

REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE

Honneur - Fraternité - Justice



MINISTRE DE L'EDUCATION NATIONALE
DE LA FORMATION TECHNIQUE ET DE LA REFORME
INSTITUT PEDAGOGIQUE NATIONAL

Sciences Naturelles

5ème Année SN/M

2ème partie





INSTITUT PEDAGOGIQUE NATIONAL

UNITE III : NUTRITION DES VÉGÉTAUX CHLOROPHYLLIENS

Je découvre :

I- Absorption d'eau et des sels minéraux

Activité

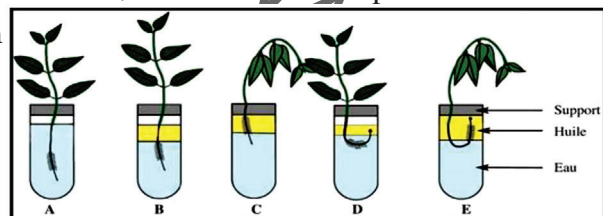
1

Détermination de la zone d'absorption de l'eau et des sels minéraux par la plante.

Expérience de Rosène : Mise en évidence de la zone d'absorption de l'eau.

- Disposer de cinq jeunes plants ;
- Préparer cinq 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 coiffe et la zone pilifère dans l'huile.
- Observer le résultat de l'expérience au bout de 24h (voir document ci-contre).

Analyser l'expérience et proposer une hypothèse sur la zone responsable de l'absorption de l'eau et des sels minéraux.

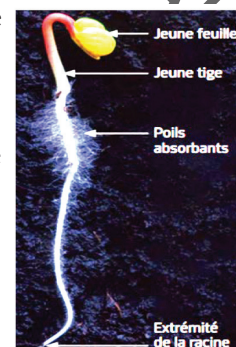


La plante se développe normalement dans les tubes A, B et D où la zone pilifère plonge dans l'eau. Elle se fane dans les tubes C et E où la zone pilifère plonge dans l'huile.

L'expérience montre donc que la zone des racines responsable de l'absorption de l'eau et des sels minéraux est la zone pilifère, riche en poils absorbants.

La racine d'une plante est formée de trois zones distinctes :

- la zone subéreuse : partie supérieure de la racine formée de liège ;
- la zone pilifère riche en poils absorbants (jusqu'à 2000/ cm²) ;
- la coiffe : enveloppe protectrice de la racine.

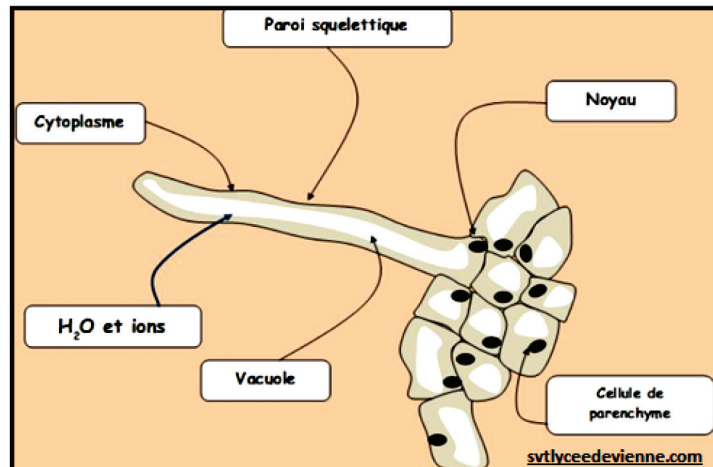


Chez de nombreuses plantes terrestres, particulièrement les plantes herbacées, l'entrée d'eau se fait au niveau des poils absorbants localisés dans la zone subterminale des jeunes racines appelée zone pilifère. Ils augmentent considérablement la surface de contact entre la plante et le milieu extérieur.

Une coupe transversale de racine montre que les poils absorbants sont des prolongements des cellules de la couche la plus externe de la zone corticale.

Un poil absorbant adulte a une forme tubulaire très fine (quelques micromètres de diamètre) et très longue à l'échelle cellulaire (quelques millimètres). Sa paroi mince et hydrophile permet la circulation de l'eau et des éléments minéraux jusqu'à la membrane et vers les cellules adjacentes. La vacuole occupe presque tout l'espace intracellulaire.

NB. Chez la plupart des arbres, ainsi que chez certaines plantes herbacées, des filaments mycéliens de champignons forment autour des petites racines des sortes de manchons appelés mycorhizes.



Activité

2

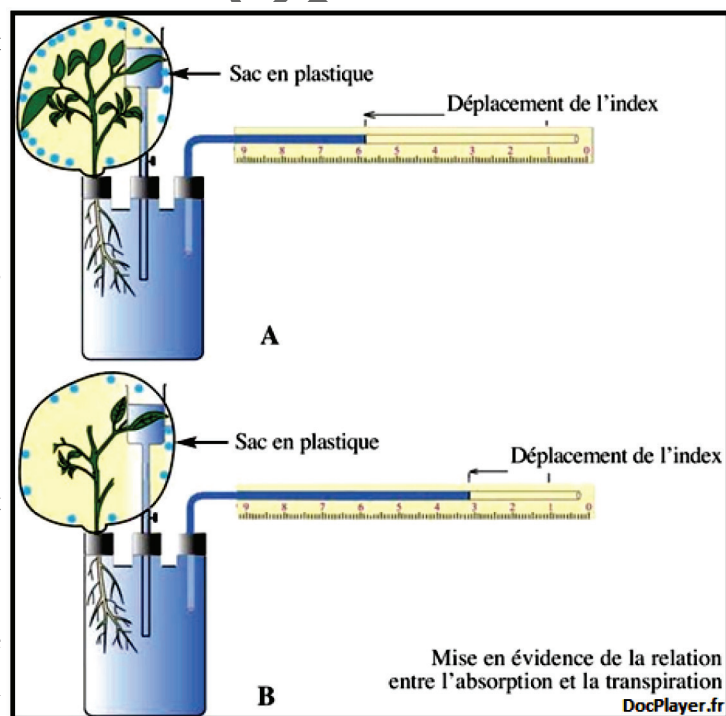
Comment mettre en évidence la transpiration.

Expérience : Mise en évidence de la transpiration.

- Préparer deux potomètres A et B ;
- Disposer de deux plantes herbacées P_1 et P_2 ;
- Installer la plante P_1 dans le potomètre A ;
- Enlever quelques feuilles de la plante P_2 , l'installer ensuite dans le potomètre B ;
- Couvrir la partie aérienne de chacune des plantes P_1 et P_2 par un sac en plastique ;
- Noter les résultats obtenus toutes les 5 minutes (voir document ci-contre).

A partir de l'analyse de l'expérience, montrer la relation entre l'absorption d'eau et la transpiration. Quel est l'organe qui permet la transpiration ?

Une plante ou un rameau de plante enfermé dans un sac en plastique donne lieu à un



dépôt de gouttelettes sur la surface interne du sac ; cela ne se produit pas si la plante est effeuillée.

On utilise un potomètre pour mesurer la quantité d'eau émise par la plante.

La montée d'eau résulte d'une aspiration au niveau des feuilles, en conséquence.

Le déplacement du niveau du liquide dans le tube fin concrétise la transpiration de la plante.

La vapeur d'eau sort par des trous situés dans les feuilles et parfois sur les tiges : c'est l'évapotranspiration.

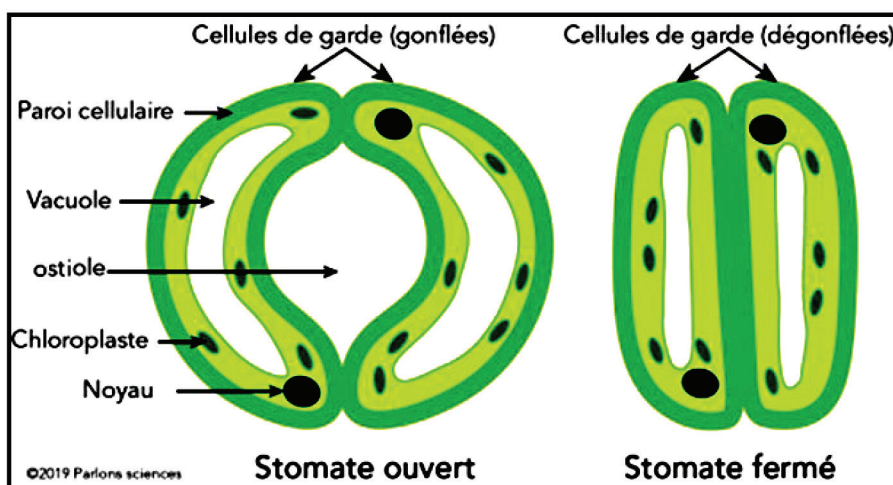
L'évapotranspiration foliaire est le moteur principal de la montée de la sève brute.

C'est principalement un phénomène actif au niveau des feuilles dont des cellules spécialisées régulent l'entrée et la sortie des gaz et donc de la vapeur d'eau par des petits orifices : les ostioles des stomates des feuilles.

Chaque stomate est formé de :

- Deux cellules épidermiques appelées cellules stomatiques ou cellules compagnes ;
- un orifice appelé ostiole, qui change de diamètre selon les conditions du milieu.

Une plante est en permanence traversée par un flux hydrique : poussée racinaire et aspiration foliaire sont les deux forces impliquées dans ce phénomène.



Activité

3

Comment se fait l'absorption de l'eau et des sels minéraux par la plante verte ?

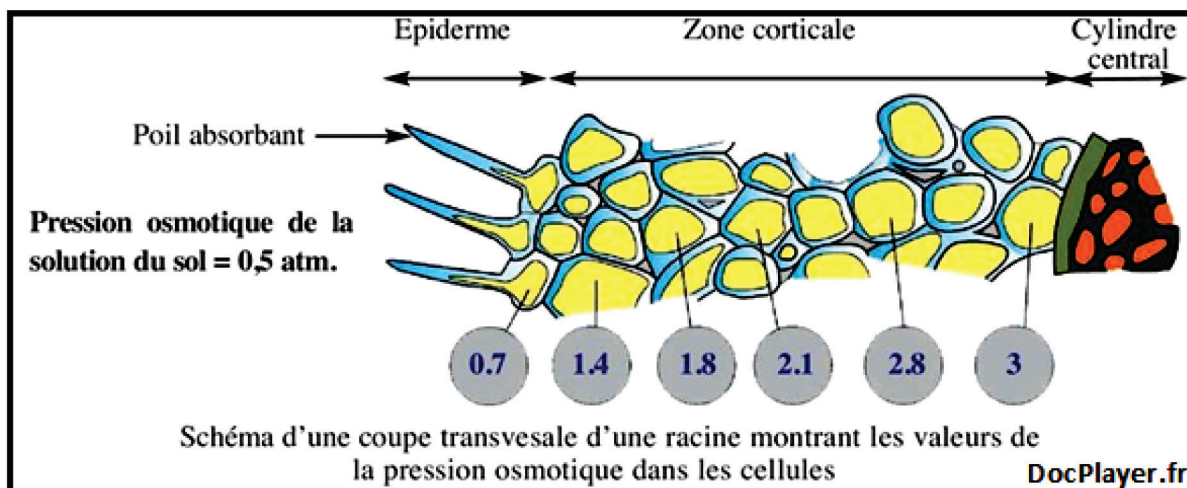
Document 1 : Mise en évidence de la circulation de la sève brute.

Si on coupe un rameau de vigne au printemps, de la sève s'écoule au niveau de la section de la tige : on dit que la vigne « pleure ».



Document 2 : Circulation de la sève brute.

Les chiffres inscrits dans les cercles de la figure du document ci-dessous indiquent des valeurs de la pression osmotique en atmosphère dans les différentes cellules d'une racine de plante verte situées entre le poil absorbant et le cylindre central.



Analyser ces résultats pour déduire le mécanisme de l'absorption au niveau du poil absorbant.

■ Ce phénomène est dû au fait que la sève brute ascendante circule sous pression dans les vaisseaux du bois. La montée de la sève s'effectue au prix d'une dépense d'énergie de la part de certaines cellules de la racine : c'est la poussée racinaire.

■ Dans les conditions naturelles, la cellule du poil absorbant (ou celle du mycélium des mycorhizes) est toujours hypertonique par rapport à la solution du sol : elle absorbe donc l'eau passivement par osmose.

L'eau de la vacuole de la cellule-poil étant plus concentrée en sels minéraux que l'eau du sol, l'eau extérieure passe dans le poil par osmose.

