



- Donner la signification des phases B et F.
  - Préciser le phénomène biologique responsable de l'évolution de la quantité d'oxygène dans les phases B et F.
- Donner la signification des phases A, C et E.
  - Sachant que le phénomène biologique dégagé dans la question précédente, se produit 24 heures sur 24 heures, déduire la signification biologique de l'évolution de la quantité d'oxygène dans ces phases A, C et E.
- Expliquer la variation du taux d'oxygène dans les phases D et G. Nommer le phénomène qui a lieu dans ces périodes.

## Corrigé

- Dans les phases B et F il ya chute du taux d'oxygène dans le milieu qui s'explique par une absorption d'oxygène par la plante.
  - Le phénomène biologique est la respiration
- Dans les phases A,C et E il ya augmentation du taux d'oxygène dans le milieu qui s'explique par un dégagement de l'oxygène par la plante.
  - L' augmentation du taux d'oxygène s'explique par la différence entre le taux d'oxygène dégagé (IPB) et le taux d'oxygène absorbé (IR) par la plante, c'est l'IPN, qui correspond à un bilan entre deux phénomènes biologiques : photosynthèse et respiration.
- Dans les phases D et G le taux d'oxygène dans le milieu est constant : la quantité d'oxygène dégagé est égale à la quantité d'oxygène absorbé ; le bilan est nul. c'est le point de compensation.

## Exercices non résolus

1

Une feuille panachée, partiellement cachée par la lumière par une bande opaque, a été exposée 24 heures à la lumière (*Voir document suivant*).



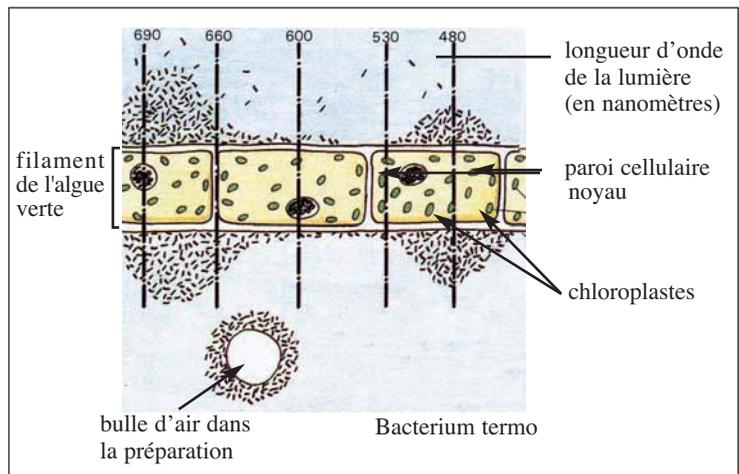
- A. Préciser le réactif employé pour localiser l'amidon fabriqué ?
- B. Reproduire cette feuille en localisant les zones où l'on trouvera de l'amidon.
- C. Indiquer les résultats obtenus si on entoure la feuille d'une enceinte où circule un air débarrassé de son dioxyde de carbone ?

2

### Expérience historique.

En 1894 Engelman réalise l'expérience résumée ci-dessous.

Un filament d'Algue verte (*Cladophora*) est monté entre lame et lamelle puis éclairé, sous le microscope, par un spectre de lumière solaire (obtenu en interposant un prisme entre le miroir et la platine du microscope). Le milieu de montage contient, en outre, des bactéries (*Bacterium termo*) uniformément réparties dans la préparation au début de l'observation. Au bout de quelques minutes elles se répartissent comme l'indique la figure ci-contre.



- A. Analyser cette expérience.
- B. Expliquer la répartition des bactéries dans la préparation.

### 3

On cherche à mesurer l'intensité photosynthétique en fonction de la concentration du milieu en dioxyde de carbone, chez une plante terrestre. Le tableau suivant résume les résultats obtenus :

concentration de l'atmosphère en CO <sub>2</sub> (%)	0	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	0,18	0,21
Intensité photosynthétique	1	3,5	6	8	10	11	11	11

- Définir l'intensité photosynthétique.
- Tracer la courbe de la variation de l'intensité photosynthétique en fonction de la concentration de l'atmosphère en CO<sub>2</sub>.
- Interpréter la courbe.

### 4

#### Lutte biologique contre l'acarien tetranychus urticae.

Le rosier est très souvent attaqué par un acarien appelé tetranychus urticae, qui cause des ravages énormes. La lutte biologique consiste à lâcher un autre acarien, inoffensif pour le rosier, phytoseuilus, qui dévore tetranychus à tous les stades (figure 1).

Les lâchers se font sous serre. Après trois lâchers, une fois par semaine, 50 à 60 feuilles sont prélevées au hasard dans la serre. A la loupe on observe 30 folioles de rosier et on dénombre les quantités des 2 espèces d'acariens. (figure 2).



Fig. 1

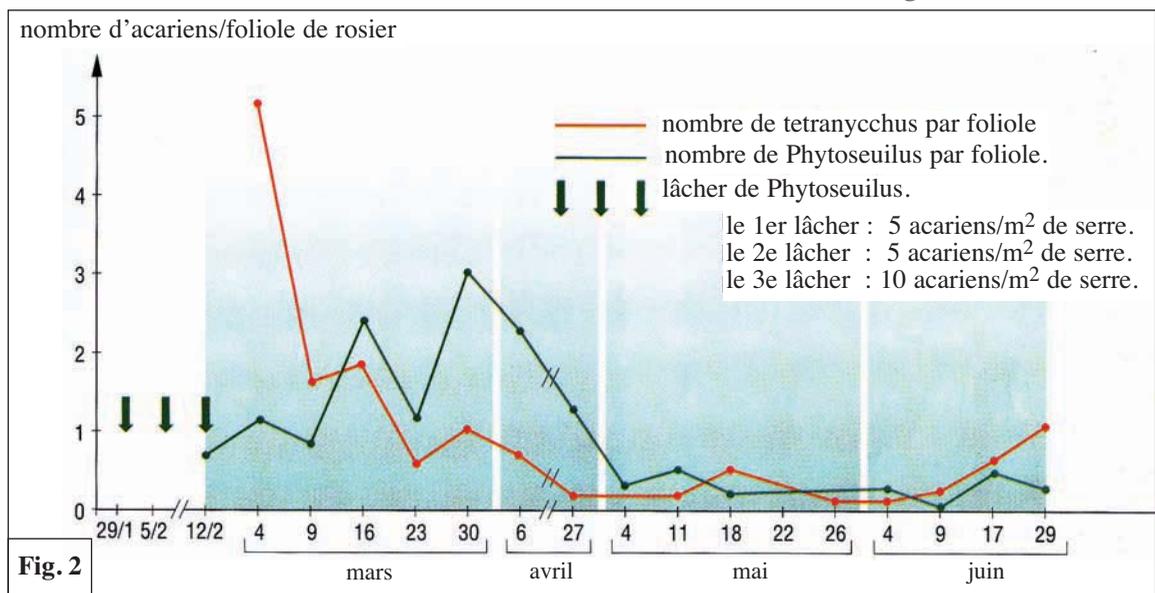


Fig. 2

- Décrire la variation des deux populations d'acariens en fonction du temps.
- La lutte biologique est-elle efficace ?

# LA MULTIPLICATION VEGETATIVE



Afin d'améliorer la production végétale, l'agriculture dispose de plusieurs moyens (fertilisation du sol, culture sous-serre), en plus l'agriculteur pratique des techniques variées permettant la multiplication rapide des plantes performantes. Quelles sont ces techniques ?

Sommaire	Pages
■ Techniques traditionnelles de la multiplication végétative.....	76
■ Multiplication végétative par culture in vitro.....	81
■ Bilan .....	85
■ Exercices .....	86

# LES ACQUIS DU COLLÈGE

Chez les végétaux, on distingue deux modes de reproduction :

- ❖ Une reproduction sexuée qui est assurée par la graine.
- ❖ Une reproduction asexuée ou multiplication végétative à partir d'organes végétatifs variés (tige, rhizome, tubercule, bulbe).
- ❖ Les modes de la multiplication végétative sont :
  - Le bouturage
  - Le marcottage
  - Le greffage.

# LA MULTIPLICATION VEGETATIVE

## Techniques traditionnelles de la multiplication végétative.

Chez certaines espèces végétales (bananier, grenadier, figuier, vigne, pomme de terre, jasmin...) la multiplication végétative est le seul moyen d'obtenir facilement et rapidement une production importante.

Comment est-elle assurée ?

1

### LE BOUTURAGE :

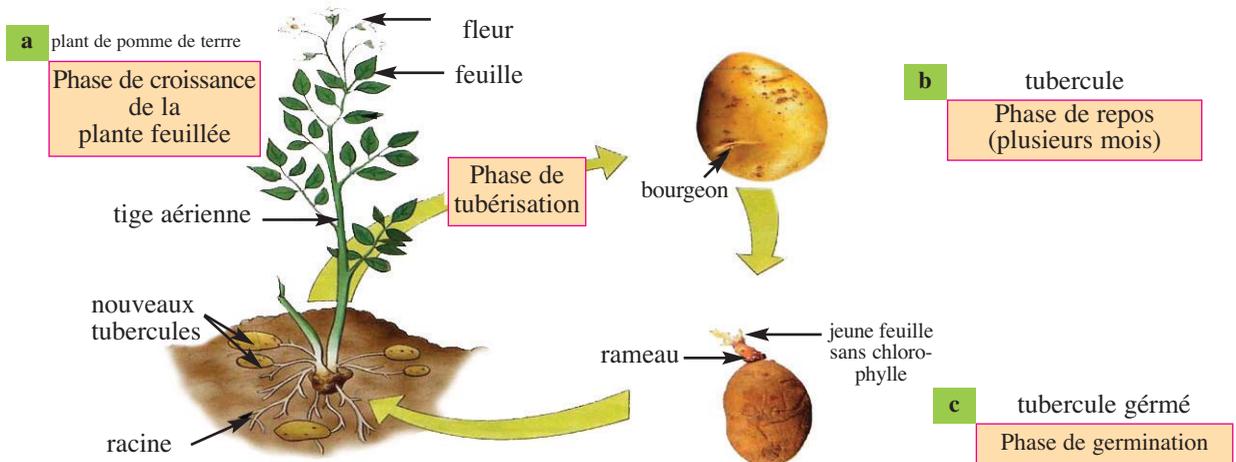
**Principe :** mis à terre, un fragment d'organe de l'appareil végétatif de certaines plantes, s'enracine et développe une nouvelle plante. Le fragment est appelé bouture.

**Exemples :**

#### 1.1 - Bouturage chez la pomme de terre.

Le tubercule de pomme de terre est une partie d'une tige souterraine qui porte des bourgeons ; lorsqu'il est planté, il fournit un plant de pomme de terre formé de tiges aériennes feuillées qui fleurissent et des tiges souterraines qui portent plusieurs tubercules.

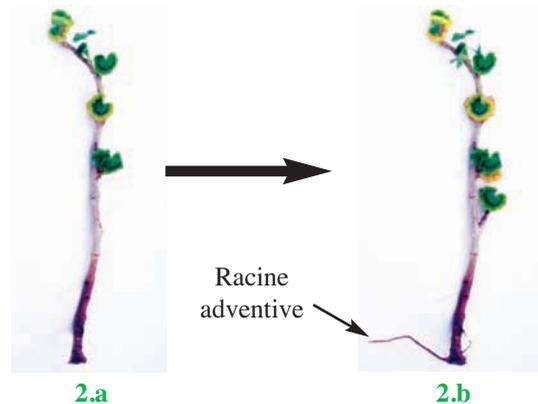
On a prouvé qu'un seul bourgeon isolé d'un tubercule est aussi capable de fournir un plant normal producteur de tubercules normaux.



1. Cycle végétatif de la pomme de terre

#### 1.2 - Bouturage chez le pélargonium.

Un rameau feuillé de pélargonium isolé (figure 2.a) est enfoncé dans de la terre humide. Des racines adventives apparaissent dans la partie enterrée au voisinage de la section, la partie aérienne de la bouture s'accroît, se ramifie et engendre des feuilles : le rameau isolé est ainsi à l'origine d'une nouvelle plante (figure 2.b).



2. Bouturage chez le pélargonium

### 1.3- Bouturage chez l'olivier :

#### a) Bouturage semi-ligneux

##### Technique :

- On prépare une bouture de hauteur de 15 à 17 centimètres à partir d'un rameau âgé d'au moins une année.
- On garde deux paires de feuilles au sommet de la bouture (photo 3.a).
- On enracine la bouture en tenant compte des conditions suivantes : une température de 23 à 25 °C et une humidité ambiante supérieure à 80%.
- Au bout de quelques semaines, on observe le développement d'un cal (photo 3.b).
- Au bout de 8 semaines environ, on observe l'émission de racines (photo 3.c)



3.a. Bouture d'olivier



3.b. Développement d'un cal



3.c. Emission de racines

#### 3. Bouturage semi-ligneux chez l'olivier

#### b) Bouturage par éclat de souche

A la base du tronc, il y a développement d'une protubérance qui peut être fragmentée en tronçons de 15 à 20 centimètres de longueur et d'une masse de 500 grammes à 5 kg appelés éclats de souches ou souchets. Enterré et irrigué, le souchet s'enracine et donne une nouvelle plante identique à la plante mère.



4. Eclat de souche



1. Pratiquer la technique de bouturage chez les plantes suivantes : pomme de terre, pélargonium, grenadier,...



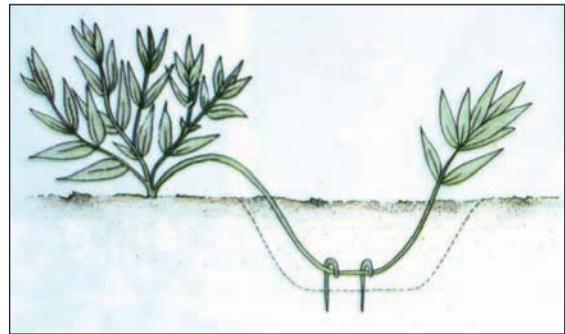
2. Visiter une pépinière et recueillir des informations relatives aux conditions de réussite du bouturage chez d'autres espèces végétales.

2

## LE MARCOTTAGE :

### Principe :

En enterrant à quelques centimètres sous terre ou dans un pot, une tige aérienne de certaines espèces végétales, sans la détacher de la plante, on observe au bout de quelques semaines de la mise à terre, la formation de racines adventives. En isolant la tige enracinée on obtient une nouvelle plante identique à la plante mère.



5. Marcottage d'une plante ornementale



1. Pratiquer la technique du marcottage sur le jasmin dans le jardin du lycée.



2. Visiter une pépinière et recueillir des informations relatives aux conditions de réussite du marcottage chez d'autres espèces végétales.

3

## LE GREFFAGE :

Le greffage est une technique qui nécessite la présence d'un fragment de tige appelé greffon, prélevé sur un végétal sélectionné pour la qualité de ses fruits ou fleurs et d'un végétal porte greffe. Le greffon et le porte greffe appartiennent à la même espèce ou à des espèces voisines.

Le greffon est un bourgeon ou un jeune rameau.

Le porte greffe est la plante sur laquelle on fixe le greffon.

### 1- Principe du greffage :

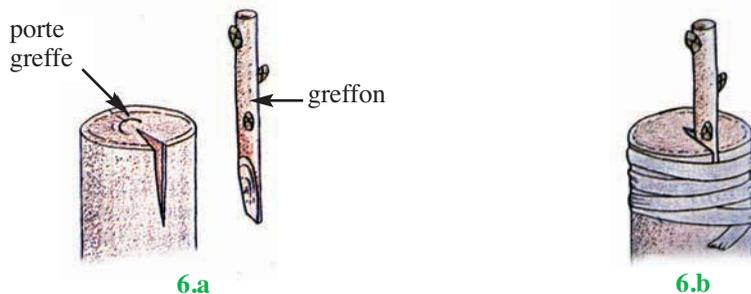
Le greffon est prélevé d'une plante puis fixé sur le porte greffe d'une autre plante de telle sorte que les vaisseaux conducteurs du porte greffe se raccordent à ceux du greffon.

### 2 - Quelques modalités de greffage :

#### *Greffage en fente*

Le porte greffe ayant au moins 3 centimètres de diamètre, est rabattu 10 à 20 centimètres au dessus du sol.

On pratique une fente longitudinale au niveau de la plante porte greffe dans laquelle on introduit le greffon qui est un rameau taillé en biseau (figure 6.a). On veille à ce que l'écorce du greffon soit au même niveau que celle du porte greffe. L'ensemble est ensuite ligaturé et recouvert par du mastic pour assurer la réussite de la greffe (figure 6.b).



6. Technique de la greffe en fente

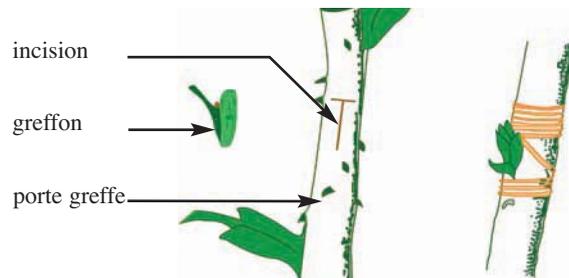
## Greffe en écusson

Le greffon est un bourgeon accompagné d'une bande d'écorce prélevé sur le rameau d'un arbre âgé au moins de deux ans. L'écorce du porte greffe est incisée selon deux lignes perpendiculaires (forme en T) (figure 7.b).

Le greffon est inséré entre les deux lèvres de l'incision et fixé en contact direct avec le bois du porte greffe. L'ensemble est ensuite ligaturé (figure 7.c).



7.a



7.b

7.c

7. Technique de la greffe en écusson

## 3 - Résultat :

Le porte greffe conserve son appareil absorbant complet ( racine) et une partie du tronc (tige). Le greffon développe un appareil assimilateur et de fructification (rameaux, tige, feuilles, fruits...) à l'exclusion de toutes racines ; la nouvelle plante porte les caractères de la plante qui a fourni le greffon.

## 4 - Possibilités de greffage :

Modalités de greffage	Origine du greffon	Plante porte greffe	Période de greffage
Greffe en fente	pommier	Pommier franc	Hiver
	poirier	Poirier franc, cognassier	
Greffe en écusson	abricotier	abricotier franc, amandier franc.	Mois de mai
	pêcher	pêcher franc, amandier franc.	Mois de juin



1. Pratiquer la technique du greffage en fente et en écusson dans le jardin du lycée.



2. Visiter une pépinière et recueillir des informations relatives aux conditions de réussite du greffage chez des espèces végétales locales.

## IMPORTANCE DE LA MULTIPLICATION VÉGÉTATIVE.

La multiplication végétative est universellement utilisée pour multiplier rapidement des plantes ayant des caractères appréciés par le consommateur : rendement élevé, qualité alimentaire industrielle ou ornementale, résistance aux maladies...

La multiplication végétative dans le cas de la culture de pomme de terre permet un rendement meilleur et dans un délai court. En effet :

Un fragment de tubercule de pomme de terre, planté en automne est à l'origine d'un pied de pomme de terre qui produit 15 à 30 tubercules qui seront récoltés au printemps. Alors qu'une graine de pomme de terre ne peut produire un plant à tubercules normaux qu'au bout de quatre ans.



1. Préciser les avantages de la multiplication végétative des plantes.



2. Faire une enquête sur les techniques utilisées dans la multiplication végétative des espèces végétales cultivées dans la région.

### Retenons



**Bouture** : portion plus ou moins importante d'une plante (feuille, tige rhizome,..) qui est capable de régénérer les parties manquantes et de se développer totalement.

**Bouturage** : technique qui consiste à réaliser des boutures afin de multiplier de manière asexuée une plante.

**Marcottage** : technique de reproduction asexuée qui consiste à mettre en contact avec le sol une tige aérienne qui s'y enracine puis à la séparer de la plante mère.

**Greffage** : technique de reproduction asexuée qui consiste à insérer sur une plante (sujet) d'une partie prélevée d'une autre plante (greffon) dont on désire développer les caractères.

**Végétal franc** : végétal provenant des semis.

# LA MULTIPLICATION VEGETATIVE

## Multiplication végétative par culture in vitro.

La multiplication végétative traditionnelle, par bouturage, marcottage et greffage, permet de multiplier rapidement les plantes mais le nombre de plantes obtenues par ces techniques est faible.

On peut produire en plus grande quantité et dans un intervalle de temps plus court des plantes performantes grâce à la technique de la culture in vitro.

1

### CULTURE IN VITRO PAR MICROBOUTURAGE :

Cette technique consiste à prélever sur une plante performante une microbouture renfermant un bourgeon. Ce bourgeon renferme des cellules embryonnaires appelées cellules totipotentes, capables de se développer pour donner n'importe quelle partie de la plante : tige, racine, feuille.....

La culture in vitro par microbouturage exige des conditions d'asepsie, elle permet une multiplication végétative extraordinaire. Par exemple, en un an on obtient 400000 oliviers identiques à la plante d'origine sur laquelle on a prélevé la microbouture, alors que par bouturage traditionnel, on ne peut obtenir dans le même temps qu'une vingtaine à partir de la plante mère.

Les plantes identiques résultant de la technique de la culture in vitro forment un clone.

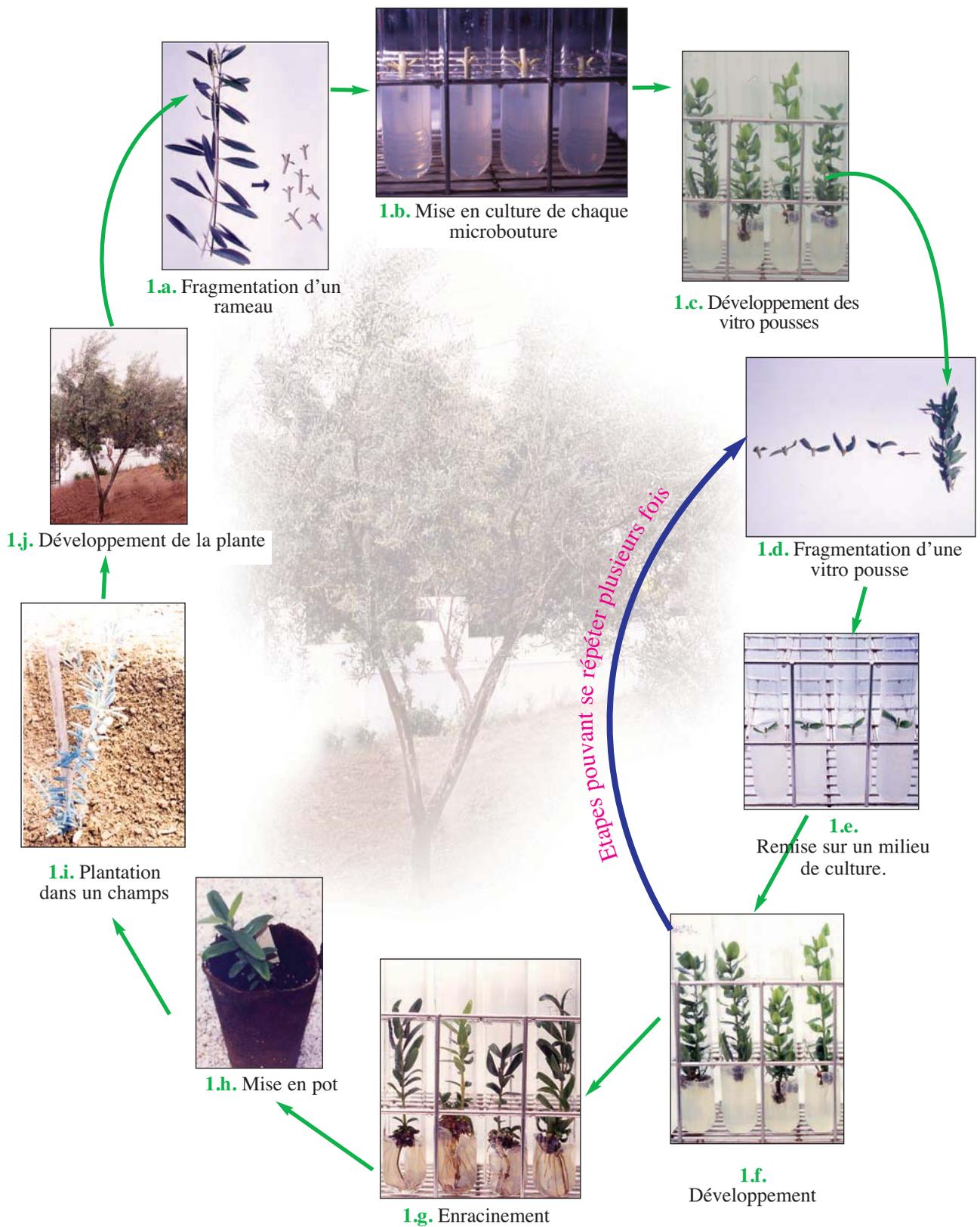
#### Culture in vitro chez l'olivier

##### Technique :

On suit les étapes suivantes :

1. Fragmentation d'un rameau d'olivier, prélevé sur une plante en microboutures (photo 1.a).
2. Mise en culture dans un milieu nutritif en conditions stériles (photo 1.b).
3. Développement de vitro pousses pendant trois mois en moyenne (photo 1.c).
4. fragmentation d'une vitro pousse sous conditions stériles (photo 1.d).
5. Remise sur milieu nutritif (photo 1.e)
6. Développement (photo 1.f)
7. Enracinement (photo 1.g)
8. Mise en pot pour la phase d'acclimatation (photo 1.h)
9. Plantation dans un champs (photo 1.i)

**NB. :** Les étapes 4,5 et 6 seront répétées plusieurs fois.



**1. Technique de micro bouturage chez l'olivier**

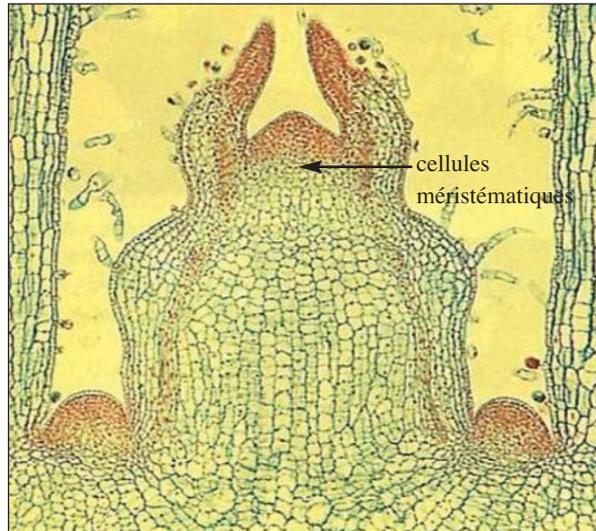


Faire une recherche sur la culture in vitro chez d'autres espèces végétales à intérêt économique (palmier...)

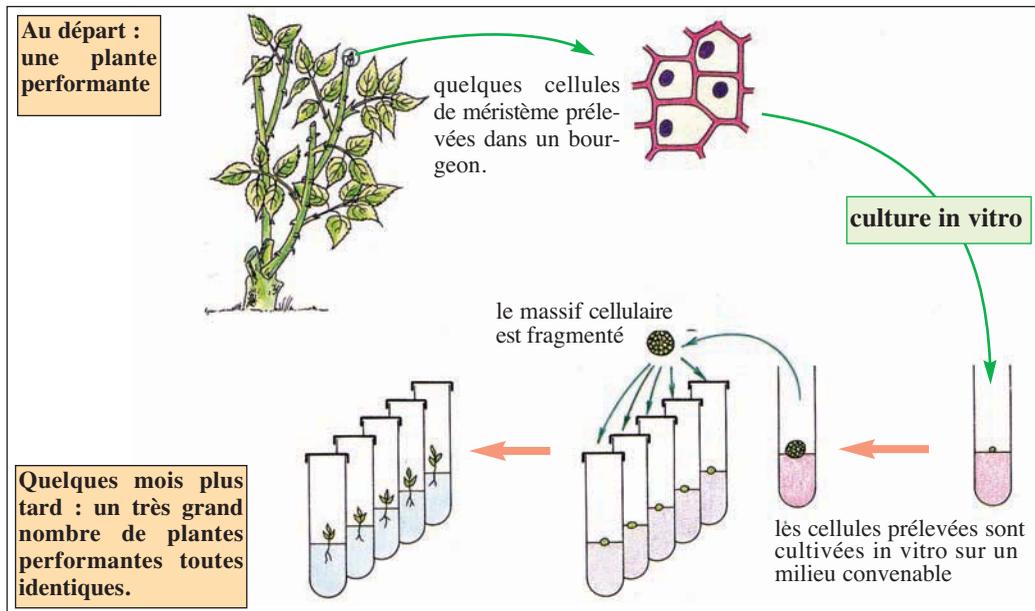
## CULTURE IN VITRO DES CELLULES MÉRISTÉMATIQUES :

A l'extrémité d'un bourgeon terminal d'un végétal (photo 2), il existe des cellules méristématiques qui permettent la croissance et l'édification des organes du végétal. Une fois ces cellules méristématiques isolées et cultivées in vitro (au laboratoire), elles sont à l'origine d'un grand nombre d'individus identiques à la plante de départ: c'est un clone.

La figure 3 résume les étapes de la culture in vitro des cellules méristématiques.



2. Coupe longitudinale d'un bourgeon.



3. Technique de culture in-vitro de cellules méristématiques.



1. En exploitant les documents 1 et 2, justifier le qualificatif "totipotente" attribué aux cellules méristématiques.
2. Comparer la technique de multiplication végétative traditionnelle à celle de la culture in vitro.

## IMPORTANCE DE LA MULTIPLICATION VÉGÉTATIVE PAR CULTURE IN VITRO :

- ✓ Une enquête révélait que les maladies à virus causaient une perte de 30 tonnes par an de pomme de terre soit 15% de la production des pays qui en font la culture. Des clones sains ont pu être reconstitués grâce à la culture des méristèmes.
- ✓ Des plantes en voie de disparition, parce qu'elles se reproduisent difficilement, sont conservées grâce aux cultures de méristèmes (pommier ancien, rosier ancien...).
- ✓ Un local pour culture in vitro de 9 mètres carrés, climatisé remplace 25500 mètres carrés de serres chauffées ou refroidies selon la saison.  
Un grand producteur et exportateur d'œilletons obtient avec les techniques de culture in vitro en deux ans ce qu'il produisait en quatre ans par la culture traditionnelle ce qui correspond à l'économie de deux ans de chauffage de plusieurs hectares de serres.



En exploitant les documents 1, 2 et 3, dégager les avantages de la multiplication végétative in vitro.



### Retenons

**Culture in vitro** : multiplication des cellules d'un tissu végétal sur un milieu nutritif adapté pour obtenir de nouvelles plantes identiques au végétal de départ.

**Clone** : ensemble d'individus possédant les mêmes caractères et provenant de la multiplication végétative d'un individu unique.

## Bilan

---

Pour subvenir aux besoins croissants en aliments d'origine végétale, l'usage des techniques de la multiplication végétative permet d'améliorer quantitativement et qualitativement la production végétale (rendement, taille du fruit, goût ...).

Les techniques traditionnelles par bouturage, marcottage, et par greffage conservent les caractères de la plante mère.

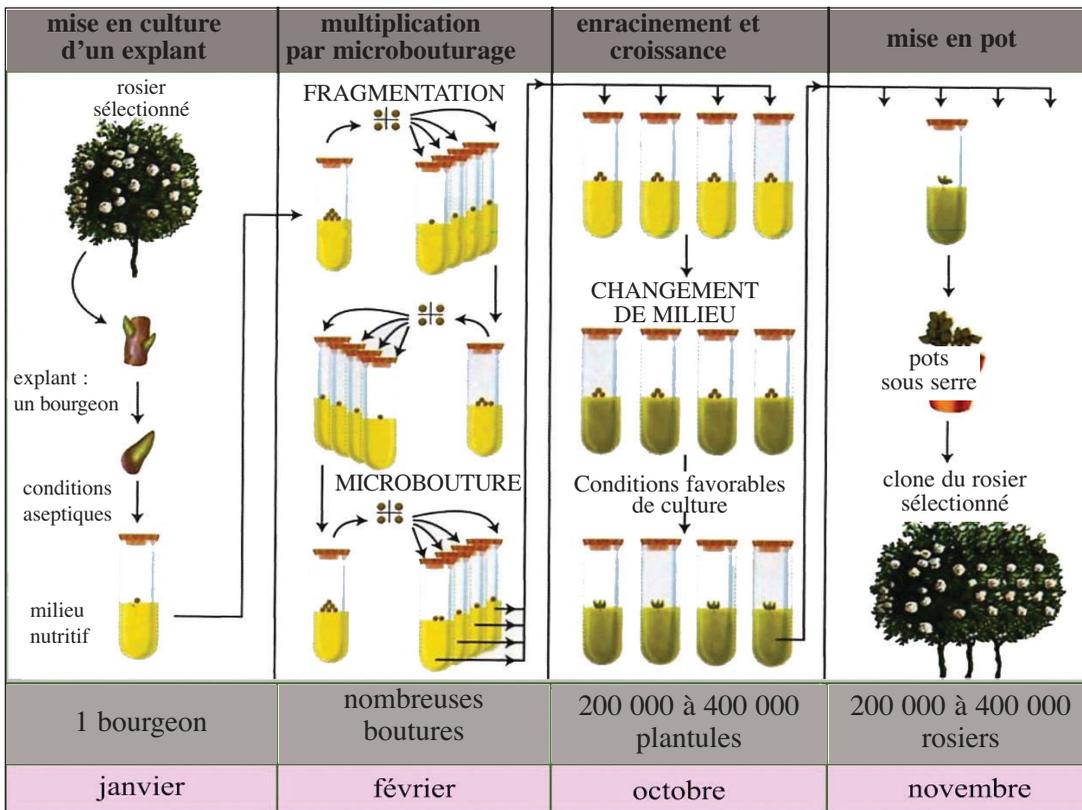
Les techniques modernes par culture in vitro permettent de conserver les caractères recherchés tout en obtenant un plus grand rendement.

Toutes les plantes issues de la reproduction végétative à partir d'une plante mère forment un clone.

La reproduction végétative est assurée grâce à la **totipotence** des cellules des végétaux chlorophylliens, caractère qui leur permet de se développer et de donner n'importe quel organe de la plante à partir d'une seule cellule.

## Exercice corrigé

Le document suivant représente une technique de multiplication végétative chez le rosier, dans des conditions d'asepsie et dans des milieux de culture appropriés.



1. Nommer cette technique.
2. Décrire les étapes de cette manipulation.
3. Dégager les avantages de cette technique dans l'amélioration de la production végétale.

## Corrigé

1. Culture in vitro par microbouturage.
2. Les étapes du clonage in vitro du rosier sont:
  - prélèvement d'une microbouture renfermant un bourgeon.
  - mise en culture de la microbouture.
  - fragmentation de la bouture obtenue en plusieurs microboutures.
  - culture de chaque microbouture.
  - après enracinement et croissance, chaque plantule issue d'une microbouture est mise en pot, puis cultivée dans un champ.
3. Les avantages de cette technique:
  - obtention d'un clone.
  - multiplication massive des plantes performantes.
  - obtention de plantes saines, indemnes de toutes maladies.
  - une économie dans le temps et dans l'espace.

