



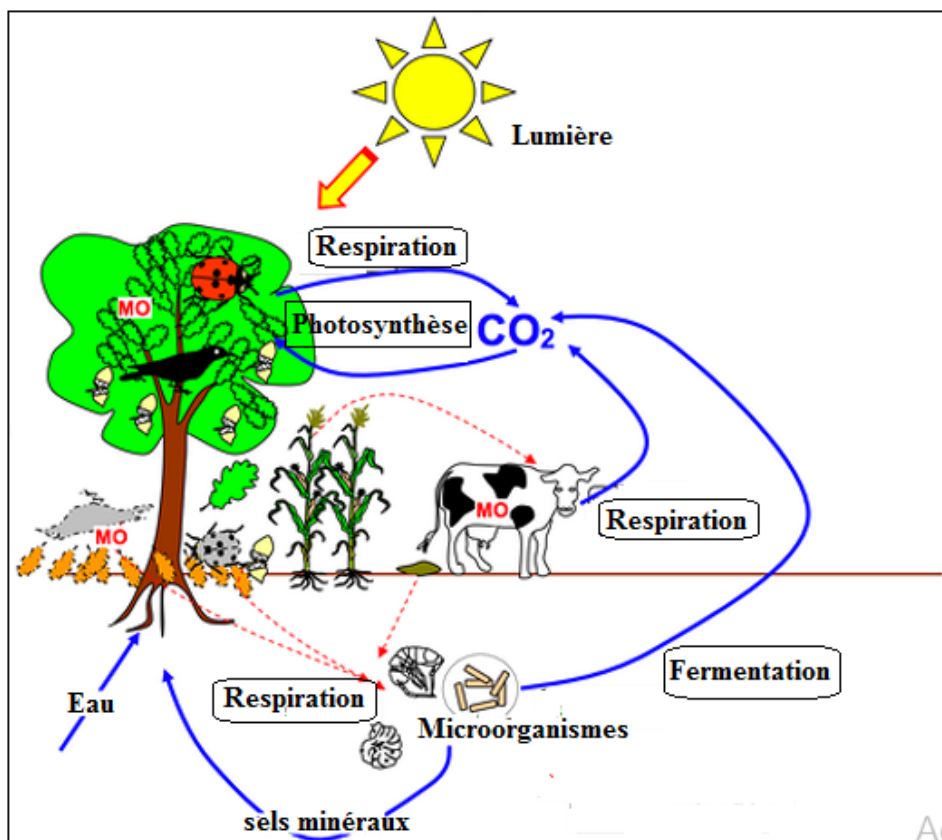
Unité 2 :

*Production de la matière
organique et flux
d'énergie*

Chapitre 1 :

Mécanismes de l'absorption de l'eau et des sels minéraux par les plantes

Introduction générale



L'énergie est à l'origine de toute vie, La principale source d'énergie pour les êtres vivants terrestres est le soleil, les végétaux chlorophylliens (*producteurs primaires* peuvent capter l'énergie solaire disponible et la stocker sous forme d'énergie chimique grâce aux mécanismes biochimiques de la photosynthèse). Les autres consommateurs des diverses chaînes alimentaires ne peuvent fabriquer leur propre matière organique et leur énergie qu'à partir de cette matière organique préexistante. On sait qu'à l'échelle d'un écosystème, la matière organique sera entièrement recyclée en matière minérale grâce aux décomposeurs du sol.

- ✓ Quels sont les mécanismes qui permettent l'absorption de l'eau et des sels minéraux ?
- ✓ Comment les plantes chlorophylliennes synthétisent leur matière organique ?

Chapitre 1 : Mécanisme de l'absorption de l'eau et des sels minéraux par les plantes

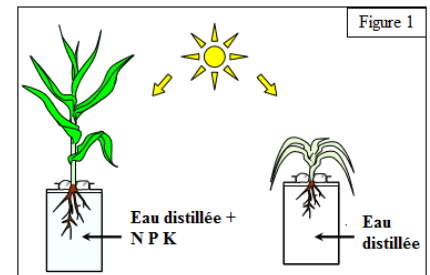
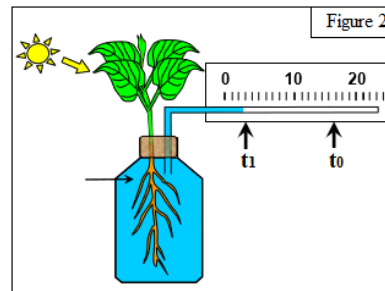
Introduction

Les plantes chlorophylliennes sont des usines photosynthétiques, elles absorbent de l'eau et des sels minéraux du milieu extérieure, effectuent des échanges gazeux et utilisent de l'énergie lumineuse pour produire de la matière organique essentielle à leurs croissances et aux autres consommateurs.

Pour étudier l'importance de l'eau et des sels minéraux chez les plantes chlorophylliennes, nous avons réaliser les expériences représenter dans la figure 1 et 2.

1- Analyser les résultats de ces expériences.

2- Que concluez-vous ?



Les réponses

1- A partir de l'expérience de la figure 1, nous avons vu que lorsqu'on ajout l'eau distillée seulement à la plante, elle ne peut pas bien vivre, alors que lorsqu'on ajoute en plus de d'eau distillée un mélange équilibré de sels minéraux les plus importants : L'azote (N), le potassium (K) et le phosphore (P) la plante est bien poussé.

➡ - Nous concluons donc que les sels minéraux jouent un rôle important dans la croissance des plantes.

1- A partir de l'expérience de la figure 2, nous avons vu que le niveau d'eau a diminué à la fin de l'expérience en présence de la lumière, indiquant que la plante l'absorbé.

➡ - Nous concluons donc que les plantes ont besoin de l'eau pour leurs vies.