Les cellules situées vers le centre de la racine ont des vacuoles de plus en plus concentrées ; l'eau pénètre donc dans la racine. Elle arrive ainsi jusqu'à l'endoderme, tissu de la racine formé de cellules où la concentration est faible ; la pompe osmotique ne peut fonctionner. L'eau poursuit cependant son chemin vers le centre, ce qu'on explique par un travail cellulaire avec dépense d'énergie. Un transport actif remplace le transport passif par osmose. Ce courant ascendant est entretenu par la perte d'eau au niveau des feuilles. A cette aspiration, s'ajoute une poussée radiculaire. En effet, si on coupe les feuilles, de l'eau continue à monter dans la tige. Les tissus conducteurs de la sève brute sont constitués de cellules mortes (vaisseaux du bois) dont la paroi est imprégnée d'une substance rigide et imperméable : la lignine.

La sève brute circulant par le xylème arrive au niveau des feuilles par les nervures. Elle irrigue les cellules de la feuille et passe pour une bonne part sous forme de vapeur d'eau dans les espaces situés entre les grosses cellules du parenchyme de la feuille (lacunes aérifères).

C'est l'eau pompée par les poils absorbants qui apporte à la plante ses substances minérales qui sont

pour elle des aliments.

L'absorption des ions se fait par les mêmes voies que l'eau, c'est-à-dire essentiellement au niveau des poils absorbants ou des mycorhizes.

La plupart des ions ont une concentration dans le milieu intracellulaire de la racine supérieure à celle de la solution du sol ; leur absorption se fait donc contre le gradient de concentration et donc en sens inverse de la diffusion passive : la cellule vivante opère un pompage actif de molécules ou d'ions, de l'extérieur vers l'intérieur.

En effet, c'est par une activité biologique des cellules que s'effectue l'entrée des ions, (avec dépense d'énergie).

Des oxydations cellulaires produisent cette énergie, d'où la nécessité d'un sol aéré. C'est la membrane plasmique qui capte les ions et les dirige vers le cytoplasme.

L'eau et les sels minéraux gagnent le cylindre central, traversent l'endoderme et se déversent dans les vaisseaux du xylème qui forment le bois dans les tiges et racines âgées. La sève brute ainsi formée ne contient que des sels minéraux et de l'eau.

La sève brute monte dans la racine, puis dans la tige jusqu'aux feuilles et à tous les organes aériens.

Les substances organiques synthétisées par la plante passent dans la sève élaborée. La sève élaborée contient de l'eau, des sels minéraux mais aussi de nombreuses substances organiques nutritives (du saccharose principalement) mais aussi des vitamines, des acides aminés (qui servent à construire les protéines) ou informatives (hormones...).

La sève élaborée circule dans des cellules vivantes : les tubes criblés qui forment le phloème. Dans une tige âgée, les tubes du phloème forment le liber. Le phloème est situé au voisinage du xylème et forme des faisceaux conducteurs aussi bien dans les tiges (et les nervures de feuilles) que dans les racines.

II- Besoins nutritifs des végétaux chlorophylliens

Activité

4

Comment établir un milieu de culture convenable à une plante verte ?

Méthode analytique : C'est la recherche des éléments présents dans le végétal. Il suffit d'incinérer une masse déterminée de végétaux, de recueillir les cendres et les gaz provenant de la combustion, d'en faire l'analyse élémentaire.

Méthode synthétique : C'est, après la recherche des éléments présents, celle des éléments indispensables. On utilise pour cela des cultures sur solution nutritive. Cette recherche se fait évidemment par tâtonnement.

■ Il convient d'abord de réaliser un milieu nutritif contenant les éléments reconnus précédemment, éléments présentés dans une combinaison soluble qui peut entrer dans le corps de la plante.

■ Il faut ensuite faire varier les proportions jusqu'à ce que la culture obtenue sur cette solution soit optimum au rendement.

La dernière opération consiste alors à retirer tel ou tel élément de la solution afin de déterminer son

rôle dans la nutrition.

Le résultat est l'établissement de la formule d'un milieu nutritif. Le plus fréquemment proposé est celui de Knop dont voici la composition :

	grammes
Eau	1000
Nitrate de calcium	1
Nitrate de potassium	0,25
Phosphate monopotassique	0,25
Sulfate de magnésium	0,25
Phosphate de fer	traces.

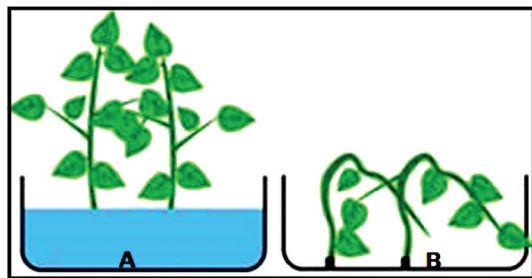
Activité 5

Détermination des besoins nutritifs minéraux des végétaux chlorophylliens.

Manipulations :

Expérience 1 : Nécessité de l'eau pour la plante.

- Prendre deux récipients : un récipient A contenant de l'eau, un autre B vide ;
- Placer une plante verte dans chaque récipient ;
- Observer les résultats au bout de quelques temps (voir document ci-dessus).



Expérience 2 : Nécessité des sels minéraux pour la plante.

- Dans le tube 1, placer un plant d'orge germé dans de l'eau additionnée à des sels minéraux (ou liquide Knop);
- Dans le tube 2, placer un plant d'orge germé dans de l'eau déminéralisée ;
- Observer les résultats au bout de quelques jours (voir document ci-contre).





Interpréter les résultats de cette expérience.

- La plante A se développe alors que la plante B flétrit (expérience 1).

L'eau est essentielle à la survie de la plante.

- Dans le tube 1, la croissance de la plante est importante tandis qu'elle reste limitée dans le tube 2 (expérience 2).

Les sels minéraux sont indispensables à la croissance de la plante.

	tube 1	tube 2
début	 <p>Plant d'orge germé</p> <p>Eau + sels minéraux</p>	 <p>Plant d'orge germé</p> <p>Eau sans sels minéraux</p>
fin	 <p>Croissance +++</p>	 <p>Croissance +</p>

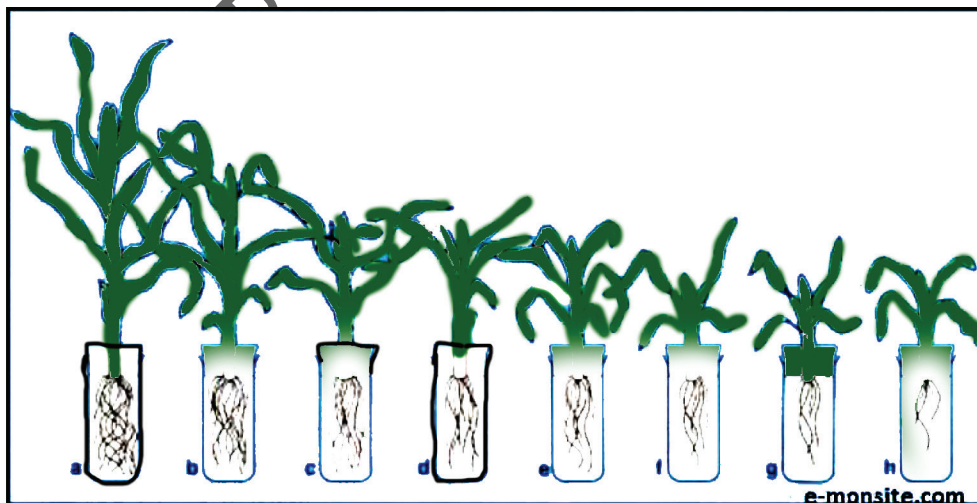
Activité

6

Quels sont les éléments dont la carence se fait sentir sur la croissance d'une plante verte ?

La culture hors sol ou culture sur milieux carencés de jeunes plantules permet de vérifier expérimentalement les types d'éléments minéraux indispensables à la croissance des plantes : Test de croissance comparative de jeunes plantules de même âge sur des milieux avec diverses solutions nutritives artificielles de composition carencée tour à tour à certains ions : a = milieu nutritif complet ; b = milieu privé de fer ; c = milieu privé de magnésium ; d = milieu privé de phosphore ; e = milieu privé d'azote ; f = milieu privé de calcium ; g = milieu privé de potassium h = eau distillée.

Les résultats se trouvent sur le document suivant :



Analyser ces résultats pour identifier le facteur limitant la croissance de cette plante.

- Les milieux établis expérimentalement permettent le développement complet jusqu'à la floraison et la fructification des végétaux chlorophylliens ; on peut donc penser qu'ils satisfont complètement aux besoins nutritifs.
- On remarque qu'ils ne renferment pas de carbone (les plantes chlorophylliennes utilisent comme aliment carboné le CO_2 de l'atmosphère). Elles se nourrissent par ailleurs à partir d'un petit nombre de combinaisons minérales : on appelle autotrophie ce mode de nutrition qui n'a pas besoin de matière organique préexistante.
- Les éléments dont la carence se fait principalement sentir dans la croissance et la formation de la chlorophylle sont le potassium, le phosphore, l'azote, le fer et le calcium.
- S'il y a un déséquilibre nutritif, la plante en souffre et, si certains éléments sont en quantité suffisante et d'autres déficients, c'est de l'élément déficient que dépend son développement ; en d'autres termes, il est inutile de vouloir améliorer une culture par l'introduction d'un élément si un autre est en quantité

insuffisante : loi du minimum.

La croissance normale de plante verte nécessite la présence simultanée de tous les éléments minéraux tels que : eau, N, P, Fe, Ca, K dans le milieu de culture.

III- Echanges gazeux chlorophylliens

Activité

7

Comment peut-on montrer qu'une plante verte absorbe le CO_2 ?

Manipulations :

- **Expériences témoins** : Absorption du CO_2 par le KOH.

Le Rouge de crésol est un indicateur de pH permettant de détecter les variations de teneur du milieu en dioxyde de carbone (CO_2) ; le KOH est absorbé de CO_2 (Voir document ci-contre).

- **Expériences utilisant des fragments de végétaux** : Mise en évidence de l'absorption de CO_2 par une feuille verte.

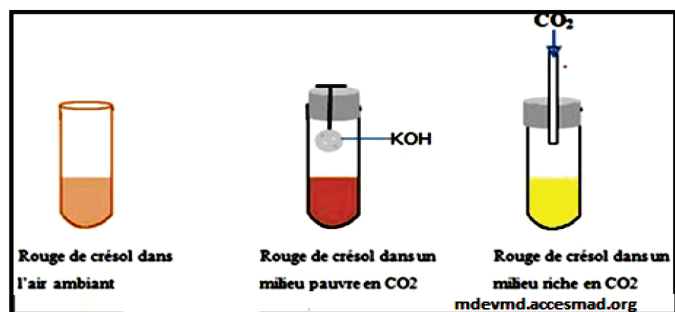
- Mettre du rouge de crésol dans 4 tubes à essai numérotés de 1 à 4 et hermétiquement fermés par un bouchon ;

- Fermer les tubes 1 et 3 à l'aide d'un bouchon auquel est suspendue une feuille verte ;

- Fermer les tubes 2 et 4 à l'aide d'un bouchon auquel est suspendu un fragment de carotte ;

- Placer les tubes 1 et 2 à la lumière et les tubes 3 et 4 à l'obscurité ;

- Observer les résultats au bout de quelques heures (voir document suivant).



	Lumière		Obscurité	
Début de l'expérience				
Quelques heures plus tard				
	feuille verte		tranche de carotte	

mdevmd.accesmad.org

En se référant à l'expérience 1, comparer ces résultats puis déduire.

En comparant les résultats de ces expériences, on constate que la feuille verte ou chlorophyllienne

exposée à la lumière appauvrit le milieu en dioxyde de carbone c'est-à-dire qu'elle absorbe le CO_2 du milieu. Le fragment de carotte (non chlorophyllien) et la feuille verte maintenue à l'obscurité ne pratiquent pas cette absorption de CO_2 , par contre ils en rejettent : ils pratiquent donc la respiration. A la lumière, la plante chlorophyllienne absorbe le CO_2 .

Activité 8

Comment peut-on montrer qu'une plante verte rejette l' O_2 ?