## Exercices non corrigés

### Exercice n° 1

Les figures 1, 2 et 3 montrent des procédés de multiplication végétative :

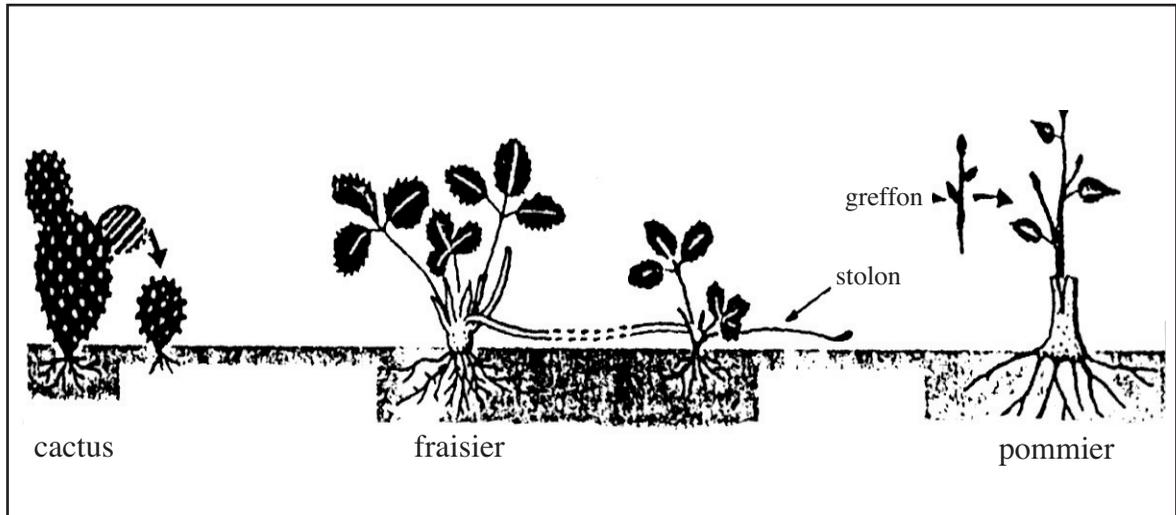


Fig. 1

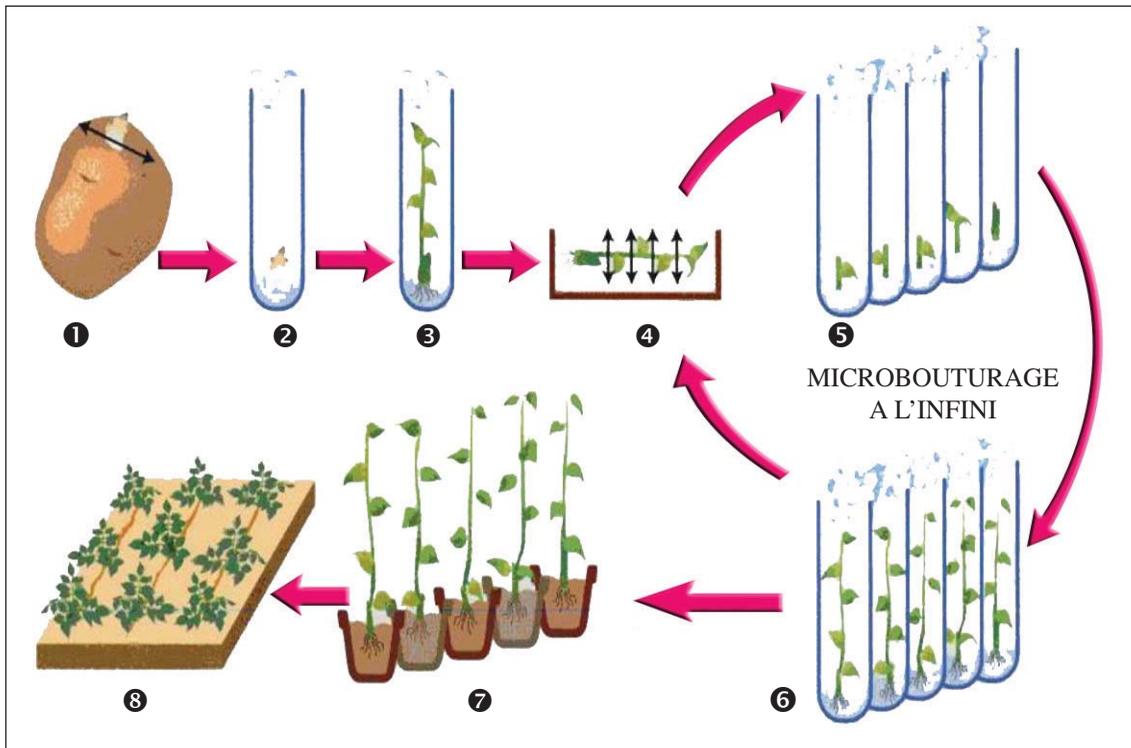
Fig. 2

Fig. 3

1. Reconnaître ces différents procédés.
2. Préciser les caractéristiques des individus nés de la multiplication végétative.
3. Préciser les avantages de ces pratiques.

## Exercice n° 2

Le document suivant représente les étapes de la culture in vitro chez la pomme de terre.



Un bourgeon est prélevé sur le tubercule (1) et implanté dans un milieu de culture (2). Un mois plus tard, la tige formée à partir du bourgeon (3) est prélevée et fragmentée en segments qui portent chacun un bourgeon (4). Chaque bourgeon implanté (5), développe une nouvelle tige (6). Ce procédé de microbouturage peut-être répété à l'infini.

Les tiges feuillées se développent en jeune plants sous-serre (7) pendant un mois. Ils sont ensuite mis à terre pour commencer une nouvelle culture.

Le milieu de culture contient des éléments minéraux, des sucres des vitamines nécessaires à la croissance de la plante, et des substances qui contrôlent son développement. L'ensemble des manipulations est réalisé en conditions stériles pour éviter toute contamination par des maladies.

1. Indiquer quel organe de la plante est placé dans le tube contenant le milieu de culture.
2. Décrire l'évolution de cet organe.
3. Déterminer le temps minimum nécessaire à la formation de jeunes plants mis en terre, à partir du prélèvement sur le tubercule.
4. Calculer le nombre de tiges feuillées produites au cours d'un cycle (étapes 4-5-6), de deux cycles.
5. Au bout de combien de cycles pourrait-on obtenir au moins 50 000 jeunes plants, nombre nécessaire pour un champs de 10 000 m.

# MICROBES ET SANTÉ



L'environnement renferme une multitude de micro-organismes dont un grand nombre menace en permanence la santé de chacun parce qu'ils sont à l'origine de maladies infectieuses graves parfois mortelles.

- De quoi est constitué le monde microbien ?
- Quelles sont les caractéristiques des maladies infectieuses ?
- Comment peut-on se protéger contre les maladies infectieuses.

Dans cette partie, vous étudierez les chapitres suivants :

**Chapitre 1** : La diversité du monde microbien.

**Chapitre 2** : Les agents pathogènes et les maladies infectieuses.

**Chapitre 3** : La défense de l'organisme.

### SITUATION D'INTÉGRATION (3)

*Le 5 juin correspond à la journée mondiale de l'Environnement. L'année 2003 a été consacrée à l'eau . A cette occasion, le secrétaire général des nations unies a présenté un rapport dans lequel, il a souligné l'importance de l'eau dans la vie de l'Homme et a révélé la gravité des dégâts causés par les maladies liées à la qualité de l'eau utilisée. En effet, une eau de mauvaise qualité entraîne la mort d'un enfant toutes les 8 secondes. Il a mentionné par ailleurs, que plus de 2 millions de personnes dans le monde et plus de 50% des malades internés dans les hôpitaux sont affectés par des maladies liées à l'utilisation de l'eau.*

*En Tunisie, des programmes nationaux sont mis en place visant l'assainissement des eaux et l'amélioration des conditions de vie de l'Homme.*

*Le ministère de l'agriculture, de l'environnement et des ressources hydrauliques, célèbrent annuellement la journée de l'environnement et organisent des manifestations avec la participation d'autres ministères : ministère de la santé, ministère de l'équipement, ministère de l'éducation et de la formation, les médias...*

*Pour contribuer à cette manifestation, réaliser individuellement ou par groupe, un poster qui montre :*

- les provenances des eaux consommées dans votre région.*
- les domaines d'utilisation de l'eau.*
- les microbes pouvant exister dans les eaux et leurs effets sur la santé.*
- la participation des programmes nationaux dans l'assainissement des eaux*
- le rôle des citoyens dans la lutte contre la pollution hydrique.*

### SITUATION D'INTÉGRATION (4)

*Le SRAS (Syndrome respiratoire aigu sévère) ou pneumonie atypique, est une infection respiratoire, dont les cas ont été signalés en Asie, en Europe et en Amérique du Nord. Elle est mortelle dans 5% des cas.*

*L'agent responsable est un virus très virulent, facilement transmissible, encore plus inquiétant, ce virus n'avait jamais été observé chez l'homme auparavant.*

*L'épidémie du SRAS aurait commencé en novembre 2002, en Chine ; les cas répertoriés à l'extérieur de la Chine, y compris les cas déclarés en Canada, semblent avoir pour origine un médecin de la provenance chinoise qui a transmis la maladie à 7 personnes lui ayant rendu visite.*

*Le journal scolaire annonce qu'il décide de consacrer une page du numéro suivant à la maladie de pneumonie atypique. Rédiger un article dans lequel vous exposerez les symptômes de cette maladie, son évolution, les voies de contamination par le virus et les mesures de protection employées.*

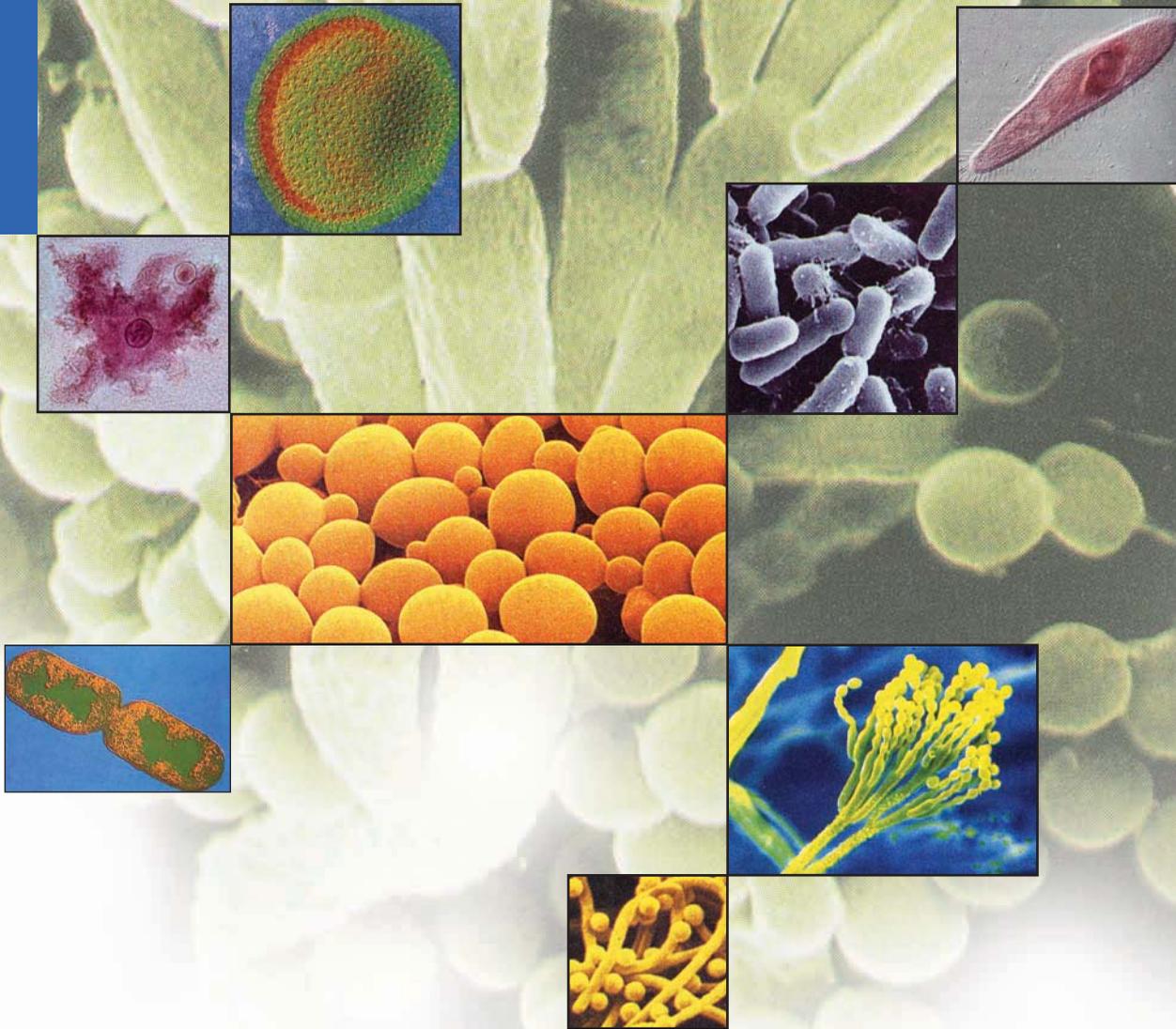
# LES ACQUIS DU COLLÈGE

- ❖ Les êtres vivants sont diversifiés.

- ❖ La cellule est l'unité de constitution des êtres vivants. Elle est formée d'une membrane cytoplasmique, d'un cytoplasme et d'un noyau.
- ❖ Certains êtres vivants sont constitués d'une seule cellule : ils sont dits organismes unicellulaires ( exemples : l'amibe, la paramécie )

- ❖ Les microbes sont des êtres microscopiques.
- ❖ Certains microbes sont pathogènes ( virus du SIDA, gonocoque ) d'autres sont utiles pour l'homme (bactérie du yaourt, levure de bière).

# LA DIVERSITÉ DU MONDE MICROBIEN



Notre environnement est peuplé d'une multitude de microbes

# DIVERSITÉ DU MONDE MICROBIEN

## Diversité du monde microbien.

Le monde microbien se caractérise par une grande diversité. Il est constitué d'organismes qui ne peuvent être observés qu'au microscope, ce sont des micro-organismes. Ils se trouvent partout, dans l'eau, l'air, le sol.

**Quels sont les différents groupes de microbes ?**

**Quelles sont leurs caractéristiques ?**

1

## LES PROTOZOAIRES :

### 1.1 - La paramécie :

#### Manipulation :

- Mettre dans un cristalliseur de l'eau et du foin. (ou du persil)
- Placer le cristalliseur à l'abri du soleil à une température de 25 à 30° C.
- Monter entre lame et lamelle une goutte du liquide du cristalliseur une semaine plus tard.
- Observer la préparation au faible grossissement.



1. Des paramécies vues au microscope G = x200

La paramécie est un animal unicellulaire des eaux stagnantes. C'est un micro-organisme inoffensif.

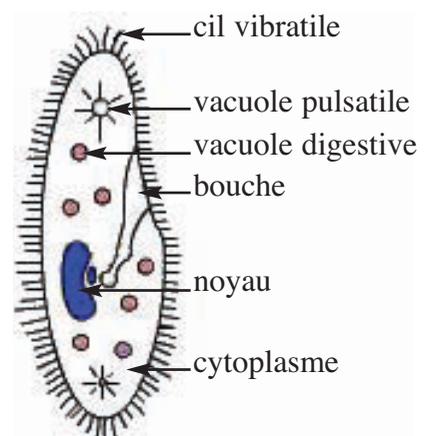
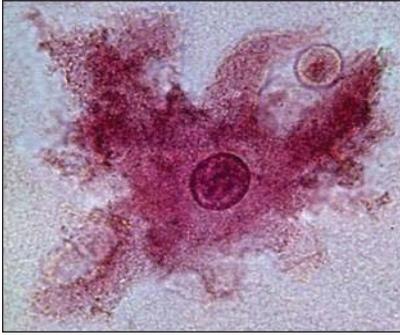


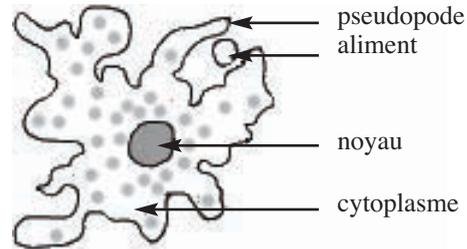
Schéma d'une paramécie

## 1.2 - L'amibe dysentérique, agent de la dysentérie amibienne :

L'amibe est un animal unicellulaire. Son cytoplasme forme des prolongements, ou pseudopodes, qui assurent le déplacement et la nutrition (fig. 2). Lorsque les conditions sont défavorables, elle s'enkyste. Des kystes d'amibe peuvent être ingérés, par l'homme, avec l'eau ou les aliments souillés. Ils se transforment dans le tube digestif en amibes qui se multiplient dans le gros intestin et causent la dysentérie amibienne (diarrhées, vomissements).



2. Une amibe observée au microscope  
G=x 200



Interprétation schématique de l'observation microscopique



1. Réaliser la manipulation présentée dans le document 1.1.
2. Schématiser une paramécie vue au moyen grossissement du microscope.
3. Justifier que la paramécie et l'amibe sont des animaux unicellulaires.



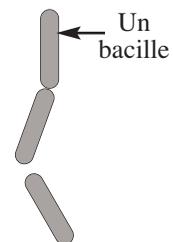
## 2

### LES BACTERIES :

#### 2.1 - Le bacille subtil :

##### Manipulation :

- Mettre de l'eau et une poignée de foin dans un cristalliseur ...
- Faire bouillir à feu doux pendant quelques minutes.
- Laisser refroidir puis filtrer l'infusion obtenue.
- Remarquer au bout de 48 h, un voile qui se forme à la surface du filtrat.
- Prélever une goutte du liquide au niveau du voile et observer au microscope.



3. Le bacille subtil observé au microscope (x 900)

Le bacille subtil est une bactérie en forme de bâtonnet qui se développe à la surface d'une infusion.

## 2.2 - Les bactéries lactiques :

### Manipulation :

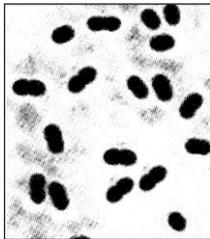
- Déposer une goutte du liquide qui surnage un yaourt sur une lame de verre et l'étaler à l'aide d'une lamelle.
- Faire sécher à l'air libre.
- Recouvrir la préparation d'alcool pour fixer.
- Après évaporation, recouvrir de bleu de méthylène pour colorer.  
10 mn après, faire couler doucement de l'eau sur la lame puis laisser sécher.
- Observer au microscope, au faible puis au fort grossissement.



4. Un frottis de yaourt coloré au bleu de méthylène observé au microscope (x 1000).

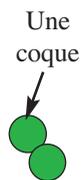
Les bactéries lactiques sont de deux types : les lactobacilles, en forme de bâtonnets, et les streptocoques, en forme de grains arrondis groupés en chaînettes. Elles assurent la transformation du lait en yaourt.

## 2.3 - Les coques : diplocoques, streptocoques et staphylocoques :

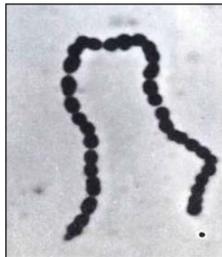


5. Des diplocoques (x 3600)  
(un diplocoque = 2 coques)

Parmi les diplocoques, on distingue les méningocoques responsables de la méningite et les pneumocoques responsables de la pneumonie ...

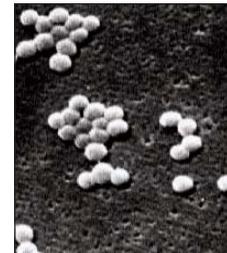


Une coque



6. Un streptocoque (x 2500)  
(un streptocoque = 1 chaîne de coques)

Certains streptocoques sont responsables des abcès, d'autres de la broncho-pneumonie et d'autres de l'angine dont la principale complication en cas d'absence de traitement est le rhumatisme articulaire aigu et l'atteinte cardiaque.



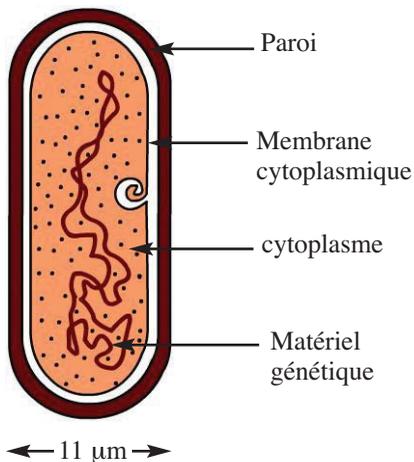
7. Des staphylocoques (x 2800)  
(un staphylocoque = un ensemble de coques en grappe)

Les staphylocoques sont abondants partout : surface de la peau, nez gorge, intestin. Ils peuvent infecter l'organisme à la faveur d'une plaie entraînant la formation d'un furoncle ou d'un abcès.



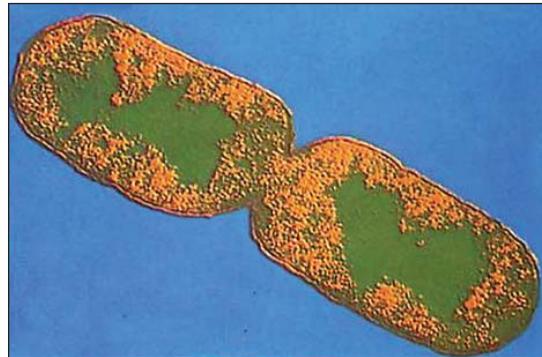
## 2.4 - Eschérishia Coli (E. Coli) :

Eschérishia Coli est un bacille qui vit normalement dans l'intestin de l'homme. Elle fait partie de la flore intestinale. Étant donné sa petite taille, on l'observe au microscope électronique pour préciser sa structure.



8. Structure schématique de E. Coli.

Placée dans des conditions favorables, E. Coli s'allonge et se divise en 2 ; ce mode de division est la bipartition. 2 nouvelles bactéries se forment à partir d'une bactérie initiale toutes les 20 mn.



9. La bipartition chez E. Coli. Observée au MEB (x 27 000)

## 2.5 - Des bactéries qui participent à l'équilibre du milieu naturel :

Les bactéries du sol décomposent la matière organique des cadavres et des déchets animaux et végétaux. Elles les transforment en sels minéraux et en dioxyde de carbone qui se dégage dans l'air.

Ce processus appelé minéralisation permet de restituer au sol les sels minéraux puisés par les plantes.



10. Cette feuille, tombée depuis plusieurs mois, a été décomposée par la bactérie du sol



11. Bactéries sur la feuille (x 6000)



1. Réaliser la manipulation présentée par le document 2.1.
2. Décrire l'observation microscopique.
3. Formuler une hypothèse sur l'origine des bactéries observées.
4. Réaliser un frottis coloré de yaourt selon la manipulation présentée dans le document 2.2.
5. Comparer les types de bactéries observées dans cette préparation et celui observé dans la préparation précédente. En déduire les types de bactéries d'après la forme.



6. Quel est le critère utilisé dans la classification des coques d'après le document 2.3. ?
7. Quelles sont les caractéristiques d'une bactérie qu'on peut dégager à partir du document 2.4. ?
8. Comparer la structure d'une bactérie ; telle que E. Coli. (figure 8), à celle d'un protozoaire.
9. Les bactéries sont-elles toutes pathogènes ? Justifier.



10. Réaliser un dossier sur 5 bactéries utiles en précisant le nom de la bactérie et le domaine d'utilisation.

3

## LES CHAMPIGNONS MICROSCOPIQUES :

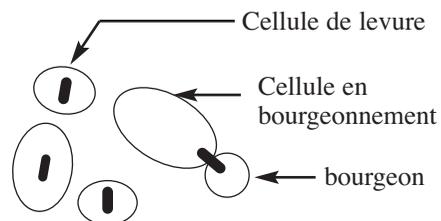
### 3.1 - La levure de bière :

#### Manipulation :

- Diluer un gramme de levure de commerce dans 10 ml d'une solution de saccharose à 10% placée à une température de 37° C.
- Laisser reposer pendant quelques heures.
- Monter entre lame et lamelle une goutte de la préparation obtenue.
- Observer au faible, au moyen, puis au fort grossissement.



12. Cellules de levure de bière observées au microscope (X 1500)



Interprétation schématique

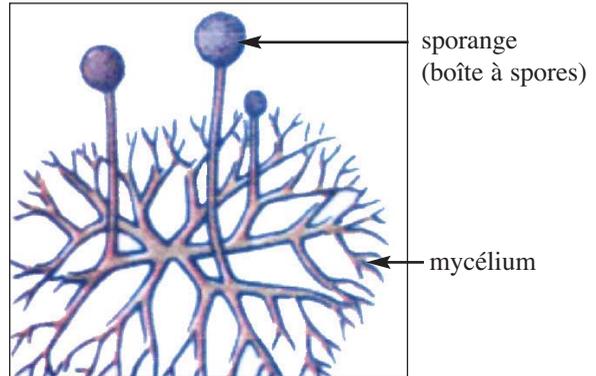
La levure de bière, utilisée dans la fabrication du pain, est un champignon constitué de cellules sphériques ou ovoïdes qui se multiplient par bourgeonnement.

La taille de chaque cellule varie entre 6 et 10  $\mu\text{m}$ . (1 $\mu\text{m}$  = 1 millième de mm).

### 3.2 - La moisissure de pain :

#### Manipulation :

- Placer un morceau de pain humide dans un cristalliseur ; recouvrir l'ensemble.
- Maintenir l'ensemble à une température de 25 à 30°C .  
Au bout de deux jours, le pain se recouvre d'un duvet blanc.
- Prélever un fragment et l'observer au microscope entre lame et lamelle.



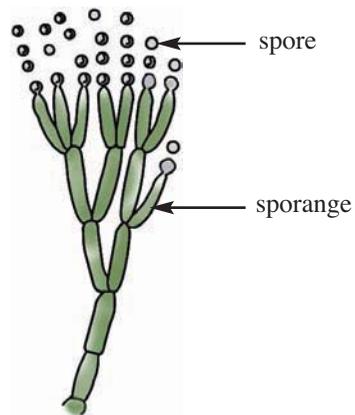
13. Moisissure de pain observée au microscope (x 400)

### 3.3 - Le Pénicille (*Penicillium notatum*) :

Le *Penicillium notatum* est une moisissure verte à partir de laquelle est fabriquée la pénicilline qui est un antibiotique.



14. *Penicillium notatum* observé au microscope (x 900)



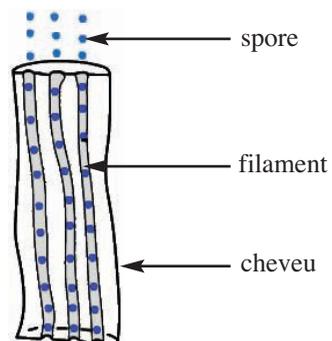
Interprétation schématique

### 3.4 - Le trichophyton :

Le trichophyton est un champignon filamenteux qui infecte la peau et les cheveux. Il est l'agent responsable de la teigne caractérisée par une chute des cheveux.



15. Tête d'un teigneux



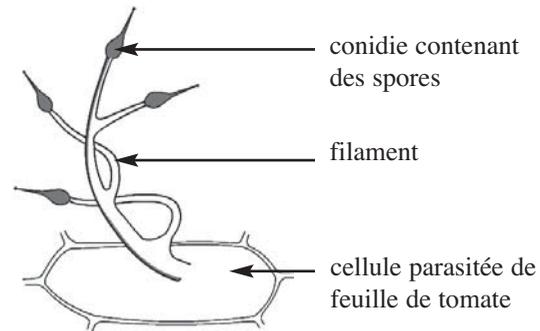
16. Le trichophyton à l'intérieur d'un cheveu

### 3.5 - Phytophthora (agent du mildiou) :

Le mildiou est une maladie qui attaque certains végétaux comme la tomate, la pomme de terre et la vigne, elle est due à un champignon filamenteux : Phytophthora.



17. Feuille de tomate affectée par le mildiou



18. Phytophthora infestans, agent du mildiou de la tomate



1. Réaliser la manipulation présentée par document 3.1.
2. La levure de bière est un champignon « unicellulaire ». Justifier ce qualificatif.
3. Dessiner une cellule de levure en « bourgeonnement ». Quel est l'intérêt de ce phénomène ?
4. Calculer la taille réelle d'une cellule de levure à partir d'une observation microscopique ; le résultat rejoint-il les données du document 3.1 ?



5. Réaliser la manipulation présentée par le document 3.2.
6. Rechercher la signification du mot « antibiotique ».
7. Justifier le qualificatif de « parasite » attribué aux champignons à partir des documents 3.4 et 3.5.
8. Classer les champignons microscopiques en fonction de leur structure cellulaire et de leur utilité à l'homme.



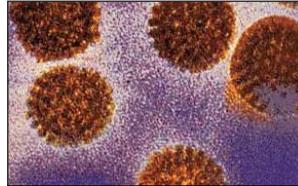
9. La levure de bière provoque la « fermentation des sucres » tels que le maltose, le saccharose et le lactose. Chercher des renseignements à propos de cette transformation chimique. Quelle est l'origine du mot levure ?

## LES VIRUS :

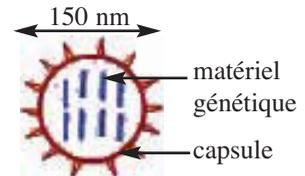
Un virus est une particule très petite qui n'est observable qu'au microscope électronique. Sa taille varie de quelques angströms ( $1\text{Å} = 10^{-10}\text{ m}$ ) à quelques micromètres ( $1\mu\text{m} = 10^{-6}\text{ m}$ ). Il est inerte dans le milieu extérieur : il ne respire pas et ne se reproduit pas. Le virus ne peut se multiplier qu'à l'intérieur d'une cellule vivante appelée cellule hôte.

### 4.1 - Le virus de la grippe :

Le virus de la grippe est responsable des inflammations respiratoires.



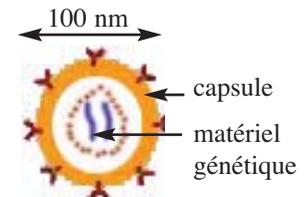
19. Le virus de la grippe



Interprétation schématique

### 4.2 - Le V.I.H. :

Le V.I.H (virus de l'immunodéficience humaine), ou virus du S.I.D.A., se transmet par le sperme, les sécrétions vaginales et le sang. Il s'attaque aux cellules du système immunitaire de l'Homme.



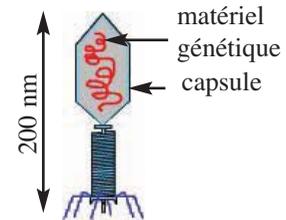
20. Modèle du VIH

### 4.3 - Les bactériophages :

Les bactériophages sont des virus qui infectent les bactéries.

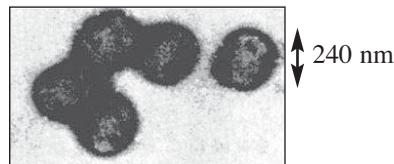


21. Des bactériophages



### 4.4 - Le virus de la variole :

Le virus de la variole provoque une infection de la peau avec formation de pustules.



22. Virus de la variole



1. Comparer l'organisation et la taille des virus à celles d'une bactérie.
2. Justifier l'appellation de « parasites intracellulaires obligatoires » que l'on donne aux virus.

## Retenons



**Bactérie** : être vivant unicellulaire microscopique, qui se multiplie par bipartition et dont le matériel génétique n'est pas délimité par une membrane ; c'est un organisme procaryote.

**Procaryote** : terme signifiant un être vivant constitué d'une cellule ne contenant pas un véritable noyau ; exemple : les bactéries, les algues bleues.

**Eucaryote** : terme signifiant un être vivant constitué de cellule(s) contenant un véritable noyau (matériel génétique entouré d'une membrane nucléaire).

**Bacille** : bactérie en forme de bâtonnet.

**Coques** : bactéries en forme de granules isolées ou associés en chapelet ou en grappe.

**Champignons** : organismes eucaryotes apparentés aux végétaux mais s'en distinguent par leur mode de nutrition. Ce sont des êtres hétérotrophes qui se nourrissent d'eau, de sels minéraux et de substances carbonées.

**Moisissure** : champignon microscopique.

**Virus** : particule organisée incapable de se développer en dehors d'une cellule vivante.

**Protozoaire** : animal unicellulaire.

**Pathogène** : se dit d'un microbe qui cause une maladie.

## Diversité du monde microbien

Le monde microbien est constitué de micro-organismes différents par leur taille, leur forme et leur mode d'action sur l'organisme. On classe les micro-organismes en 4 groupes :

### 1. Les protozoaires :

Ce sont des êtres unicellulaires à noyau entouré d'une membrane. Certaines espèces sont inoffensives ( paramécie ), d'autres sont pathogènes ( amibe dysentérique, trypanosome, hématozoaire ..).

### 2. Les bactéries :

Une bactérie est une cellule procaryote : elle n'a pas un véritable noyau mais un matériel génétique qui baigne directement dans le cytoplasme.

Les bactéries ont des formes variées : les bacilles sont en forme de bâtonnets, les coques sont sphériques ; d'autres bactéries sont spiralées.

Les bactéries ont une grande capacité de multiplication quand elles se retrouvent dans un milieu favorable ; elles se multiplient par bipartition.

### 3. Les champignons microscopiques :

Ce sont des végétaux microscopiques non chlorophylliens qui nécessitent pour leur développement des matières minérales et organiques. On les classe en champignons unicellulaires (levure) et champignons filamenteux (moisissures, trichophyton, phytophthora..).

### 4. Les virus :

Ce sont des particules de très petite taille qui n'ont pas une organisation cellulaire. Un virus est formé d'un assemblage de molécules. Il ne manifeste une activité que s'il réussit à pénétrer dans une cellule animale, végétale ou bactérienne : C'est un parasite intracellulaire obligatoire.

Certains microbes sont utiles, d'autres sont pathogènes.

### *Les microbes utiles*

Certaines souches bactériennes sont d'une grande importance dans de nombreux processus industriels. La capacité de fermentation de différentes espèces bactériennes est utilisée pour la production de fromages, de yaourts, de vinaigres. D'autres bactéries sont utilisées dans la production de fibres textiles, d'enzymes, de polysaccharides, de détergents, de médicaments, d'antibiotiques, de vaccins, d'hormones ...

L'homme peut aussi utiliser les champignons. Le pénicille est cultivé par l'homme pour produire un antibiotique, la pénicilline. La levure de bière est utilisée dans la fabrication du pain, du vin, de la bière et du cidre. Des moisissures sont utilisées dans la fabrication de quelques types de fromage.

## *Les microbes pathogènes*

Une autre catégorie de microbes cause des maladies : ce sont des microbes pathogènes.

<b>Groupe</b>	<b>Microbe</b>	<b>Maladie</b>
Les protozoaires	Hématozoaire Amibe dysentérique Trypanosome	Paludisme Amibiase Maladie du sommeil
Les bactéries	Bacille de Koch Vibron du choléra Bacille diphtérique Bacille tétanique Streptocoque  Staphylocoque Tréponème	Tuberculose Choléra Diphtérie Tétanos Infection d'une plaie, rhumatisme articulaire Infection d'une plaie Syphilis
Les moisissures	Trichophyton Candida albicans	Teigne Candidose
Les virus	Virus de la rougeole Virus de la rage Virus de la variole Virus de la poliomyélite Virus de la grippe (VIH) Virus de l'Immuno- déficiency Humaine.	Rougeole Rage Variole Poliomyélite Grippe SIDA

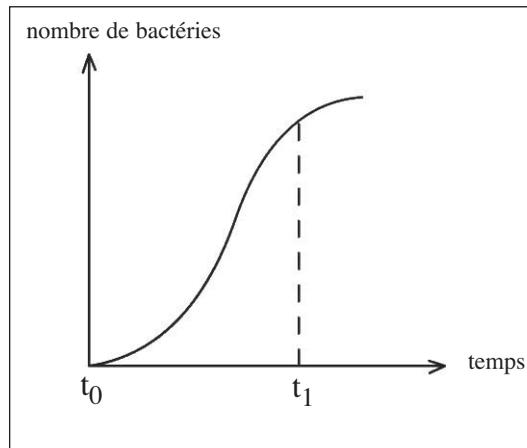
## Exercices corrigés

1

EXERCICES

Les bactéries peuvent se diviser toutes les 20mn si le milieu est favorable. S'il y a une bactérie dans une culture au temps 0, il y en a deux au temps 20 minutes.

1. Combien y aura-t-il de bactéries dans cette même culture une heure après le temps 0' ?
2. Trouver une formule mathématique simple permettant de trouver le nombre de bactéries dans la culture à n'importe quel moment.
3. Le tracé suivant représente l'évolution du nombre de bactéries au cours du temps :



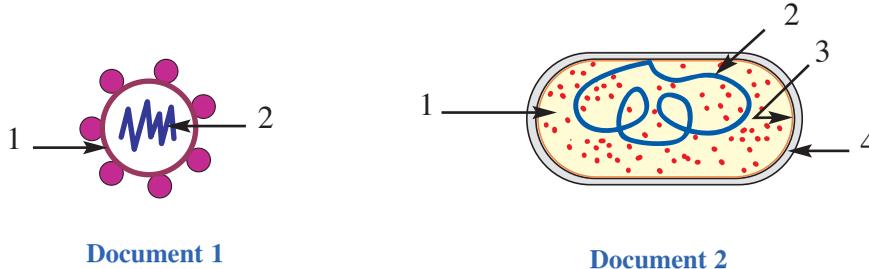
A votre avis, pourquoi les divisions se ralentissent-elles à partir du temps  $T_1$ .