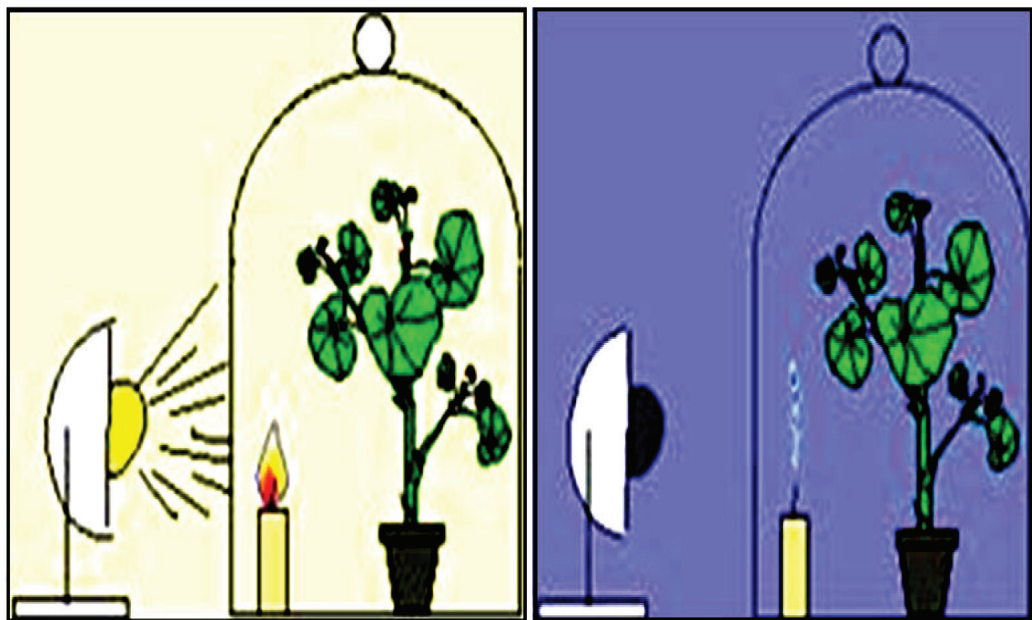
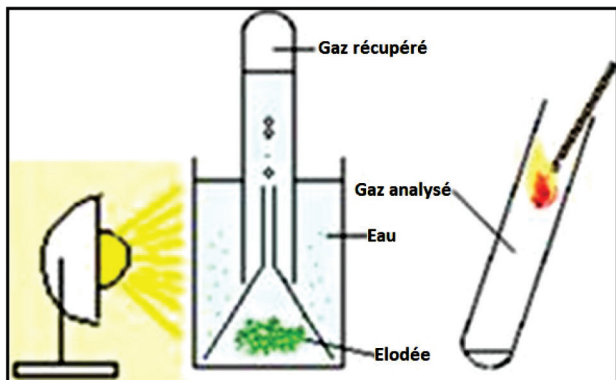
Manipulations :

Expérience 1: Mise en évidence du dégagement du dioxygène.

- Placer un fragment d'élodée (plante aquatique) pendant plusieurs heures dans de l'eau hydrogénocarbonatée à 1% très légèrement et régulièrement agitée, à la température de 20°C et bien éclairer.
- Constater que le fragment d'élodée se recouvre de bulles de gaz qui remontent à la surface.
- Recueillir grâce à un entonnoir dans une éprouvette, ce gaz ;
- Remarquer qu'il entretient les combustions.

Expérience 2 : Dégagement d' O_2 à la lumière.

- Introduire une bougie allumée dans une cloche hermétique où une plante verte terrestre est éclairée ;
- Constater qu'elle continue toujours à s'allumer ;
- Si la plante n'est pas éclairée, la bougie s'éteint.



Analyser ces expériences et déduire.

Une bougie allumée introduite dans une cloche hermétique où une plante verte terrestre est éclairée continue toujours à s'allumer. Tandis que, si la plante n'est pas éclairée, la bougie s'éteint. Le dioxygène nécessaire à la combustion est produit par la plante verte éclairée.

La plante verte dégage de l' O_2 à la lumière.

Rejet de dioxygène et absorption de dioxyde de carbone forment le phénomène biologique associé à la synthèse de la première substance organique par la plante verte : C'est l'échange gazeux chlorophyllien.

Activité 9

Comment peut-on définir l'intensité et le quotient chlorophylliens ?

Expérience : Mesure de l'intensité et du quotient chlorophylliens.

La mesure de la concentration en CO_2 est réalisée par spectroscopie infrarouge. La mesure de la concentration en dioxygène est réalisée par dosage paramagnétique :

- Placer une feuille dans une enceinte parcourue par un courant continu de gaz dont le débit D est connu ;

- Les concentrations en dioxygène et en dioxyde de carbone sont déterminées à l'entrée (Oe et Ce) et à la sortie de la chambre (Os et Cs). Voir document ci-dessus.

- Les mesures doivent être faites respectivement à la lumière et à l'obscurité.

Analyser cette expérience pour définir l'intensité et le quotient chlorophylliens.

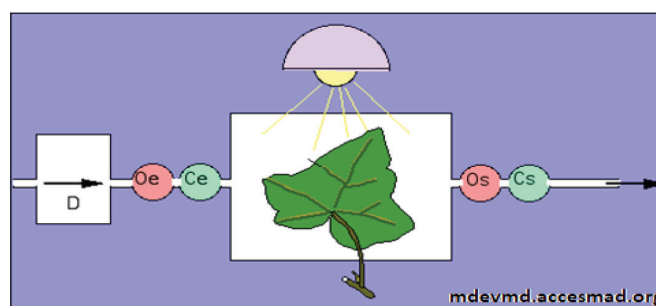
A la lumière la photosynthèse et la respiration se déroulent simultanément, donc les quantités mesurées sont la résultante des deux processus pour lesquels les échanges gazeux sont opposés (photosynthèse : CO_2 absorbé et O_2 dégage ; respiration : CO_2 dégage et O_2 absorbé). A l'obscurité, la plante pratique seulement la respiration (CO_2 dégage et O_2 absorbé), il est nécessaire de déterminer les échanges gazeux respiratoires : on doit faire deux mesures pendant deux temps égaux :

- quand la plante est placée à l'obscurité, seul le phénomène respiratoire est mesuré : volume de CO_2 dégage (V_{CO_2} dégage) et volume d' O_2 absorbé (V_{O_2} absorbé) ;

- quand la plante est placée à la lumière, on mesure simultanément des échanges gazeux respiratoires et chlorophylliens : on obtient donc les volumes des échanges gazeux chlorophylliens (photosynthèse brute ou réelle) en retranchant le volume des échanges respiratoires à l'obscurité du volume gazeux obtenu à la lumière (respiration + photosynthèse).

L'intensité chlorophyllienne est le volume de dioxyde de carbone absorbé ou le volume de dioxygène rejeté par unité de temps et par unité de masse du végétal.

La mesure peut être réalisée par la détermination des échanges gazeux : libération d'oxygène ou absorption de CO_2 .



L'absorption de CO_2 et le rejet d' O_2 se font à une vitesse directement proportionnelle à celle de la photosynthèse.

Des mesures précises montrent que le rapport volume de CO_2 absorbé sur volume d' O_2 dégagé est sensiblement égal à l'unité : c'est le **quotient chlorophyllien** :

$$QC = \frac{\text{Volume de CO}_2 \text{ absorbé}}{\text{Volume d'O}_2 \text{ dégagé}}$$

Activité 10

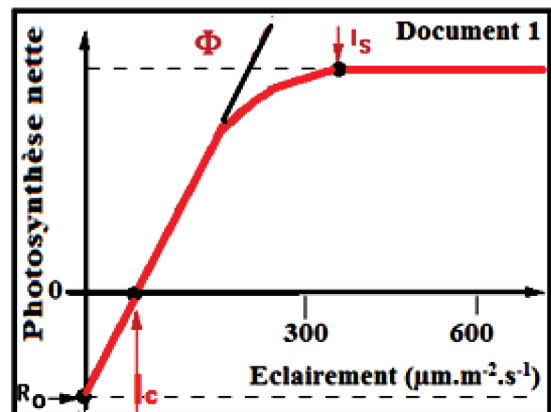
Quels sont les facteurs externes qui influencent l'intensité chlorophyllienne ?

Document 1 : Influence de l'éclairement.

Les plantes sont éclairées avec une source lumineuse permettant de réaliser une gamme d'intensités (flux de photons) comprises entre 0 et 600 à 800 $\mu\text{mol photons} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$.

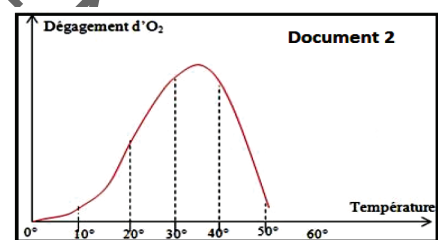
La photosynthèse nette est alors mesurée soit par le dégagement d'oxygène soit par la consommation de gaz carbonique.

Le document ci-contre montre la variation de l'intensité chlorophyllienne en fonction de l'éclairement. On détermine ainsi l'éclairement au point de compensation (I_c), l'éclairement saturant (I_s), la respiration à l'obscurité (R_o) et le rendement quantique (Φ). Voir document 1.



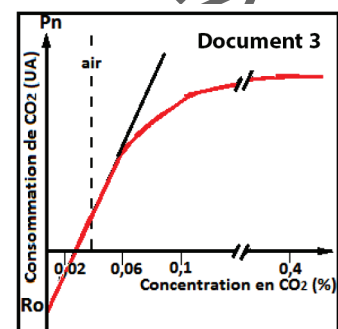
Document 2 : Influence de la température.

Le document ci-contre montre la variation de l'intensité chlorophyllienne (exprimée par le taux d' O_2 rejeté) en fonction de la température ambiante.



Document 3 : Influence de la teneur du milieu en CO_2 .

Le document ci-contre montre la variation de l'intensité chlorophyllienne (exprimée par le taux de CO_2 absorbé) en fonction de la teneur du milieu en dioxyde de carbone (CO_2).



Analyser ces documents pour dégager les facteurs externes qui influencent la photosynthèse.

■ L'éclairement a une influence directe sur l'intensité de la photosynthèse (document 1):

● partie linéaire de pente (coefficient directeur) équivalente à Φ dans cette

gamme d'éclairement, la lumière est limitante et Φ mesure le rendement de l'absorption des photons (= rendement quantique foliaire).

- un plateau obtenu pour des valeurs d'éclairement plus ou moins élevées (IS = éclairement saturant ou optimal). Au delà, la capacité d'absorption des photons dépasse la capacité de leur utilisation. Les réactions d'assimilation du CO_2 deviennent limitantes et la photosynthèse présente une intensité maximale.

- Il existe une valeur de l'éclairement pour laquelle la photosynthèse nette (Pn) est nulle : la photosynthèse compense juste la respiration. Cette valeur est appelée point de compensation pour la lumière (IC).

- La température est un autre facteur limitant important. Le maximum est atteint entre 30° et 40°. Aux basses températures, le dégagement est très faible, mais au-dessus de 40°, le dégagement devient plus faible et s'annule vers 50°C (document 2).

- L'intensité de la photosynthèse augmente avec la teneur du milieu en dioxyde de carbone (CO_2). Des expériences précises montrent que pour les plantes aériennes, l'optimum est atteint vers 0,1 et 0,2 % de dioxyde de carbone. La teneur normale dans l'atmosphère (0,03) étant très inférieure à cet optimum, le dioxyde de carbone est un facteur limitant de la photosynthèse pendant le jour (document 3).

Les plantes aériennes assimilent le CO_2 atmosphérique (0,035% de CO_2) tandis que les plantes aquatiques absorbent le CO_2 dissous. Une augmentation de la photosynthèse est observée lorsqu'on augmente la concentration de CO_2 .

- Selon l'origine des plantes, l'optimum de température de leur activité photosynthétique est différent. Les plantes des régions tempérées ont un maximum se situant entre 15°C et 25°C, alors que celles d'origine tropicale peuvent avoir un maximum qui se situe entre 30 et 45°C. De même, les limites à la tolérance au froid et au chaud sont différentes : -2°C à 0°C et 40 - 50°C, pour les plantes des régions tempérées, +5°C à 7°C et +50 à 60°C, pour les plantes tropicales.

La photosynthèse est un processus complexe affecté de manière différente par les facteurs de l'environnement. De ce fait, les facteurs externes agissent indépendamment les uns des autres et le phénomène global obéit à la loi du «facteur limitant»: lorsqu'un processus est contrôlé par plusieurs facteurs agissant indépendamment, son intensité est limitée par le facteur qui présente la valeur minimum.

Conclusion : La photosynthèse est influencée par les facteurs de l'environnement : la lumière (source d'énergie), le CO_2 (source de carbone) et la température (qui affecte l'ensemble des réactions biochimiques).