## Corrigé

1. heure = 60 minutes = 3 x 20 minutes.  
Sachant qu'il se produit une division toutes les 20 minutes, il y aura 3 divisions au bout d'une heure.
2. Soit n le nombre de divisions produites dans un temps donné .  

1 division produit 2 bactéries	= $2^1$ bactérie
2 divisions produisent 4 bactéries	= $2^2$ bactéries
3 divisions produisent 8 bactéries	= $2^3$ bactéries
.	
.	
.	
n divisions produisent	$2^n$ bactéries
3. Au début, les divisions bactériennes sont rapides car le milieu de culture est favorable à la croissance et à la multiplication des bactéries. A partir du temps  $t_1$ , les ressources alimentaires s'épuisent d'où le ralentissement des divisions.

Les documents 1 et 2 représentent les schémas de deux micro-organismes observés au microscope électronique.



1. Attribuer des légendes et un titre à chaque schéma.
2. Comparer l'organisation de ces 2 micro-organismes. Que peut-on en déduire ?

## Corrigé

1. Le document 1 représente le schéma d'un virus.

1 : capsule      2 : matériel génétique

Le document 2 représente le schéma d'une bactérie.

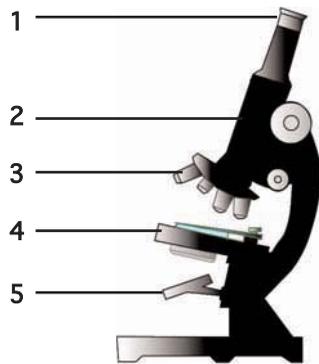
1 : cytoplasme      2 : matériel génétique      3 : membrane cytoplasmique      4 : paroi bactérienne

2. \* La structure détaillée de chaque micro-organisme ne peut être observée qu'au microscope électronique vue leur très petite taille.
- \* La bactérie est constituée d'un cytoplasme entouré d'une membrane cytoplasmique dans lequel baigne le matériel génétique non limité d'une membrane. On en déduit que la bactérie est une cellule procaryote.
- \* Le virus est formé d'un matériel génétique et d'une capsule ; il ne renferme pas de cytoplasme. On en déduit que le virus n'a pas l'organisation d'une cellule.

## Exercices non corrigés

1

Le schéma suivant représente un microscope.



1. Nommer les parties numérotées du microscope.
2. Déterminer le grossissement du microscope sachant que les indications portées sur l'oculaire et l'objectif utilisés sont respectivement  $\times 15$  et  $\times 40$ .

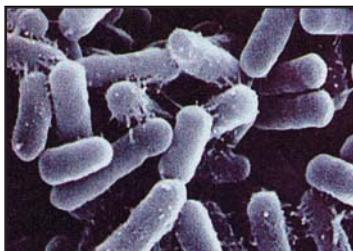
2

Corriger les phrases suivantes :

1. La paramécie est un protozoaire qui vit dans la mer.
2. La cellule du colibacille comporte un noyau délimité par une membrane.
3. La levure de bière est une bactérie.
4. Un virus a une structure cellulaire et peut se reproduire, de manière autonome, dans un milieu nutritif formé d'eau et de substances dissoutes.

3

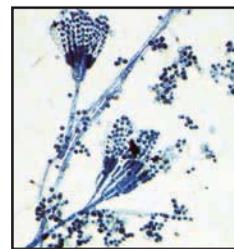
Les documents A, B et C sont des photographies de microbes.



A



B ( $\times 600$ )



C

1. Identifier le microbe photographié dans chaque document.
2. Quelle est la taille réelle du microbe du document B ?
3. Le microbe du document A a une longueur réelle de  $2\ \mu\text{m}$ . A quel grossissement l'observation microscopique est elle faite ?

# LES AGENTS PATHOGÈNES ET LES MALADIES INFECTIEUSES

Certains microbes sont utiles à l'homme. Ils sont utilisés dans les industries alimentaire et pharmaceutique. A côté de cela, il existe des microbes pathogènes responsables de maladies infectieuses telles que la tuberculose, la grippe, la rougeole, le tétanos...

- 1. Quels sont les agents pathogènes qui causent ces maladies ?**
- 2. Quels sont les signes de ces maladies ?**
- 3. Comment peut-on les éviter ?**

# LES ACQUIS DU COLLÈGE

- ❖ Les microbes pathogènes sont à l'origine de maladies infectieuses.
- ❖ Beaucoup de maladies infectieuses sont contagieuses
- ❖ Le SIDA et la blennorragie sont deux maladies, infectieuses, sexuellement transmissibles.

# AGENTS PATHOGÈNES ET MALADIES INFECTIEUSES

## Les maladies infectieuses.

La grippe, la tuberculose, le tétanos, la rougeole, le trachome, le SIDA... sont des maladies infectieuses qui résultent de la contamination par des agents pathogènes.

1. Quels sont les symptômes caractéristiques de ces maladies ?
2. Quels sont les agents responsables de ces maladies ?
3. Comment se fait la contagion ?

1

## LA GRIPPE :

**symptômes de la maladie** : fièvre, courbatures, asthénie, écoulement du nez, éternuement, mal à la gorge.

**L'agent pathogène** : le virus de la grippe.

### Mode de contagion :

Elle se fait par voie aérienne. Le malade libère, en toussant, de fines gouttelettes de salive contenant le virus capable de s'introduire dans les voies respiratoires d'un autre sujet et de le contaminer.

### Effet du virus de la grippe sur l'organisme :

Les virus se fixent au niveau des muqueuses du nez, de la gorge et des bronches. Ils entraînent des lésions cellulaires locales ; cela favorise la surinfection bactérienne. (angines et bronchites) surtout chez les personnes affaiblies ou âgées.

### Mesures de prévention :

**A titre préventif** : contacts limités avec les malades ; vaccination

**Tout malade doit être traité** par des médicaments destinés à aider l'organisme à surmonter la maladie dans les meilleures conditions et des antibiotiques en cas de surinfections bactériennes.



1. Chercher la signification des mots soulignés.

2. Pourquoi la vaccination anti- grippale est elle conseillée chez les personnes âgées ?



3. Faire une enquête sur les vaccins de la grippe et leur efficacité.

**Les symptômes :**

Toux souvent accompagnée de crachats parfois mêlés de sang, fièvre, sueurs nocturne ; des maux à la poitrine : amaigrissement et perte d'appétit.

**L'agent de la maladie :**

Le bacille tuberculeux ou bacille de Koch ( BK). Ce microbe est très répandue dans la nature surtout dans les endroits humides, mal aérés et mal ensoleillés, mais il est tué par le soleil en quelques heures et ne résiste pas à des températures élevées.

**Le mode de contagion :**

**La contagion directe :** le BK est véhiculé par les gouttelettes de liquides que le malade projette dans l'air en toussant, en éternuant, et même en parlant. Ces gouttelettes peuvent parvenir, par inhalation jusqu'aux voies respiratoires ou digestives d'une personne saine.

**La contagion indirecte :** se fait par les crachats, les mouchoirs et les couverts utilisés par un tuberculeux.

Les personnes affaiblies, mal nourries, alcooliques, droguées surmenées physiquement ou intellectuellement sont plus exposées à la contamination par le bacille de Koch.

**Ses effets sur l'organisme :**

Les Bacilles de Koch (BK) se multiplient dans les poumons jusqu'à les détruire.

**Les personnes à risque :**

- Diabétiques
- Insuffisants rénaux chroniques
- Alcooliques
- Personnes âgées (surtout en institution)
- Détenus
- Malades présentant une faiblesse des défenses immunitaires

**Mesures de prévention :**

- \* **La découverte précoce des cas de maladie grâce à l'examen :**
  - des personnes présentant les signes de la maladie
  - des personnes vivant en contact avec les malades
  - des personnes présentant des facteurs de risque de la maladie
- \* **Le traitement régulier et contrôlé jusqu'à guérison de tous les malades par médicaments antituberculeux.**
- \* **La vaccination par le BCG des enfants.**



1. Chercher la signification de BK,BCG.
2. Chercher les moyens de lutte contre la maladie.
3. Faire une enquête épidémiologique de la maladie dans votre région.
4. Pour avoir des informations supplémentaires sur la tuberculose, chercher sur Internet notamment dans le site suivant :  
<http://www.liguerespir.org.tn/fr/presentation.htm>



**Les symptômes :**

- Dans les 10 premiers jours de l'infection : pas de signes, c'est une phase d'incubation silencieuse.
- Durant 3 jours environ : fièvre, écoulement du nez, yeux larmoyants, visage gonflé, diarrhée, perte d'appétit.
- Les 3 jours suivants : éruption de la peau (apparition de taches rouges sur tout le corps).
- Les 3 jours suivants : desquamation de la peau.

**L'agent pathogène :**

Le virus de la rougeole.

**Le mode de contagion :**

Elle se fait par l'air.

**Effet du virus de la rougeole sur l'organisme :**

Les virus pénètrent par les voies respiratoires. Ils passent dans le sang et envahissent les tissus lymphoïdes. Ils agissent sur le système nerveux central, la peau, les poumons, les yeux et les reins et provoquent les symptômes de la maladie. Des complications peuvent arriver. Elles ne sont pas dues au virus de la rougeole, mais à des infections par d'autres microbes, des complications respiratoires, digestives, nerveuses et sensorielles...

**Mesures de prévention :**

- **A titre préventif** : il faut vacciner contre la rougeole dès le jeune âge.
- **En cas d'infection par le virus de la rougeole**, il faut veiller à la propreté du corps et du linge du malade, désinfecter le nez, les oreilles et les yeux avec des médicaments appropriés, le protéger contre le refroidissement et lui donner l'eau du riz s'il a une diarrhée.
- **En cas de complication** : amener le malade à l'hôpital.



1. Chercher des informations sur l'efficacité de la vaccination contre la rougeole.
2. Réaliser une enquête épidémiologique de la rougeole dans la région .
3. Pour plus d'informations sur la rougeole, consulter les sites suivants:  
<http://www.who.int/vaccines-documents/DocsPDF/www9752.pdf>  
<http://www.infopedi.com/GPublic/rougeole.htm>  
[http://www.doctissimo.fr/html/sante/encyclopedie/sa\\_1271\\_rougeole.htm](http://www.doctissimo.fr/html/sante/encyclopedie/sa_1271_rougeole.htm)

## LE TETANOS :

### Les symptômes :

les premiers symptômes apparaissent de 2 à 15 jours après la blessure qui a occasionné l'introduction du microbe dans l'organisme : contraction d'abord limitée aux muscles des mâchoires, puis généralisée. La mort survient en 1 ou 2 jours à cause d'une asphyxie due à la paralysie des muscles respiratoires.

### L'agent pathogène :

Le bacille tétanique, c'est une bactérie anaérobie .

Ce microbe se transforme en spore dans un milieu oxygéné. Les spores sont fréquentes dans la terre et la poussière.

### Le mode de contamination :

A l'occasion d'une blessure par un objet rouillé, les spores pénètrent dans l'organisme et se transforment en bacille tétanique actif. qui se multiplie rapidement.

### Effet du bacille tétanique sur l'organisme :

Le bacille se multiplie au niveau de la plaie, mais il reste localisé à cet endroit. Il n'envahit pas l'organisme. Par contre, il fabrique un poison, la toxine tétanique, qui se répand dans l'organisme et se fixe irréversiblement au niveau du tissu nerveux.

### Mesures de prévention :

- **A titre préventif** : la vaccination contre le tétanos avec un rappel tous les 5 ans.
- **En cas d'une blessure avec un objet suspect** : Désinfection soigneuse des blessures ; administration de sérum antitétanique.
- **En cas d'apparition de symptômes** ( difficultés respiratoires, difficulté d'ouvrir la bouche...), amener le malade au centre hospitalier le plus proche.



1. Chercher la signification des mots soulignés.
2. Pourquoi est-il important de consulter un médecin pour une plaie profonde ?
3. Quel est le facteur responsable de la gravité du tétanos ? Justifier.
4. Le traitement est-il le même pour une personne qui est vaccinée et pour une personne qui ne l'est pas ?



5. En suivant le modèle proposé dans les pages précédentes, réaliser une fiche pour l'une des maladies suivantes : trachome, le paludisme, la poliomyélite, rage, SIDA. Pour des informations supplémentaires sur le trachome et le paludisme, consulter les sites suivants :

<http://www.asnom.org/415.html>

<http://svt.scola.ac-paris.fr/Ressource/outils/pdf/3/paludisme.pdf>

## Retenons



**Tuberculose** : maladie causée par le bacille de Koch.

**Rougeole** : maladie virale des yeux et du nez puis de la peau. Elle attaque surtout les enfants.

**Tétanos** : maladie grave souvent mortelle dont l'agent responsable est le bacille tétanique. Cette maladie peut survenir à l'occasion d'une blessure même bénigne.

**Grippe** : maladie virale qui se transmet par les contacts humains. Les épidémies sont saisonnières ( pendant la saison froide et humide ).

**Infection** : pénétration et développement dans un organisme de micro-organismes pathogènes (dits agents infectieux), produisant des troubles d'intensité et de gravités variables.

**Contagion** : transmission d'une maladie d'un individu atteint à un individu non porteur de cette maladie.

## Agents pathogènes et maladies infectieuses

Les maladies infectieuses sont causées essentiellement par les bactéries et les virus. Les bactéries pathogènes agissent sur l'organisme soit par leur présence comme le bacille de Koch soit par les toxines qu'elles sécrètent comme le bacille tétanique et le bacille diphtérique.

Les virus parasitent les cellules vivantes en utilisant leur matériel pour se multiplier. Ils finissent généralement par les détruire.

La plupart des maladies infectieuses sont contagieuses c'est à dire qu'elles se transmettent des individus malades aux individus sains.

La contamination peut se faire par :

- La voie respiratoire ; exemples : la grippe, la tuberculose, SRAS.
- La voie digestive ; exemples : les infections intestinales liées aux intoxications alimentaires.
- La voie sexuelle ( sperme et sécrétions vaginales ) exemples : SIDA, blennorragie, syphilis.
- La voie sanguine ; exemple : SIDA.

Certains animaux comme le chien, le chat, le rat, les mouches et les moustiques peuvent transmettre des agents pathogènes à l'homme.

### **Pour prévenir les maladies infectieuses, il faut :**

- Suivre les règles simples d'hygiène corporelle et alimentaire
- Contribuer à la propreté de l'environnement
- Pratiquer la vaccination contre certaines maladies : la tuberculose, la rougeole, la poliomyélite.

En cas de blessures, de piqûres ou de morsures, il faut aller au centre hospitalier le plus proche pour recevoir les soins nécessaires.

## Exercice corrigé

En 1977, à la suite d'un incident technique, un avion était immobilisé au sol pendant trois heures. Les 54 passagers restaient dans l'appareil.

Une passagère, qui était montée dans cet avion et qui était restée à bord pendant la période d'attente, présenta, un quart d'heure après l'embarquement, une crise fébrile avec frisson et toux qui dura pendant l'attente et le voyage. 38 passagers ( 72% ) étaient tombés malades dans les 48h qui ont suivi leur arrivée, victimes de la grippe. Ainsi, une exposition de quelques heures d'un groupe de personnes à un malade contagieux dans un environnement fermé et mal ventilé avait suffi à contaminer une proportion importante de ce groupe.

1. Pourquoi dit on que la grippe est une maladie infectieuse ?
2. Que représentent les mots soulignés?
3. Pourquoi cette mini-épidémie s'est elle déclenchée facilement ?
4. Comment la contamination s'est elle faite ?

## Corrigé

1. La grippe est une maladie infectieuse car elle est provoquée par un microbe pathogène ; il s'agit du virus grippal.
2. Les mots soulignés représentent des symptômes de la grippe.
3. Dans l'avion, l'atmosphère non renouvelée a favorisé la contagion ce qui explique que la plupart des passagers étaient tombés malades.
4. Quand la passagère malade tousse, les gouttes de salive qu'elle projette dans l'air contiennent le virus. Celui-ci s'introduit dans les voies respiratoires des individus sains d'où leur contamination.

## Exercices non corrigés

### 1

La poliomyélite est une maladie infectieuse qui provoque la destruction de certaines cellules nerveuses commandant les mouvements de l'organisme. L'agent responsable de cette maladie, qui peut demeurer virulent dans les eaux contaminées pendant plusieurs mois, est un virus. Il peut pénétrer dans l'organisme par les muqueuses respiratoires et digestives.

1. Préciser les symptômes de poliomyélite.
2. Comment risque-t-on de contracter cette maladie ?
3. Comment peut-on l'éviter ?

### 2

Recopier puis compléter le tableau suivant :

Maladies infectieuses	Agent de la maladie	Voie de contamination	Lieu de présence du microbe
Rougeole			
Grippe			
Tétanos			
Poliomyélite			

### 3

Dans chaque item, relever le (ou les) numéro(s) correspondant à (aux) affirmation(s) correcte(s).

#### A - Le SIDA :

1. est une maladie infectieuse.
2. est due à une bactérie.
3. est une maladie sexuellement transmissible (M.S.T).
4. est transmis par la piqûre d'un moustique.

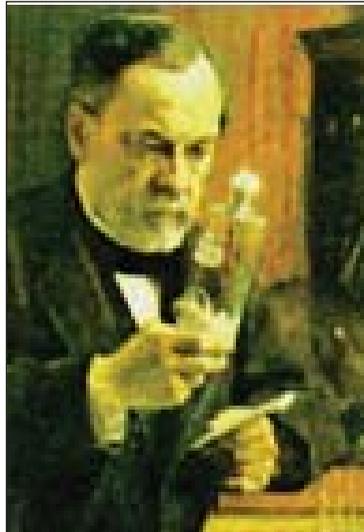
#### B - Le tétanos :

1. est une maladie virale.
2. est une maladie contagieuse.
3. est due à une toxine.
4. se manifeste par une contracture des muscles.

#### C - La grippe :

1. est due à une bactérie.
2. est due à un virus.
3. est transmise par voie sexuelle.
4. est transmise par voie aérienne.

# LA DÉFENSE DE L'ORGANISME



Face aux agressions des agents pathogènes de l'environnement, l'organisme réagit selon deux modalités de défense : l'immunité non spécifique et l'immunité spécifique.

1. Quels sont les moyens de l'immunité non spécifique ?
2. Quels sont les moyens de l'immunité spécifique ?

## Sommaire

## Pages

Dans ce chapitre, on traitera les thèmes suivants :

- La réponse immunitaire non spécifique..... 119
- La réponse immunitaire spécifique..... 123

# LES ACQUIS DU COLLÈGE

- ❖ La peau joue le rôle de barrière contre l'introduction des microbes dans l'organisme.
- ❖ Le premier secours face à une infection locale est la désinfection de la plaie.
- ❖ Le sang est composé de globules rouges, de globules blancs et de plasma.
- ❖ Les globules blancs ou leucocytes participent à la défense de l'organisme.
- ❖ Parmi les leucocytes il y a les polynucléaires et les monocytes. Ces cellules ont la capacité de phagocyter les microbes.

- ❖ La réaction inflammatoire est caractérisée par la rougeur, le gonflement et la douleur.
- ❖ Le sérum est la partie liquide libérée du sang lors de sa coagulation.
- ❖ Les vaccins protègent l'organisme contre certaines maladies infectieuses.
- ❖ La digestion est la transformation des aliments composés en aliments simples ou nutriments sous l'action d'enzymes contenues dans des sucs digestifs.

# LA DEFENSE DE L'ORGANISME

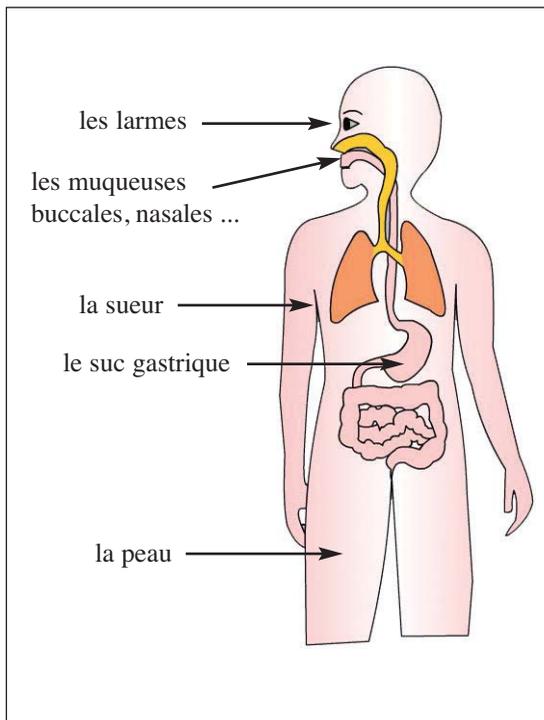
## L'immunité non spécifique.

L'organisme dispose d'une défense lui permettant en permanence de s'opposer à la pénétration des microbes et à leur invasion. Cette défense est l'immunité non spécifique c'est à dire qu'elle s'oppose à toute sorte de microbe sans distinction.

**Quels sont les moyens de l'immunité non spécifique ?**

1

### LES BARRIÈRES NATURELLES :



1. Les barrières naturelles de l'organisme

Les surfaces de protection du corps (peau et muqueuse) constituent des barrières efficaces s'opposant à la pénétration des microbes et autres agents étrangers. Très peu de micro-organismes sont capables de traverser la peau lorsqu'elle est intacte. Non seulement, il existe une couche cornée qui constitue une barrière mécanique efficace, mais de plus les sécrétions des glandes (lacrymales, sudoripares) ont une acidité qui ralentit le développement de nombreuses bactéries.

Les muqueuses nasale, intestinale et pulmonaire possèdent aussi des moyens de protection efficaces : la sécrétion abondante de mucus entraîne une grande partie des micro-organismes vers l'extérieur.

L'acidité du tube digestif empêche aussi la multiplication bactérienne.

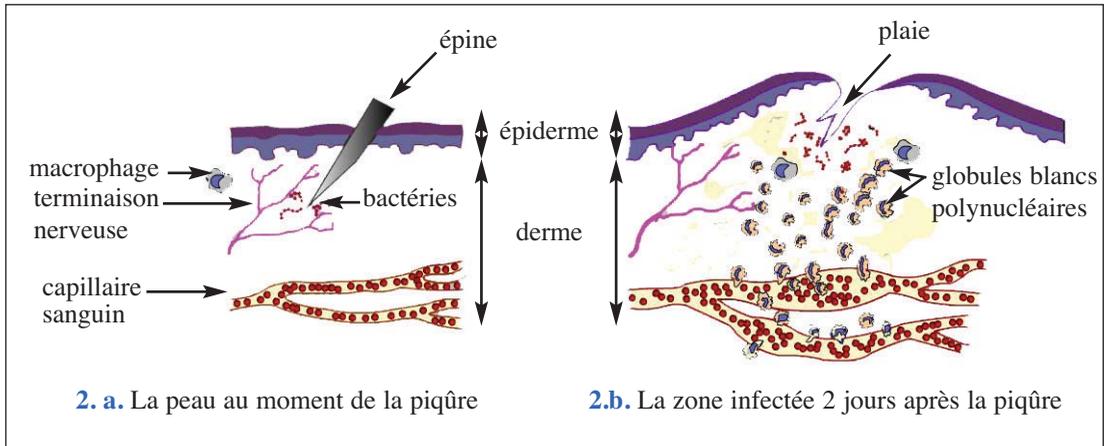


1. Chercher dans le dictionnaire la signification des mots soulignés dans le texte.
2. Identifier les barrières naturelles de l'organisme et indiquer leur rôle dans la protection.
3. Classer ces barrières en barrières mécaniques et barrières chimiques.

## LA REACTION INFLAMMATOIRE :

### 2.1 - Une plaie qui s'infecte :

Un enfant se pique le doigt accidentellement et néglige de le soigner. Quelques jours plus tard, les alentours de la plaie deviennent rouges, chauds, gonflés et plus ou moins douloureux : **c'est l'inflammation**. Du pus se forme autour de la plaie.

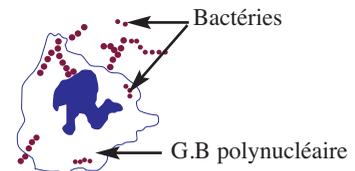


2. Réaction inflammatoire suite à une infection locale de la peau

### 2.2 - Observation microscopique d'une goutte de pus :



3. Une goutte de pus observée au microscope



Interprétation schématique

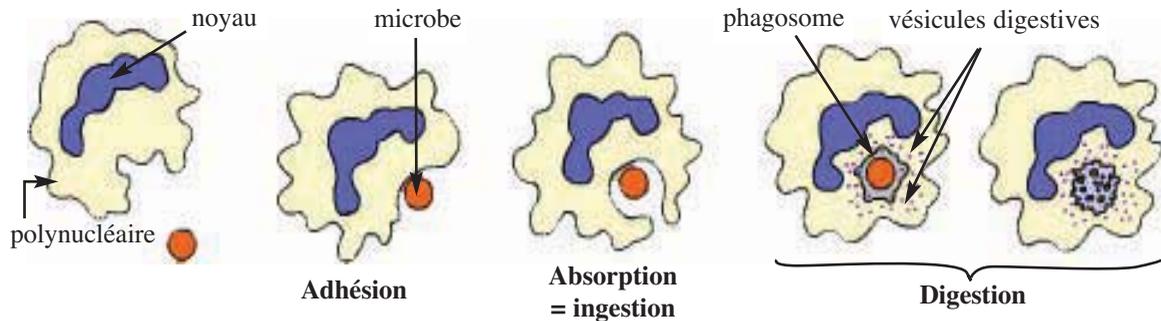
1. Quelles sont les conséquences immédiates de la piqûre d'après la (figure 2.a) ?
2. L'inflammation est la réaction locale de l'organisme (au niveau de la zone piquée). Identifier les signes de cette réaction inflammatoire d'après le document 2.1.
3. Comparer le nombre de bactéries au moment de la piqûre (figure 2.a) et deux jours plus tard figure 2.b. Que peut-on conclure ?
4. Etablir la relation entre les signes de l'inflammation et les modifications constatées au niveau de la plaie.
5. Comment les globules blancs arrivent-ils au foyer de l'infection d'après la figure 2.b.
6. De quoi le pus est-il constitué d'après la microphotographie 3 ? Formuler une hypothèse sur le rôle des globules blancs.
7. Quel est, d'après les figures 2 et 3, le type de globules blancs qui arrivent en grand nombre au foyer de l'infection ?

## LA PHAGOCYTOSE :

### 3.1 - Une phagocytose réussie :

Au foyer de l'infection, et quelle que soit la nature de l'agent pathogène, il se produit entre les polynucléaires et les micro-organismes une véritable lutte pour la survie.

Le polynucléaire englobe et ingère le microbe : c'est le phénomène de phagocytose.



4. Les étapes de la phagocytose

### 3.2 - Un devenir possible du microbe à l'intérieur de la cellule phagocytaire :

Dans le cas d'une phagocytose réussie, les bactéries deviennent rapidement méconnaissables : elles subissent une digestion à l'intérieur du phagocyte. Il peut arriver que les bactéries, qui se multiplient très rapidement, résistent à la phagocytose des polynucléaires, très nombreux au niveau de la plaie. Les bactéries vont tendre à envahir l'organisme. C'est l'infection généralisée appelée septicémie.



1. Définir le terme phagocytose d'après le document 3.1.
2. Décrire les étapes de la phagocytose d'après le même document. Quel est, d'après ces schémas, la propriété permettant aux polynucléaire de réaliser l'adhésion et l'ingestion ?
3. La phagocytose permet-elle toujours d'éliminer les microbes d'après le document 3.2 ?
4. La phagocytose est qualifiée de défense non spécifique. Justifier cette expression.



5. Réaliser une simulation animée de la phagocytose à l'aide d'un logiciel.

## Retenons



**Inflammation** : réaction de l'organisme aux lésions des tissus ou aux infections se manifestant localement par la chaleur, le gonflement et la rougeur.

**Phagocyte** : polynucléaire capable d'ingérer un élément étranger dans le but de l'éliminer.

**Phagocytose** : mécanisme par lequel certaines cellules de l'organisme, notamment les globules blancs, englobent et digèrent des particules étrangères.

**Diapédèse** : migration, vers le foyer d'infection, des leucocytes à travers la paroi des vaisseaux sanguins.

**L'immunité naturelle** : défense non spécifique de l'organisme, contre les microbes, assurée par la peau, les muqueuses, l'inflammation et la phagocytose.

# LA DEFENSE DE L'ORGANISME

## L'immunité spécifique.

Les défenses naturelles ne suffisent pas toujours pour vaincre une infection microbienne et l'organisme a souvent recours à d'autres moyens de défense plus efficaces dirigés spécifiquement contre le microbe introduit dans l'organisme.

**Quels sont les moyens et les propriétés de l'immunité spécifique ?  
Comment peut-on aider l'organisme à renforcer l'immunité spécifique ?**

1

### OBSERVATION :

Certaines maladies ne récidivent pas : un enfant qui a eu la rougeole ne contractera plus cette maladie car il a acquis une immunité contre la rougeole. Il en est de même pour la varicelle.



Proposer une hypothèse qui explique l'acquisition de l'immunité contre la rougeole et la varicelle.

2

### LA VACCINATION :

#### 2.1 - La découverte de la vaccination :

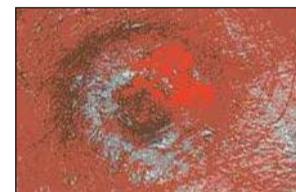
La variole, maladie virale contagieuse et mortelle dans 50% des cas, était la maladie épidémique la plus redoutée. Cette maladie était marquée par l'apparition de pustules sur tout le corps et les personnes qui guérissaient gardaient des traces indélébiles..

En 1798, Jenner, médecin anglais, apprenait que les fermières qui avaient contracté la maladie de la vaccine (variole bovine bénigne) échappaient aux épidémies de variole. Il formulait l'hypothèse qu'une maladie bénigne peut protéger contre une maladie mortelle.

Il inoculait à un enfant du pus prélevé sur une pustule de vache malade. Le 7ème jour, l'enfant se plaignait d'une petite douleur, il ressentait quelques frissons, perdait l'appétit. Le lendemain, il était parfaitement bien portant. L'année suivante, Jenner inoculait au garçon du pus d'une personne atteinte de variole ; il n'a pas contracté la maladie et n'a fait aucune réaction locale. Cette pratique était alors appelée vaccination.



1. Le visage d'un varioleux



2. Une pustule

## 2.2 - La découverte du principe de la vaccination :

Pasteur travaillait sur les microbes et a démontré leur responsabilité dans certaines maladies infectieuses.

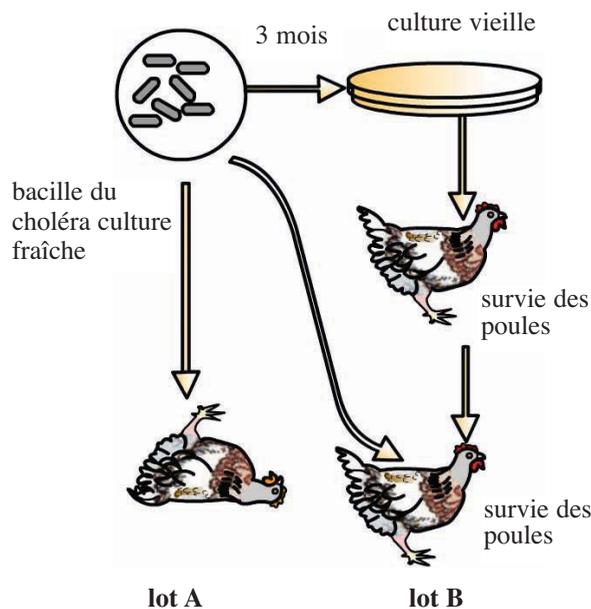
Il démontra que le choléra des poules, maladie mortelle, était dû à un bacille. En 1879, il apprit que l'injection à des poules, d'une culture de microbe du choléra abandonnée depuis quelques semaines à l'étuve, ne les tuait pas. Il pensait que les microbes contenus dans la culture vieillie avaient le même rôle que le virus de la vaccine.

Pour mettre à l'épreuve son idée, il réalisa l'expérience suivante :

Il injecta une culture fraîche du microbe à deux lots de poules A et B :

- le lot « A », formé de poules n'ayant subi aucun traitement préalable (lot témoin)
- le lot « B », formé des poules ayant subi l'injection de la culture vieillie ;

Le lendemain, il constata que les poules du lot « B » étaient vivantes alors que les poules du lot A étaient toutes mortes.



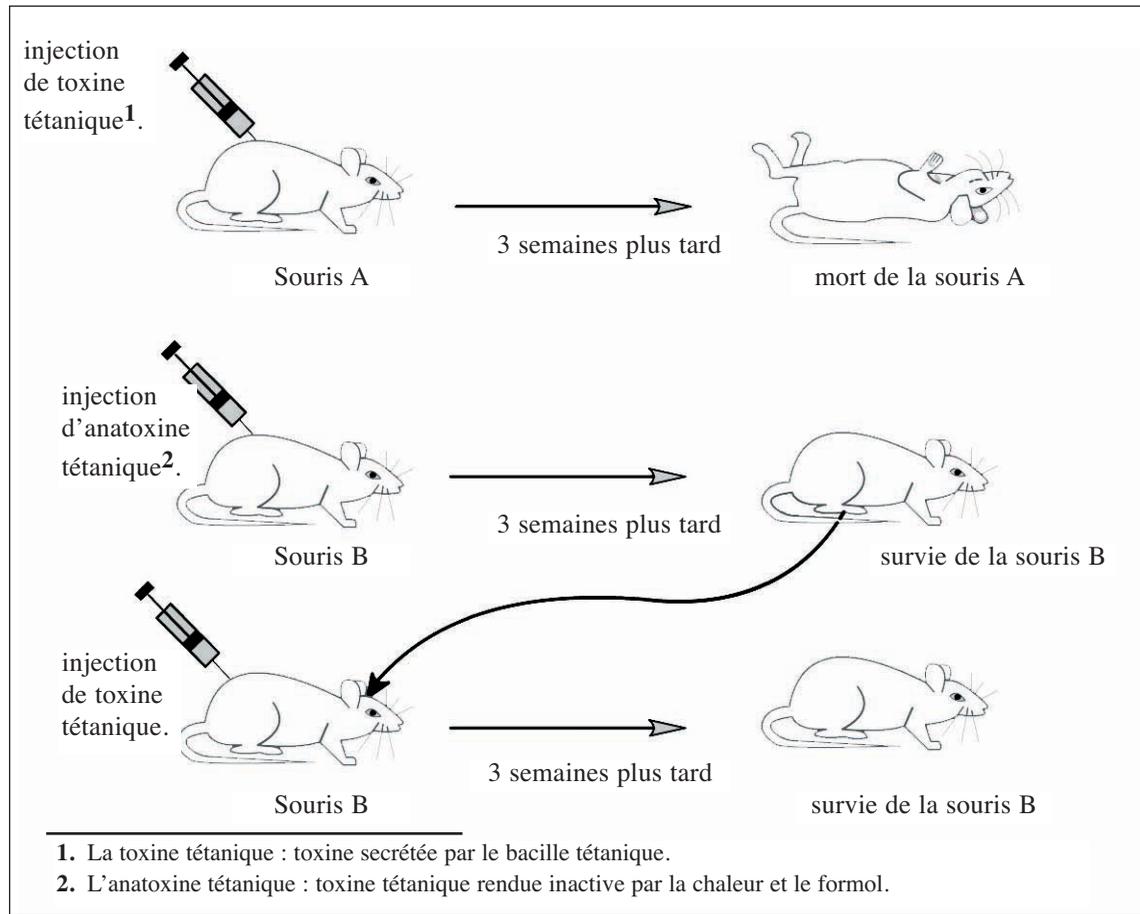
3. Mise en évidence de la vaccination

1. Chercher la signification des mots soulignés dans le texte du document 2-1.
2. Comparer l'effet d'une infection causée par le virus de la variole humaine et l'effet d'une infection par le virus de la vaccine. A quoi est due cette différence ?
3. D'après le document 2.2, expliquer la mort des poules du lot « A » et la survie des poules du lot « B ».
4. Comment peut-on qualifier les microbes de la culture vieillie ?
5. Retrouver les étapes de la démarche expérimentale dans les travaux de Pasteur.

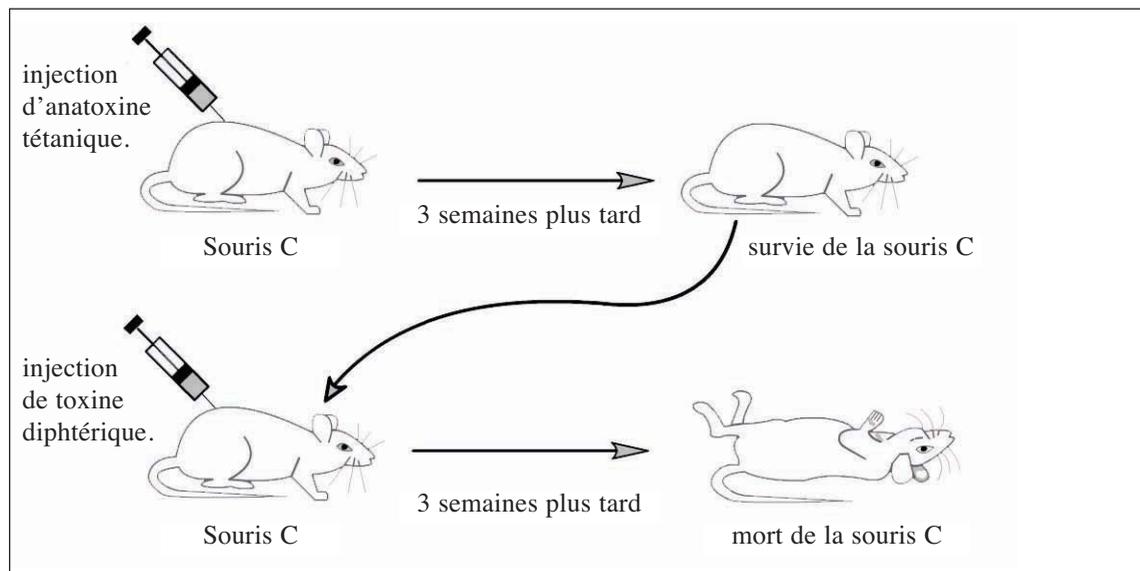


## L'IMMUNITÉ ACQUISE :

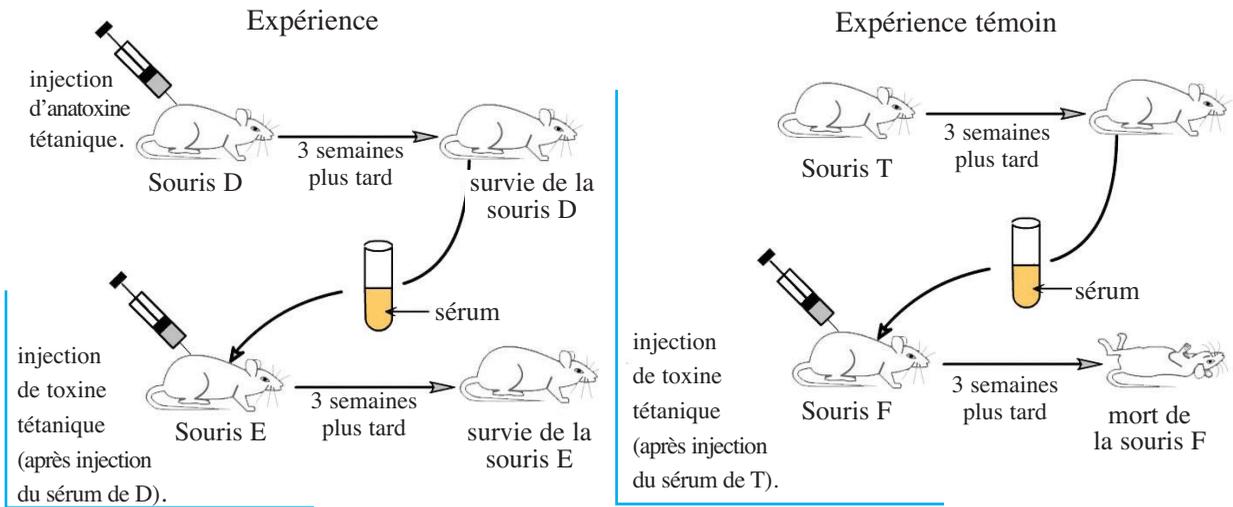
### 3.1 - Mise en évidence de l'acquisition d'une immunité contre le tétanos :



### 3.2 - Mise en évidence de la spécificité de la réponse immunitaire :



### 3.3 - Mise en évidence du transfert d'une immunité :

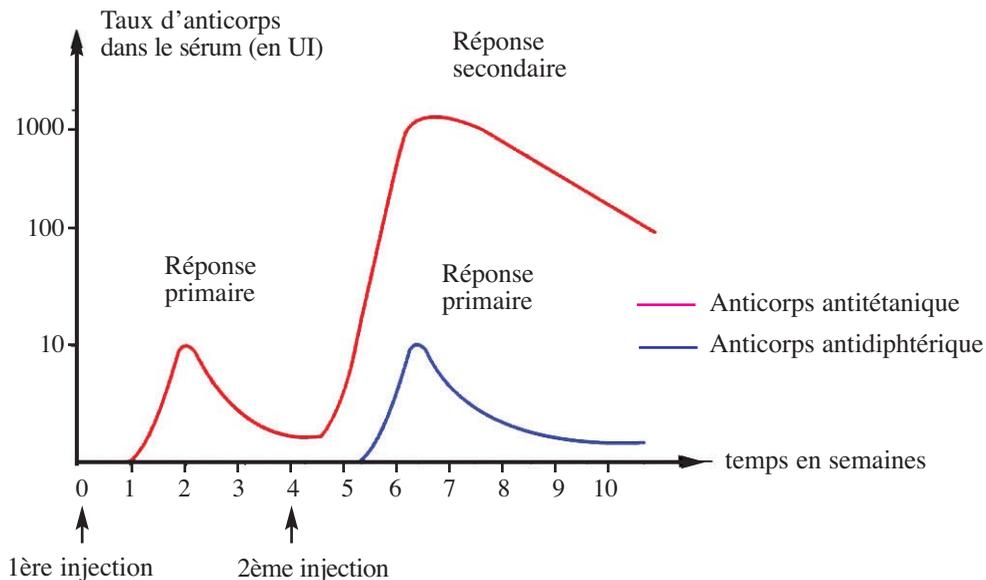


### 3.4 - Mise en évidence de quelques propriétés de la réponse immunitaire :

Les substances contenues dans le sérum et responsables de l'immunité acquise sont appelées des anticorps (substances dirigées contre un antigène).

Des dosages précis de ces anticorps ont été réalisés chez une souris à la suite de deux injections 1 et 2 :

La première contient de l'anatoxine tétanique et la seconde contient de l'anatoxine tétanique et de l'anatoxine diphtérique. Les résultats sont portés sur le graphique suivant :





1. D'après le document 3.1, que cherche t-on à prouver par l'injection de toxine tétanique à la souris A ? Expliquer la survie de la souris B à la suite de chacune des deux injections. Dédurre le rôle joué par l'anatoxine.
2. Analyser l'expérience du document 3.2. Dégager une propriété de l'immunité acquise.
3. Analyser l'expérience du document 3.3. Dégager une autre propriété de l'immunité acquise.
4. Pourquoi a-t-on réalisé l'expérience témoin du document 3.3 ?
5. Comparer la production d'anticorps anti-tétaniques à la suite de chacune des deux injections d'après le document 3.4. Porter les résultats sur le tableau suivant après l'avoir recopié.



	Réponse primaire	Réponse secondaire
Délai d'apparition des anticorps (en j)		
Quantité d'anticorps		
Durée de protection		

Quelle propriété de l'immunité acquise peut-on dégager à partir de cette comparaison ?

6. Quelles autres propriétés de l'immunité acquise peut-on dégager à partir de l'analyse des résultats obtenus à la suite de la 2ème injection ?

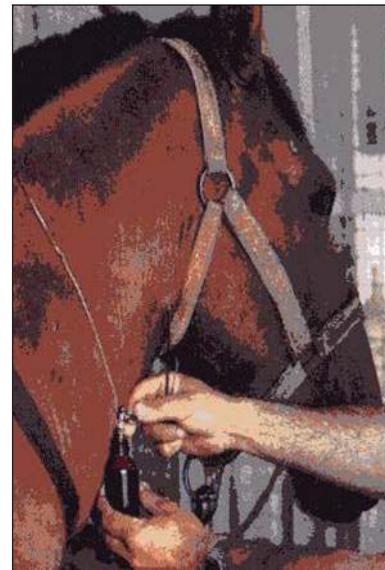
4

## LA SÉROTHÉRAPIE :

### La découverte de la sérothérapie :

En 1890, Von Behring cherchait un médicament capable d'aider l'organisme à lutter contre le bacille diphtérique. Il eut l'idée de l'existence de substances anti-diphtériques dans le sang des animaux guéris de la diphtérie.

En 1894, le docteur Roux, disciple de Pasteur, s'était aperçu que l'on pouvait vacciner un cheval en lui injectant des doses croissantes et répétées de toxine diphtérique à virulence de plus en plus forte. Cette immunisation répétée fait apparaître de grandes quantités d'anticorps anti-diphtériques dans le sang de l'animal. Roux eut l'idée de transférer le sérum de cheval ainsi hyper-immunisé à des malades atteints de diphtérie. Ces malades sont guéris **La sérothérapie** était née.





1. En quoi consiste la sérothérapie ?
2. Chercher les principales applications de la sérothérapie et indiquer les conditions de leurs utilisations.
3. Recopier et compléter le tableau suivant pour comparer la vaccination et la sérothérapie.

	Vaccination	Sérothérapie
But de l'utilisation		
Immunité de l'organisme		
Délai d'action		
Durée de protection		



4. Quelles étaient les hypothèses émises par l'expérimentateur avant de réaliser les expériences 3.1, 3.2 et 3.3 .
5. Chercher des renseignements sur les anticorps. Consulter entre-autres les sites suivants :

<http://perso.wanadoo.fr/svt.ronsard/svt.ronsard/anticorps/tpelev.htm>  
<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/ATP/bioch4.htm>



Chercher des renseignements sur la vaccination et la sérothérapie. Consulter entre-autres les sites suivants :  
<http://www.hellodocteur.com/voyage/Les%20maux%20du%20voyage/html/C.htm>  
<http://www.vulgaris-medical.com/texts/serother.html>  
<http://fr.encyclopedia.yahoo.com/articles/so/so-107-p0.html>

## Retenons



**Vaccination** : traitement préventif destiné à protéger l'organisme contre un agent infectieux donné, par injection d'une forme non pathogène.

**Vaccin** : germe ou toxine atténué(e) qui, injecté(e) à un organisme lui permet d'acquérir une immunité contre l'agent pathogène.

**Sérothérapie** : méthode curative fondée sur l'injection de sérums contenant des anticorps destinés à neutraliser un agent pathogène donné.

**Sérum** : partie liquide, contenant des anticorps, libérée lors de la coagulation du sang.

**Antigène** : corps étranger capable d'induire une réponse immunitaire.

**Immunité** : c'est la résistance (naturelle ou acquise) d'un organisme à un agent infectieux (microbes ou toxines).

**Immunité acquise** : immunité acquise à la suite d'un contact naturel avec un antigène grâce à la fabrication d'anticorps spécifiques dirigés contre cet antigène.

## La défense de l'organisme

L'immunité est la propriété que possède l'organisme à pouvoir se défendre contre l'intrusion d'un agent pathogène. On distingue :

### L'immunité non spécifique :

C'est l'ensemble des moyens qui permettent à l'organisme de se défendre contre toute sorte de microbes. On distingue deux lignes de défense non spécifique :

- la première ligne est représentée par les barrières naturelles constituées par la peau et les muqueuses des voies respiratoires, digestives... Ce sont des surfaces qui empêchent les microbes de s'introduire dans l'organisme.

- la deuxième ligne est constituée par la réaction inflammatoire et la phagocytose : A l'occasion d'une blessure, d'une piqûre ou d'une brûlure, les microbes franchissent la peau (ou la muqueuse) et pénètrent dans les tissus où ils vont se multiplier provoquant une infection. L'organisme répond à l'agression par des réactions locales non spécifiques à savoir l'inflammation et la phagocytose.

L'inflammation est le premier signe de l'infection ; elle est caractérisée par la rougeur, la chaleur, le gonflement et la douleur. Au cours de cette réaction, des leucocytes (polynucléaires, monocytes et macrophages), appelés phagocytes, sont attirés par des substances chimiques fabriquées par le tissu infecté et arrivent en grand nombre dans la zone enflammée. Ils ingèrent puis digèrent souvent les microbes introduits : c'est la phagocytose.

Si l'immunité non spécifique est inefficace pour éliminer le germe pathogène, d'autres moyens de défense spécifique du microbe introduit sont mis en jeu : c'est l'immunité spécifique.

### L'immunité spécifique :

Certaines maladies infectieuses ne récidivent pas. Un individu qui a eu la rougeole ne risque pas de l'avoir une seconde fois : il a acquis une immunité dirigée spécifiquement contre le virus de la rougeole.

L'immunité spécifique acquise est la capacité de l'organisme de se défendre contre un micro-organisme bien déterminé. Elle a les propriétés suivantes :

#### – la mémoire :

Lors d'une 1ère infection par un agent pathogène, le système immunitaire développe une défense dite réponse immunitaire primaire lente, de faible intensité et de courte durée. A la suite d'une 2ème infection par le même agent pathogène, le système immunitaire développe une défense dite réponse immunitaire secondaire rapide, forte et durable.

#### – la spécificité :

Le système immunitaire est capable de reconnaître un microbe déterminé et de développer une réponse dirigée contre lui. Cette réponse est inefficace contre un autre microbe.

#### – la diversité :

Le système immunitaire est capable de développer une réponse immunitaire spécifique contre chaque microbe introduit dans l'organisme.

**La vaccination** est une application de la mémoire immunitaire.

Un germe pathogène possède deux caractères indépendants :

- il est pathogène puisqu'il provoque une maladie.
- Il est capable d'induire une réponse immunitaire.

Un vaccin est une préparation de microbe ou de toxine atténués, capable d'induire une réponse immunitaire spécifique qui protège l'individu traité contre le microbe pathogène.

**– L'immunité est transférable par le sérum :**

Le sérum d'un animal immunisé contre un antigène protège un autre animal, non immunisé, contre le même antigène. Ce sérum contient des anticorps qui neutralisent cet antigène.

**La sérothérapie** est le transfert de l'immunité par le sérum. Elle consiste à injecter à un organisme malade (ou risque d'être exposé à la maladie), des anticorps spécifiques dirigés contre un antigène bien déterminé, notamment le venin du scorpion, la toxine tétanique...

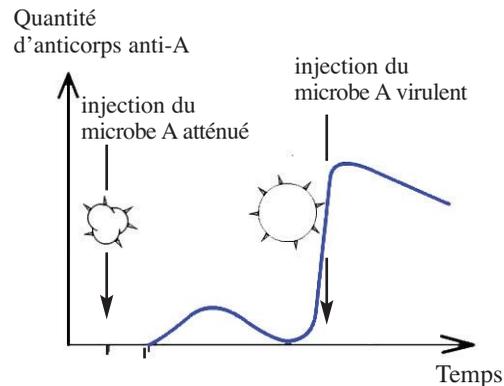
Le sérum utilisé est généralement préparé à partir du sang d'un cheval hyper-immunisé par des doses croissantes de l'agent atténué.

**Comparaison entre la vaccination et la sérothérapie :**

	<b>La vaccination</b>	<b>La sérothérapie</b>
<b>But d'utilisation</b>	<b>Préventive</b> La vaccination s'effectue sur des personnes saines.	<b>curative</b> La sérothérapie s'effectue sur des organismes atteints ou risquent d'être atteints
<b>Immunité de l'organisme</b>	<b>active</b> les anticorps sont élaborés par l'organisme vacciné.	<b>passive</b> Les anticorps sont élaborés par un autre organisme immunisé contre une forme pathogène.
<b>Durée d'action</b>	action <b>tardive</b> et de <b>longue durée</b> .	action <b>immédiate</b> et de <b>courte durée</b>

## Exercice corrigé

En vue d'étudier une propriété de la réponse immunitaire, on injecte à un animal dans un premier temps une forme atténuée d'un microbe A puis on lui injecte la forme virulente (pathogène) du même microbe. Les résultats de la réponse immunitaire sont portés sur le tracé ci-contre.



1. Comment l'organisme a-t-il réagi suite à l'injection du microbe atténué ?
2. Comparer les réponses de l'organisme à la suite des deux injections.
3. Dégager une propriété de l'immunité acquise. Justifier.

## Corrigé

1. Suite à l'injection du microbe A atténué, l'organisme a fabriqué des anticorps anti-A c'est à dire des anticorps dirigés spécifiquement contre le microbe A .
2. \* A la suite de chaque injection , il y a développement d'une réponse immunitaire se manifestant par l'apparition des anticorps anti-A dans le sang.  
\* Cependant,
  - l'injection du microbe atténué induit une réponse primaire lente, de courte durée et caractérisée par une faible production d'anticorps.
  - l'injection ultérieure du microbe virulent induit une réponse secondaire plus rapide, de plus longue durée et caractérisée par une production plus importante d'anticorps.
3. Lors du 1er contact avec le microbe ( forme atténuée ), le système immunitaire est sensibilisé ; lors du 2ème contact avec le microbe ( forme virulente ), il réagit plus efficacement grâce à la mémoire immunitaire.

## Exercices non corrigés

### 1

Dans chaque item, relever la (ou les) lettre(s) correspondant à (aux) affirmation(s) correcte(s).

**1. Les polynucléaires :**

- a) sont les seuls globules blancs du sang.
- b) ne peuvent pas quitter les vaisseaux sanguins.
- c) ont un noyau arrondi.
- d) sont les seules cellules phagocytaires de l'organisme.

**2. Une réponse primaire :**

- a) est efficace pour une longue durée.
- b) est caractérisée par une faible production d'anticorps.
- c) est non spécifique.
- d) se déclenche dans un délai de deux jours.

**3. Un vaccin protège l'organisme car il contient :**

- a) des substances qui tuent les microbes.
- b) des anticorps.
- c) des phagocytes.
- d) des agents atténués.

**4. L'injection d'un sérum :**

- a) assure une protection immédiate.
- b) assure une protection de longue durée.
- c) déclenche une immunité active.
- d) est efficace contre plusieurs microbes.

### 2

Voici cinq évènements numérotés de 1 à 5 qui ont lieu durant une agression de l'organisme par des pneumocoques suivie de guérison.

1. L'organisme fabrique des anticorps.
2. Les polynucléaires sortent des capillaires au niveau du foyer de l'infection.
3. Les pneumocoques sont phagocytés.
4. Les pneumocoques se multiplient rapidement.
5. L'état de santé de l'organisme s'améliore.

Ordonner ces évènements.

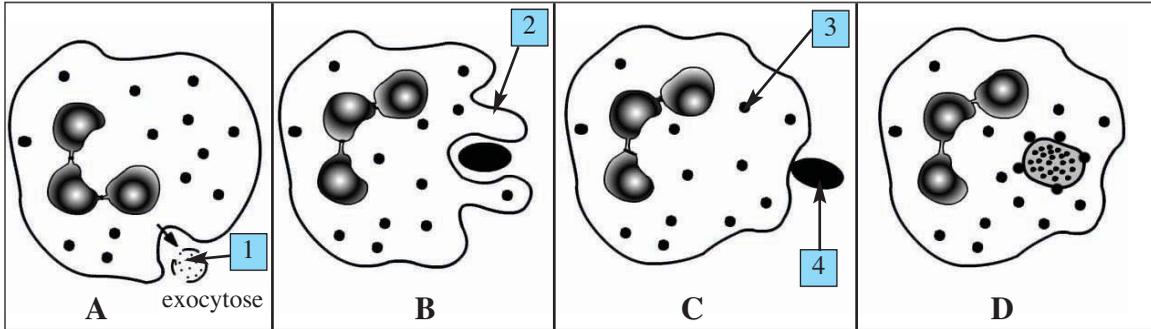
### 3

Parfois, la zone entourant une blessure devient rouge, chaude, enflée et douloureuse. Du pus contenant des bactéries se forme dans la plaie.

1. Qu'appelle t-on l'ensemble des signes constatés au niveau de la blessure ?
2. D'où proviennent les bactéries présentes dans la plaie ?
3. Quel rôle joue la peau vis à vis des microbes ?

## 4

La figure suivante montre, dans le désordre, les étapes de la phagocytose.



1. Remettre les schémas A, B, C et D dans l'ordre logique du déroulement de la phagocytose.
2. Mettre des légendes et un titre pour chaque schéma.
3. La phagocytose est-elle réussie dans ce cas ? Pourquoi ?

## 5

La gonococcie ( ou blennorragie ) est une maladie sexuellement transmissible, dont l'agent responsable est une bactérie : le gonocoque. Chez l'homme, elle se manifeste par des douleurs et un écoulement de pus à l'extrémité du pénis.

1. Comment se nomme la réaction caractérisée par ces deux symptômes ?
2. Le Document 1 montre une goutte de pus observée au microscope optique.



Doc. 1 : Pus prélevé chez un patient atteint de gonococcie.

Quelle est la catégorie de leucocytes présente dans le pus ?

3. A quelle catégorie de bactéries appartient le gonocoque ?
4. Comment peut-on expliquer la présence de gonocoques à l'intérieur des leucocytes ?
5. En l'absence de vaccin, quelles méthodes préventives sont conseillées pour éviter cette maladie ?

## 6

Une deuxième victoire sur la diphtérie est due en 1923 au professeur Ramon. Il prépare une anatoxine en additionnant un peu de formol à la toxine diphtérique, puis en portant le tout à 40°C pendant un mois.

L' anatoxine obtenue est injectée à une personne saine ( trois injections séparées de 15 jours, puis une injection un an après ) elle lui confère une immunité de plus de 5 ans.

1. Comment se nomme ce procédé mis au point par Ramon pour aider l'organisme à s'opposer aux microbes ?
2. S'agit-il d'une méthode préventive ou curative ?
3. Expliquer le principe de cette méthode.
4. L'immunité conférée par cette méthode ne dure pas toute la vie. Que faudra t-il faire pour conserver cette immunité ?

## 7

---

En vue d'étudier quelques aspects de l'immunité spécifique, on réalise les expériences suivantes :

### Expérience 1 :

On injecte des bacilles diphtériques chez des cobayes ; on remarque que tous les cobayes meurent. L'examen du sang prélevé du cadavre ne renferme aucun bacille. Formuler une hypothèse sur le mode d'action du bacille diphtérique dans l'organisme.

### Expérience 2 :

On cultive des bacilles diphtériques, puis on filtre le milieu de culture. L'injection du filtrat (sans bacilles) à des cobayes fait apparaître les signes de la diphtérie chez les animaux.

Quelle précision apporte cette expérience quant au mode d'action du bacille diphtérique.

### Expérience 3 :

Dans le filtrat précédent, on a isolé une substance qu'on appelle toxine ; atténuée par des produits chimiques, cette toxine est injectée à des cobayes (A), ces derniers survivent.

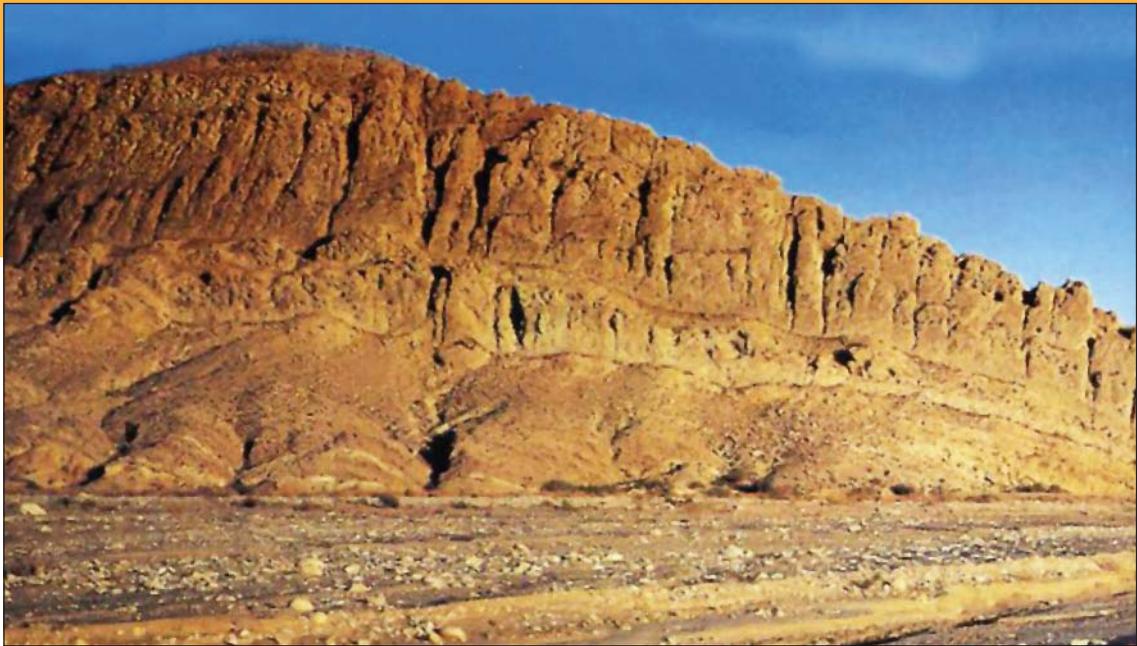
Expliquer ce résultat.

### Expérience 4 :

On prélève des cobayes (A) survivants de l'expérience précédente du sérum sanguin ; on l'injecte à des animaux (B) sains en même temps que le bacille diphtérique. Tous les animaux survivent.

Expliquez le résultat de cette expérience.

# DÉCOUVERTE ET GESTION DE NOTRE ENVIRONNEMENT GÉOLOGIQUE



**Djebel Thelja**

Notre environnement géologique est constitué de paysages renfermant le plus souvent des roches sédimentaires. Ces roches forment des strates horizontales ou plissées. La formation des strates ainsi que leurs déformations éventuelles se sont déroulées dans le passé au cours des temps géologiques.

- **C'est quoi un paysage géologique ?**
- **Comment procéder à son étude ?**
- **Comment l'exploiter tout en le préservant ?**

Dans cette partie, vous étudierez les chapitres suivants :

**Chapitre 1 :** Etude d'un site géologique local.

**Chapitre 2 :** Exploitation et gestion d'une roche à intérêt économique : les phosphates.



---

## SITUATION D'INTÉGRATION (5)

*La géologie est présente dans l'environnement de chacun de vous, même si, les paysages et les roches locales utilisées sont différents, selon la région.*

*Depuis des millénaires, les hommes utilisent des roches pour fabriquer des outils. Actuellement les roches sont utilisées dans la construction, dans l'agriculture et dans d'autres domaines.*

*L'industrie phosphatée et les raffineries de pétrole rappellent qu'une partie importante de nos ressources naturelles dépendent de la géologie. Néanmoins l'exploitation des roches peut avoir des conséquences néfastes sur l'environnement.*

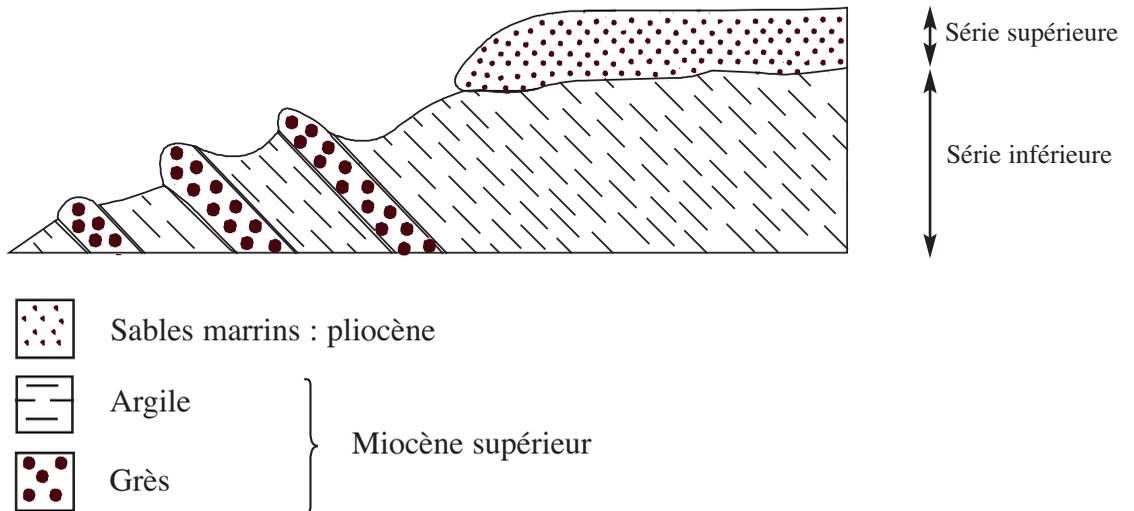
*Réaliser un dossier, une affiche, un poster, un diaporama, une séquence vidéo... montrant :*

- ◆ *les roches qui constituent les paysages géologiques de votre région.*
- ◆ *les domaines de leur exploitation.*
- ◆ *les conséquences éventuelles de l'industrialisation de ces ressources, sur la santé et l'environnement.*
- ◆ *des solutions pour limiter les dégâts dus à cette industrialisation.*

## SITUATION D'INTÉGRATION (6)

*Les discordances angulaires sont des structures particulières représentant pour le géologue un outil précieux pour la reconstitution de la géographie ancienne ( ou paléogéographie ) d'une région et des événements géologiques qui l'ont affectée.*

*Le document 1 représente le schéma d'interprétation d'un site géologique à l'est du Jebel Abderrahmane montrant une discordance angulaire.*



**Document 1**

*Le site montre 2 séries superposées non parallèles :*

- La série supérieure, formant un plateau horizontal, est constituée de sable d'origine marine d'âge pliocène .*
- La série inférieure est constituée d'une alternance de couches inclinées d'argile et de grès marins d'âge miocène supérieur.*

*Réaliser un poster ou une simulation récapitulant l'histoire géologique de ce site.*

*Le projet répondra aux questions suivantes :*

- Les couches obliques de la série inférieure se sont-elles déposées dans la position où on peut les observer sur le schéma ?*
- La couche horizontale de la série supérieure est-elle dans la position où elle s'est déposée ?*
- Quel évènement a dû se produire entre les dépôts des 2 séries ?*
- Comment expliquer que la couche de la série supérieure se soit déposée sur une surface horizontale de la série inférieure ?*

# LES ACQUIS DU COLLÈGE

- ❖ La partie superficielle du globe terrestre présente un sous-sol épais formé de roches, généralement surmonté d'un sol de faible épaisseur.
- ❖ Les roches sédimentaires sont disposées en couches superposées et parallèles. Elles sont stratifiées.

- ❖ A la surface du globe terrestre, les roches subissent l'action des facteurs de l'érosion : le vent, la mer, les eaux de ruissellement.
- ❖ Les étapes de la formation d'une roche sédimentaire sont : érosion, transport, sédimentation et diagenèse.
- ❖ Une roche sédimentaire est caractérisée par des propriétés physico-chimiques telles que : aspect, dureté, perméabilité , solubilité...
- ❖ Les roches sédimentaires sont utilisées dans plusieurs domaines : le sable et le calcaire sont utilisés dans la construction, l'argile dans la poterie, le gypse dans la fabrication du plâtre.

- ❖ Une roche sédimentaire contient généralement des restes d'organismes anciens : les fossiles
- ❖ Selon leur origine, on classe les roches sédimentaires en roches détritiques et roches d'origine chimique.

# ETUDE D'UN SITE GÉOLOGIQUE LOCAL



**El-Jeurf à Kerkenah**

La terre a une histoire : les évènements géologiques, la genèse des roches, la formation des chaînes de montagne, le plissement des strates, la transgression, la régression... se déroulent dans des intervalles de temps qui se mesurent en millions d'années.

Cette histoire se lit dans les sites géologiques tels une carrière, une tranchée, une mine, une falaise, un lit d'un oued ... En observant les roches, leur disposition, leur succession, en étudiant leur composition, les fossiles qu'elles renferment, on peut en déduire plusieurs informations qui pourraient servir à une exploitation éventuelle des ressources du site et nous permettre de reconstituer l'histoire géologique du site étudié et souvent celle de la région où il se trouve.

## Sommaire

## Pages

■ Sortie géologique.....	140
– La falaise de Sidi Mhareb à Monastir.	
– La falaise de Ras Amer à Kerkenah.	
■ Etude d'une roche du site de Ras Amer : le calcaire oolithique.....	145
■ Reconstitution de l'histoire géologique des deux sites.....	152
■ Bilan.....	158
■ Exercices.....	160

# ETUDE D'UN SITE GEOLOGIQUE LOCAL

## Sortie Géologique :

La sortie géologique a pour but d'observer des roches du sous-sol d'un site et de chercher des informations permettant de retracer l'histoire géologique de sa formation.  
**Quelles informations peut-on recueillir au cours d'une sortie géologique ?**

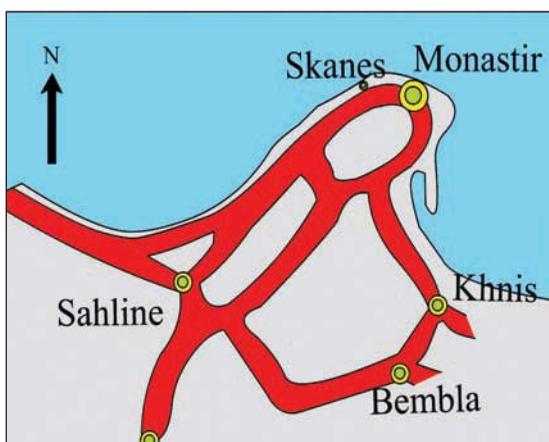
1

## LA FALAISE DE SIDI MHAREB À MONASTIR :

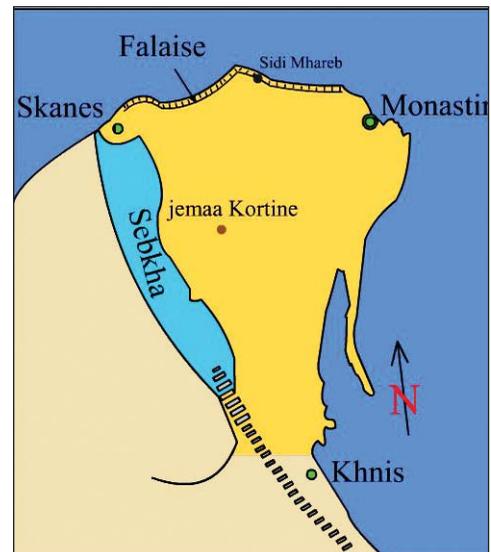
### 1.1 - Cadre géographique de la presqu'île de Monastir.

La région de Monastir est située à une vingtaine de km au S.SE de Sousse. C'est une presqu'île de forme triangulaire à pointe dirigée vers le Sud du côté de Khnis. La mer la borde au Nord et à l'Est. A l'Ouest, elle est limitée par une vaste Sebkhia.

Le littoral Nord de Monastir montre, sur une longueur de 5 km, une falaise abrupte d'une hauteur variant de quelques mètres à une vingtaine de mètres, selon les endroits. La presqu'île de Monastir constitue un vaste plateau qui s'incline lentement de jemaat Kortine (39m) vers le Nord et le Sud.



1. Carte routière de la région de Monastir



2. Carte de Monastir

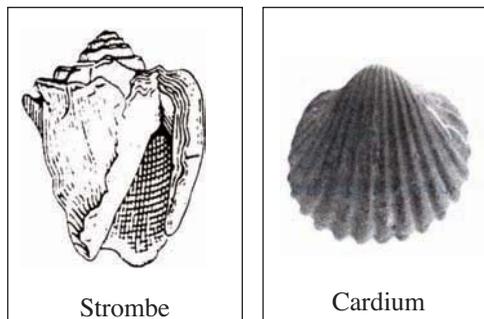
## 1.2 - Description de la falaise.