IV- La chlorophylle

Activité

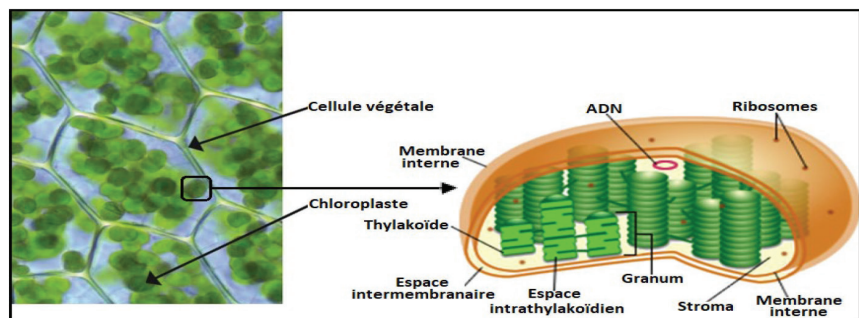
11

Où trouve-t-on la chlorophylle dans les cellules des plantes vertes ?

Expérience : Localisation de la chlorophylle.

- Prendre des feuilles verte fraîches ;
- Faire des coupes minces ;

- Les placer entre lame et lamelle puis observer au microscope à fort grossissement ;
- Puis observer au microscope électronique la partie encadrée ;
- Les résultats se trouvent dans le document ci-contre.



Commenter le document puis déduire la localisation de la chlorophylle.

La chlorophylle est le principal pigment assimilateur des végétaux supérieurs.

Ce pigment, situé dans les chloroplastes des cellules végétales, intervient dans la photosynthèse pour intercepter l'énergie lumineuse. Il est responsable de la couleur verte des végétaux.

Les chloroplastes ont deux membranes (interne et externe) bordant une zone aqueuse appelée stroma. Celui-ci contient la membrane thylacoïde plissée en un réseau de nombreuses vésicules aplaties prenant la forme :

- soit d'empilements compacts appelés grana (granum) ;
- soit de vésicules isolées et libres dans le stroma et réunissant plusieurs grana.

La membrane thylacoïde contient les pigments de la chlorophylle.

Activité 12

Comment extraire la chlorophylle brute ?

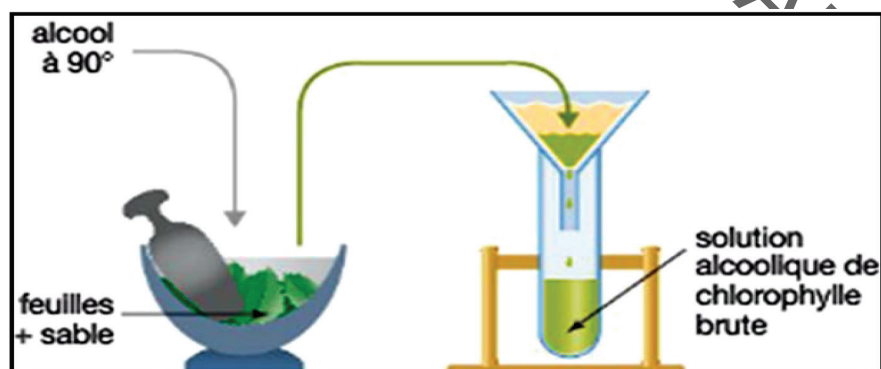
Expérience : Extraction de la chlorophylle.

Pour extraire la chlorophylle des feuilles, on procède en plusieurs étapes :

- Peser 10g de feuilles de haricot (Niébé) dans un bécher et les hacher grossièrement à l'aide d'une paire de ciseaux ;
- Placer les feuilles hachées dans un mortier et les broyer avec du sable et 10ml d'éthanol absolu ;
- Filtrer le broyat dans un Erlenmeyer à l'aide d'un coton cardé ;
- Récupérer la pulpe dans le coton cardé et la placer dans un bécher ;
- Ajouter 12ml de dichlorométhane et agiter pendant deux minutes ;
- Filtrer à nouveau le mélange de la même manière que précédemment et récupérer le filtrat (Liquide vert contenant de la chlorophylle) ;
- Observer le résultat (document ci-contre).

Analyser l'expérience.

Les feuilles de la plante sont



mises en contact avec de l'éthanol absolu qui va les léser mécaniquement et va détruire les membranes des cellules dans le but d'en extraire les organites (les lipides et les lipoprotéines sont solubles dans l'éthanol). Les grains de sable aident à déchirer les tissus pour libérer les pigments chlorophylliens qui passent à l'état de solution dans l'alcool.

Le broyat ainsi obtenu est filtré pour éliminer les débris cellulaires et la chlorophylle est extraite grâce au dichlorométhane, solvant d'extraction. Après une seconde filtration, le filtrat est chauffé afin de garder uniquement les pigments de la chlorophylle. On obtient ainsi une solution alcoolique de chlorophylle brute.

La chlorophylle est un pigment présent dans toutes les plantes vertes sur Terre. On estime que près d'un milliard de tonnes de chlorophylle sont synthétisées par les plantes chaque année sur toute la surface de la Terre.

Activité

13

Comment peut-on séparer les pigments de la chlorophylle brute ?

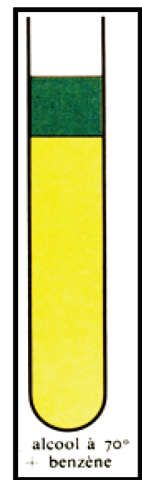
Manipulations :

Expérience 1 : Séparation des pigments de la chlorophylle brute par solubilité différentielle.

- Verser 1 volume de solution alcoolique de chlorophylle brute dans une ampoule à décanter ;
- Ajouter 1/5 de volume du benzène à la solution précédente ;
- Agiter et laisser reposer ;
- Observer les résultats obtenus (voir document ci-contre).

Expérience 2 : Séparation des pigments de la chlorophylle brute par chromatographie.

- Découper un rectangle de papier chromatographique (papier Whatman n°1) ;
- Suspendre le papier à chromatographie à l'aide d'un crochet fixé sur un bouchon, le placer dans l'éprouvette pour repérer le niveau du solvant à mettre (le papier doit tremper d'un demi-cm dans le solvant) ;
 - Veiller à prendre le papier uniquement par les bords sans poser vos doigts sur la zone de migration.
 - La bande de papier ne doit pas toucher les bords de l'éprouvette.
- Retirer le papier, verser le solvant jusqu'au niveau repéré et fermer l'éprouvette sans le papier ;
- Repérer le bas de la bande de papier à chromatographie (Whatman) : extrémité opposée à l'orifice de suspension de la bande ;
- Tracer un trait très léger au crayon à 2 cm du bas de la bande de papier « Whatman » pour marquer l'emplacement du dépôt ;
- Faire un dépôt de pigments selon l'une ou l'autre méthode indiquée ci-dessous :
 - Déposer la solution brute de pigments à étudier avec la micropipette (ou équivalent). Superposer une dizaine de gouttes de la solution en séchant entre chaque goutte à l'aide du sèche-cheveux.



- Écraser, à l'aide d'un agitateur, un petit morceau de feuille à l'emplacement prévu. Répéter 5 fois l'opération sur le même emplacement, en renouvelant le morceau de feuille.

- *La tache d'un dépôt doit être aussi petite et foncée que possible.*

- *Faire un dépôt toujours au même endroit demande de la concentration et de la précision.*

- Suspendre le papier à chromatographie, le placer dans l'éprouvette contenant 5 ml d'un solvant organique (Ether de pétrole 85 % ; Acétone 10 % ; Cyclohexane 5 %) ;

- *Les dépôts des pigments doivent impérativement être situés au-dessus du niveau du solvant.*

- Recouvrir l'éprouvette d'un cache noir ;

- *La lumière détruit les pigments.*

- Laisser migrer le solvant à l'obscurité pendant 30 minutes au minimum ;

- Retirer le papier et laisser sécher ;

- Observer le résultat (voir document ci-contre).

Analyser ces expériences.

- La solution se sépare en 2 phases :

- la phase étherée, verte, contient la plupart des pigments ; la chlorophylle étant plus soluble dans le benzène que dans l'alcool, on trouvera dans la couche supérieure le benzène coloré en vert (chlorophylle) ;

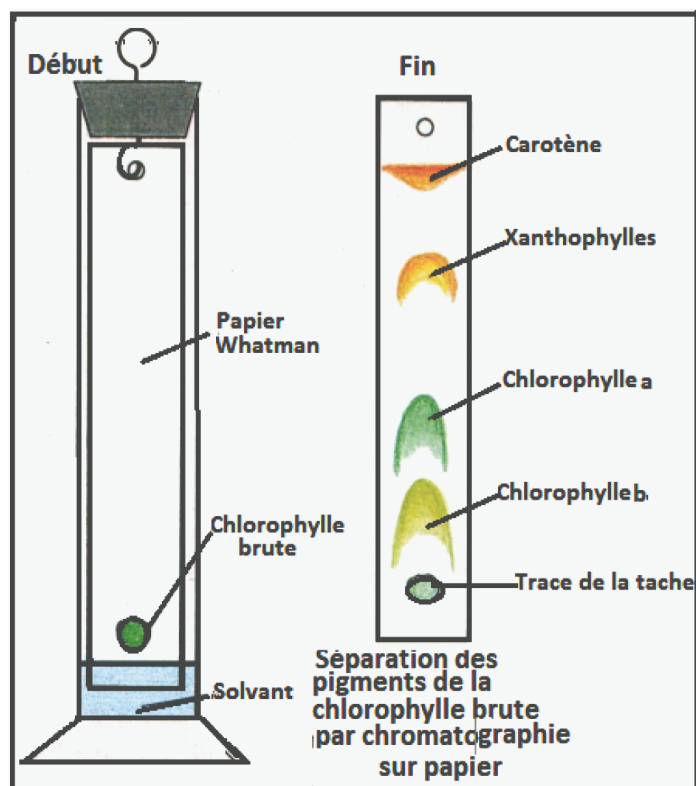
- la phase hydro-alcoolique (ou hydro-acétonique) jaune contient une partie des xanthophylles seulement.

Les chlorophylles et les caroténoïdes sont solubles dans des solvants organiques et peuvent donc être séparés à l'aide de solvants

ou de mélanges de solvants des lipides. Ces molécules sont dites liposolubles (expérience 1).

- Le solvant monte dans la feuille par capillarité en entraînant les pigments de manière différentielle selon leur affinité avec le solvant. Les différentes tâches représentent les différents pigments chlorophylliens qui constituent la chlorophylle brute. Ils diffèrent par la vitesse de migration. On peut distinguer ainsi deux catégories principales de pigments : les chlorophylles (vertes) et les caroténoïdes (jaunes).

On distingue plusieurs formes de chlorophylles (a, b, c, d et f) qui n'ont pas la même structure chimique. Les plus courantes sont les chlorophylles a et b que l'on retrouve chez les plantes supérieures et chez les algues.



Comment se fait l'absorption des radiations par les pigments de la chlorophylle ?

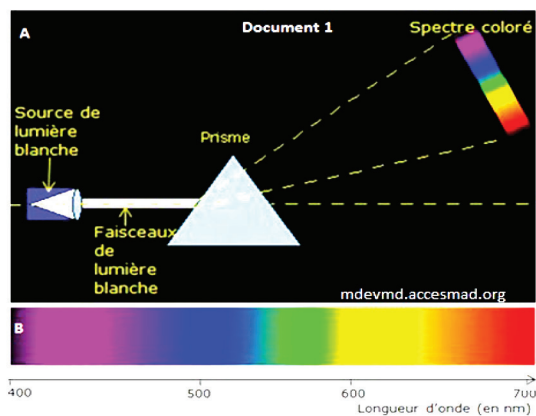
Manipulations :

Expérience 1 : Décomposition de la lumière blanche.

Les couleurs ne sont visibles que lorsque les objets sont éclairés c'est-à-dire quand ils nous renvoient de la lumière.

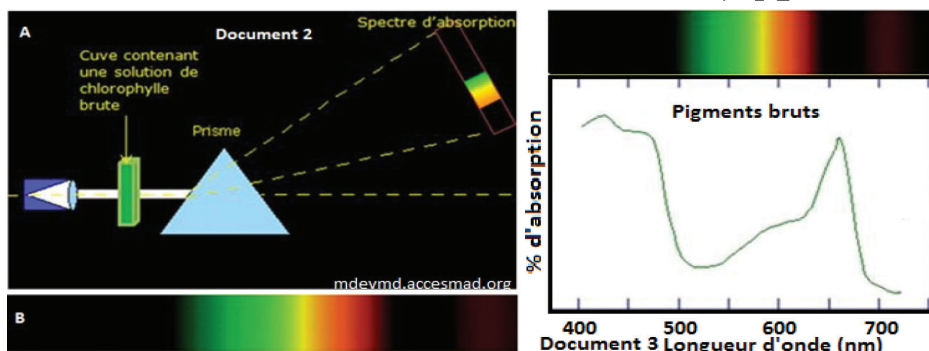
Un objet est blanc parce qu'il nous renvoie l'ensemble des radiations composant la lumière blanche.

- Disposer d'une source de lumière blanche et d'un prisme ;
- Faire passer un faisceau de lumière blanche à travers le prisme ;
- Recueillir les radiations visibles de la lumière décomposée sur un écran (document 1A) ;
- Observer les résultats sur le document ci-contre (document 1B).



Expérience 2 : Spectre d'absorption de pigments bruts

- Reprendre le dispositif de l'expérience 1 (document 1A) ;
- Intercaler une cuve à faces parallèles contenant une solution de chlorophylle brute entre la source de lumière blanche et le prisme décomposeur de la lumière blanche (document 2A) ;
- Observer les résultats sur le document ci-dessous (document 2B) ;
- On a pu tracer la courbe d'absorption en fonction de la longueur d'onde (document 3).



A partir de l'analyse de ces deux expériences, déduire le spectre d'absorption de la chlorophylle brute.

■ La lumière blanche est constituée de diverses radiations visibles qui forment le spectre de la lumière blanche ou spectre coloré. Ces radiations ont des longueurs d'onde comprises entre 400 nanomètres environ pour le violet et 700nm pour le rouge.

Les couleurs ne sont visibles que lorsque les objets sont éclairés; c'est-à-dire quand ils nous renvoient de la lumière. Une solution alcoolique de chlorophylle brute, apparaît verte parce qu'elle laisse surtout passer les radiations vertes. La lumière blanche correspond à un ensemble d'ondes électromagnétiques allant de 420 nm à 720 nm de longueur d'onde. La réfraction qui a lieu au niveau du prisme dépend de la longueur d'onde. Ainsi, on peut recueillir sur un écran les différentes radiations étalées. Pour notre œil, cela se traduit par une sorte d'arc-en-ciel allant du rouge au violet : c'est un spectre d'émission (document 1B).

■ Si l'on interpose sur le trajet du rayon lumineux incident une cuve de chlorophylle (document 2A), le spectre présente alors des bandes sombres, ce qui signifie que certaines radiations ont été absorbées par la chlorophylle. Sur l'écran, on obtient cette fois, un spectre d'absorption (document 2B). Les chlorophylles et les caroténoïdes absorbent certaines radiations dites actives pour la photosynthèse, dans la gamme de longueurs d'onde visibles comprises entre 400 et 700 nm. Certaines radiations de la lumière blanche disparaissent, elles sont absorbées par la solution de chlorophylle ; ceci se traduit par des bandes sombres sur le spectre appelé spectre d'absorption : Le rouge et le bleu sont totalement absorbés, le jaune et l'orange partiellement, la radiation verte n'est pas du tout absorbée. Ce sont les chlorophylles qui semblent les plus efficaces, complétées par l'action des carotènes.

On peut aussi représenter par une courbe l'intensité d'absorption des différentes longueurs d'onde par les chlorophylles (document 3).

V- Mécanisme de la photosynthèse

Activité

15

Qu'est-ce que la photosynthèse et quelles sont ses étapes?

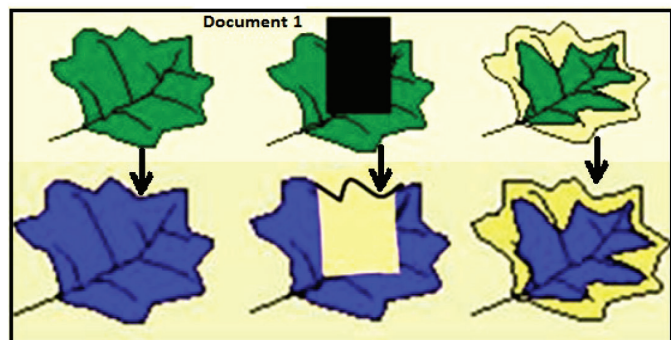
Manipulations :

Expérience 1 : Nécessité de la lumière et de la chlorophylle.

- Disposer de trois feuilles : une feuille normalement verte, une feuille verte dont une partie a été cachée par du papier noir et une feuille panachée (dont la partie périphérique blanche ne contient pas de chlorophylle) ;
- Exposer ces feuilles à la lumière pendant quelques heures ;
- Détacher les feuilles, les décolorer par de l'éthanol bouillant pendant 5 minutes,
- Les recouvrir de Lugol (réactif spécifique de l'amidon) dans une boîte de Pétri ;
- Observer les résultats obtenus (document 1).

Expérience 2 : Nécessité du CO_2 .

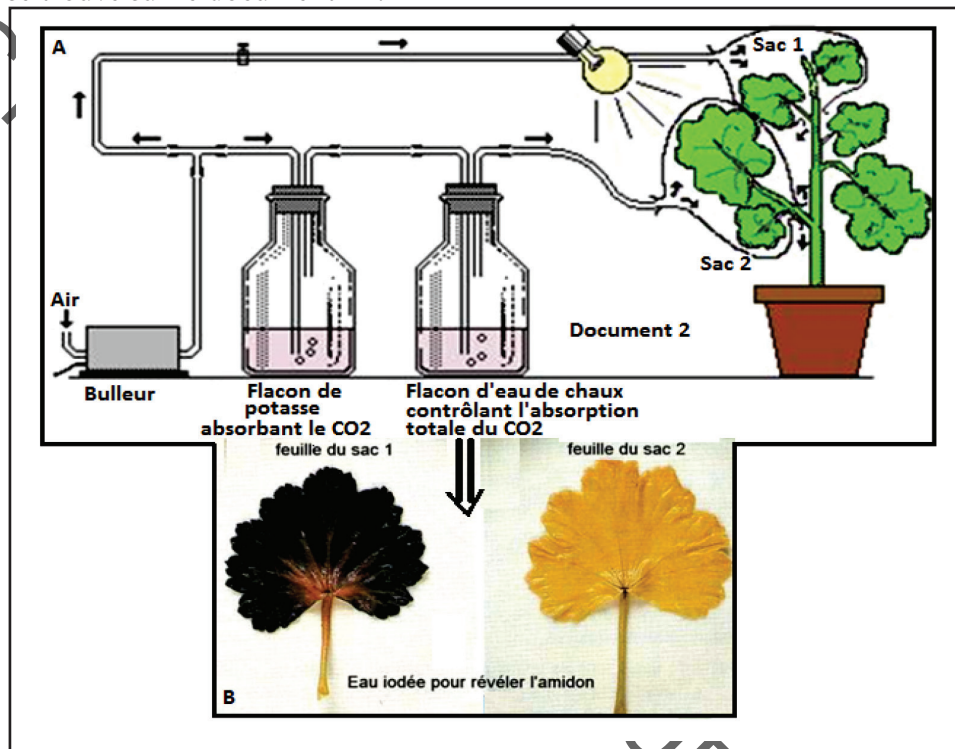
- Mettre une plante de Pélargonium dans l'obscurité pendant 48 h ;
- Placer des feuilles de cette plante dans deux sacs transparents où l'air est mis en circulation grâce à une pompe d'aquarium : l'air ambiant circule dans le sac 1 ; l'air du sac 2 est débarrassé de son CO_2 qui est absorbé par la potasse et l'eau de chaux (document 2A) ;



- Après l'avoir fait fonctionner pendant une journée avec un éclairage uniforme, une feuille de chacun des sacs est traitée de la manière suivante :

- traitement à l'eau bouillante pour arrêter le fonctionnement physiologique ;
- traitement à l'alcool bouillant pour dissoudre les pigments ;
- immersion dans le Lugol qui colore spécifiquement l'amidon en bleu violacé sombre.

- Le résultat se trouve sur le document 2B.



Analyser ces expériences pour définir la photosynthèse et ses conditions.

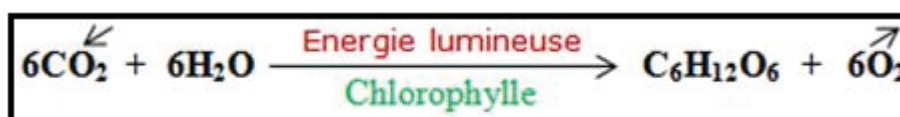
■ Les parties chlorophylliennes éclairées présentent de l'amidon ; alors que les parties non chlorophylliennes ou maintenues à l'obscurité n'en présentent pas.

Chlorophylle et lumière sont alors nécessaires pour obtenir la synthèse de l'amidon par les végétaux verts.

En effet, cette synthèse nécessite, non seulement des matières premières minérales (eau, sels minéraux) mais aussi une source d'énergie lumineuse captée par la chlorophylle : c'est la photosynthèse (synthèse grâce à l'énergie des photons).

La photosynthèse est le processus qui permet aux plantes vertes de synthétiser de la matière organique en exploitant la lumière du soleil.

Photosynthèse et échanges gazeux chlorophylliens sont deux aspects d'une même réaction chimique que l'on peut résumer par l'équation-bilan suivante :



Activité

16

Distinguer les deux phases de la photosynthèse.

Ce document résume les différentes phases de la photosynthèse ainsi que leur localisation et leurs produits.

Analyser ce document pour déduire :

- le nombre de phases composant la photosynthèse ;
- le lieu précis où se déroule chacune d'elles ;
- les principaux produits de chacune.

Une analyse plus fine montre que la photosynthèse comprend, en réalité, deux ensembles de réactions chimiques :

- Les unes sont qualifiées de photochimiques (phase lumineuse ou claire) car elles dépendent directement de la lumière. Elles se déroulent dans les membranes des thylakoïdes. Dans la cellule, la chlorophylle communique l'énergie issue de la lumière à d'autres molécules par transfert d'électrons portés à un haut niveau énergétique. Ainsi, l'énergie lumineuse des radiations absorbées se trouve convertie en énergie chimique, finalement stockée dans les molécules d'ATP (adénosine triphosphate) et les molécules du NADP (transporteur d'hydrogène).

La première réaction photochimique de la photosynthèse est la dissociation de l'eau, encore appelée photolyse de l'eau:

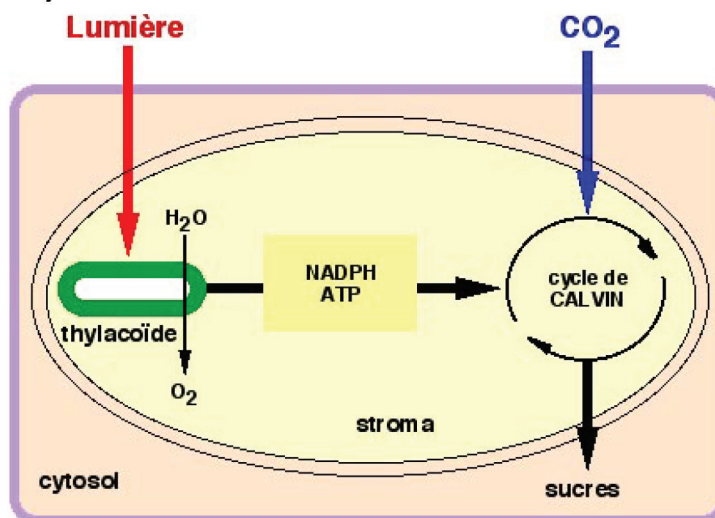
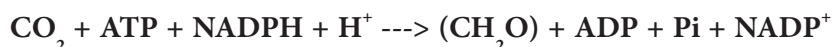


L'oxygène libéré par la photolyse de l'eau est dégagée au cours de la photosynthèse.

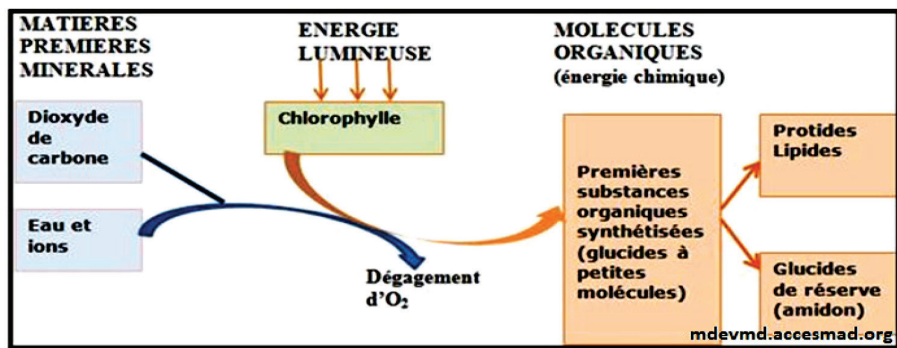
Les autres sont dites réactions sombres ou cycle de Calvin (phase sombre). L'intervention de la lumière n'étant pas directement nécessaire à leur déroulement.

Elles se déroulent dans le stroma du chloroplaste.