3. La falaise de Sidi Mhareb

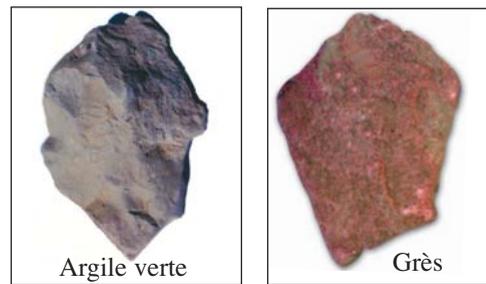
La falaise, dont la surface est plate, a une hauteur de 20 m environ. Elle montre un sous sol, constitué de roches formant deux séries non parallèles, surmonté d'un sol de faible épaisseur sur lequel poussent des plantes. Dans chaque série, les roches sont disposées en couches parallèles appelées strates .

- La série supérieure est horizontale, elle est constituée d'une couche de calcaire oolithique, riche en fossiles notamment des strombes et des cardiums.

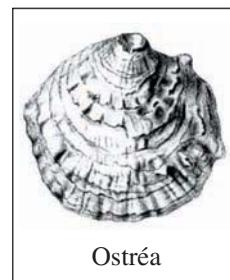
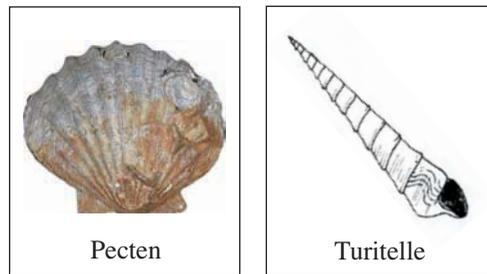


4. Deux fossiles de la série supérieure de la falaise

- La série inférieure est constituée de couches d'argiles vertes et rouges avec des bancs de grès brun et dur, intercalées de couches fines de lignite (charbon fossile). Des plaques de gypse remplissent les fentes des roches, le plus souvent dans l'argile. Cette série est inclinée ayant un pendage de 40°. Elle renferme des fossiles notamment des ostréas, des pectens et des turitelles .
- Dans la série supérieure, le calcaire est fissuré et présente des parties saillantes et d'autres creusées.
- Dans la série inférieure, les bancs de grès sont saillants alors que les argiles sont creusées par des rigoles.



5. Deux roches de la série inférieure de la falaise



6. Trois fossiles de la série inférieure de la falaise



1. Sur une photocopie d'un extrait de la carte routière de la région du Sahel, localiser la falaise de Sidi Mhareb à Monastir et tracer, l'itinéraire qui mène à ce site.
2. Se rendre à Sidi Mhareb et réaliser les tâches suivantes. (Suivre les consignes de la fiche méthode n° 7) :



- décrire le relief ;
- vérifier la nature des roches en utilisant la fiche méthode n°8. Ramasser quelques échantillons ;
- chercher des fossiles, ne les emporter pas, essayer de les identifier en les comparant avec les schémas de fossiles présentés dans le document 1.2.
- prendre éventuellement des photos des affleurements et des fossiles rencontrés,
- noter sur votre carnet les observations jugées utiles pour reconstituer l'histoire géologique du site.

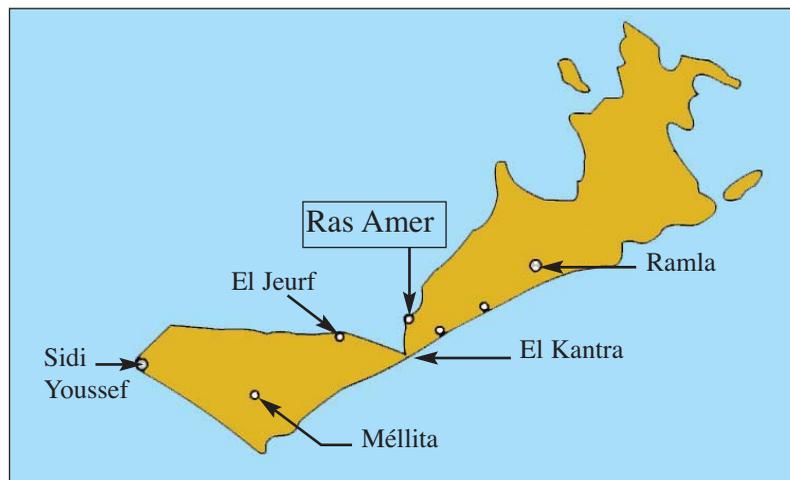
## LA FALAISE DE RAS AMER À KERKENAH :

### 2.1 - Cadre géographique des îles Kerkenah :

Les îles Kerkenah sont situées au Nord Est du golfe de Gabes et à 20 km environ de la ville de Sfax. L'archipel est constitué de deux grandes îles, de six petites îles et d'une dizaine de petits îlots. Les îles Kerkennah comportent 161 km de côtes et ont une superficie totale de 15700 ha dont 37% est occupé par les sebkhass. Le relief des îles est très plat, 90% des terres sont à moins de 5m d'altitude.



7. Localisation des îles Kerkenah



8. Localisation de la falaise de Ras Amer

### 2.2 - Description de la falaise :



9. La falaise de Ras Amer

C'est une petite falaise de 2m de haut. On y distingue un sous sol formé de couches parallèles et d'aspect différent. Ce sont des strates de roches sédimentaires. Le sous sol est surmonté d'un sol de faible épaisseur.

- Les strates du sous-sol sont du haut vers le bas :
  - Strate 1: calcaire coquiller à lamellibranches et gastéropodes; épaisseur : 50 centimètres environ.
  - Strate 2 : argile silteuse non cimentée à Hélix ; épaisseur : 80 centimètres environ ;
  - Strate 3 : Calcaire oolithique consolidé très conglomératique, lumachellique vers le haut ; épaisseur : 80 centimètres environ.
- Les strates 1 et 3, constituées de calcaire, se présentent sous forme de saillies, tandis-que la strate 2 est creusée.
- En suivant les strates le long de la falaise, leur épaisseur reste constante mais leur altitude diminue progressivement. Les strates ne sont pas parfaitement horizontales. Elles sont légèrement inclinées.



10. Calcaire coquiller de la strate 1



11. Hélix dans la strate 2



1. Sur une photocopie d'un extrait de la carte routière de la région de Sfax, localiser la falaise de Ras Amer à Kerkenah et tracer, l'itinéraire qui mène à ce site.



2. Se rendre à Ras Amer et réaliser les activités indiquées dans la fiche méthode n°7.

3. Faire un bilan qui regroupe les résultats des activités.

## Retenons



**Strate** : couche de terrain sédimentaire.

**Affleurement** : strate qui devient visible en surface, soit naturellement sous l'action des agents d'érosion, soit sous l'action de l'homme.

**Roche** : assemblage de minéraux formés naturellement. Les roches forment les terrains de l'écorce terrestre.

**Minéral** : espèce chimique naturelle composant une roche, caractérisée par ses propriétés physico-chimiques et cristallographiques.

**Cristal d'une roche** : est une matière naturelle solide caractérisée par une forme géométrique. La plupart des cristaux naturels sont en fait des polycristaux, c'est à dire un assemblage de cristaux de tailles et de formes différentes.

**Fossiles** : restes ou empreintes d'organismes ou organismes entiers conservés dans des dépôts sédimentaires, ayant vécu à une époque du temps géologique.

**Falaise** : relief en pente abrupte situé sur la côte.

**Pendage** : inclinaison d'une couche plissée par rapport à l'horizontale.

# ETUDE D'UN SITE GEOLOGIQUE LOCAL

## Etude d'une roche du site de Ras Amer de Kerkenah : le calcaire oolithique.

L'étude des caractères d'une roche sédimentaire permet de reconstituer l'histoire de sa formation et d'expliquer le modelé du relief.

1

### LE CALCAIRE OOLITHIQUE EN PLACE SUR LE TERRAIN :

Le calcaire oolithique forme la partie basale de la strate N°3 du site de Ras Amer ; la partie supérieure de cette strate étant formée de calcaire lumachellique. Cette strate, qui a 80 cm d'épaisseur environ, est saillante par rapport à la couche argileuse et silteuse qui la surmonte ; elle présente des fissures plus ou moins larges. Au pied de la falaise, on observe des blocs provenant de cette strate.



1. Photographie de la strate renfermant le calcaire oolithique



Proposer une explication à la morphologie constatée de la strate renfermant le calcaire oolithique.

2

### ETUDE PHYSICO-CHIMIQUE DE LA ROCHE :

#### 2.1 - Propriétés physiques

##### 2.1.1. Aspect de la roche

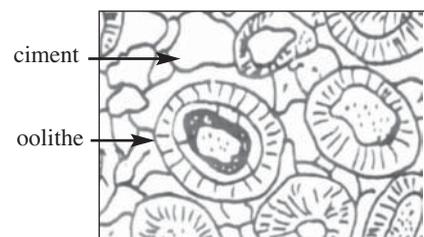
Le calcaire oolithique est une roche compacte de couleur blanchâtre formée de grains sphériques de 0,5 à 2 mm. Ce sont des oolithes. Ils sont réunis par un ciment.

L'observation microscopique d'une lame mince de la roche montre que chaque oolithe est formée d'enveloppes successives de nature calcaire entourant un noyau qui peut être un grain de sable ou un fragment de coquille. (fig.3).

La présence du ciment reliant les oolithes est responsable de l'aspect compact de la roche d'où son utilisation dans le domaine de la construction.



2. le calcaire oolithique



3. Interprétation schématique d'une lame mince de calcaire oolithique

### 2.1.2. Dureté :

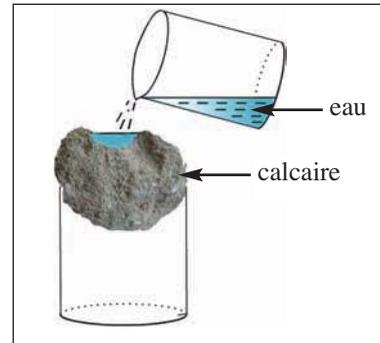
Le calcaire oolithique n'est pas rayé par l'ongle et il ne raye pas le verre : c'est une roche dure. Cette propriété lui offre une résistance aux agents de l'érosion, ce qui explique que, dans la nature, les affleurements calcaires ont une forme saillante.

### 2.1.3. Porosité et perméabilité :

#### Manipulation :

Verser quelques gouttes d'eau dans un creux ménagé dans un échantillon de la roche. L'eau pénètre dans la roche mais ne suinte pas de l'autre côté: le calcaire oolithique emmagasine de l'eau mais ne se laisse pas traverser par l'eau. c'est une roche poreuse et imperméable.

Le calcaire oolithique, imperméable à l'échelle de l'échantillon, est perméable dans la nature à cause des fissures qu'il présente.



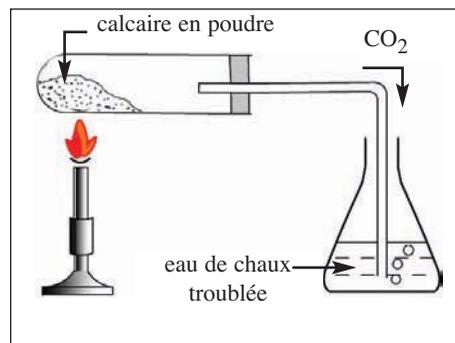
4. Test de porosité et de perméabilité

## 2.2 - Propriétés chimiques :

### 2.2.1. Action de la chaleur :

Le calcaire oolithique, porté à haute température (fig 5), dégage un gaz qui trouble l'eau de chaux. Il s'agit du dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ). Le calcaire se transforme en une substance friable et blanchâtre : il s'agit de la chaux vive (ou oxyde de calcium :  $\text{CaO}$ ).

On en déduit que le calcaire oolithique est essentiellement constitué de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ).

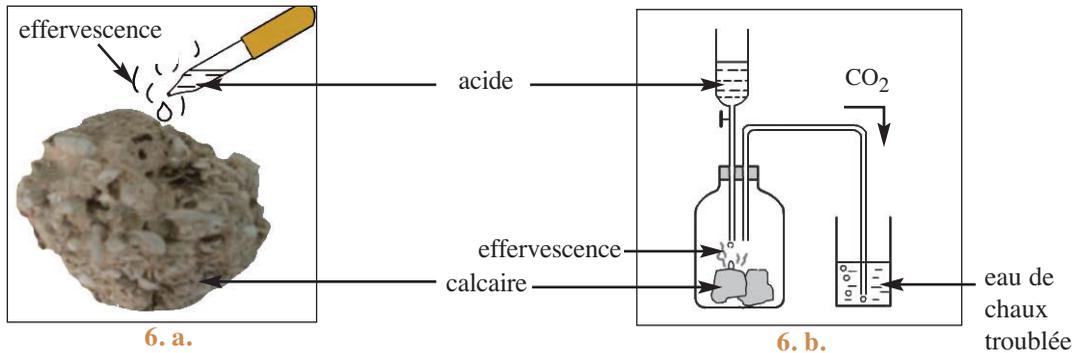


5. Mise en évidence de l'action de la chaleur sur le calcaire

La réaction de dissociation des roches calcaires par la chaleur est employée à grande échelle dans les fours à chaux pour la production de chaux dont les usages sont divers : fabrication d'eau de chaux, du ciment ...

### 2.2.2. Action de l'acide chlorhydrique :

Une goutte d'acide chlorhydrique, déposée à différents endroits d'un échantillon de calcaire oolithique, produit une effervescence due à un dégagement d'un gaz : le dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ). (figures 6a et 6b).



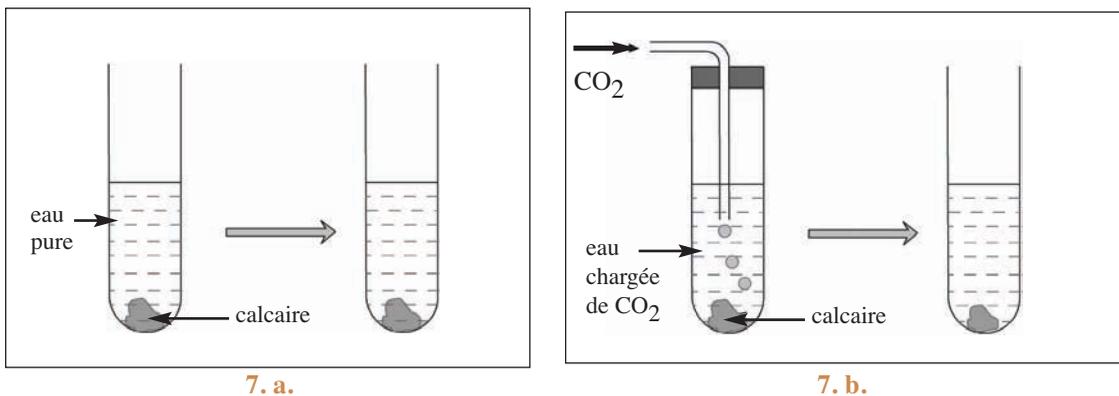
6. Mise en évidence de l'action de l'acide sur le calcaire

L'effervescence, qui signale la réaction de l'acide chlorhydrique avec le carbonate de calcium, est couramment employée pour déceler la présence de calcaire dans une roche.

### 2.2.3. Solubilité :

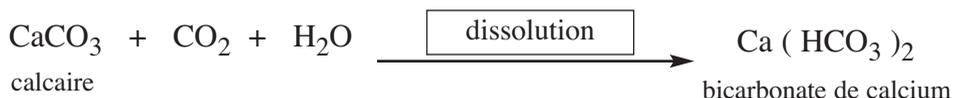
#### Manipulation :

- Mettre un petit échantillon de la roche dans de l'eau distillée, agiter l'ensemble. Remarquer l'absence de tout changement (figure 7a) : le calcaire oolithique est insoluble dans l'eau pure.
- Répéter la même expérience avec de l'eau chargée en dioxyde de carbone. Remarquer une diminution du volume de l'échantillon (figure 7b) : le calcaire oolithique est soluble dans l'eau chargée en dioxyde de carbone.



7. Test de solubilité

La dissolution du calcaire se fait selon la réaction :



Dans la nature, les eaux chargées en dioxyde de carbone ( eaux légèrement acides) dissolvent le calcaire qui affleure et l'emportent sous forme de bicarbonate de calcium soluble. Ce phénomène est à l'origine de l'élargissement des fissures observées dans les strates calcaires.

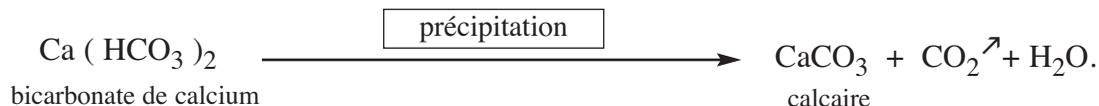
### 2.2.4. Précipitation du calcaire :

**Constatation :** dans un récipient servant à bouillir l'eau, une croûte calcaire se forme sur les parois du récipient. On s'interroge sur l'origine de cette croûte calcaire.

#### Manipulation :

Chauffer la solution de bicarbonate de calcium obtenue dans l'expérience 7b. Remarquer que le liquide se trouble : des particules de carbonate de calcium (calcaire) se sont formées.

**Explication :** Dans une solution de bicarbonate de calcium, du calcaire se forme par une réaction de précipitation dès que le milieu s'appauvrit en dioxyde de carbone. Cette réaction est inverse de la réaction de dissolution :



Dans la nature, du calcaire se dépose par le phénomène de précipitation :

- Dans les sources à eau riche en calcaire.
- Au plafond des grottes sous forme d'aiguilles tombantes ou stalactites ;
- Au plancher des grottes sous forme d'aiguilles montantes ou stalagmites.

1. Réaliser les manipulations présentées dans le document 2 et dégager les propriétés physico-chimiques du calcaire oolithique.
2. Expliquer la morphologie de la strate renfermant le calcaire oolithique en utilisant les propriétés dégagées de cette roche et vos connaissances sur l'action des facteurs de l'érosion sur les roches.
3. Préciser, d'après le document 2.2.4, l'effet et la conséquence du chauffage d'une solution de bicarbonate de calcium.
4. Dégager les conditions de précipitation du calcaire dans la nature.

Compléter le schéma suivant après l'avoir recopié:

**3**

## ETUDE DES FOSSILES :

Les fossiles retrouvés dans le calcaire oolithique correspondent à des mollusques marins : lamellibranches et gastéropodes (strombe). Ces fossiles sont :

- des coquilles souvent brisées
- des moules externes et internes.



1. Emettre une hypothèse sur le lieu de sédimentation du calcaire oolithique.
2. Proposer une explication à la présence de coquilles brisées dans la roche.

**4**

## HISTOIRE DU CALCAIRE OOLITHIQUE :

### 4.1 - Indices fournis par les fossiles :

Parmi les fossiles rencontrés se trouvent des formes évoquant certains mollusques actuels : les cérithes et les strombes qui vivent dans les mers peu profondes (zones littorales).

Les strombes sont caractéristiques des mers chaudes ; ils ont existé depuis le début de l'ère quaternaire ( à l'Euthyrrienien ).

### 4.2 - Indices fournis par les conditions de formation des oolithes :

Des oolithes se forment actuellement dans le golfe de Gabès et d'autres mers peu profondes et chaudes ( 22 à 31 °C ). Ces eaux sont très riches en bicarbonate de calcium provenant de l'altération chimique des roches calcaires. A la suite d'une diminution de la teneur en CO<sub>2</sub> de ces eaux, due à une absorption de CO<sub>2</sub> par les végétaux marins verts ou à une évaporation, il y a précipitation de carbonate de calcium autour de grains de sable ou de fragments de coquilles que l'agitation de l'eau met en suspension.

### 4.3 - Indices fournis par la structure de la roche :

Dans le calcaire oolithique, les oolithes sont fortement liées par un ciment carbonaté témoignant d'une cimentation des oolithes postérieurement à leur dépôt.



1. A partir des données du document 4.1 et de la fiche méthode N°10, préciser la nature du faciès du calcaire oolithique.
2. A partir des données du document 4.2 et de la fiche méthode N°11, préciser l'origine de cette roche.
3. Exploiter les indices du document 4 pour reconstituer l'histoire de sa formation.
4. Réaliser une simulation qui illustre cette histoire à partir de la formation des oolithes.



## AUTRES ROCHES CALCAIRES :

### 5.1 - Le calcaire quartzeux :

Le calcaire quartzeux, ou calcaire de la croûte, affleure le long de la côte-est de la Tunisie.

La roche est de couleur rose saumon. Elle résiste à l'érosion car elle est dure. Elle renferme du quartz et du gypse, elle est donc hétérogène. Elle est imperméable à l'échelle de l'échantillon de la roche, perméable en grand grâce aux fissures. Elle est d'âge Villafranchien, époque à laquelle la côte-Est de la Tunisie était presque entièrement émergée. Elle est d'origine chimique. Elle est utilisée dans la construction et la fabrication de la chaux.



Calcaire quartzeux

### 5.2 - Le calcaire coquiller (ou fossilifère) :

Sur un échantillon de calcaire coquiller, on reconnaît des coquilles entières de lamellibranches et de gastéropodes marins, des sections ainsi que des moules externes et internes de ces coquilles.

Quand ces fossiles sont très nombreux, la roche est appelée une lumachelle.

Le calcaire coquiller a un faciès marin peu profond .

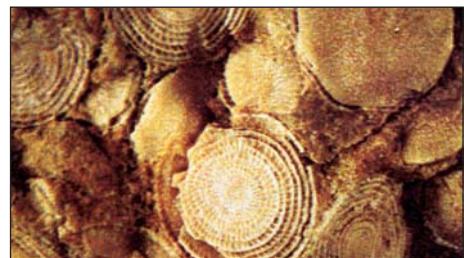
Au Jebel Abderrahman (Menzel Bouzelfa), le calcaire coquiller est un calcaire à pecten (mollusque lamellibranche). Il a été déposé au miocène moyen au fond d'une mer peu profonde.



Calcaire coquiller

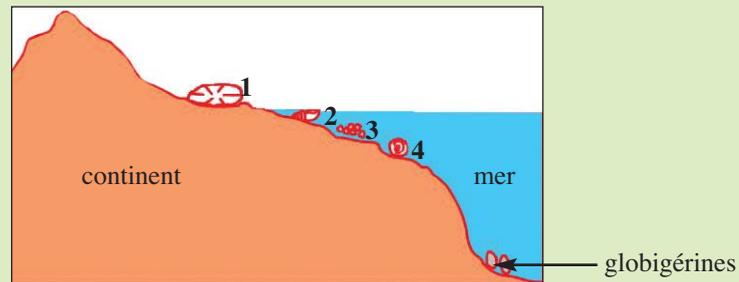
### 5.3 - Le calcaire à nummulites :

On le trouve à l'ouest et au centre de la Tunisie (Kef, Makthar...). Il contient des tests calcaires de nummulites de l'éocène moyen (il s'agit de coquilles de protozoaires géants du groupe des foraminifères). Ce calcaire correspond à un faciès de mer assez profonde. Il est utilisé dans la construction et la fabrication de la chaux.



Calcaire à nummulites

Le schéma suivant représente les milieux de sédimentation actuels des roches calcaires :



Recopier le schéma et compléter-le en précisant le type de roche calcaire ( 1, 2, 3, 4 ) correspondant à chaque milieu.

## Retenons



**Oolithe** : petite sphère de la taille du mm formée d'enveloppes successives de calcaire autour d'un noyau qui peut être un grain de quartz ou un grain de calcaire.

**Roche poreuse** : roche contenant des pores (= des vides entre les éléments composant la roche).

**Quartz** : minéral, constituant principal du sable.

**Ciment** : matière qui soude, entre eux, les éléments d'une roche.

**Le faciès d'une roche** : l'ensemble de ses caractères paléontologiques (ses fossiles) et pétrographiques (caractères en relation avec sa nature) qui renseignent sur les conditions et le milieu de sa formation.

# ETUDE D'UN SITE GEOLOGIQUE LOCAL

## Reconstitution de l'histoire géologique des sites :

La sortie géologique nous a permis de recueillir des renseignements à partir de l'étude du terrain.

**Comment utiliser ces renseignements pour reconstituer l'histoire géologique du site ?**

1

### PRINCIPE DES CAUSES ACTUELLES :

Pour reconstituer l'histoire d'un terrain sédimentaire, on suppose que les phénomènes géologiques anciens sont analogues à ceux qui se passent actuellement, c'est le principe des causes actuelles.

#### 1.1 - La sédimentation :

Dans un terrain sédimentaire, les roches sont stratifiées. Les strates diffèrent par l'épaisseur, la nature des roches et les fossiles qu'elles renferment.

- La sédimentation actuelle explique la stratification des roches. En effet, sous l'action de l'érosion, des matériaux de taille différente se détachent des roches ; ce sont des matériaux détritiques ; ils subissent un transport par l'eau ou le vent, puis se déposent dans des bassins sédimentaires continentaux ( sur terre, au fond d'une rivière ou d'un lac), lagunaires ou marins. La sédimentation aboutit à la formation d'une couche horizontale de sédiments renfermant souvent des cadavres d'organismes qui vivent dans ce bassin.

On comprend que, si la sédimentation se poursuit dans un même bassin pendant des millions d'années, elle aboutit à la formation de couches de sédiments superposées parallèles et horizontales qui deviendront, après consolidation, des strates de roches contenant des fossiles ; une strate étant plus récente que celle qu'elle recouvre est plus ancienne que celle qui la recouvre (principe de superposition).

- Actuellement, les sédiments marins sont les plus importants. Les matériaux qui parviennent à la mer se déposent selon leur taille : en allant des côtes vers le large, on a des dépôts constitués d'éléments grossiers puis d'éléments de plus en plus fins : blocs, galets, graviers, sables grossiers puis fins et enfin des vases (boues formées de très fines particules).

Par ailleurs, la mer abrite une faune et une flore qui change en fonction de la profondeur.

On comprend que les composants d'une roche et le type de fossiles qu'elle contient, c'est-à-dire son faciès, est en étroite relation avec la nature du milieu de sédimentation.

	FACIES MARIN			FACIES LUGUNAIRE	FACIES CONTINENTAL	
	Profond	Peu profond	Côtier ou Néritique		Terre émergée	Eau douce
ROCHES	Calcaire à globigérines	- Calcaire à nummulites. - Argiles bleues, rouges, vertes.	Roches conglomératiques. Grès et sable. Calcaire coquiller.	Gypse, sel gemme.	Sables, silts.	Sables, argile, calcaires.
FOSSILES	Tests de globigérines	- Tests de nummulites	Coquilles de mollusques.	Coquilles de mollusques, exemple : Cardium.	Coquilles d'escargots, bois silicifiés, empreintes de feuilles.	Coquilles de mollusques d'eau douce. (Limnées, ..)

1. Le faciès de quelques roches

## 1.2 - La variation du faciès :

Dans un site géologique, les strates superposées n'ont pas le même faciès.

Une couche de faciès marin indique que la mer recouvrait la région au moment de sa sédimentation. Une couche de faciès continental montre que la région n'était pas couverte par la mer au moment de son dépôt.

Quand la mer envahit une région, on dit qu'il y a transgression ; quand elle se retire, on dit qu'il y a régression;

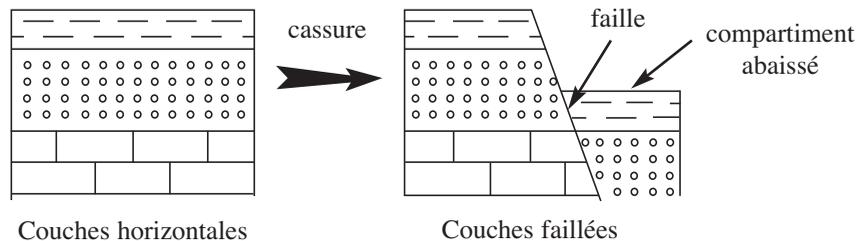
Un cycle sédimentaire et la période qui s'écoule entre une transgression et une régression. La transgression et la régression modifient profondément les conditions de la sédimentation, elles expliquent le changement de faciès des strates dans un site.

## 1.3 - Les déformations tectoniques :

Après un grand tremblement de terre, on observe des cassures au niveau des strates.

On comprend qu'au cours des temps géologiques, des déformations ont affecté les couches sédimentaires après leur dépôt. On distingue deux sortes de déformations : les failles et les plis.

\* Une faille est une cassure plus ou moins profonde des couches d'un terrain qui est accompagnée d'un déplacement des compartiments séparés par la cassure (fig. 2).

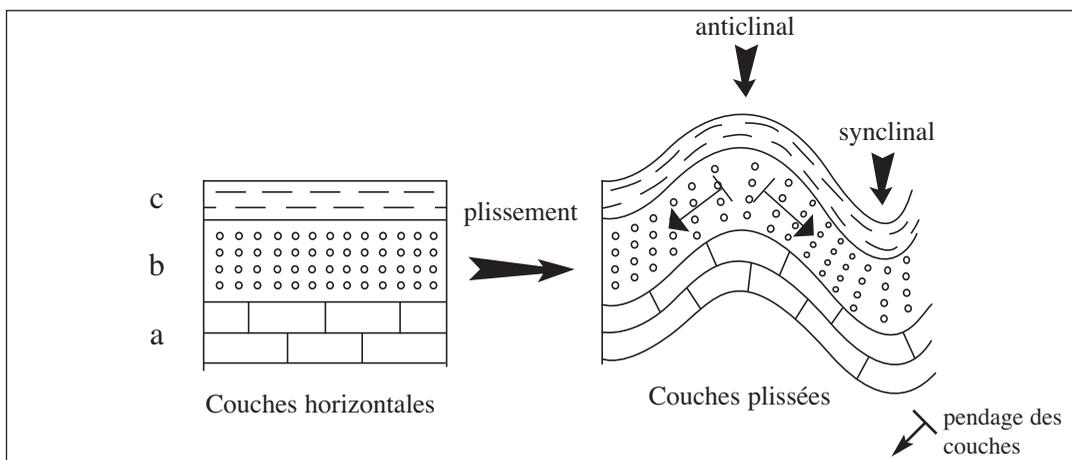


### 2. La faille : une déformation cassante

\* Les plis sont des ondulations des couches de terrain avec une alternance de parties creuses, les synclinaux et de parties bombées, les anticlinaux (fig. 3).

Les plissements sont des déformations souples qui affectent les couches profondes de l'écorce terrestre, ces plissements expliquent la formation des chaînes de montagne.

Lorsque le plissement affecte des couches sédimentaires se trouvant dans un bassin marin, le soulèvement qu'il provoque est accompagné d'une régression.



### 3. Le pli : une déformation souple



1. D'après la fig 2, comment s'aperçoit-on de l'existence d'une faille ?
2. Mettre dans l'ordre les événements géologiques qui ont abouti à la formation de la structure de la fig 3. Justifier.

## 2

### APERÇU SUR L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE LA TUNISIE :

Pour dater les événements géologiques, le géologue a effectué un découpage dans l'histoire géologique. Les grandes divisions sont les ères. Chaque ère est subdivisée en systèmes qui sont à leur tour subdivisés en étages.

Eres	Période	Epoque	Etage	Age absolu en millions d'années
Quaternaire		Holocène	Flandrien	0 : actuel
		Pléistocène	Néotyrrhénien	
			Tyrrhénien	
			Eutyrrhénien	
			Sicilien	
			Calabrien (Villafranchien)	
Tertiaire	Néocène	Pliocène		2
		Miocène	Pontien	5
			Vindobonien	
	Paléocène	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

#### 4. Les temps géologiques

### 1.1 - La Tunisie à l'ère primaire :

Les affleurements primaires datent du permien et se rencontrent au Jebel Tebaga (région de Mednine). Il s'agit de strates riches en fossiles marins (mollusques, trilobites, fusilines...), ce qui montre qu'à cette époque, le Nord de la plate-forme saharienne était couvert par la mer.

### 1.2 - La Tunisie à l'ère secondaire :

**Le trias :** Les terrains triasiques affleurent au Sud et dans le massif de l'Atlas.

- Dans le Sud, les séries triasiques sont horizontales, formées essentiellement de gypse.
- Dans l'Atlas, les affleurements triasiques, formés de gypse et d'argile, occupent le cœur de structures particulières appelées diapirs. La présence de gypse indique une sédimentation lagunaire dans ces régions. A la fin du trias, des plissements affectent les séries primaires et triasiques donnant naissance à la chaîne de Tébagha de Mednine.

**Le jurassique :** Au cours du Jurassique, la mer a marqué une grande transgression qui a recouvert la Tunisie, jusqu'au domaine de Tebaga.

Les dépôts étaient, marins dans le Nord et le centre, lagunaire au Sud.

**Le crétacé :** au milieu du crétacé, une zone continentale émerge au centre suite à une régression marine. A la fin du crétacé une nouvelle transgression marine a atteint le Sud tunisien.

### 1.3 - La Tunisie à l'ère tertiaire :

**L'éocène :** A l'éocène, la mer s'est retirée, la Tunisie comportait deux domaines :

- un domaine continental représenté par la plate-forme saharienne au Sud et l'île de Kasserine au centre.
- un grand domaine marin dans lequel il, il y a eu sédimentation des roches phosphatées et carbonatées en bordure de l'île de Kasserine (sédimentation lagunaire), et des calcaires à nummulites puis à globigérines dans les mers relativement profondes.

Des mouvements tectoniques ayant déjà commencé au crétacé, se continuent. ils sont accompagnés dans le Nord d'une remontée de la série triasique gypseuse et plastiques qui traversent les couches sédimentaires plus récentes que le trias.

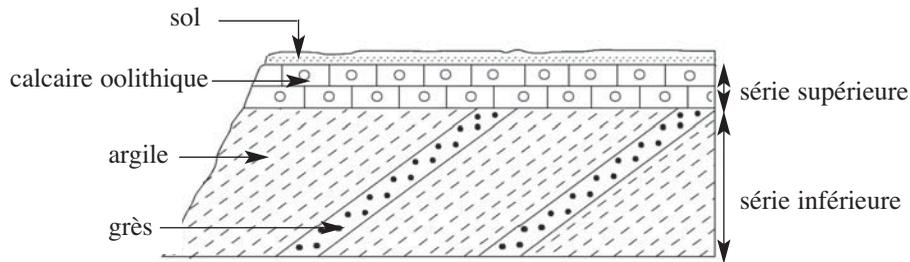
**L'oligocène :** cette période est caractérisée par une régression importante de la mer. Cette régression est en relation avec la reprise des mouvements tectoniques.

**Le miocène :** Au début du miocène , une transgression à l'Est, en particulier dans le Sahel, a déposé des grès calcaires et des argiles sableuses. Au miocène moyen, le Nord ouest du continent était affecté par des mouvements tectoniques.

**Le pliocène :** La mer a régressé et s'est localisée au voisinage du littoral. Le pliocène marin est caractérisé par des dépôts d'argile puis de sables et de grès très riches en fossiles. A la fin du pliocène, début quaternaire (villafranchien), la mer a régressé, une croûte calcaire s'est déposée le long du littoral.

### 1.4 - La Tunisie à l'ère quaternaire :

Au début du quaternaire(Eutyrrhénien), certaines régions comme le Cap-bon, Monastir, Sfax, les îles Kerkenah, Jerba ont été recouverts par la mer. Cette transgression s'est accompagnée d'un dépôt de sédiments à Strombes (gastéropode marin) dans une mer chaude et peu profonde.



5. Schéma de la falaise de Sidi Mhareb

1. La falaise présente deux séries non parallèles de roches de nature différente disposées en strates. La stratification montre qu'il s'agit de roches sédimentaires.
2. La série supérieure est superposée à la série inférieure; la première est plus récente que la deuxième.
3. La série supérieure n'est pas parallèle à la série inférieure, il s'agit d'une superposition anormale, ceci montre qu'il n'y a pas eu de continuité de sédimentation entre les deux séries.
4. Les couches de la série inférieure sont inclinées dans le même sens avec un pendage de 40°. Ces couches se sont déposées horizontalement puis elles se sont plissées.
5. La surface séparant les deux séries est horizontale, alors qu'elle devrait présenter le sommet d'un anticlinal. Ceci montre que les couches plissées de la série inférieure ont été aplanies par l'érosion après leur soulèvement.
6. Les couches de la série inférieure, concordantes sont variées : argiles rouge et verte, grès, lignite...
7. De nombreux fossiles sont rencontrés dans le site. La série supérieure contient des strombes et d'autres fossiles, qui datent du quaternaire. Des animaux voisins des strombes vivent actuellement dans des mers peu profondes (10m), chaudes et calmes ; la roche de cette série a un faciès marin peu profond.  
Les argiles (série inférieure) contiennent des fossiles qui datent du miocène. Des animaux voisins aux fossiles rencontrés, fréquentaient des fonds sableux et vaseux ; les roches de cette série ont un faciès marin peu profond.
8. Des rigoles dans les argiles, des fissures dans le calcaire, des blocs de calcaire oolithique de la série supérieure, situés en bas de la falaise, témoignent l'action des agents d'érosion et d'altération.