L'incorporation du dioxyde de carbone et la synthèse de substances organiques sont assurées par un ensemble de réactions chimiques qui utilisent l'énergie chimique stockée au cours de la phase photochimique dans les molécules d'ATP et de transporteur d'hydrogène. Les premières substances organiques synthétisées au cours de ces réactions sont des sucres à trois atomes de carbone à partir desquels se forment les autres glucides (glucose, fructose, amidon...).



Le bilan global de la photosynthèse est simple : à partir de matières minérales (eau, ions et dioxyde de carbone), la plante synthétise des substances organiques représentant une importante source potentielle d'énergie chimique. Cette synthèse se



fait grâce à la chlorophylle qui capte l'énergie lumineuse et la convertit en énergie chimique. A la suite de cette première synthèse de composés glucidiques, les cellules végétales élaborent des acides aminés précurseurs des protéines (en utilisant l'azote minéral) et des composés précurseurs des lipides. Puis de très nombreuses synthèses aboutissent à l'édification des divers types de molécules organiques qui constituent aussi bien l'ensemble des tissus de la plante que ses réserves.

VI- Importance de la photosynthèse

Activité

17

Quelle est l'importance écologique de la photosynthèse ?

Document 1 : La production primaire.

Les plantes chlorophylliennes occupent une place importante dans les écosystèmes et les agrosystèmes. En effet, grâce à la photosynthèse, ils sont capables de synthétiser la matière organique (production primaire). Ces plantes ont besoin d'un certain nombre d'éléments nutritifs, notamment l'eau et les sels minéraux. Lors de la réaction de photosynthèse, l'énergie lumineuse captée par la chlorophylle est convertie en énergie chimique, sous forme de matière organique.

A l'échelle de la planète, les végétaux verts utilisent pour la photosynthèse environ 0,1 % de la puissance solaire totale disponible.

La production primaire est la quantité de matière organique produite par unité de temps. Elle est réalisée par la photosynthèse, essentiellement par le phytoplancton dans les océans et par les végétaux terrestres sur les continents.

L'indice foliaire, ou indice de surface foliaire est une grandeur sans dimension, qui exprime la surface foliaire d'un arbre, d'un peuplement, d'un écosystème ou d'un biome par unité de surface de sol.

Le tableau suivant donne une comparaison de la productivité primaire et de l'indice foliaire dans différents écosystèmes :

Lieu/ Écosystème	Forêt tempérée	Forêt tropicale	Désert
Productivité primaire (gc/m ² /an)	1 200	1 600	3
Indice foliaire	3	5	0

Document 2 : Données énergétiques sur la productivité primaire à l'échelle du globe.

« L'objectif est ici de fournir des données chiffrées montrant l'importance de la photosynthèse à l'échelle de la planète. Les organismes chlorophylliens sont des producteurs primaires : ils utilisent l'énergie solaire et la matière minérale pour fabriquer de la matière organique stockant de l'énergie sous forme chimique.

A l'échelle de la planète, les organismes chlorophylliens utilisent pour la photosynthèse environ 0,1% de la puissance solaire totale disponible[...].

L'utilisation par la photosynthèse d'une très faible partie de l'énergie solaire reçue par la planète fournit l'énergie nécessaire à l'ensemble des êtres vivants (à l'exception de certains milieux très spécifiques où l'énergie est fournie par chimiosynthèse).

Le pouvoir calorifique du carbone est le suivant : 1 Kg de Carbone équivaut à 32 Mégajoules.


On peut donc déduire de l'étude de Field et al. les données suivantes qui sont exprimées en quantité d'énergie (kJ/an/m²) :

- puissance énergétique solaire annuelle : $5,4 \times 10^6$ kJ/an/m² ;
- productivité primaire brute océanique et continentale : $3,3 \times 10^4$ kJ/an/m² ;
- perte par décomposition dans le sol : $1,1 \times 10^4$ kJ/an/m² ;
- perte par respiration des êtres-vivants : $1,5 \times 10^4$ kJ/an/m² ;
- productivité primaire nette océanique et continentale : $6,6 \times 10^3$ kJ/an/m². ».

Analyser les données des deux documents pour dégager l'importance de la photosynthèse.

La biomasse végétale est la masse totale de matière végétale présente dans un milieu donné à un moment donné. Elle s'exprime en masse de matière sèche par unité de surface de sol (kg.m⁻²). Les végétaux verts sont les producteurs primaires indispensables. Ce sont les seuls êtres vivants capables d'élaborer des substances organiques à partir d'éléments minéraux. Il y a, à peu près chaque année, 20 milliards de tonnes de carbone qui sont fixés par les végétaux terrestres à partir du dioxyde de l'atmosphère et 15 milliards par les algues. Grâce à des pigments comme la chlorophylle, les végétaux absorbent une partie de la lumière visible, le reste de la lumière les éclairant étant transmis ou réfléchi. Au final, c'est la synthèse de matière organique à partir de dioxyde de carbone, d'eau et de sels minéraux. Tel est le bilan durant toute la croissance de la plante, produisant sa propre substance en rejetant de l'oxygène. À l'échelle planétaire, ce sont les algues et le phytoplancton marin qui produisent le plus d'oxygène, suivi des forêts (document 1).

À l'échelle de la planète, la photosynthèse permet la production primaire de matière organique, qui sert ensuite d'énergie chimique à toute la biosphère. Les végétaux verts utilisent de cette manière environ 0,1 % de la puissance solaire totale disponible et convertissent ainsi une partie de l'énergie solaire en énergie chimique utilisable par les êtres vivants. Le flux d'énergie capté par la photosynthèse (à l'échelle planétaire) est immense, approximativement 100 térawatts, qui est environ de 10 fois plus élevé que la consommation moyenne énergétique mondiale. Ce qui signifie qu'environ un peu moins du millième de l'insolation reçue par la terre est capté par la photosynthèse et fournit toute l'énergie de la biosphère (document 2).



La photosynthèse est à l'origine des combustibles fossiles : le charbon, le pétrole et le gaz.
Elle est donc source d'énergies renouvelables.

A l'échelle du globe, la photosynthèse joue un rôle essentiel puisqu'elle permet l'entrée de la matière minérale et de l'énergie dans l'ensemble du monde vivant : la biosphère.

INSTITUT PEDAGOGIQUE NATIONAL

Je retiens :

L'absorption de l'eau et des sels minéraux se fait au niveau de la zone pilifère de la racine composée de très nombreux poils absorbants. Il existe deux types de vaisseaux conducteurs qui conduisent deux sèves différentes :

- le xylème : c'est le vaisseau conducteur de la sève brute qui est essentiellement constituée d'eau et de sels minéraux. Cette sève est dite ascendante.

- le phloème : c'est le vaisseau conducteur de la sève élaborée qui est essentiellement constituée des produits de la photosynthèse. Cette sève est dite descendante.

Les plantes vertes peuvent se développer sur un milieu exclusivement minéral (Knop) : elles sont autotrophes par opposition aux hétérotrophes qui en sont incapables.

A la lumière, les végétaux chlorophylliens absorbent le CO_2 et dégagent l' O_2 : on parle d'échanges gazeux chlorophylliens. L'intensité chlorophyllienne est le volume de CO_2 absorbé ou celui d' O_2 dégagé par unité de masse et par unité de temps.

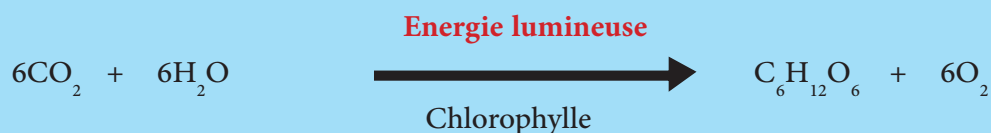
Le quotient chlorophyllien est le rapport entre le volume de O_2 rejeté sur le volume de CO_2 absorbé. Les échanges gazeux chlorophylliens sont influencés par les facteurs comme la lumière, le taux de CO_2 , la température...). Chacun de ces facteurs limite le phénomène par son insuffisance même si les autres sont fournis abondamment : c'est la loi du facteur limitant ou loi du minimum.

Les chloroplastes contiennent un pigment indispensable à la photosynthèse : c'est la chlorophylle-brute. Celle-ci est soluble dans les solvants organiques (alcools, benzène, acétone) et constituée de divers pigments (chlorophylles a et b, xanthophylles, carotène).

La chlorophylle capte l'énergie lumineuse qu'elle transforme en énergie chimique pour que la plante synthétise ses matières organiques. Les radiations les plus absorbées (rouge, violet, bleue...) par la chlorophylle sont les plus efficaces : spectre d'absorption.

La photosynthèse est le procédé de fabrication de matière organique (ou biomasse) par les plantes sous l'action de la lumière, grâce à la chlorophylle.

La photosynthèse peut s'étudier de manière globale avec :



Ce processus se déroule en réalité en deux phases bien distinctes :

- Les réactions photochimiques, appelées communément phase claire ou lumineuse, qui peuvent se résumer ainsi :



- Le cycle de Calvin, appelé aussi phase sombre :



Ce qui est noté énergie chimique correspond à 12 molécules de $\text{NADPH} + \text{H}^+$ et de l'ATP.
La 2^e phase utilise l'énergie chimique fournie par la 1^{re} phase photochimique.
Les végétaux chlorophylliens sont les premiers fournisseurs de l'écosystème en matières organiques : ils en sont les producteurs primaires.
En plus, ils enrichissent l'atmosphère en O_2 et l'appauvrissent en CO_2 .

Je m'exerce

Exercice 1 : Répondre par vrai ou faux.

La transpiration foliaire :

- a- ne dépend en rien des facteurs climatiques.
- b- est un phénomène biologique contrôlé par des facteurs physiques.
- c- est un phénomène physique sous contrôle biologique.
- d- ne joue aucun rôle dans l'ascension de la sève brute.
- e- se fait essentiellement au niveau des stomates.
- f- se traduit par l'émission de vapeur d'eau dans l'atmosphère.
- g- a la même valeur pour toutes les espèces végétales.

Exercice 2

1. Toutes les cellules vivantes sont:

- A. capables de réaliser la photosynthèse ;
- B. incapables de s'approvisionner en matériaux minéraux ;
- C. capables de fermenter ;
- D. capables de s'approvisionner en énergie.

2. Au cours de la photosynthèse :

- A. Les cellules convertissent l'énergie lumineuse en énergie chimique ;
- B. Les cellules synthétisent des molécules minérales ;
- C. Le dioxygène sert de matière première ;
- D. Le dioxyde de carbone est un déchet.

3. La photosynthèse :

- A. est une oxydation du dioxyde de carbone grâce à l'eau ;
- B. est une réduction du dioxyde de carbone grâce à l'eau ;
- C. a le dioxygène comme déchet ;
- D. a le dioxyde de carbone comme déchet.

4. Les cellules chlorophylliennes sont dites autotrophes car elles :

- A. synthétisent leur propre carbone organique;
- B. nécessitent un apport de carbone organique ;
- C. synthétisent leur propre carbone minéral ;
- D. ne nécessitent pas un apport de carbone minéral.

5. La photosynthèse:

- A. est réalisée par tous les êtres vivants ;
- B. est réalisée par les végétaux chlorophylliens ;
- C. permet la synthèse de dioxyde de carbone ;
- D. permet la libération du dioxygène.

6. A l'échelle de la plante, la photosynthèse permet la production de :

- A. sels minéraux ;
- B. matière organique ;
- C. dioxyde de carbone ;
- D. lumière.

7. Dans un écosystème, les producteurs primaires sont :

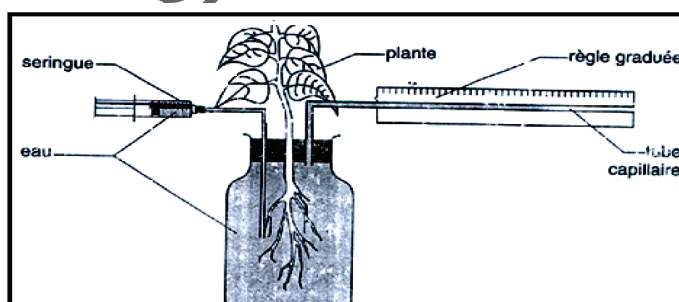
- A. au sommet de la chaîne alimentaire ;
- B. au milieu de la chaîne alimentaire ;
- C. capables de convertir de l'énergie chimique en énergie lumineuse ;
- D. responsables de l'entrée de matière et d'énergie dans le monde vivant.

8. Pour effectuer la photosynthèse, un organisme :

- A. ne consomme pas du CO_2 et des sels minéraux ;
- B. consomme de la matière organique ;
- C. a besoin d'énergie lumineuse ;
- D. a besoin d'énergie chimique.