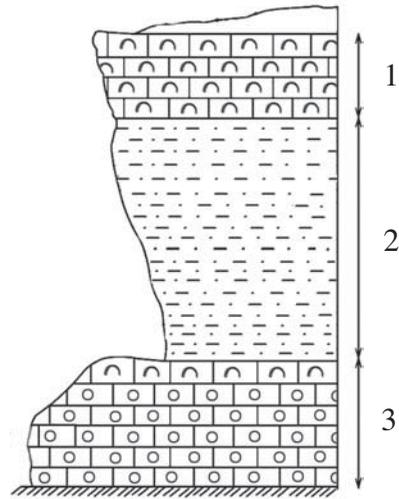
Utiliser l'ensemble des renseignements fournis par les documents 1,2 et 3 pour reconstituer l'histoire géologique du site de Sidi Mhareb.

1. La falaise est constituée de roches de nature différente disposées en 3 strates qui sont de haut en bas :

- Strate 1 : constituée de calcaire coquiller
- Strate 2 : argileuse et silteuse
- Strate 3 : constituée de calcaire oolithique surmonté de lumachelle.

La stratification montre qu'il s'agit de roches sédimentaires.

La strate 2 est plus récente que la strate 3 et plus ancienne que la strate 1.



6. Schéma de la falaise de Ras Amer

2. Toutes les strates ne sont pas parfaitement horizontales, elles ont subi un léger plissement.

3. La strate 3 est formée de calcaire oolithique renfermant des coquilles de mollusques marins, coquilles brisées et coquilles de strombe qui datent du début de quaternaire (Eutyrrhenien), cette strate a un faciès marin.

La strate 2 date du tyrrhenien ; elle renferme des coquilles à Helix correspondant à des gastéropodes terrestres, cette strate a un faciès continental de terre ferme.

La strate 1 renferme des coquilles de mollusques marins, elle a un faciès marin peu profond. Cette strate date du néotyrrhenien.

4. Au pied de la falaise, on trouve des éboulis de taille différente, des blocs, des galets et du gravier, cela témoigne l'action des agents d'érosion et d'altération.

Le calcaire oolithique situé dans la partie inférieure de la falaise et le calcaire fossilifère situé dans sa partie supérieure forment des saillies car ce sont des roches dures. Les silts situés entre les strates calcaires forment un creux. Cela s'explique par la différence de dureté des roches. En effet, le calcaire, relativement dur, résiste à l'altération et à l'action des agents d'érosion ; par contre, le silt, relativement tendre et friable, s'altère plus facilement.



Exploiter les documents 1, 2 et 4 pour reconstituer l'histoire géologique du site de Ras Amer.



## Retenons

**Bassin sédimentaire** : endroit dans lequel se déposent des matériaux appelés alors sédiments.

**Lagune** : bassin côtier peu profond rempli d'eau de mer et séparé de la mer par un haut fond.

**Silt** : mélange de sable et d'argile.

# Bilan

## A. la sortie géologique.

La sortie géologique nous a permis de constater que le sous-sol est constitué de roches sédimentaires disposées en strates. Ces strates peuvent se présenter en position horizontale, c'est-à-dire dans la position même des sédiments qui leur donnèrent naissance. Comme elles peuvent avoir une disposition plus ou moins inclinée parfois fracturée. Les roches sont de nature diverse (calcaire, grès, argile etc...) selon la localisation des affleurements.

Les strates contiennent souvent des fossiles qui peuvent être entiers ou brisés.

## B. Propriétés physico-chimiques du calcaire oolithique.

Le calcaire oolithique est une roche formée de grains cimentés appelés oolithes. Chaque oolithe est formée de minces couches de calcaire enveloppant un noyau qui peut être un grain de quartz ou un fragment de coquille.

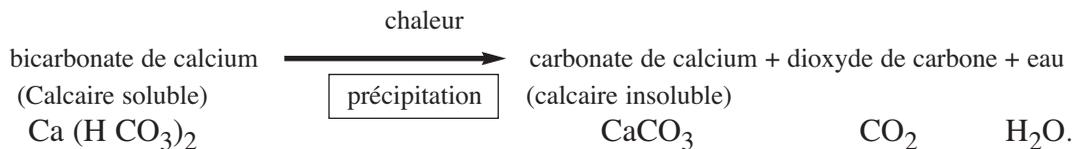
Comme toute roche calcaire, le calcaire oolithique est composé essentiellement de carbonate de calcium (calcaire).

La présence dans la roche de coquilles de Strombes, mollusques gastéropodes vivant actuellement dans les mers peu profondes et chaudes, montre que les sédiments à l'origine du calcaire oolithique se sont déposés dans une mer peu profonde ; le calcaire oolithique a un faciès marin peu profond.

La présence de coquilles brisées dans la roche témoigne d'une mer agitée au moment de sa formation.

Ces déductions sont confirmées par les lieux actuels de formation des oolithes : mer peu profonde ( 13m au maximum ), chaude, agitée et fortement chargée en bicarbonate de calcium.

**La chaleur** favorise le départ de dioxyde de carbone ; il en résulte une précipitation de carbonate de calcium à partir du bicarbonate de calcium soluble selon la réaction :



La précipitation du calcaire se fait autour de grains de quartz qu'il enrobe formant des enveloppes concentriques (appelées oolithes).

**L'agitation** de l'eau de mer met les oolithes en suspension , ce qui permet le dépôt de nouvelles couches de calcaire autour du grain. Au delà d'une certaine masse, les oolithes sédimentent. La genèse de la roche se termine par une cimentation des oolithes par le calcaire.

Le calcaire oolithique est une roche compacte et résistante. Elle est utilisée dans la construction. L'amphithéâtre d'El-jem est construit de calcaire oolithique.

## C. Reconstitution de l'histoire géologique des deux sites

### Reconstitution de l'histoire géologique de la falaise de sidi M'hareb à Monastir.

Cette histoire débute au miocène par la formation des strates de la série inférieure. Les roches de cette série ont un faciès marin ce qui montre qu'à cette époque, la région de sidi M'hareb était couverte par la mer.

A la fin de miocène, un plissement a affecté les différentes couches ; ce qui explique leur disposition inclinée. Les conséquences de ce mouvement tectonique sont : le soulèvement de la série inférieure et la regression marine qui s'est prolongée durant le pliocène et le villafranchien.

L'érosion a provoqué l'altération du sommet du plis d'où sont aplanissement.

au cours du tyrrhénien, il y a formation de la strate de calcaire oolithique de la série supérieure. Ce calcaire a un faciès marin ce qui montre qu'à cette époque, il y a transgression marine.

La strate horizontale de cette série est en contact anormal avec les couches inclinées de la série inférieure ; on dit que les deux séries sont discordantes.

A la fin du tyrrhénien la mer s'est retirée.

### Reconstitution de l'histoire géologique de la falaise de Ras Amer dans l'île kerkennah.

Cette histoire débute à l'eutyrrhénien, par la formation de la strate à calcaire oolithique et lumachellique, ces calcaires sont de faciès marins ce qui montre qu'à cette époque, la région de Ras Amer était couverte par la mer.

Au cours du tyrrhénien, il y a formation de la strate à argile silteuse ; cette roche a un faciès continental ce qui témoigne qu'à cette époque il y a regression marine.

Au cours du néotyrrhénien, il y a formation de la strate à calcaire fossilifère qui a un faciès marin ce qui témoigne qu'à cette époque il y a transgression marine.

On peut conclure qu'au quaternaire deux cycles sédimentaires se sont produit dans le site de Ras Amer.

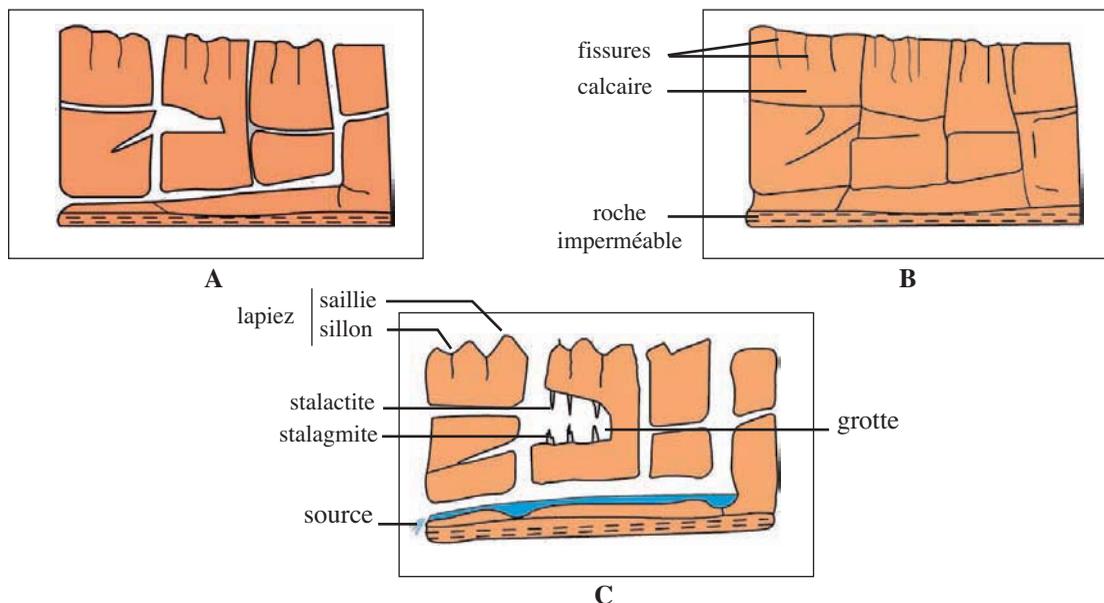
A la fin du néotyrrhénien, des déformations souples de faibles intensités ont affecté l'ensemble des strates de ce site d'où leur léger plissement.

L'érosion marine a affecté les affleurements de ce site. Les roches calcaires sont compactes, dures et par conséquent résistantes à l'action des vagues, ce qui explique les saillies observées. Les silts formés d'argile et de sable sont friables et moins résistantes à l'action des vagues, ce qui explique les creux constatés dans la strate n° 2.

## Exercice corrigé

1

Les figures A, B et C du document 1 racontent par l'image, l'évolution d'un terrain calcaire sous l'action des eaux de ruissellement



1. Remettre les figures du document 1 dans un ordre logique.
2. Décrire l'évolution du paysage en surface et en profondeur.
3. En utilisant vos connaissances sur les réactions chimiques de précipitation et de dissolution du calcaire, expliquer l'évolution du paysage.

## Corrigé

1. B - A - C.
2. – En surface, le calcaire se creuse par endroits, ce qui aboutit à la formation de saillies séparées par des sillons, il s'agit d'un lapiez<sup>1</sup>.  
– En profondeur, les fissures s'élargissent progressivement ce qui aboutit à la formation de cavités verticales et horizontales plus ou moins larges (aven, grottes)  
Au plafond et au plancher des grottes apparaissent des dépôts calcaires en forme d'aiguilles : les stalactites et les stalagmites.
3. Le calcaire qui affleure présente des fissures résultant des variations de température et des forces exercées sur la surface du globe terrestre.  
Les eaux de ruissellement, chargées en  $\text{CO}_2$ , s'infiltrent dans les fissures et assurent la dissolution du calcaire à leur passage selon la réaction :



Cette réaction provoque l'élargissement des fissures d'où la formation des cavités.

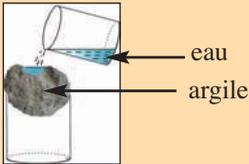
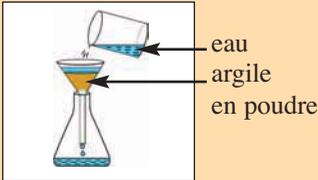
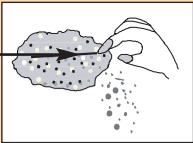
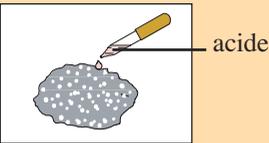
<sup>1</sup>lapiez : ciselure, résultat de ruissellement des eaux.

Au plafond des grottes, l'eau suinte sans cesse. Elle est très riche en bicarbonate de calcium. Chaque goutte s'évapore en perdant son dioxyde de carbone et abandonne une mince pellicule de calcaire. Ainsi se forment des colonnes descendantes ou stalactites. Les gouttes d'eau contiennent encore du calcaire quand elles frappent le plancher de la grotte; elles perdent du  $\text{CO}_2$  et donnent du calcaire, peu à peu les stalagmites s'élèvent.

## Exercices non corrigés

1

Les expériences suivantes mettent en évidence les principales propriétés de l'argile.

	Expérience	Résultat
1		L'eau est absorbée lorsque l'argile est sèche.
2		L'eau ne s'infiltré pas.
3		L'argile est rayée par l'ongle. Des débris d'argile se séparent de la roche.
4		L'argile ne fait pas effervescence avec l'acide chlorhydrique.

- Déduire les caractères physico-chimiques mis en évidence par ces expériences.
- Les régions argileuses plates, se couvrent de flaques d'eau après de fortes pluies (figure 1), par contre, lorsque le terrain argileux est en pente, la roche se creuse de ravins (figure 2).



Fig. 1



Fig. 2

Relier chacune de ces observations avec une propriété de la roche argileuse.

2

La figure 3 représente schématiquement les affleurements de roches sur une berge de l'oued Chiba (Région de Nabeul).

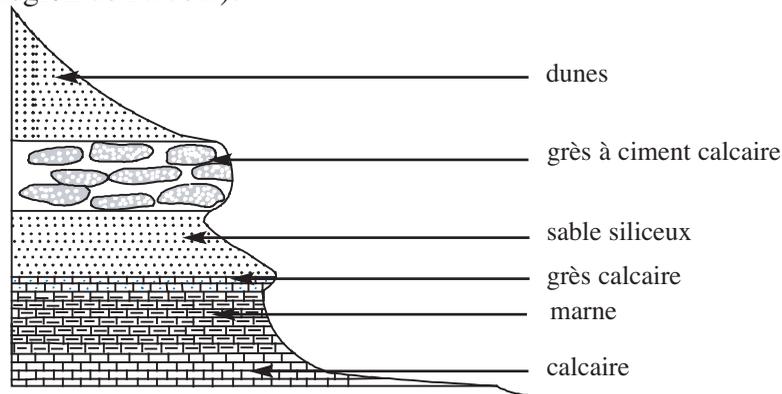


Fig. 3

1. Justifier que les affleurements sont constitués de roches sédimentaires.
2. Comment peut-on expliquer le modelé du paysage ?

3

La photographie de la figure 4 représente une roche calcaire coquiller.

1. Justifier qu'il s'agit d'une roche sédimentaire
2. Proposer une expérience montrant qu'il s'agit d'une roche calcaire.
3. Identifier les fossiles qui se trouvent dans ce calcaire (utiliser la fiche méthode relative à l'identification des fossiles). Déduire le faciès correspondant à cette roche.
4. Ce calcaire à une origine biologique, expliquer sa formation.



Fig. 4 : Calcaire coquiller

4

La figure 5 présente une coupe géologique dans une région.

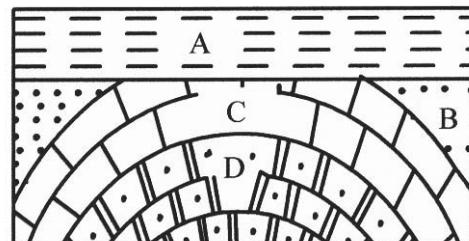


Fig. 5

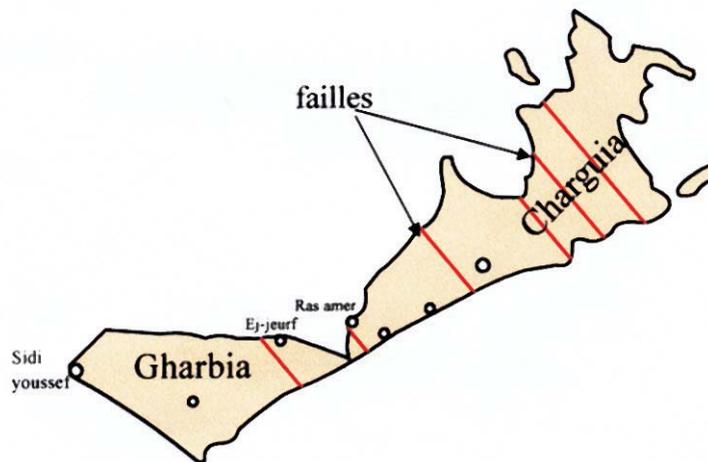
Reconstituer l'histoire géologique de cette région en citant les évènements qui se sont produits depuis la sédimentation des matériaux de la roche formant la strate D. On précise que toutes les strates sont formées dans un fond marin.

La photo de la page 142 montre la falaise d'El Jeurf aux îles Kerkenah. La carte de la figure 8. Page 143 localise cette falaise.

C'est une falaise de 5 m de haut environ montrant de bas en haut.

- Strate 1 : elle est épaisse de nature silteuse (argilo-sableuse) de faciès continental de terre ferme d'âge pliocène.
- Strate 2 : d'épaisseur 50 cm environ constituée d'un calcaire quartzeux de teinte rose appelé croûte saumonée, de faciès continental et d'âge villafranchien.

1. Faire un schéma du profil de falaise en utilisant des figurés appropriés.
2. Décrire le morphologie des strates.
3. Reconstituer l'histoire géologique de cette falaise.
4. Les strates de la falaise de Ras Amer sont d'âge quaternaire, proposer une explication relative à l'absence de dépôts quaternaires dans le site d'El Jeurf, sachant que les séries sédimentaires des îles Kerkenah ont été affectés par des failles à la fin de villafranchien. Comme l'indique le schéma suivant :



# EXPLOITATION ET GESTION D'UNE ROCHE À INTERET ECONOMIQUE : LE PHOSPHATE



Usine de fabrication du T.S.P

Le phosphate constitue une ressource géologique d'un grand intérêt économique pour la Tunisie. La production de phosphate s'élève à plus de 8 millions de tonnes en l'année 2000. La Tunisie est le premier exportateur de triple super phosphate (T.S.P) dans le monde, le second en acide phosphorique et le 3ème en diammonium phosphate (D.A.P). Les produits phosphatés ont rapporté à notre pays en l'année 2000 plus de 1 million de dollars et de ce secteur vivent plus de 4500 familles.

Les principaux gisements en Tunisie sont situés dans deux bassins sédimentaires : le bassin de Gafsa et celui du Kef. L'exploitation du phosphate génère des déchets solides et gazeux qui causent des nuisances à la santé de l'Homme et à l'environnement.

## Sommaire

## Pages

Dans ce chapitre, on traitera les thèmes suivants :

■ Etude du phosphate.....	165
■ Exploitation des phosphates.....	169

# EXPLOITATION ET GESTION D'UNE ROCHE À INTÉRÊT ÉCONOMIQUE : LE PHOSPHATE

## Les phosphates :

Les phosphates constituent une ressource naturelle à grand intérêt économique pour la Tunisie.

**Où trouve-t-on des phosphates ?**

**Comment se présentent les gisements de phosphates ?**

**Quelles sont les propriétés des roches phosphatées ?**

**Quelle est l'origine des phosphates ?**

1

## LOCALISATION DES PHOSPHATES EN TUNISIE :

### 1.1 - Découverte des phosphates en Tunisie :

C'était en avril 1885, lors d'une prospection dans la région de Metlaoui, partie occidentale du sud du pays, que Philippe THOMAS, géologue amateur français, a découvert des couches puissantes de phosphates de calcium sur le versant Nord de Jebel Thelja.

### 1.2 - Les principaux gisements de phosphates :

#### Les mines souterraines

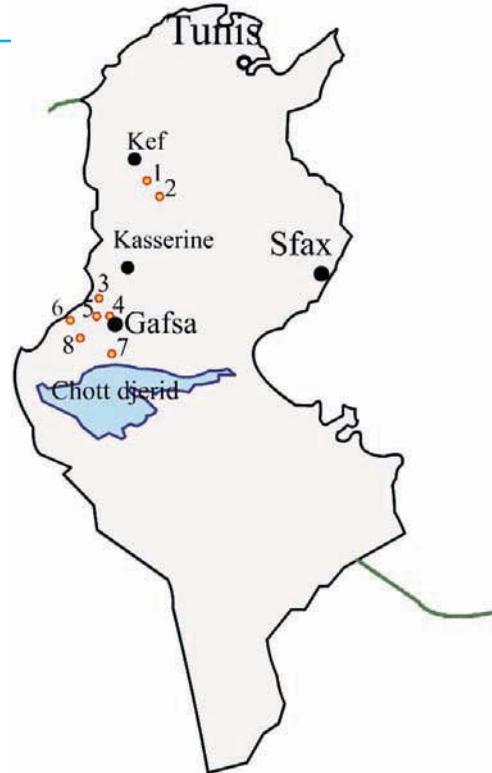
- Redeyef
- Shib et M'rata
- Moulares
- Kalaa Khasba (dans la région du Kef)
- jebel M'dhilla
- Oum Lakhcheb

#### Les mines à ciel ouvert

- La carrière de Kef Shfaier.
- Les carrières de et Kef Eddour
- La carrière de Jellabia
- La carrière de Redeyef
- La carrière de Moulares

#### Légende

1. Sara ourtane
2. Kalaa khasba
3. Moulares
4. Kef chfaier
5. Kef eddour
6. Redeyef
7. M'dhilla
8. Metlaoui



2. Localisation des gisements de phosphates en Tunisie

Les gisements de phosphate ne sont exploitables que lorsque la teneur en  $P_2O_5$  est  $\geq$  à 25%. La teneur des phosphates s'exprime aussi par l'équivalent en phosphate tricalcique  $Ca_3 (PO_4)_2$  appelé BPL (Bonne Phosphate of Lime). La teneur du phosphate naturel tunisien exprimée en BPL est de 56% à 59% à Metlaoui et de 60 à 68% à Kalaa Khasba.



Situer les gisements de phosphates en Tunisie par rapport à la région de Kasserine.

## ETUDE DE LA ROCHE PHOSPHATÉE :

### 2.1 - Les propriétés physico-chimiques de la roche phosphatée :

#### **2.1.1. Aspect :**

La roche est compacte. Un échantillon provenant du gisement Kef chfaier est friable. Un échantillon provenant de Kalaa Khasba est non friable: les éléments phosphatés sont liés par un ciment qui retient les grains.



2. Une roche phosphatée

#### **2.1.2. Odeur :**

Les roches phosphatées sont caractérisées par leur odeur fétide.

#### **2.1.3. Observation à la loupe binoculaire :**

L'observation d'un échantillon pulvérisé à la loupe binoculaire montre des grains d'aspect différents.

- Des pellets : grains phosphatés de forme sphérique ou ovoïde.
- Des coprolithes : grains cylindriques de quelques millimètres à 2 cm environ. Ils correspondent à des restes d'excréments d'organismes.
- Des fossiles divers (fragments de coquilles, dents de requins...)
- Des grains de quartz.

#### **2.1.4. Action de l'eau :**

- Solubilité : on met dans un tube à essai 10 cm<sup>3</sup> d'eau pure et un échantillon de phosphate mesurant 1 cm<sup>3</sup> environ. Après agitation, on ne constate aucune modification. On peut déduire que la roche est insoluble.
- Porosité et perméabilité : on ménage un petit creux dans la roche. On y verse une petite quantité d'eau. On constate qu'elle est rapidement absorbée. On peut déduire que la roche est poreuse. Lorsqu'on verse encore de l'eau. On constate que l'eau ne traverse pas la roche. On peut déduire qu'elle est imperméable.

#### **2.1.5. Action de l'acide :**

Certaines roches phosphatées font effervescence à l'acide et dégagent une odeur fétide, d'autres ne le font pas. On peut déduire que la roche phosphatée peut contenir du calcaire

#### **2.1.6. Action de la chaleur :**

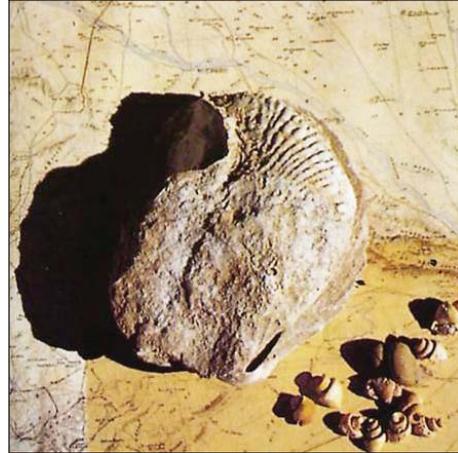
On chauffe un échantillon de phosphate dans un tube à essai. On constate un dégagement de vapeur d'eau et une odeur fétide.

### 2.2 - Les fossiles.

Le phosphate renferme souvent des fossiles. Les dents de requin sont les plus fréquents. On rencontre parfois un squelette entier ou des os de divers vertébrés marins et des coquilles de mollusques. L'observation microscopique de lames minces révèle de nombreux tests de microorganismes.



3. Dents de requins dans le phosphate



4. Fossiles trouvés dans le phosphate



5. Dents de requins



1. Vérifier les propriétés de la roche phosphatée en réalisant les manipulations présentées dans la fiche méthode n°8 se rapportant à l'étude pratique d'une roche.



2. Proposer une hypothèse concernant l'origine de l'odeur fétide dégagée par la roche phosphatée.

3. Quels renseignements fournissent les fossiles trouvés dans la roche phosphatée ?

## ORIGINE DES PHOSPHATES :

Le phosphate tunisien est d'âge éocène. A cette époque, la Tunisie était totalement immergée sauf quelques régions. (Ces régions sont colorées en jaune sur la carte de la fig 1). Autour de l'île de Kasserine, la mer était peu profonde formant **des bassins sédimentaires** presque fermés par des hauts-fonds.

Ces bassins étaient alimentés par des courants ascendants riches en éléments chimiques, notamment le phosphore.

Dans ces bassins vivaient de nombreux organismes (plancton, mollusque, poisson...). Ces êtres vivants concentraient le phosphore dans leurs organismes.

Le climat qui régnait dans la région était chaud et sec.



6. Carte de la Tunisie à l'éocène

1. Déterminer l'âge en millions d'années des terrains phosphatés en se référant au document 2, activité 3, chapitre 1.
2. Quelles sont les régions de la Tunisie émergées à l'éocène ?
3. Quelles sont les conditions qui semblent favoriser la formation des phosphates dans les bassins de Gafsa et Kalaa khasba ?
4. Exploiter les documents 2 et 3 pour trouver les caractères qui plaident en faveur d'une origine organique des phosphates.



### Retenons



**Gisement** : lieu d'accumulation d'une ressource naturelle ex : gisement de phosphate, gisement de pétrole...

**Pellet** : grain phosphaté ayant la forme d'un nodule sphérique ou ovoïde.

# EXPLOITATION ET GESTION D'UNE ROCHE À INTÉRÊT ÉCONOMIQUE : LE PHOSPHATE

## Risques liés à l'exploitation des phosphates et solutions pour une gestion rationnelle.

Le phosphate naturel est prélevé de son lieu de formation. Il est traité dans des usines pour produire essentiellement deux articles d'une grande valeur commerciale à savoir : le triple superphosphate et l'acide phosphorique. Le traitement du phosphate produit aussi des déchets rejetés dans la nature.

**En quoi consiste le traitement du phosphate ?**

**Quel est l'impact des déchets de phosphate sur la santé et l'environnement ?**

**Quelles solutions peut-on proposer pour limiter la nuisance?**

1

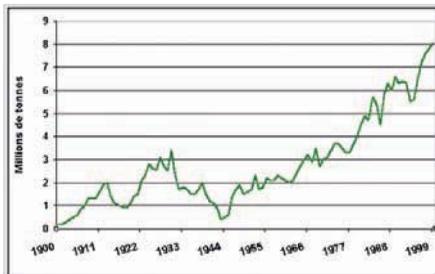
### EXTRACTION DU PHOSPHATE BRUTE :

Autrefois, l'exploitation des phosphates en Tunisie se déroule dans des mines souterraines. Cette extraction est à la fois dangereuse, coûteuse et peu rentable.

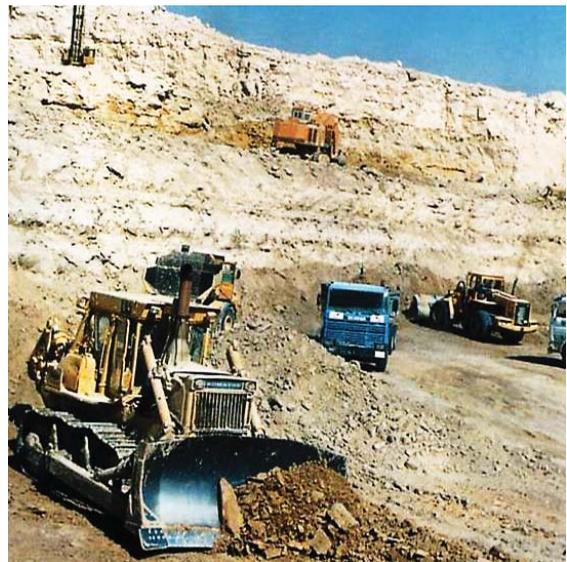


1. Extraction du phosphate des mines souterraines au début du 20ème siècle

A présent, elle se déroule dans des carrières à ciel ouvert pour réduire les dangers liés à l'extraction et les coûts tout en augmentant la capacité de production. Sur les 10 dernières années, la production est passée de 6 millions de tonnes de phosphate à la fin des années 1980 à plus de 8 millions de tonnes en 2000.



3. Evolution de la production de phosphate naturel de 1900 à 1999



2. Kef Eddour



Quels sont les avantages de l'exploitation du phosphate à ciel ouvert ?

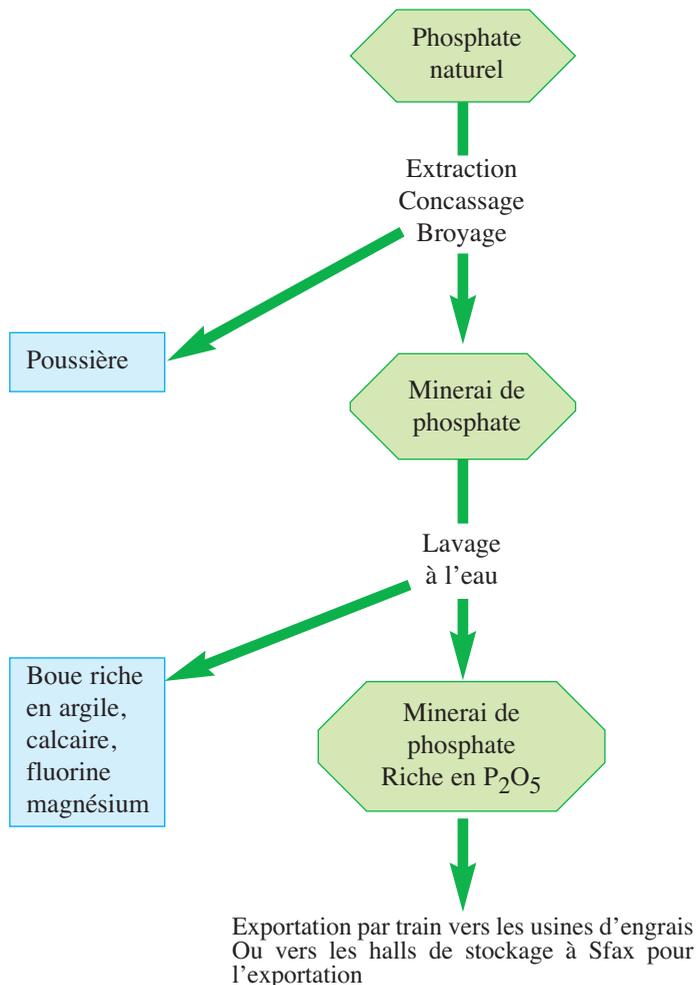
## EXPLOITATION DU PHOSPHATE :

### 2.1 - Obtention du minerai de phosphate :

La préparation du minerai de phosphate s'effectue généralement à proximité des mines . Elle consiste à séparer le minerai de phosphate de ses impuretés solides qui sont : l'argile, le carbonate de calcium, l'oxyde de magnésium, le fluorure de calcium. La séparation des impuretés se fait soit par lavage à l'eau, soit par ventilation à l'air.



4. Unité de lavage du phosphate à Redeyef



5. Enrichissement du minerai de phosphate

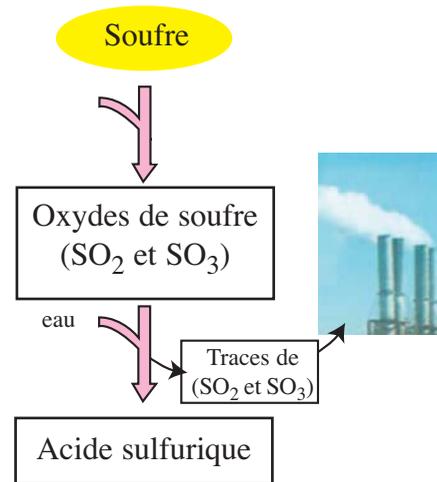
## 2.2 - Fabrication de l'acide sulfurique :

L'acide sulfurique est obtenu à partir du soufre selon les étapes suivantes :

- combustion du soufre
- oxydation catalytique
- absorption



6. Le soufre



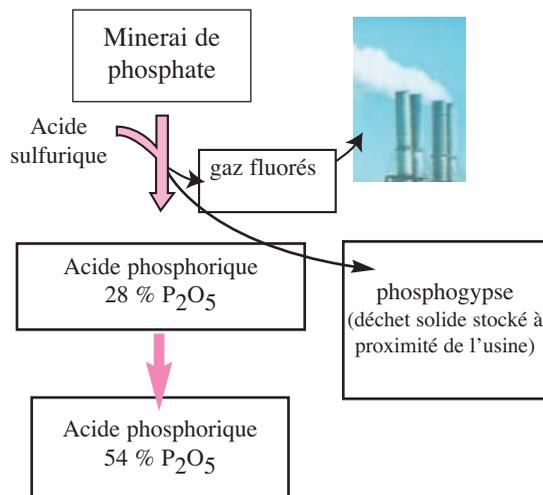
7. Fabrication de l'acide sulfurique

## 2.3 - Transformation chimique du phosphate :

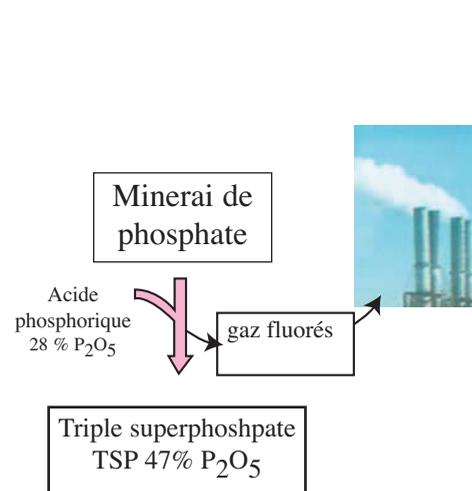


8. Usine de traitement de phosphate

La transformation chimique du phosphate permet d'obtenir l'acide phosphorique et le triple superphosphate (T.S.P). Le triple superphosphate (T.S.P) est utilisé comme engrais. Il est produit sous forme de granulés. Il contient une forte proportion de  $P_2O_5$  et quelques oligoéléments (Ca, Mg, Fe, S) nécessaires pour les besoins de la plante verte.