Exercice 3

La figure ci-contre représente un montage expérimental appelé potomètre (potos = boire) dans lequel on mesure le déplacement du liquide dans le tube capillaire en fonction du temps. Le tableau suivant indique les résultats obtenus chez une même plante qui reste soumise aux mêmes conditions extérieures lors des trois mesures :



	Rameau intact	Rameau dont on a enlevé la moitié des feuilles	Rameau sans feuilles
Déplacement du liquide (en cm)	16,2	8,6	0,5

- 1) Expliquer le fonctionnement de cet appareil et ce qu'il mesure.
- 2) Quelle hypothèse a-t-on voulu tester ?
- 3) Déduire de l'analyse des résultats si l'hypothèse est vérifiée.

Exercice 4




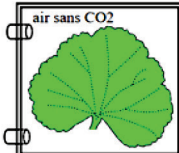



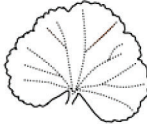
Trois lots de jeunes plantules de radis sont semés dans des atmosphères plus ou moins riches en dioxyde de carbone : un taux normal (0,03 %), un taux nul (0%) et un taux élevé (3%). Ils sont soumis à un éclairage homogène, à température uniforme et sont arrosés régulièrement. Les mesures de la matière sèche avant (début de germination) et après les expériences (au bout de 20 jours) permettent de qualifier les résultats.

Expérience :	Lot n°1 : (0,03% de CO ₂)	Lot n°2 : (0 % de CO ₂)	Lot n°3 : (3% de CO ₂)
Masse sèche des graines au début de la germination (en g)	1,2	1,2	1,2
Masse sèche des plantes récoltées après 20 jours (en g)	23,7	3,5	28,3

Que peut-on dire des résultats d'expériences ci-dessus ?

Exercice 5

On réalise une série d'expériences; les résultats se trouvent dans le document ci-dessous :

	Expérience 1	Expérience 2	Expérience 3	Expérience 4
Conditions d'expériences	lumière 	lumière 	lumière 	lumière 
résultats (test eau iodée après décoloration)				

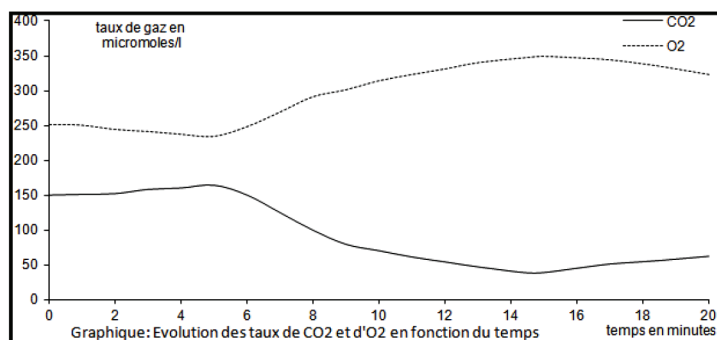
1. Pourquoi la feuille est-elle colorée en vert dans la série d'expériences ?
2. Que colore spécifiquement l'eau iodée ?
3. Dans l'expérience 3, pourquoi la partie blanche de la feuille est-elle toujours blanche dans le résultat du test à l'eau iodée ?
4. Que montre cette série d'expériences sur les conditions de réalisation de la photosynthèse ?

Exercice 6

En soumettant des euglènes (organismes chlorophylliens) à des périodes d'obscurité et d'éclairement, dans un milieu fermé dans lequel on enregistre la teneur en CO₂ et en O₂, on obtient les courbes suivantes :

En étudiant ce graphique, on peut déduire que:

- 1- les euglènes ont été éclairées de 0 à 5 minutes,
- 2- les euglènes ont été placées à l'obscurité entre 5 et 15 minutes,
- 3- les euglènes n'ont été placées à l'obscurité qu'à partir de 15 minutes.



Exercice 7

Des cultures végétales sont réalisées pendant 2 mois dans différentes conditions d'apport minéral. Les résultats sont rassemblés dans le tableau ci-dessous.

Sels minéraux ajoutés	Aucun	Nitrate (apport d'azote)	Phosphate (apport de phosphore)	Nitrate + phosphate
Biomasse produite après 2 mois en Kg.m ²	75	150	72	220

Mesure de la biomasse végétale produite dans différentes conditions expérimentales.

Ces résultats permettent de déduire que :

- 1- les plantes se développent aussi bien avec ou sans apport de sels minéraux,
- 2- les nitrates sont des sels minéraux qui accélèrent le développement de la plante,
- 3- les phosphates ajoutés seuls accélèrent la croissance,
- 4- l'apport de plusieurs sels minéraux permet une croissance optimale (maximale).

Exercice 8

Le document 1 présente les résultats d'expériences agronomiques :

Plantes		Conditions de culture	
		Sans engrais depuis 1902	Avec engrais (sels minéraux)
Blé	Grain	11,9 quintaux par hectare	36,4 quintaux par hectare
	Paille	11,6 quintaux par hectare	43,2 quintaux par hectare
Betteraves		144 quintaux par hectare	422 quintaux par hectare

Document 1A

Le tableau ci-dessous fournit des informations sur la masse de matière sèche de plantes identiques après 25 jours de croissance. Le sol est le même dans les 2 conditions.

Document 1B		Matière sèche
Plante à la lumière	Graine	0,93 g
	Plante à 25 jours	1,30 g
Plante à l'obscurité	Graine	0,93 g
	Plante à 25 jours	0,57 g

Document 1C : Des tomates en serre.

On sème des graines de tomate dans deux serres différentes. Les conditions de culture sont rigoureusement identiques ; seule diffère la teneur en dioxyde de carbone de l'air.

Dans la première serre, elle est de 0,03% (teneur normale de l'atmosphère terrestre), dans la seconde, elle est de 0,1% (atmosphère enrichie en dioxyde de carbone).

Trente jours plus tard, on arrache 100 plants de tomates dans chacune des deux serres. Ils sont déshydratés dans une étuve à 105°C puis pesés.

La masse moyenne d'un pied de la première serre est de 3,5 g, la masse moyenne d'un pied dans la deuxième serre est de 6,2 g.

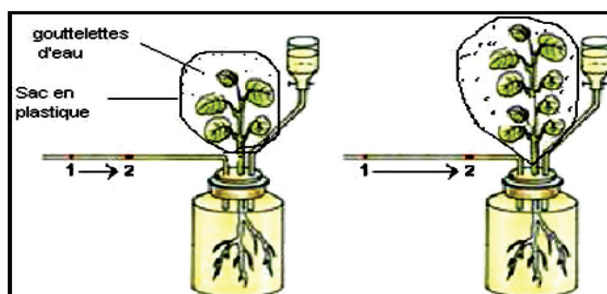
Rendements en quintaux par hectare	Sans engrais	Avec engrais
Sans irrigation	54	80
Avec irrigation	71	124

- Analysez successivement les résultats des 4 expériences du document 1 : 1A, 1B, 1C, 1D, pour dégager le ou les besoin(s) du végétal que chaque situation fait apparaître.
- Distinguez par leur nature, les 2 grands types de besoins recensés.
- Les végétaux chlorophylliens sont des êtres autotrophes. Définissez le terme d'autotrophie.
- A partir de l'ensemble des besoins identifiés à la question « 1.a. », écrivez les transformations qui conduisent à la fabrication de la matière végétale.
- Où se produisent ces transformations dans le végétal ? Comment se nomme le processus impliqué ?

Exercice 9

Les deux dispositifs suivants montrent 2 potomètres, qui présentent au temps t_0 la même position de l'index et qui renferment 2 plantes qui diffèrent uniquement par le nombre de feuilles :

- Comparez les deux potomètres au temps t (position 2 de l'index).
- Émettez des hypothèses quant à la relation entre absorption et transpiration.

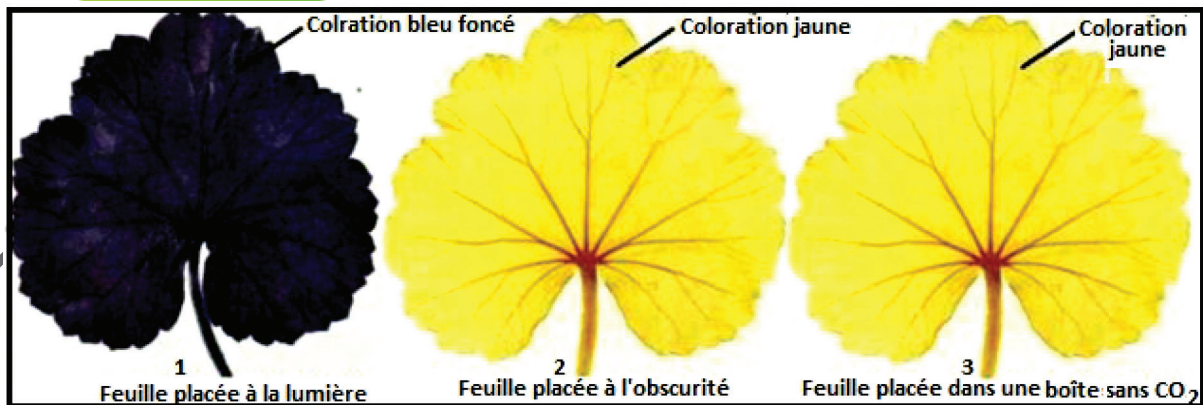


Exercice 10

Quelques conditions de la photosynthèse : On prélève trois feuilles de pélagonium (végétal chlorophyllien) :

- La feuille « 1 » est placée à la lumière ;
- La feuille « 2 » est placée à l'obscurité ;
- La feuille « 3 » est placée dans une boîte dépourvue de dioxyde de carbone.

Après quelques heures, on décolore les feuilles en les plongeant dans l'alcool bouillant puis on les rince à l'eau froide, on les étale dans une boîte de pétri et on les recouvre d'eau iodée. On obtient les résultats ci-dessous :



- 1-a-Quelle substance est mise en évidence par l'eau iodée?
 b- En quelle couleur se colore-t-elle en présence de cette substance ?
 2-Dans l'expérience 2, pourquoi la feuille est-elle jaune dans le résultat du test à l'eau iodée ?
 3-Quelle est la condition de la photosynthèse mise en relief dans l'expérience 3 ? Explique.

Exercice 11

On se propose d'étudier simultanément l'influence de l'intensité lumineuse sur l'intensité photosynthétique. On utilise pour cela des rameaux d'éloée fraîchement sectionnés dans de l'eau placés devant une lampe. On compte le nombre de bulles de dioxygène émises pour une intensité lumineuse connue à une distance précise. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Distance à la lampe (en cm)	1	3	5	7	9
Nombre de bulles de dioxygène par 20secondes	150	70	40	30	10

- 1-Tracer le graphique représentant la variation du nombre de bulles de dioxygène en fonction de la distance à la lampe. Prendre : 1cm pour 1cm en abscisses ; 1 cm pour 20 bulles par 20 secondes en ordonnées.
 2- Comment varie le nombre de bulles de dioxygène en fonction de la distance à la lampe ?
 3-Tirer une conclusion.

J'approfondis mes connaissances :

Document 1 : Transit vertical et horizontal.

1- La conduction verticale de la sève brute.

«Le xylème représente le tissu conducteur de la sève brute. Chez les plantes de petite taille (plantes herbacées ou jeunes germinations), le xylème primaire, contenant un nombre réduit d'éléments conducteurs (trachéïdes ou vaisseaux) suffit amplement pour faire monter la sève de quelques dizaines de centimètres. Chez les plantes ligneuses et en particulier chez les arbres, le volume de sève nécessaire est important et s'accompagne du développement très important du xylème secondaire ou bois. Ceci résout bien le problème du volume de sève à transporter mais pas celui de la hauteur.

Comment la sève est-elle transportée ?

- La capillarité

La première idée qui vient à l'esprit est de faire intervenir les forces de capillarité. En effet, chez les Angiospermes, le diamètre des vaisseaux est inférieur au millimètre et les éléments de vaisseaux mis bout à bout (par des perforations complètes) constituent un tube continu. De plus, leur paroi lignifiée est hydrophobe et cela limite les pertes latérales par diffusion. Cependant, chez les Gymnospermes, les trachéïdes ont une longueur limitée et sont reliées entre elles par de simples ponctuations (la sève est obligée de traverser une paroi cellulosique). La simple capillarité est incapable d'expliquer la montée de la sève sur plusieurs mètres, voire sur plusieurs dizaines de mètres.

- La cohésion des molécules d'eau

Les molécules d'eau entretiennent des relations intermoléculaires qui permettent à une colonne d'eau située dans un tube capillaire de ne pas se « rompre ». Cette propriété de l'eau est fondamentale pour expliquer la montée de la sève.