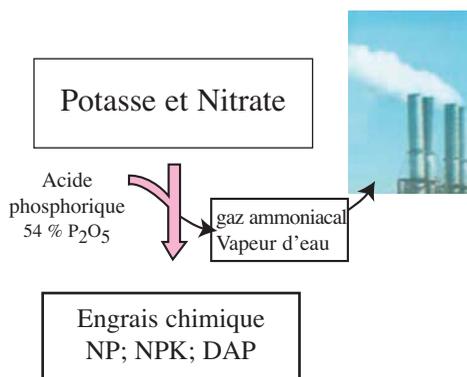


9. Fabrication de l'acide phosphorique



10. Fabrication du triple super phosphate

L'acide phosphorique est utilisé en majeure partie comme produit intermédiaire pour la fabrication d'engrais chimiques solides (NP, NPK , DAP) et d'engrais liquides.



11. Fabrication des engrais chimiques

La transformation chimique du phosphate génère des déchets solides et gazeux comme le montre les figures 7, 9, 10 et 11.



1. Nommer les produits phosphatés présentant une valeur commerciale.
2. Indiquer les types de déchets solides rejetés au cours de la transformation chimique des phosphates.
3. Indiquer les types de déchets gazeux rejetés au cours de la transformation chimique des phosphates.

3

## IMPACT DES DÉCHETS SUR LA SANTÉ ET L'ENVIRONNEMENT :

### 3.1- La pollution par le phosphogypse :

#### 3.1.1. Composition du phosphogypse :

Le phosphogypse est constitué de sulfate de calcium, de divers acides, de nombreux sels de métaux lourds et d'éléments radioactifs.

#### 3.1.2. Stockage du phosphogypse :

Le phosphogypse est stocké dans 3 sites : site de la SIAPE A (Sfax), site de la NPK ( Sfax) et site de la Skhira.

#### 3.1.3. Effet sur l'eau de la nappe phréatique :

L'analyse chimique, en 1999, des eaux de la nappe phréatique dans le site de stockage et dans les alentours, montre les résultats suivants :

Teneurs (en ppm)	PH	F	PO <sub>4</sub>	Cd	Hg	Fe	Zn
Teneurs moyennes dans une nappe à proximité du site	3,4	87,25	10100	traces	0,0022	18,22	15,71
Teneurs moyennes dans une nappe non contaminée	6,5 à 9	5	0,1	0,005	0,001	1	10

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

### **3.1.4. Effet sur la faune et la flore marine :**

Le phosphogypse est parfois rejeté dans la mer. Les risques de cette opération sont :

- dispersion de toute la masse du gypse dans la mer et solubilisation partielle des impuretés dangereuses pour l'environnement.
- la turbidité de l'eau. l'eau devient moins transparente donc l'assimilation chlorophyllienne ne se fait pas correctement, ce qui produit une asphyxie de la flore et une désertification progressive de la mer et par voie de conséquence un déséquilibre écologique important.

## **3.2 - Effet des gaz fluorés et soufrés sur les êtres vivants :**

### **3.2.1. Effet sur les végétaux :**

La végétation, au voisinage de la source d'émission apparaît pâle et rabougrie. Certaines espèces, très sensibles, comme l'abricotier et le mûrier ont disparu complètement dans un rayon de 1 km de l'usine. D'autres espèces comme le figuier et l'amandier sont représentés aux environs de l'usine par quelques individus non productifs et à feuilles nécrosées. L'agression des polluants disparaît d'une manière significative au delà de 10 km de la source d'émission.

	Teneur en fluor (mg/kg ou ppm)		Teneur en soufre (g/100g ou %)	
	Zone polluée	Zone témoin	Zone polluée	Zone témoin
Figuier de barbarie	1425	3,5	0,42	0,08
Olivier	1027	15,3	0,53	0,18
Palmier dattier	899	10,8	0,37	0,35
Amandier	405	16	0,80	0,24
Grenadier	242	7,2	0,91	0,16
Vigne	204	6	0,61	0,15
Abricotier	93	6,7	0,30	0,14

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

### **3.2.2. Effet sur les animaux :**

Les chercheurs ont montré, chez les animaux qui vivent à proximité des usines de traitement des phosphates, les observations suivantes :

- Les moutons et les chèvres présentent une dégradation désordonnée des dents, des troubles du squelette et une diminution de la production du lait. Ils ont expliqué ces faits par l'introduction du fluor avec le fourrage dans l'organisme de ces animaux.

### **3.2.3. Effet sur l'Homme :**

L'Homme aussi ne semble pas échapper aux effets de la pollution fluorée et soufrée. Des cas de lésions dentaires et affections respiratoires ont été signalés.

Extrait simplifié de Flore succincte et illustrée



1. Comparer le PH et la teneur des différents constituants dans l'eau d'une nappe à proximité du site de stockage du phosphogypse et d'une nappe située loin du site.



2. Comparer la concentration en composés fluorés et soufrés dans le figuier et l'amandier plantés dans une zone polluée et dans une zone non polluée.



3. Chercher sur Internet l'effet de l'excès du fluor (F) sur la santé de l'homme et de l'environnement.

4. Rédiger un paragraphe de 5 lignes qui résume l'effet des polluants de l'industrie chimique des phosphates sur la santé de l'homme et l'environnement.

5

## DES MESURES À PRENDRE POUR LIMITER L'EFFET DE LA POLLUTION :

Faute de solution immédiate pour le recyclage du phosphogypse en quantité importante, il semble nécessaire de prendre des mesures pour limiter la pollution. Ces mesures consistent à :

- protéger les sites actuels ;
- réaliser des sites étudiés pour le stockage futur du phosphogypse.



Certains chercheurs pensent qu'il faut installer de longues cheminées équipées de filtres pour limiter la pollution par les gaz rejetés. Critiquer cette solution.



## Retenons

**Mineral de phosphate** : phosphate naturel débarrassé de ses impuretés solides

**Phosphogypse** : déchet solide provenant de l'action de l'acide sulfurique sur le mineral de phosphate.

**Composés soufrés** : substances chimiques contenant du soufre.

**Composés fluorés** : substances chimiques contenant du fluor.

**NP** : engrais chimique constitué de nitrate (N) et de phosphate (P).

**NPK** : engrais chimique constitué de nitrate, de phosphate et de potassium (K).

**DAP** : diammonium phosphate, engrais chimique constitué essentiellement de phosphates.

**PH** : le PH signifie Potentiel d'Hydrogène. Sa valeur est comprise entre 1 et 14. Un PH, entre 1 et 6, est acide ; un PH, entre 8 et 14 est basique ; un PH = 7 est neutre.

Le phosphate présente pour notre pays un grand intérêt économique.

## I. Etude de la roche phosphatée :

### 1. Les caractères physico-chimiques de la roche.

La roche phosphatée est formée de grains phosphatés, les pellets, rassemblés par un ciment argileux, carbonatée ou siliceux. Elle renferme aussi des coprolithes et des fossiles.

### 2. Les fossiles :

Les fossiles trouvés dans le phosphate sont de différents types :

- Des dents de requins
- Des os de vertébrés marins (squelette de poisson)
- Des coquilles de mollusques
- Des tests de microorganismes

Ces fossiles appartiennent à des animaux qui vivaient dans une mer peu profonde. Ils sont d'âge éocène

### 3. Genèse du phosphate :

La présence de coprolithes et l'odeur fétide dégagée par la roche phosphatée montrent que le phosphate contient de la matière organique.

La présence de fossiles marins montre que le phosphate est formé dans une mer. Ces fossiles sont d'âge « éocène », ceci montre que le phosphate s'est formé pendant cette époque, c'est à dire, il y'a 60 millions d'années.

A l'éocène, le nord et le centre de la Tunisie étaient occupés par la mer à l'exception de l'île de Kasserine. Autour de cette île, la mer était peu profonde formant des bassins sédimentaires séparés de la mer par des haut-fonds. Ces bassins correspondent aux bassins phosphatés actuels.

A l'éocène, le climat était chaud et sec favorisant une intense évaporation.

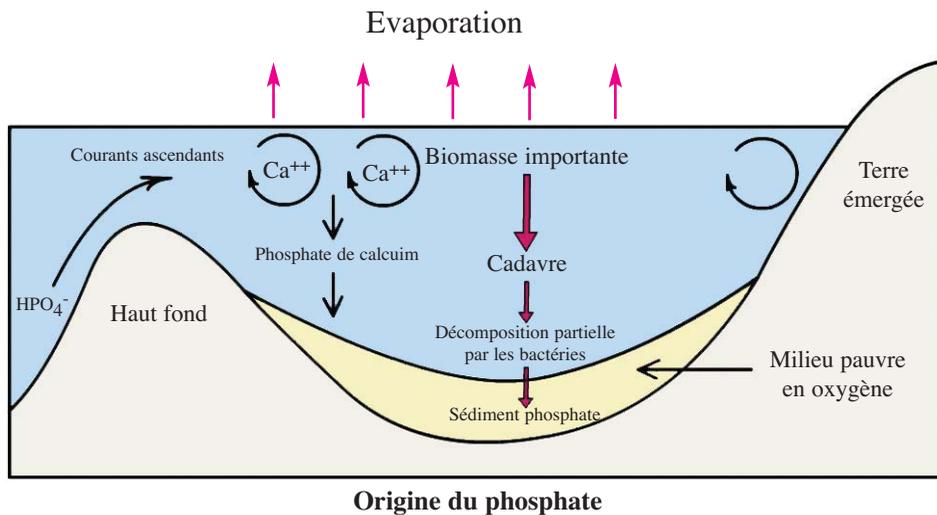
On pense actuellement que le phosphate a deux origines : l'une chimique, l'autre organique.

#### – Origine chimique

Dans ces bassins, les courants ascendants font monter les eaux froides riches en ions phosphate ( $\text{HPO}_4^{--}$ ). Ces eaux se mélangent avec les eaux superficielles chaudes riches en ion calcium ( $\text{Ca}^{++}$ ). Dans ces conditions, ( $\text{HPO}_4^{--}$ ) se combine avec ( $\text{Ca}^{++}$ ) pour donner du phosphate de calcium qui précipite.

#### – Origine organique

A la surface des bassins, vivaient un grand nombre de microorganismes planctoniques. Ces derniers concentraient dans leur corps du phosphore. Après leur mort, leurs cadavres s'accumulaient au fond des bassins, milieux très pauvres en oxygène. Sous l'effet des bactéries, La matière organique se décomposait partiellement et donnait des sédiments phosphatés.



## II. Risques liés à l'exploitation des phosphates et solutions pour une gestion rationnelle.

### 1. Transformation chimique du phosphate.

La transformation chimique du phosphate permet d'obtenir de l'acide phosphorique et des engrais phosphatés (T.S.P ; D.A.P ; N.P.K). Elle génère aussi des déchets solides et gazeux, notamment du phosphogypse et des gaz soufrés et fluorés.

### 2. Impact du phosphogypse sur la santé et l'environnement.

Le phosphogypse est une source de pollution par sa composition et encombrant par les grandes quantités produites chaque année. La solubilité des éléments toxiques contenues dans le phosphogypse d'une part, et son contact avec le sol et l'air libre d'autre part, accentuent le risque de propagation de la pollution aux nappes phréatiques, au sol, aux eaux superficielles et à la mer.

### 3. Impact des gaz rejetés par l'industrie des phosphates sur la santé de l'Homme et l'environnement.

Les gaz rejetés causent des nuisances aussi bien pour l'homme que pour les animaux et les végétaux.

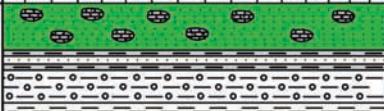
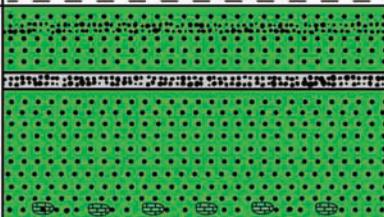
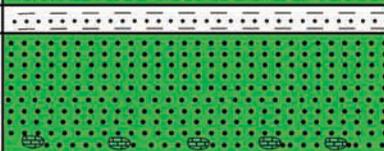
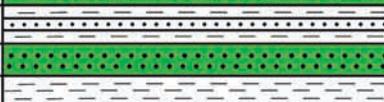
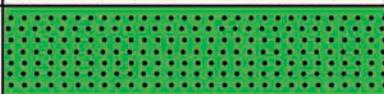
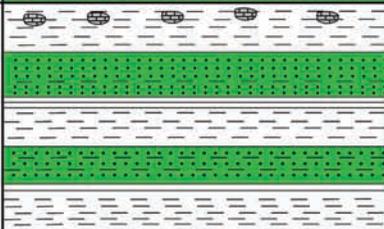
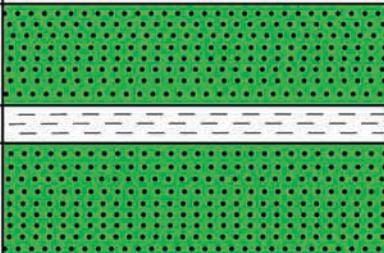
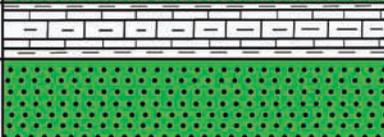
### 4. Les solutions :

- protéger les sites actuels ;
- aménager des sites étudiés pour le stockage futur du phosphogypse.

## Exercice corrigé

1

La figure suivante représente une coupe dans le gisement phosphaté de Metlaoui.

Teneur % de BPL	Puissance en mètre	Strates	Nature de la roche
			calcaire
			conglomérat
56,65	4,60		phosphate (couche I) phosphate (couche IIa)
59,31	2,20		phosphate (couche IIb)
52,16	0,40		phosphate (couche III)
45,93	0,95		phosphate (couche IV)
56,47	1,40		phosphate (couche V)
54,80	1,65		phosphate (couche VI)
			Roches silicieuses
	1,75		phosphate (couche VII)
54,67	1,20		phosphate (couche VIII)

1. Comment les couches phosphatées sont-elles disposées dans le gisement ? Que peut-on en déduire ?
2. Parmi les 8 couches présentées dans le gisement, deux seulement sont en cours d'exploitation. D'après vous, quelles sont ces 2 couches ? Indiquer les critères qui justifient votre choix.
3. On trouve parfois, en alternance avec les couches phosphatées, des couches de gypse. Quels renseignements, en rapport avec les conditions de genèse des phosphates, peut-on en déduire?

---

## Corrigé

---

1. Les roches phosphatées se présentent sous forme de strates horizontales et parallèles. Ce sont donc des roches sédimentaires. Les couches sont d'épaisseur variable, allant de 0,40 à 4,6 m et alternent avec d'autres roches sédimentaires : marne, argile, calcaire, gypse...
2. Les couches phosphatées, en cours d'exploitation sont les couches I et II. 3 critères justifient leur exploitation :
  - leur situation proche de la surface, donc elles sont facilement accessibles ;
  - leur puissance (épaisseur) est relativement importante, les deux couches ensemble ont une épaisseur de 6,80 ;
  - Leur teneur importante en  $P_2O_5$  exprimée en B.P.L, elles sont donc très rentables.
3. Le gypse est une roche d'origine chimique. Elle se forme par précipitation à la suite d'une intense évaporation . Cette condition se réalise dans un bassin lagunaire peu profond et dans un climat chaud et sec. Le phosphate est formé dans le même bassin que le gypse, on peut déduire que la genèse de cette roche se réalise dans les mêmes conditions.

## Exercices non corrigés

### 1

Indiquer pour chaque item la (ou les) lettre(s) correspondant(s) à (aux) affirmation(s) correcte(s).

**1. Les phosphates tunisiens datent de :**

- a) – 40 MA
- b) – 60 MA
- c) – 80 MA
- d) – 100 MA

**2. La production de phosphate en l'année 2000 s'élève à :**

- a) 2 Millions de tonnes
- b) 5 Millions de tonnes
- c) 8 Millions de tonnes
- d) 10 Millions de tonnes

**3. Les bassins phosphatés en Tunisie sont localisés dans les régions de :**

- a) Tunis et Béja
- b) Kef et Gafsa
- c) Sfax et Gabes
- d) Kasserine et Mednine

**4. Les fossiles trouvés dans la roche phosphatée sont :**

- a) des strombes
- b) des hélix
- c) des dents de requins
- d) des os de mammifères terrestres

**5. L'odeur fétide, dégagée par une roche phosphatée, indique qu'elle contient :**

- a) des coprolithes
- b) une matière organique
- c) du phosphogypse
- d) du pétrole

**6. On met un échantillon de phosphate dans un tube à essai contenant de l'eau pure. Après agitation, on ne constate pas de changement. Ceci indique que la roche phosphatée est :**

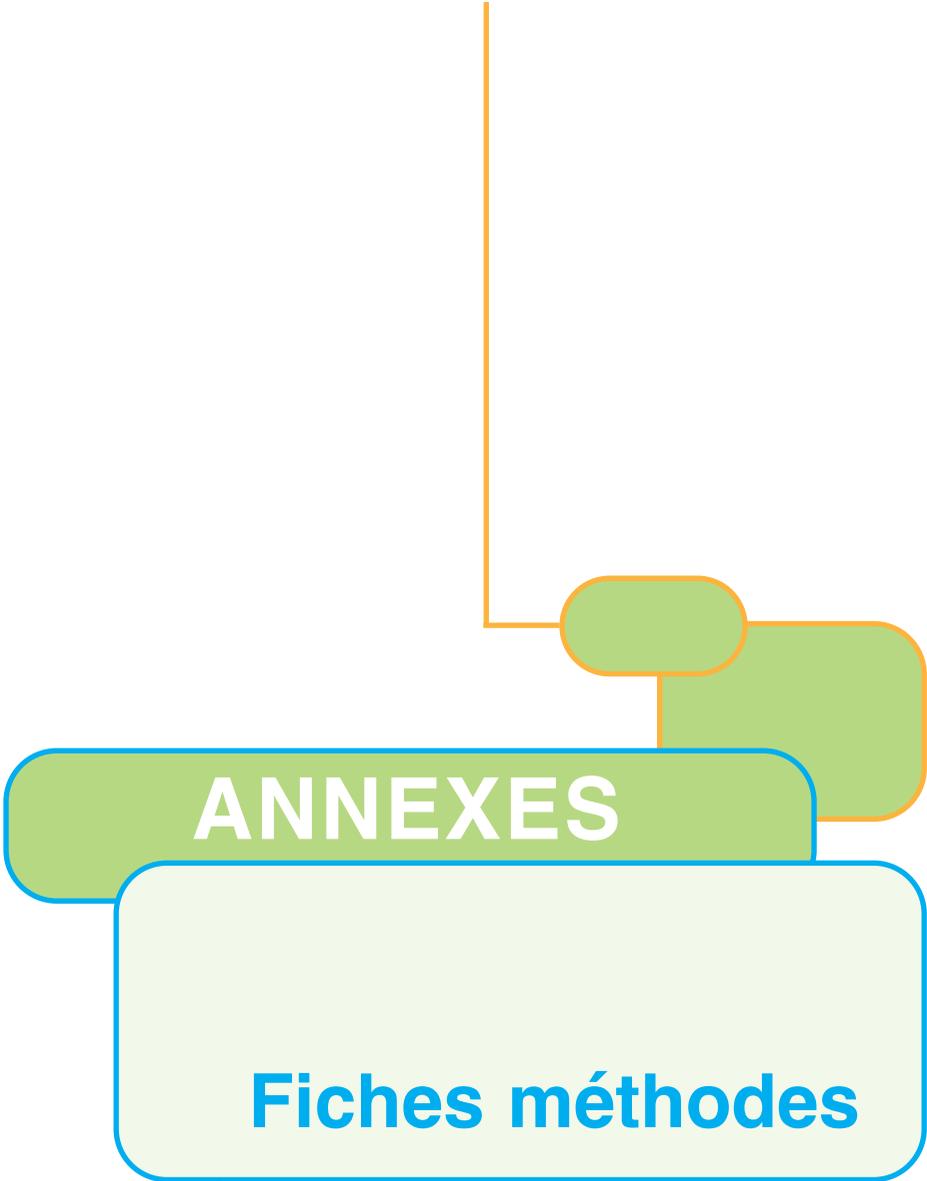
- a) compacte et résistante
- b) non poreuse
- c) insoluble dans l'eau
- d) imperméable à l'eau

**7. Une goutte d'eau déposée à la surface d'un échantillon de phosphate prélevé du gisement de Metlaoui est rapidement absorbée. Ceci indique que la roche phosphatée est :**

- a) poreuse
- b) perméable
- c) soluble
- d) friable

- 8. L'exploitation d'une strate de phosphate n'est rentable que :**
- a) lorsque la teneur en  $P_2O_5$  est au moins de 25%
  - b) quelle que soit l'épaisseur de la couche
  - c) quelle que soit la profondeur
  - d) quel que soit le coût d'extraction et de transport
- 9. Le phosphate naturel est utilisé pour :**
- a) fertiliser le sol
  - b) fabriquer des engrais chimiques
  - c) fabriquer l'acide sulfurique
  - d) fabriquer l'acide phosphorique
- 10. L'acide sulfurique est utilisée dans l'industrie des phosphates pour :**
- a) produire l'acide phosphorique
  - b) le triple superphosphate
  - c) l'acide acétique
  - d) des engrais organiques
- 11. Le phosphogypse est un :**
- a) déchet gazeux
  - b) déchet solide
  - c) engrais chimique
  - d) minerai de phosphate
- 12. Le phosphogypse est un polluant car il peut contaminer :**
- a) les nappes d'eau souterraines
  - b) le sol
  - c) l'atmosphère
  - d) la mer
- 13. Les composés soufrés et fluorés rejetés par l'industrie chimique des phosphates :**
- a) n'ont aucun effet sur l'environnement
  - b) causent des nuisances à l'homme seulement
  - c) causent des nuisances à l'homme et aux végétaux
  - d) causent des nuisances à l'homme, aux végétaux et aux animaux.
- 14. Le phosphate a une origine chimique car :**
- a) les ions phosphates se combinent avec les ions calcium
  - b) le phosphore concentré dans les os est libéré sous l'action des bactéries
  - c) il provient de sédiments formés par l'accumulation de cadavres qui ont concentré le phosphore
  - d) il provient d'une réaction de précipitation.

Citer deux conditions qui ont favorisé la formation du phosphate dans les bassins de Gafsa et du Kef à l'éocène.



**ANNEXES**

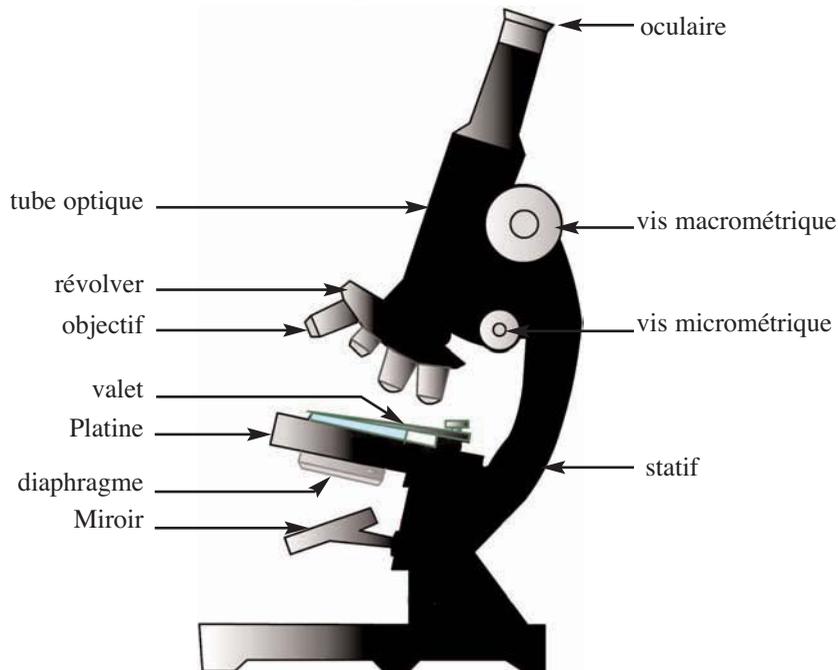
**Fiches méthodes**

**Fiches méthodes**

# Fiche méthode 1

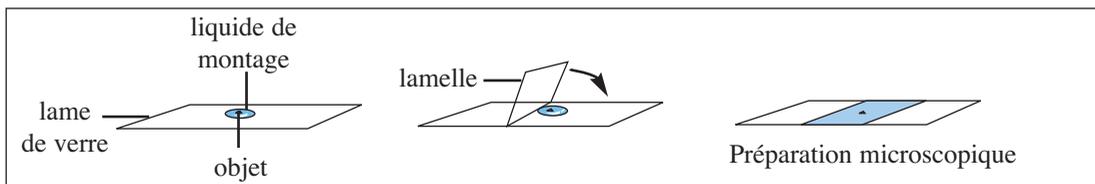
## Manipuler le microscope

### 1. Les différents éléments du microscope :



### 2. Réalisation d'une préparation microscopique :

- Mettre l'objet à observer sur une lame de verre dans une goutte du liquide de montage (eau, colorant...)
- Placer une lamelle couvre objet obliquement sur le bord de la goutte du liquide.
- Abaisser délicatement la lamelle pour couvrir l'objet.



### 3. Utilisation du microscope :

- ◆ Mettre l'objectif du plus faible grossissement en place ;
- ◆ Vérifier que le diaphragme est ouvert ;
- ◆ Orienter le miroir vers une source de lumière et le déplacer jusqu'à ce que le champ du microscope soit lumineux (cercle blanc) ;
- ◆ Mettre la préparation microscopique sur la platine et la fixer par les valets ;
- ◆ Abaisser l'objectif le plus possible de la préparation tout en prenant la précaution de ne pas casser la lamelle, en tournant la vis macrométrique dans le sens de déplacement des aiguilles d'une montre ;
- ◆ En ayant l'œil à l'oculaire, relever le tube optique en tournant la vis macrométrique dans le sens inverse du déplacement des aiguilles d'une montre jusqu'à l'apparition de la préparation ;
- ◆ Faire la mise au point en manipulant la vis micrométrique ;
- ◆ Passer aux autres grossissements pour observer les détails.

## Fiche méthode 2

### Appliquer la démarche expérimentale

L'application de la démarche expérimentale se fait dans le cadre de la résolution d'un problème. Cette démarche se fait selon les étapes suivantes :

#### 1. Formuler le problème scientifique :

La formulation du problème se fait par une phrase interrogative.

**Exemple :** quel est le siège de la transpiration ?

#### 2. Emettre des hypothèses :

La formulation des hypothèses se fait par des phrases affirmatives.

**Exemple :**

Hypothèse 1 : la transpiration se fait par la tige.

Hypothèse 2 : la transpiration se fait par les feuilles.

#### 3. Concevoir et réaliser une expérience :

L'expérience est conçue pour confirmer ou infirmer des hypothèses. Pour chaque expérience, il est question de choisir les outils et les instruments pour les réaliser.

**Exemple :**

Pour vérifier la validité des deux hypothèses, on pourrait proposer l'expérience suivante ; mettre une tige défeuillée d'une plante verte dans un premier sac en plastique et une tige feuillée dans un second sac en plastique. Fermer les deux sacs et attendre une heure environ.

#### 4. Lire les résultats :

les résultats obtenus sont mesurables

Dans le cas étudié : les résultats sont exprimés sous forme de buée et de gouttelettes d'eau.

On exprime le résultat de la manière suivante :

- On constate la présence de beaucoup de gouttelettes d'eau dans le sac n° 2 et très peu dans le sac n° 1.
- ou bien , on remarque la présence de beaucoup de gouttelettes dans le sac n° 2 et très peu dans le sac n° 1.
- ou bien encore, le sac n° 2 montre beaucoup de gouttelettes d'eau alors que le sac n°1 montre très peu.

#### 5. Interpréter les résultats :

Mobiliser les acquis (savoir et savoir-faire) pour expliquer les résultats obtenus.

**Exemple :** La différence constatée au niveau de la quantité d'eau dégagée est due à la présence des feuilles.

#### 6. Conclure :

Il s'agit de déduire une connaissance. La déduction peut se faire de la manière suivante : On peut déduire (ou conclure) que la transpiration se fait essentiellement par les feuilles.

## Réaliser une illustration

### Importance des illustrations dans l'enseignement :

Le dessin et le schéma traduisent l'observation. Le dessin est une représentation fidèle et précise de l'objet, tandis que le schéma est une représentation simplifiée. Dans un schéma, on ne figure que l'essentiel ; on peut utiliser des figurés et des signes conventionnels.

Ces illustrations ont pour but de :

- développer chez les élèves le sens de l'observation, le sens de l'abstraction et la capacité à s'exprimer graphiquement.
- expliquer un phénomène, un processus, une organisation d'un organe, d'un appareil, d'une relation ... afin d'aider à la mémorisation

### Réalisation d'un schéma :

• Respecter la forme et les dimensions des différentes parties de l'objet, en utilisant une échelle appropriée. Le choix de l'échelle se fait en fonction de la place disponible sur la feuille de dessin.

**Exemple 1 :** On veut représenter un moustique mesurant 5 mm sur une feuille de dessin de 12 cm de largeur. Déterminer l'échelle à utiliser.

Si on laisse 2 cm de vide de part et d'autre du schéma, la place disponible sur la feuille sera de 8 cm.

$$\text{L'échelle} = \frac{\text{Mesure à l'échelle}}{\text{Mesure réelle}} = \frac{8 \text{ cm}}{5 \text{ mm}} = \frac{80}{5} = 16$$

L'échelle à utiliser est (16 x)

**Exemple 2 :** On veut représenter le membre supérieur de l'homme mesurant 72 cm sur une feuille de dessin de 12 cm de largeur. Déterminer l'échelle à utiliser.

Si on laisse 2 cm de vide de part et d'autre du schéma, la place disponible sur la feuille sera de 8 cm.

$$\text{L'échelle} = \frac{\text{Mesure à l'échelle}}{\text{Mesure réelle}} = \frac{8 \text{ cm}}{72 \text{ cm}} = \frac{8/8}{72/8} = \frac{1}{9}$$

L'échelle à utiliser est (1/9)

- ◆ Placer le schéma, autant que possible, dans la partie centrale de la feuille.
- ◆ Tracer au crayon noir et faire en sorte que le trait soit net et fin.
- ◆ Tracer les traits de rappel à la règle. Le trait doit se terminer par une petite flèche dirigée vers l'élément de l'objet.
- ◆ Faire en sorte que les traits de rappel ne se croisent pas et que leur limite, du côté légende, soient sur la même génératrice.
- ◆ Mettre une légende appropriée.
- ◆ Mettre, au bas du schéma, un titre, le souligner à la règle.
- ◆ Veiller à la propreté du schéma :
  - En évitant d'appuyer sur le crayon.
  - En utilisant une gomme douce.
  - En évitant les ratures.
  - En écrivant lisiblement et horizontalement.

## Fiche méthode 4

### Réaliser et exploiter un tracé

#### 1. Définition :

Un tracé (ou une courbe) est une représentation graphique de la variation d'un paramètre (y) en fonction d'un autre paramètre (x). Il traduit la fonction  $y = f(x)$ . Il est construit à partir d'un tableau de mesure réalisé par l'élève ou fourni par le professeur.

#### 2. Importance du tracé :

La réalisation d'un tracé a pour but de développer chez l'élève la capacité de s'exprimer graphiquement.

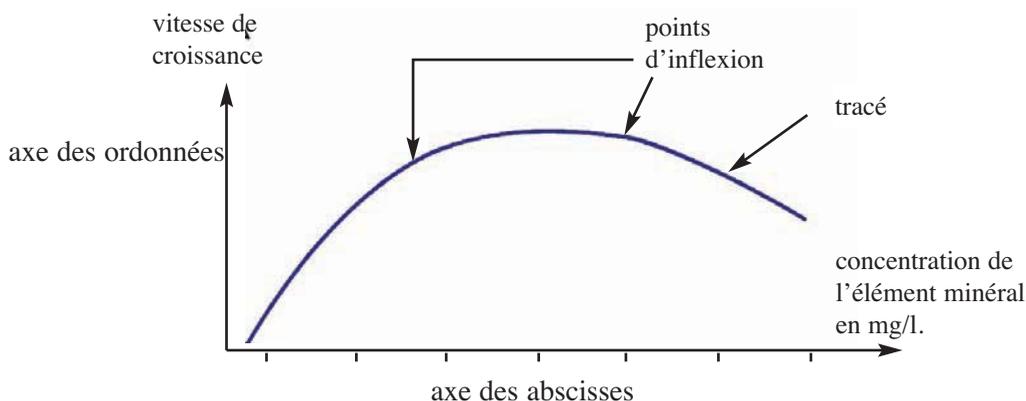
#### 3. Réaliser un tracé à partir d'un tableau de mesure :

Le tracé est généralement réalisé sur une feuille de papier millimétré. Pour le faire, suivre les étapes suivantes :

- Tracer un repère orthonormé  $ox, oy$  :
  - $ox$ , axe horizontal, sur lequel on portera les valeurs de  $x$ .
  - $oy$  axe vertical sur lequel on portera les valeurs de  $y$ .
- Choisir une échelle appropriée en fonction des valeurs maximales de  $x$  et  $y$  et de la taille du papier millimétré. Indiquer l'échelle sur le papier.
- Graduer l'axe des abscisses en fonction des valeurs de  $x$ .
- Graduer l'axe des ordonnées en fonction des valeurs de  $y$ .
- Indiquer à l'extrémité de chaque axe, le paramètre et l'unité correspondante.
- Dans le repère, représenter par un point les coordonnées de chaque mesure.
- Relier les différents points.
- Attribuer un titre au tracé obtenu.

#### Exploiter le tracé obtenu :

- Découper le tracé au niveau des points d'inflexion (point au niveau duquel l'allure de la courbe change) si le tracé présente des parties d'allures différentes.



- Analyser le tracé en décrivant oralement ou par écrit l'évolution du paramètre  $y$  en fonction de  $x$  dans chaque partie.
- Interpréter le tracé en expliquant les évolutions constatées. L'explication nécessite souvent la mobilisation de certaines connaissances acquises.

## Fiche méthode 5

### Rechercher des informations

Les informations et les renseignements se trouvent partout : dans l'environnement, les encyclopédies, les ouvrages spécialisés, les dictionnaires, les journaux, sur Internet... )

#### Dans les ouvrages et les encyclopédies :

il est utile de consulter les tables de matière ou le sommaire. Cette pratique renvoie le lecteur vers les pages qui peuvent lui fournir les informations recherchées. Dans les bibliothèques, il existe un fichier. Celui-ci est organisé soit par auteur, soit par sujet, soit par thème, soit par ordre alphabétique.

#### Sur Internet :

il existe une banque de données. Pour y accéder, il faut se connecter au réseau internet. Choisir un moteur de recherche (Edunet, Google, Yahoo, Ariane 6, Lycos, Voilà...)

La page d'accueil qui s'affiche montre quelque part l'expression « chercher » ou « search » à côté de laquelle existe une petite fenêtre dans laquelle vous pouvez écrire un ou deux ou trois mots. A titre d'exemple j'écris « Phosphate Tunisie », cliquer ensuite sur OK. Une liste de fichiers s'affiche sur l'écran. Chaque fichier est accompagné d'une description sommaire. Cliquer sur le fichier qui correspond le plus à ce que vous cherchez.

#### Organiser des informations :

Choisir les extraits qui correspondent à votre sujet. Les structurer et les présenter.

#### Exploiter des informations :

Mobiliser les informations obtenues pour résoudre le problème posé au départ.

## Fiche méthode 6

### Identifier une substance organique

Pour mettre en évidence la présence d'une **substance organique** (glucide, lipide ou protide) dans la matière vivante, on a le plus souvent recours à des réactions caractéristiques employant des **réactifs appropriés**.

Le tableau suivant résume quelques expériences témoins sur des produits de commerce (molécules test).

Substance	Manipulation	Résultats	
G L u c i d e s	Amidon	Sur l'empois d'amidon verser quelques gouttes d'eau iodée.	Coloration bleu - violacée.
	Glucose	A une solution de glucose à 2%, ajouter quelques gouttes de liqueur de Fehling, puis chauffer.	Précipité rouge brique.
<b>Protides :</b> <b>Exemple :</b> l'ovalbumine (blanc d'œuf).	<b>Réaction de Biuret :</b> – Mettre dans un tube à essai un morceau d'ovalbumine cuite. – Ajouter du sulfate de cuivre ( $\text{Cu SO}_4$ ). – Ajouter de la soude ( $\text{Na OH}$ ).  <b>Réaction xanthoprotéique</b> – Mettre dans un tube à essai un morceau d'ovalbumine cuite. – Ajouter de l'acide nitrique ( $\text{HNO}_3$ ). – Faire bouillir. – Jeter l'acide nitrique. – Ajouter l'ammoniaque.	Coloration violette.   Coloration jaune.  Coloration orangée.	
<b>Lipide :</b> <b>Exemple :</b> huile d'olive.	– Verser une goutte d'huile sur un papier. – Sécher sur la flamme d'une lampe à alcool.	Tâche translucide qui ne disparaît pas à chaud.	

# Fiche méthode 7

## Effectuer une sortie de géologie

### 1. Préparer la sortie :

#### 1.1. Choix du site :

Choisir un site qui répond aux critères suivants :

- L'accessibilité : le site doit être accessible par les moyens de transport publics ;
- L'exploitation : le site doit être exploitable en rapport avec le programme ;
- La sécurité : Le site ne doit pas comporter des endroits dangereux.

#### 1.2. Matériel à emporter :

- La carte topographique de la région.
- Un marteau géologique pour faire des cassures fraîches de la roche et prélever des échantillons.
- Un appareil photographique pour prendre des vues du site et des fossiles.
- Des sachets en plastique pour y placer des échantillons de roches et de fossiles. Des élastiques pour les fermer
- Des petites boîtes pour placer les échantillons fragiles.
- Des étiquettes.
- Un mètre à ruban.
- Une boussole pour orienter le site.
- Un burin pour détacher les fossiles
- Une pissette d'eau pour tester la présence d'argile.
- Un flacon d'acide chlorhydrique pour tester la présence du calcaire
- Un carnet et un stylo pour prendre des notes.
- Une éprouvette
- Le manuel scolaire pour se référer aux fiches méthodes se rapportant à la détermination des roches et à la détermination des fossiles rencontrés.

#### 1.3. Localisation :

- Utiliser la carte topographique régionale pour situer géographiquement le site en indiquant sa position par rapport aux localités et aux routes les plus proches.

#### 1.4. Itinéraire :

- Signaler le point de départ et le point d'arrivée, les chemins à emprunter, les moyens de transport à utiliser.
- Sur le schéma de la localisation, représenter l'itinéraire à suivre. Mettre une légende appropriée.

### 2. Réaliser des activités sur le terrain :

- Rechercher, à l'aide d'une boussole, le Nord géographique et indiquer la direction dans laquelle se trouve le paysage.
- Distinguer le sol et le sous-sol.
- Observer l'ensemble du site, noter le nombre, la couleur, la disposition et la direction des couches de roches; mesurer l'épaisseur de chaque couche.
- Déterminer la nature de chaque roche, effectuer quelques manipulations permettant d'identifier les roches (voir fiche méthode n°9). Récolter et étiqueter des échantillons de roches.
- Chercher la présence de fossiles, noter leur mode de conservation et les identifier en utilisant la fiche méthode 10.
- Prendre des photos du site, des divers niveaux de roches en place et des fossiles avant extraction. Ne pas oublier de placer dans le champ de l'appareil, un objet donnant une idée sur l'échelle (stylo, pièce de monnaie, boîte d'allumette, marteau...).
- Décrire la morphologie des couches; y repérer quelques aspects d'érosion. (ravins, fissures, creux...).

### 3. Réaliser un bilan de la sortie :

Le rapport comporte :

- la localisation : un texte court accompagné d'un schéma montrant l'emplacement du site par rapport à des repères,
- la description du site avec un schéma légendé du site. Utiliser des figurés appropriés,



calcaire



sable



argile



gypse



marne



grès



calcaire oolithique



calcaire gréseux



calcaire coquiller



argile sableuse

- des photos du site et de ses éléments caractéristiques. Il doit être présenté sous forme de dossier.

## Fiche méthode 8

### Détermination des caractéristiques physico-chimiques d'une roche

#### 1. Etude de l'aspect :

\* Préciser si la roche est meuble ou compacte, friable ou cohérente.

– Une roche est **meuble** si elle est formée de particules indépendantes et elle est **compacte** si elle se présente en bloc.

– Elle est **friable** si elle s'effrite dans la main et elle est **cohérente** si les éléments qui la constituent sont bien soudés et ne s'effrite pas.

\* Préciser la couleur de la roche et dire si elle est brillante ou mate.

#### 2. La dureté :

La dureté d'une roche est relative : elle est estimée par rapport à la dureté de l'ongle, du verre.

Essayer de rayer la roche avec l'ongle, frotter la roche sur une lame de verre, noter les résultats, déduire la dureté.

Manipulation	Dureté	Valeur de la dureté
Matériaux rayés par l'ongle	tendre	$D \leq 3$
Matériaux non rayés par l'ongle mais rayés par le verre.	dure	$3 < D < 6$
Rayent le verre.	très dure	$D > 6$

#### 3. Solubilité :

Mettre un échantillon de roche dans une grande quantité d'eau pure. si au bout de plusieurs heures il a été partiellement ou complètement dissout : la roche est soluble, sinon la roche est insoluble.

#### 4. Comportement de la roche vis à vis de l'acide :

Une roche qui fait effervescence au contact d'une goutte d'acide contient du calcaire

#### 5. Action de la chaleur :

Le chauffage d'une roche fournit des renseignements sur sa composition.

Les produits résultant de la transformation de la roche par chauffage peuvent être utilisés par l'homme dans plusieurs domaines.

Le chauffage se fait généralement à très forte température et pendant une durée plus ou moins longue. Ces exigences font que cette manipulation ne peut pas se faire dans les conditions du laboratoire.

#### 6. Composition minéralogique :

Préciser si la roche est homogène ou hétérogène

– Une roche **homogène** est formée d'un seul élément qui se répète appelé minéral.

– Une roche **hétérogène** est constituée de plusieurs minéraux.

Un minéral possède un certain nombre de caractères : (dureté, comportement vis à vis de l'acide, solubilité dans l'eau) liés à sa composition chimique. Ces caractères permettent de le définir et de le reconnaître dans n'importe quelle roche.

Les minéraux sont souvent cristallisés c'est à dire se présentent sous forme de cristaux. Ces cristaux apparaissent sous forme de grains généralement brillants de taille et de forme variables.

#### 7. Porosité et perméabilité :

– **Cas d'une roche meuble :**

Dans un entonnoir, obturé par du coton, mettre un échantillon de roche puis verser un volume d'eau (volume initial  $V_i$ ). La roche est perméable si elle se laisse traverser par l'eau. Dans ce cas, mesurer le volume d'eau récupéré dans l'eren meyer (volume final  $V_f$ ). La différence entre le volume initial et le volume final est la quantité d'eau retenue par l'échantillon. Cette quantité donne une idée sur la porosité c'est à dire le volume des vides entre les particules.

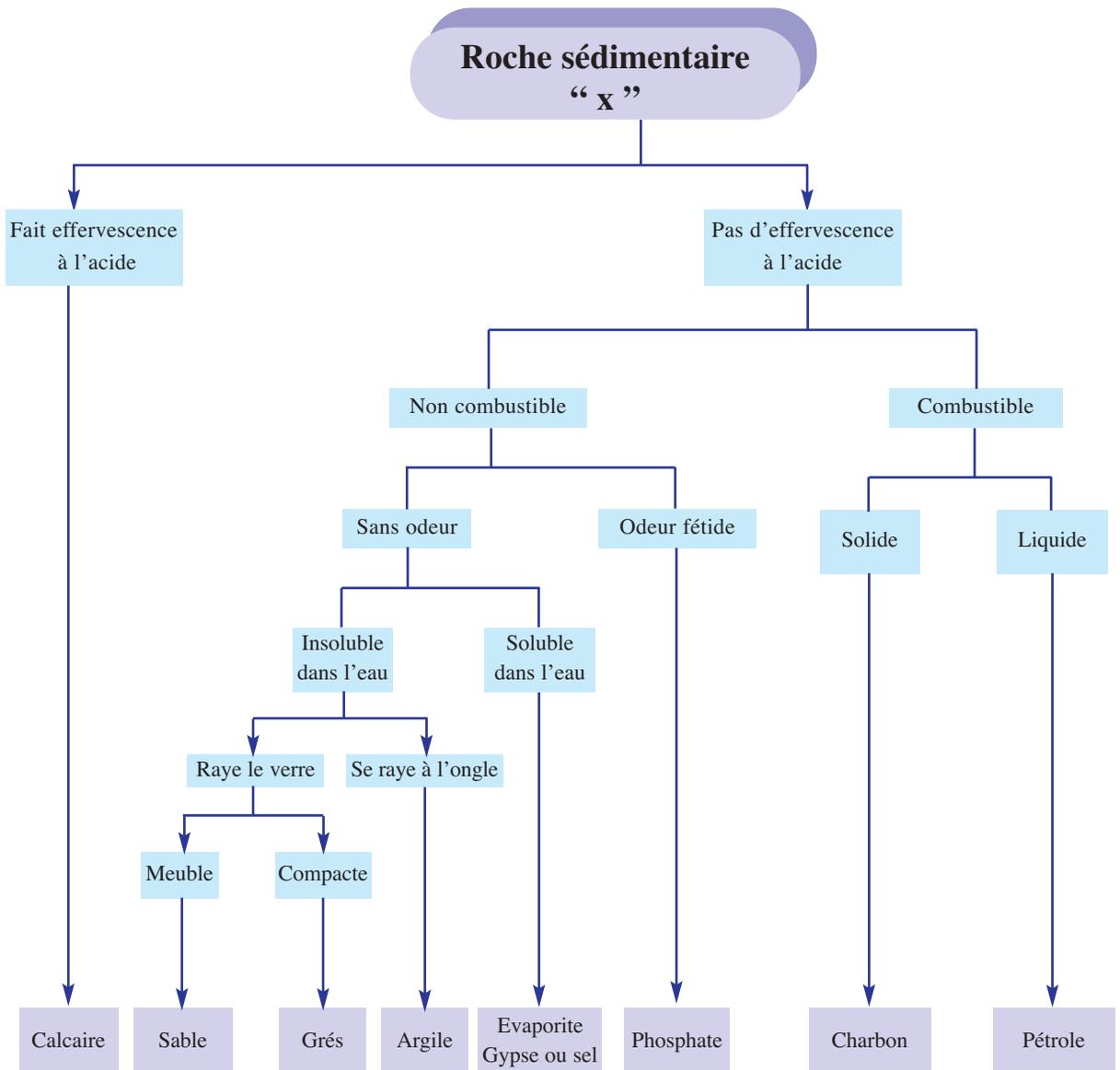
– **Cas d'une roche compacte :**

Ménager un petit creux dans la roche et y verser une petite quantité d'eau. Si l'eau pénètre, c'est qu'il y a des vides entre les éléments de la roche : elle est dite poreuse. Verser encore de l'eau, si l'eau traverse complètement la roche, elle est dite perméable.

## Fiche méthode 9

### Identification d'une roche sédimentaire courante

Une roche sédimentaire se forme à la surface du globe terrestre dans un bassin sédimentaire marin ou continental : c'est une roche exogène. Deux indices permettent de l'identifier : la stratification et la présence de fossiles.

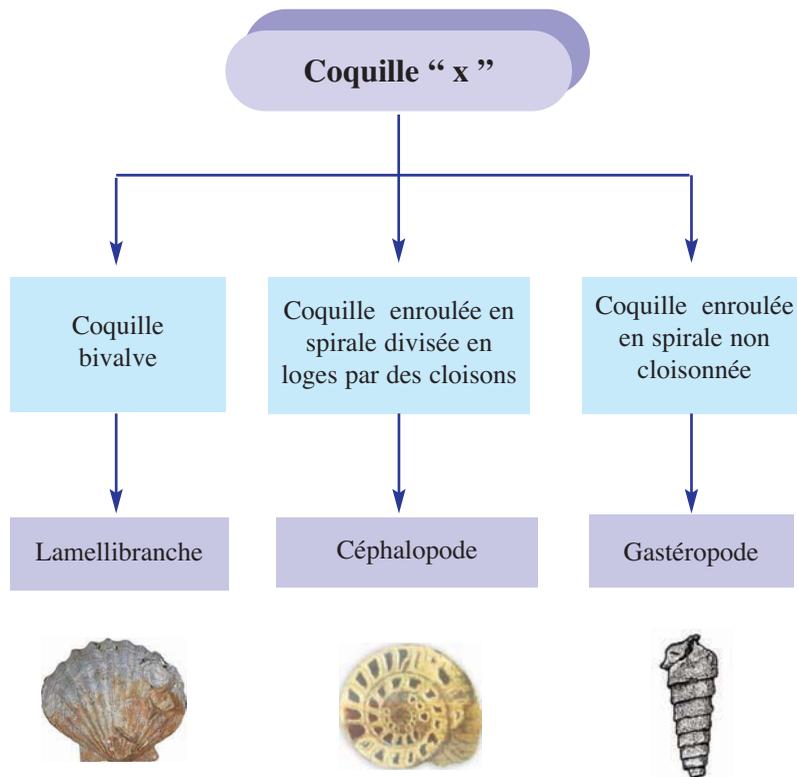


## Identification et exploitation d'un fossile

Les fossiles sont des restes des êtres vivants anciens, conservés dans des dépôts sédimentaires. Leur étude fait l'objet de la paléontologie. Ils peuvent être :

- Un corps d'un individu entier ex : le mammouth.
- Des parties dures : coquilles de mollusques, dents et squelettes de vertébrés, tests d'invertébrés
- Des moules externes ou internes de coquilles, empreintes laissées par des parties molles dans des sédiments fins et plastiques .
- Des traces d'activité biologique : des traces de pas, coquilles d'œufs, grains de pollen, coprolithes.

### Identification d'un fossile appartenant à l'embranchement des mollusques :



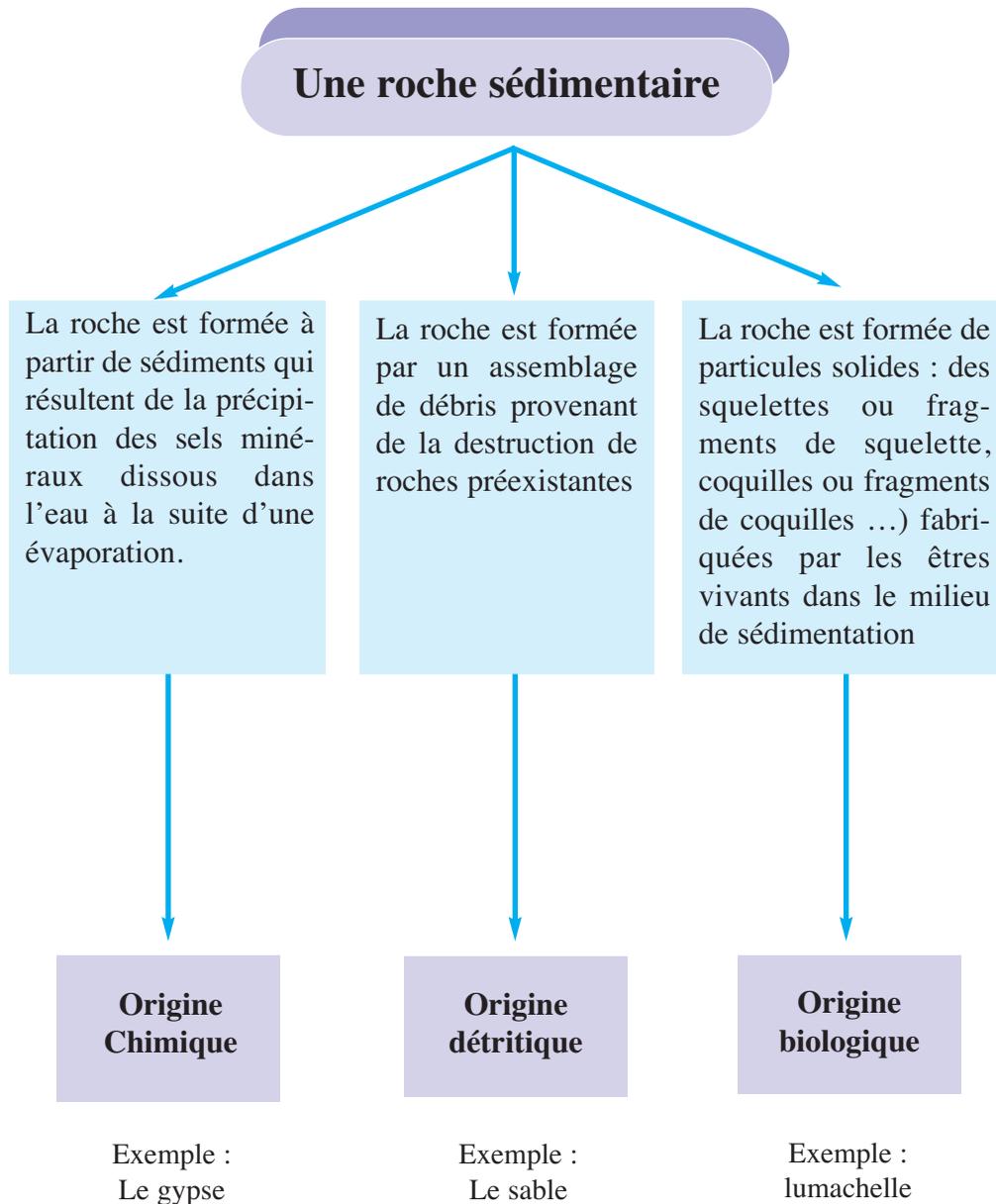
**Exemples :** Cardium, chlamys, pecten, ostréa

ammonite

Hélix, strombe, cerithe

Les fossiles fournissent de précieuses informations. Ils ont vécu au moment du dépôt de la roche. Certains permettent de déterminer l'âge de la roche : ce sont de bons fossiles chronostratigraphiques. D'autres permettent de déterminer la nature du faciès (marin ou continental), c'est à dire le lieu et les conditions de la formation de la roche. Ce sont de bons fossiles de faciès. La disposition, ainsi que l'état des fossiles, permettent de fournir des renseignements : la disposition des fossiles renseigne sur la nature des courants et l'état des fossiles permet de renseigner sur le degré de l'agitation de l'eau dans le bassin de sédimentation.

## Détermination de l'origine d'une roche sédimentaire



# Lexique

## A

Absorption  
Acide  
Acide chlorhydrique  
Age absolu  
Age des couches  
Altitude  
Amidon  
Analyse  
Anticlinal  
Argile

## B

Bactérie  
Bassin  
Bouturage  
Bulbe  
Becher  
Bélemnite  
Bois  
Boue  
Bourgeon  
Boussole  
Brèche

## C

Calcaire  
Calcaire grossier  
Calcaire lacustre  
Calcaire lithographique  
Calcaire à nummulites  
Calcaire à oolithes  
Calcaire récifal  
Calcite  
Cambrien  
Carbonifère  
Carrière  
Cellule  
Chlorophylle  
Chloroplaste  
Chronologie  
Climat  
Cohérente (roche)  
Concentration  
Conglomérat  
Coquille  
Couche (strate)  
Coupe géologique  
Courbe de niveau  
Cours d'eau  
Cristal  
Cristallisation  
Culture végétale  
Cuticule  
Cycle  
Cyclique  
Clone

امتصاص  
حمض  
حمض كلور الماء  
عمر مطلق  
عمر الطبقات  
ارتفاع  
نشا  
تحليل  
طية محدبة  
طين

بكتيريا  
حوض  
افتسال  
بصلة  
كأس  
بلمنيت  
خشب  
وحل  
برعم  
بوصلة  
رصيص ذو حصى مذبذب

كلس  
كلس خشن  
كلس بحيري  
كلس الطباعة  
كلس فلسي  
كلس بيضي  
كلس رصيفي  
كلست  
كمبري  
صر الفحمي  
مقطع  
خلية  
يخضور  
بلاستيده اليخضور  
تسلسل الأحداث  
مناخ  
صخرة متماسكة  
تركيز  
رصيص  
صدفة  
طبقة  
مقطع جيولوجي  
منعني المستوى  
نهر  
بلورة  
تبلور  
غرس نباتي  
قشيرة  
دورة  
دوري  
كلون

## D

Débris  
Déboisement  
Densité  
Diapositive  
Diffusion  
Dilatation  
Dune  
Dureté

## E

Eau de chaux  
Eau de ruissellement  
Eau distillée  
Eau pure  
Ebullition  
Ecartement  
Ecart thermique  
Echange gazeux  
Echantillon  
Echauffement  
Echelle (d'une carte)  
Echelle stratigraphique  
Ecologie  
Ecorce  
Ecoulement  
Ecran  
Effervescence  
Elastique  
Élément  
Elongation  
Embranchement  
Embryon  
Emersion  
Empreinte  
Endosmose  
Enfouissement  
Enclaves  
Engrais  
Engrais azoté  
Engrais chimique  
Engrais organique  
Engrais phosphaté  
Engrais potassique  
Enracinement  
Entonnoir  
Environnement  
Epiderme  
Equilibre  
Ere primaire  
Ere quaternaire  
Ere tertiaire  
Erosion  
Exosmose

حطام  
قطع الأشجار  
كثافة  
صورة شفافة  
انتشار  
تمدد  
كثيب  
صلابة  
ماء الجير  
ماء السيول  
ماء مقطر  
ماء نقي  
غليان  
تباعد  
فارق حراري  
تبا دل غازي  
عينة  
تسخين  
سلم الخريطة  
سلم طبقاتي  
علم البيئة  
قشرة  
سيلان ز تدفق  
شاشة أو حاجز  
فوران  
لين  
عنصر  
استطالة  
شعبة  
جنين  
بروز  
بصمة  
حلول داخلي  
طمر  
متضمنات  
سماد ج أسمدة  
سماد آزوتي  
سماد كيميائي  
سماد عضوي  
سماد فسفاطي  
سماد بوتاسي  
تجذر  
قمع  
محيط  
بشرة  
توازن  
الحقب الأول  
الحقب الرابع  
الحقب الثالث  
انجراف  
حلول خارجي



<b>F</b>			
Faciès	سحنة	Marne sableuse	مارن رملي
Faille	صدع	Matière vivante	مادة حية
Faisceau de bois	حزمة حطبية	Matière grasse	مادة دهنية
Faisceau de liber	حزمة لحائية	Mécanisme	آلية
Falaise	جدار	Membrane cellulaire	غشاء خلوي
Filtrat	رشاحة	Membrane cytoplasmique	غشاء سيتوبلازمي
Filtration	ترشيح	Membrane squelettique (ou pectocellulosique)	غشاء سلولوزي
Fissure	شق	Métal	فلز
Fosse	حفرة	Microlite	بليرة
Fossile	أحفور	Microscope	مجهر
Fossilisation	تحفر	Microscope électronique	مجهر الكتروني
Friable	متفتت	Microscope photonique	مجهر ضوئي
Fructification	إثمار	Minéral	معدن
Fumier	سماد- روث الحيوان	Minerai	معدن خام
		Morphologie	علم التشكل
<b>G</b>		<b>N</b>	
Galet	حصاة	Nervure	عرق
Genèse	نشوء	Noyau	نواة
Gaz carbonique	ثاني أكسيد الكربون	Nummulite (s)	فلس
Greffage	تطعيم	Nutrition	تغذية
Gypse	جبس	<b>O</b>	
		Objectif	عدسة
<b>H</b>		Oolithe	سريئة
Humidité	رطوبة	Organe	عضو
Humus	دبال	Organite	عضية
Hypertonique (milieu)	وسط مرتفع التركيز	Osmose	تناضح
Hypotonique (milieu)	وسط منخفض التركيز	Ostiole	فتحة
<b>I</b>		<b>P</b>	
Imperméabilité	لا رشحيه	Paléogéographique	الجغرافيا القديمة
Imperméable	لاراشح	Parasite	طفيلي
In vitro	داخل الزجاج	Paroi	جدار
Infiltration	تسرب المياه	Peau	جلد
Irrigation	سقي	Pélagique	بحري
Isotonie	تساوي التوتر	Pélite	حجر طيني
<b>L</b>		Pendage	ميلان
Liber	لحاء	Pente	منحدر
Lignine	خشبيين	Perméabilité	نفاذية
Lignite	خشب متفحم	Perméable	نفوذة
Limbe	نصل	Pétiole	عنق الورقة
Limon	طمي	Petri (boite de Petri)	علبة بترى
Lipides	دهنيات	Phloème	لحاء
Liquide de Knop	محلول كنوب	Phosphate	فسفاط
Lithologie	علم خصائص الصخور	Physiologie	علم الوظائف
Loupe binoculaire	مكبرة ذات العينيتين	Pileux	شعري
Lumachelle	صخر كلسي صدفي أو محاري	Pilifère	مشعر
<b>M</b>		Pilon	مدق
Marcottage	ترقيد	Pince	ملقط
Membrane cellulaire	غشاء خلوي	Pipette	ماصة
Milieu	وسط	Pissette	طارحة
Manipulation	استعمال يدوي	Plaine	سهل
Marais salant	مستنقع ملحي	Plasmolyse	انكملتش
Marbre	رخام	Plaste	بلاستيده
Mare	بركة	Plateau continental	جرف قاري
Marécage	مستنقع	Pli (géologie)	طية
Marée basse	جزر	Plissement	طي
Marée haute	مد	Pluricellulaire	متعدد الخلايا
Marne	مارن		

Poil  
 Poil absorbant  
 Pollution  
 Pore  
 Potomètre  
 Précipité  
 Préparation microscopique  
 Pression osmotique  
 Primaire  
 Propriété  
 Putréfaction

**Q**

Qualitatif  
 Quantitatif  
 Quartz  
 Quaternaire

**R**

Racine  
 Racine adventive  
 Racine pivotante  
 Racine principale  
 Racine secondaire  
 Radis  
 Rameau  
 Ramification  
 Ramifié  
 Rat kangourou  
 Ravin  
 Ravinement  
 Réactif  
 Réaction  
 Reboisement  
 Rhizome  
 Rivage  
 Rive  
 Rivière  
 Roche mère  
 Roche sédimentaire

**S**

Sable fin  
 Sable grossier  
 Sable marin  
 Saillie  
 Saison  
 Site  
 Socle  
 Sol  
 Solubilité  
 Soluble  
 Solution  
 Solvant  
 Sondage  
 Sonde cannelée  
 Sortie géologique  
 Sous-sol

وبر  
 وبر ماص  
 تلوث  
 مسام  
 مقياس الامتصاص  
 راسب  
 محضر مجهري  
 ضغط تناضحي  
 حقب أول  
 خاصية  
 انحلال

نوعي  
 كمي  
 مرو  
 حقب رابع

جذر  
 جذر عرضي  
 جذر وتدي  
 جذر رئيسي  
 جذر ثانوي  
 فجل  
 غصن  
 تنرع  
 متفرع  
 جرد كتعري  
 حفير  
 تحفير  
 كاشف  
 تفاعل  
 إعادة التشجير  
 جذمور  
 شاطى  
 ضفة  
 نهر  
 صخرة أم  
 صخرة رسوبية

رمل رقيق  
 رمل خشن  
 رمل بحري  
 نتوء  
 فصل  
 موقع  
 قاعدة  
 تربة  
 انحلال ذوبان  
 قابل الانحلال  
 محلول  
 مذيب  
 سبر  
 مسبار  
 خرجة جيولوجية  
 ما تحت التربة

Spontané  
 Stalactite (s)  
 Stalagmite (s)  
 Station  
 Stérile  
 Stérilisation  
 Stigmate  
 Stomate  
 Strate  
 Stratification  
 Stratifié  
 Stratigraphie  
 Strie  
 Structure  
 Substrat  
 Succion  
 Sudation  
 Synclinal  
 Synthèse

**T**

Tectonique  
 Tégument  
 Transgression marine  
 Transpiration (botanique)  
 Transpiration foliaire  
 Transpirer  
 Tube à essai  
 Tube optique (du microscope)  
 Tubercule  
 Turgescence  
 Type

**U**

Unicellaire

**V**

Vacuole  
 Vaccination  
 Vaisseau sanguin  
 Valet (microscope)  
 Vallée  
 Valve (de coquille)  
 Vapeur  
 Vaporisation  
 Variété  
 Végétal  
 Vertèbre

**X**

Xérophile  
 Xérophyte

**Z**

Zone aride  
 Zone littorale  
 Zone pilifère  
 Zone saharienne  
 Zoologie

تلقائي  
 هابطة (ج. هوابط)  
 صاعدة (ج. صواعد)  
 محطة  
 عقيم  
 تعقيم  
 فتحة تنفسية  
 ثغرة  
 طبقة  
 تنضج - تنضيد  
 منضج  
 علم الطبقات  
 خط  
 بنية  
 أساس - ركيزة  
 امتصاص  
 تعرق  
 طية مقعرة  
 تآليف تركيب

علم تشكل الصخور  
 لحافة  
 تقدم بحري  
 نتج  
 نتج ورقتي  
 نتج ز نضج  
 أنبوب اختبار  
 أنبوب ضوئي  
 درنة  
 انتفاخ - انتفاخ  
 نمط

أحادي الخلايا

فجوة  
 تلقيح  
 وعاء دموي  
 ماسك  
 واد  
 مصراع  
 بخار  
 تبخر  
 صنف  
 نبات  
 فقرة

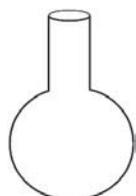
أليف الجفاف  
 نبات المناطق الجافة

منطقة قاحلة  
 منطقة ساحلية  
 منطقة الاوير الماصة  
 منطقة صحراوية  
 علم الحيوان

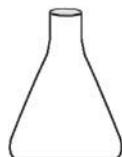
## Connaître le matériel de laboratoire.



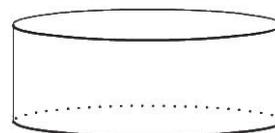
Tube à essai



Ballon



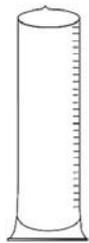
Erlen-meyer



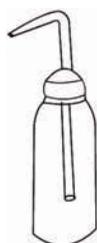
Cristallisateur



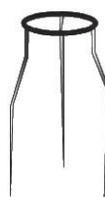
Eprouvette



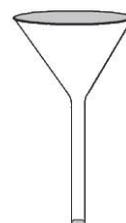
Eprouvette graduée



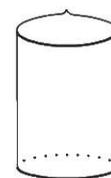
Pissette



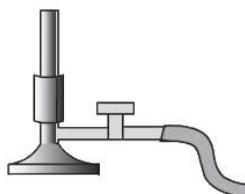
Support bec bunsen



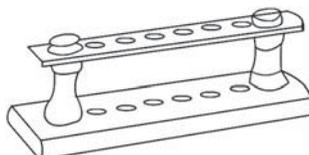
Entonnoir



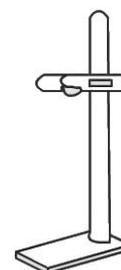
Becher



Bec Bunsen



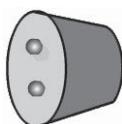
Portoir de tubes à essais



Support



Mortier et pilon



Bouchon à 2 trous



Boîte de pétri



Pince



## Références bibliographiques.

---

1. Encyclopédie médicale de la famille. Le guide des symptômes, causes et traitements. Edition philippe Auzou Paris 1997.
2. Sciences naturelles 3ème année. M. messadi ; M. Mzali ; R. Abroug ; A. Grissa ; L. Saad.
3. Sciences naturelles 1ère année secondaire. A. Baccouche ; M. Mrabet.
4. Biologie santé et environnement 1ère B Collection Godet/Kern.
5. Sciences naturelles 3ème année Ayari ; B. Ammar ; Tnani ; Zghonda.
6. Biologie 3ème Magnard. M.Caro ; F. Leseq...
7. Biologie 3ème .Hachette. R et C. Helion.
8. Biologie 3ème . Nathan. E. Périlleux.
9. Sciences naturelles 3ème .Vuibert. P.Vincent.
10. Anatomie physiologie hygiène 3ème. Hatier. M. Oria ; J. Raffin
11. Biologie 3ème Collection Tavernier. Edition Bordas.
12. Encyclopédie Encarta 2002.
13. Plusieurs sites internet.
14. Dictionnaire des Sciences de la vie et de la terre. Nathan.
15. Sciences de la vie et de la terre. 2de. Hachette.
16. Sciences de la vie et de la terre. 2de. Nathan.
17. Guide méthodologique. 2ème année secondaire. Tunisie.
18. Biologie 3ème. J-P-Bodin. Bordas.
19. Biologie géologie 1ère S. Collection Tavernier. Bordas.
20. Biologie géologie. 1ère D. cours Oria. Hatier.
21. Biologie- éveil à la vie. 5ème. Hatier.
22. Biologie géologie. 1ère S. Hatier.
23. Sciences de la vie et de la terre 2de. Bordas.
24. Sciences de la vie et de la terre. 6ème. Belin.
25. Géologie biologie. 4ème. Collection Tavernier.
26. Bactériologie médicale. Azèle Ferron. 15ème édition 1994.
27. Les environnements siliciclastiques du néogène du Sahel de la Tunisie. Nadia Gaaloul.

# Sommaire

	Pages
<b>Préface</b> .....	3
<b>Partie 1 : Amélioration de la production végétale</b> .....	6
<b>Situation d'intégration</b> .....	7
<b>Chapitre 1 : La nutrition minérale</b> .....	8
Les acquis du collège .....	9
L'absorption d'eau.....	10
Le mécanisme de l'absorption.....	13
La transpiration.....	17
Besoin des plantes vertes en sels minéraux.....	21
La conduction.....	25
Amélioration de la production végétale.....	28
Bilan.....	33
Exercices.....	36
<b>Chapitre 2 : La nutrition carbonée</b> .....	44
Les acquis du collège.....	45
La matière organique dans la plante verte.....	46
Les conditions de la photosynthèse.....	48
Rôle de la lumière et de la chlorophylle.....	50
Rôle du dioxyde de carbone.....	54
Transport de la sève élaborée.....	57
Les conditions optimales de la photosynthèse.....	62
Risques liés à l'utilisation des engrais chimiques et des pesticides.....	64
Bilan.....	68
Exercices.....	71
<b>Chapitre 3 : La multiplication végétative</b> .....	74
Les acquis du collège.....	75
Techniques traditionnelles de la multiplication végétative.....	76
La multiplication végétative par culture in vitro.....	81
Bilan.....	85
Exercices.....	86
<b>Partie 2 : Microbes et santé</b> .....	89
<b>Situation d'intégration</b> .....	90
Les acquis du collège.....	91
<b>Chapitre 1 : La diversité du monde microbien</b> .....	92
La diversité du monde microbien.....	93
Bilan.....	102
Exercices.....	104
<b>Chapitre 2 : Les agents pathogènes et les maladies infectieuses</b> .....	107
Les acquis du collège.....	108
La grippe. ....	109
La tuberculose pulmonaire.....	110
La rougeole.....	111
Le tétanos.....	112
Bilan.....	114
Exercices.....	115

<b>Chapitre 3 : La défense de l'organisme</b> .....	117
Les acquis du collège .....	118
L'immunité non spécifique.....	119
L'immunité spécifique.....	123
Bilan.....	129
Exercices.....	131
<b>Partie 3 : Découverte et gestion des ressources géologiques</b> .....	135
<b>Situation d'intégration</b> .....	136
<b>Chapitre 1 : Etude d'un site géologique</b> .....	139
Sortie géologique.....	140
Etude d'une roche: le calcaire oolithique.....	145
Histoire géologique du site.....	152
Bilan.....	158
Exercices.....	160
<b>Chapitre 2 : Exploitation et gestion d'une roche à intérêt économique : le phosphate.</b>	164
Les phosphates.....	165
Risques liés à l'exploitation des phosphates et solutions pour une gestion rationnelle .....	169
Bilan.....	175
Exercices.....	177
<b>Annexes</b>	
<b>Fiches méthodes</b> .....	181
Manipuler le microscope.....	182
Appliquer la démarche expérimentale.....	183
Réaliser une illustration.....	184
Réaliser et exploiter un tracé.....	185
Rechercher des informations.....	186
Identifier une substance organique.....	187
Effectuer une sortie de géologie .....	188
Détermination des caractéristiques physico-chimiques d'une roche.....	189
Identification d'une roche sédimentaire courante.....	190
Identification et exploitation d'un fossile.....	191
Détermination de l'origine d'une roche sédimentaire.....	192
<b>Lexique</b> .....	193
<b>Connaître le matériel de laboratoire</b> .....	196
<b>Références bibliographiques</b> .....	197
<b>Sommaire</b> .....	198