- La poussée racinaire

Pour qu'il y ait conduction, il faut qu'il existe une entrée et une sortie. L'entrée s'effectue au niveau des jeunes racines grâce à la surface absorbante importante réalisée par la multiplicité des poils absorbants ou par l'existence d'un feutrage de champignons symbiotiques (mycorhizes). L'absorption de l'eau, dans les conditions standard, s'effectue spontanément par suite de la différence de potentiel hydrique entre l'extérieur et l'intérieur de la racine. La charge de l'eau et des substances dissoutes de la racine vers le système conducteur nécessite par contre des processus actifs (au niveau de l'endoderme des racines). Ces processus provoquent une charge sous pression en bas de la colonne de sève. Cependant, cette «poussée racinaire» semble insuffisante pour permettre la montée de la sève à de grandes hauteurs.

- L'aspiration foliaire

En fait, c'est la transpiration des feuilles qui semble être le moteur principal de la sève brute. Les pertes d'eau par la transpiration ne sont pas néfastes (sauf en cas de grande sécheresse) mais au contraire permettent de créer une différence de potentiel hydrique entre le haut et le bas de la colonne de sève. Ceci d'ailleurs ne peut se réaliser que grâce aux propriétés remarquables de l'eau (cohésion des molécules).»www.snv.jussieu.fr

2- Transport latéral dans les racines.

«(1) Les poils absorbants absorbent l'eau et les sels minéraux, qui se déplacent le long des parois (voie apoplasmique).

(2) Les minéraux et l'eau qui traversent les membranes plasmiques des poils absorbants entrent dans le cytosol (voie symplasmique).

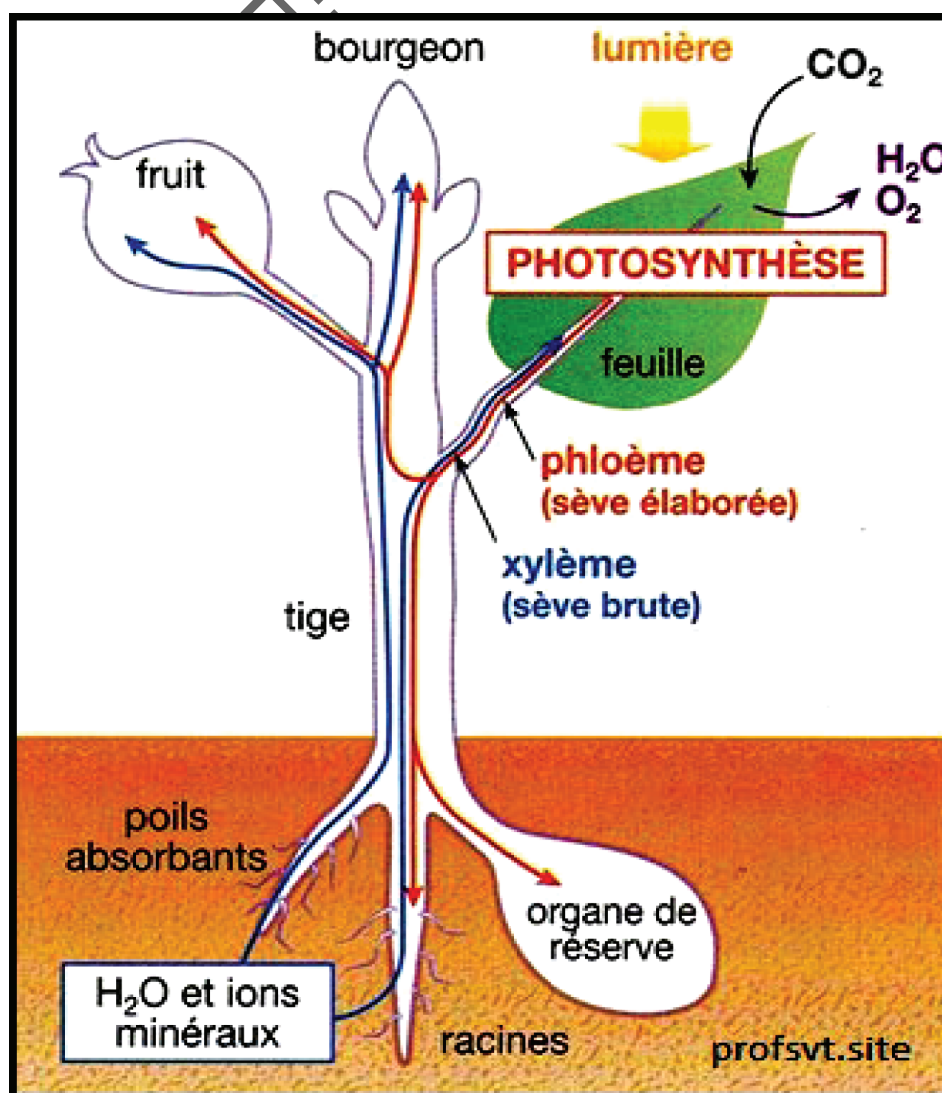
(3) Le long de la voie apoplasmique un peu d'eau et de minéraux sont transportés dans le cytosol des cellules, puis se déplacent via la voie symplasmique.

(4) La bande Casparian, une bande d'une matière cireuse, ne permet que des minéraux dans le symplaste de passer dans le cylindre vasculaire à travers la membrane plasmique des cellules endodermiques.

(5) Les cellules dans les vaisseaux vasculaires transportent l'eau et les minéraux à travers la plante.

Source : http://bio1903.nicerweb.com/Locked/media/ch36/root_transport.html

Document 2 : Bilan.



J'utilise mes connaissances :

La vie des plantes à fleurs au jardin de l'école ou de la maison :

« Un jardin vous apprendra à cultiver, à multiplier plantes et arbustes, à fleurir la cour de l'école ou de la maison, à obtenir fruits et légumes. Il vous permettra de réaliser, au long de l'année, des observations et expériences impossibles entre les murs de la classe. Un « coin nature », laissé sauvage, avec un petit bassin aménagé élargira le champ de vos observations.

+ Matériel de jardinage : au minimum machette et daba et, si possible, rateau, brouette, cordeau, bêche, arrosoir...

+ Le jardin et son emplacement : voici un plan possible (voir calendrier d'un jardin ci-dessous) : faut de l'eau à proximité, un terrain plat, ni trop sableux, ni de latérite (s'il y a trop de pente, faire des terrasses). Une clôture est nécessaire s'il y a des animaux. Vous creuserez un trou à compost.

+ Que planter et quand ? Un agent de l'agriculture vous dira que cultiver dans la région et comment. Lisez aussi des ouvrages de jardinage. Sachez cependant, qu'à condition d'arroser, vous pouvez cultiver, en savane, des légumes poussant normalement en forêt. C'est au début de la saison des pluies qu'ont lieu les plantations d'arbres fruitiers. Sans arrosage, les légumes se cultivent, en forêt, de mars à novembre et, en savane, de mai à octobre. Voici un exemple d'organisation du travail de l'année (voir calendrier d'un jardin ci-dessous).

+ Graines, semis, boutures : vous appliquerez vos connaissances sur la reproduction, la germination et la multiplication des végétaux. Les jeunes plantes nées de germinations ou de boutures sont fragiles ; il faut les protéger du soleil et bien les arroser.

Semis en place : à la volée, en ligne, pour les grosses graines (haricots, maïs, gombos...) ou dans des trous destinés à recevoir plusieurs graines, sur des buttes ou à plat.

Une grosse graine doit être enfoncée dans le sol d'au moins trois fois son diamètre.

La pépinière : son sol, fin, léger, sans cailloux (tamisé) est enrichi de terreau, d'humus. Vous pouvez le stériliser avant plantation, en y versant de l'eau bouillante (30 l. par m²). Quand les plants sont suffisamment grands, les plus forts sont choisis, pour être repiqués, de préférence par temps pluvieux ; on prend le plant avec sa motte de terre. On l'arrose deux fois par jour. On peut aussi placer chaque graine ou bouture dans un petit sac en plastique rempli de terre de pépinière ; il suffira de le déchirer ou d'en découper le fond au moment de la mise en place.

+ Entretien de la plantation : Il consiste à :

- arroser, toujours tôt le matin ou le soir après 17 heures ; un litre d'eau par plante environ, de préférence au pied (ce qui évite les maladies) ;

- aérer la terre, arracher les mauvaises herbes, couvrir le sol de paille (ce qui empêche leur repousse et garde l'humidité),

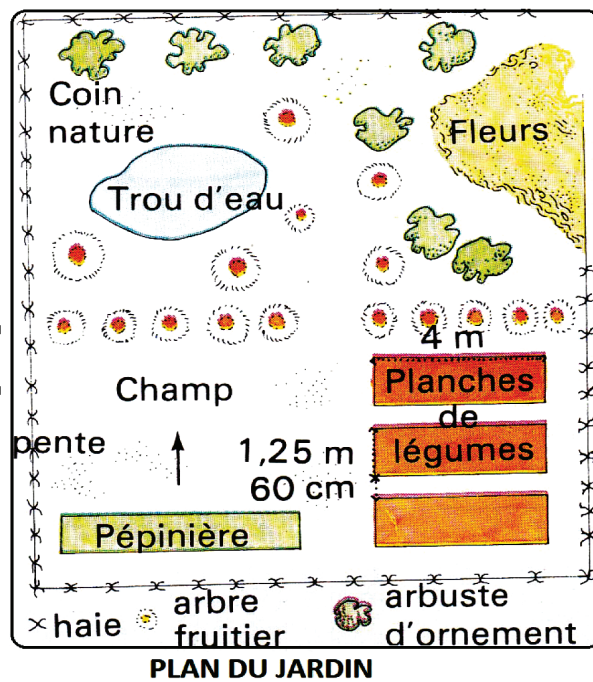
- éviter les maladies en ramassant chaque jour les insectes sur les plantes, en brûlant les parties malades, la vieille paille. Pour traiter ou prévenir les maladies avec des produits chimiques, consultez une personne compétente qui vous dira comment les utiliser et quelles précautions prendre. Ces produits sont le plus souvent dangereux ; suivez avec attention les conseils donnés.

Selon les cultures, d'autres opérations sont à effectuer : placer des tuteurs pour les plantes à tige grimpante ou fragile ; tailler pour obtenir de meilleures récoltes (arbres fruitiers...), etc.

- Des cultures en classe : Sans jardin, on peut encore faire des cultures en pots. N'importe quel récipient percé à sa base servira de pot. » Source : Biologie Afrique et pays intertropicaux, 6°, Hatier, 1994.

- Le calendrier d'un jardin.

Période	Travaux au jardin
Première année	<p>Octobre : - préparer le terrain : débrousser, labourer, tracer des chemins, mettre la clôture, préparer la pépinière et le trou à compost...</p> <p>- installer les planches perpendiculairement à la pente.</p>
	<p>Novembre : - planter les haies,</p> <p>- semer en pépinière (tomate, aubergine, piment, fleurs...)</p> <p>- semer en place (gombo, niébé, légumes à feuilles...)</p>
Deuxième année	<p>Décembre : - repiquer les semis en pépinière du mois précédent</p> <p>- nouveaux semis</p>
	<p>Mai</p> <p>- entretien, traitements,</p> <p>- plantations d'arbres fruitiers</p>
	<p>Juin : - fermeture du jardin s'il ne peut être entretenu pendant les vacances ;</p> <p>- semer une plante de couverture (niébé, courge, patate...) qui fertilise le sol et évite les mauvaises herbes,</p> <p>- protéger les arbres fruitiers des animaux.</p>
	<p>Octobre : - mêmes opérations mais changer les cultures sur une même planche pour lutter contre les maladies et ne pas épuiser le sol.</p> <p>Juin</p>




Source : Agriculture et petit élevage en zone tropicale par Y. Ernoult - Éditions Saint-Paul, Les Classiques Africains.

Projet de classe :

A la fin de cette unité, les élèves en sous-groupes réalisent :

- un protocole nutritif équilibré pour la nutrition d'une plante verte.
- une investigation montrant l'interdisciplinarité des sciences.
- Physiques : Spectre d'absorption, chromatographie, sédimentation etc.
- Chimie : Réactions chimiques, sels minéraux, composition chimique des engrais etc.
- Une investigation montrant l'interdisciplinarité avec d'autres matières :
Instruction civique : Campagnes de sensibilisation,...
- Une fiche métier décrivant le métier d'agronome (Activités, compétences, formation, carrière..).
- Français : Langage scientifique adapté.



INSTITUT PEDAGOGIQUE NATIONAL



INSTITUT PEDAGOGIQUE NATIONAL