✓ *Comment se font les échanges d'eau et des sels minéraux entre la plante et le milieu extérieur ?*

✓ *Quelles sont les structures cellulaires responsables de l'absorption de l'eau et des sels minéraux par les plantes chlorophylliennes ?*

✓ **Activité 1 : Mise en évidence des échanges hydriques au niveau des cellules végétales**

1. Mise en évidence des échanges hydriques :

✚ Protocole expérimentale

- On prépare des échantillons en forme de frites tailler dans une pomme de terre de 30 mm
- Préparer sept tubes à essai numérotés de 1 à 7 contenant chacun 20ml d'une solution de saccharose avec des concentrations croissante allant de 0mol/l dans le tube 1 à 1mol/l dans le tube 7.
- Placer dans chacun des tubes une frite bien immergée et laisser reposer pendant une heure
- Sortir les frites puis mesurer la longueur de chaque frite

Résultats :

Numéro du tube	1	2	3	4	5	6	7
Concentration du saccharose (mol/l)	0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	1
Longueur initiale en mm	30	30	30	30	30	30	30
Longueur après une heure	33.8	32.9	30	29.1	28.5	28	27.1
Différence de la longueur	+3.8	+2.9	0	-0.9	-1.5	-2	-2.9

- 1- Analyser les résultats de cette expérience
- 2- Expliquer la variation de la taille des frites dans différents solution
- 3- Que pouvez-vous déduire de ces résultats

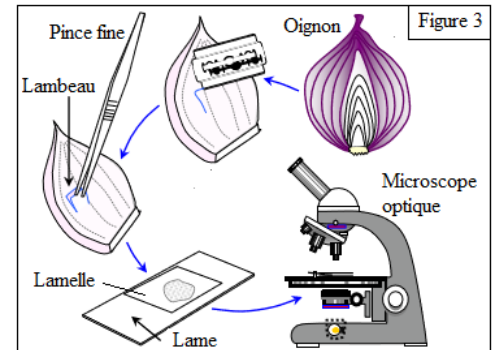
🚩 Réponses :

- 1- Les résultats montrent une augmentation de la longueur des frites dans les tubes de faible concentration de saccharose (entre 0 mol/L à 0.1 mol/L). Dans les solutions de saccharose à forte concentration (supérieure à 0.3 mol/L) la longueur des frites diminue, les frites qui se trouvent dans la solution de saccharose à concentration 0.3 mol/L n'ont pas changé de taille.
- 2- On peut expliquer l'augmentation de la taille des frites par l'absorption de l'eau, et la diminution de la taille des frites par la libération de l'eau.
- 3- Les cellules de la pomme de terre échangent l'eau avec le milieu externe, dont elles absorbent l'eau quand la concentration externe est faible, et elles libèrent l'eau quand la concentration externe est élevée.

2. L'observation microscopique des cellules végétales.

A. Le protocole expérimental

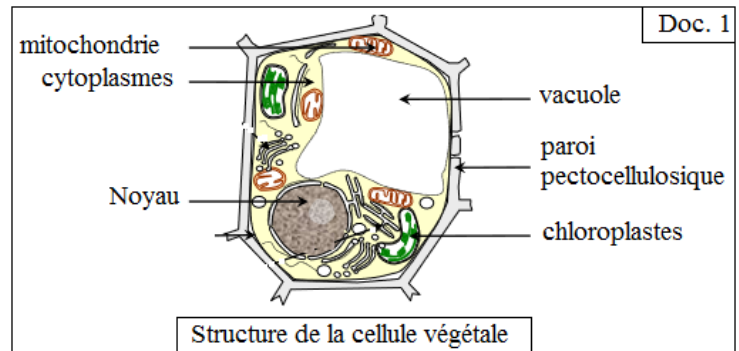
- Prélever des petits carreaux de l'épiderme interne d'une écaille d'un bulbe d'oignon.
- Placer des petits carreaux d'oignon sur une lame et déposer une goutte d'eau dessus, recouvrir d'une lamelle.
- On met chaque carreau entre lame et lamelle pour l'observation microscopique.
- Allumer le microscope et placer la lame puis faire les réglages nécessaires.



B. Structure de la cellule végétale

Les principaux constituants de la cellule végétale sont :

- ✓ **La paroi pectocellulosique** rigide constitue une sorte de squelette externe. Cette paroi est spécifique de la cellule végétale. Elle la protège.
- ✓ **Le noyau** entouré de la membrane nucléaire renferme l'information génétique.
- ✓ **Les chloroplastes** sont les organites où se produit la photosynthèse. Ils sont présents dans les organes aériens de la plante.



- ✓ **Les mitochondries** : elles transforment l'énergie contenue dans les molécules organiques en énergie utilisable par la cellule pour toutes ses fonctions (ATP).
- ✓ **Les vacuoles** sont spécifiques de la cellule végétale et permettent le stockage de l'eau, d'ions, de sucres...

3. Le phénomène d'osmose.

On place les cellules d'épiderme d'oignon dans deux solutions de saccharose de concentration différent, la cellule 1 est placée dans la solution de 50g/L et la cellule 2 est placée dans la solution de 200g/L.

- 1- Analyser les résultats de cette expérience
- 2- Expliquer les résultats dans les deux solutions
- 3- Que pouvez-vous déduire de ces résultats

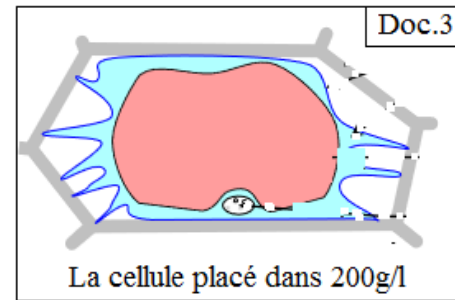
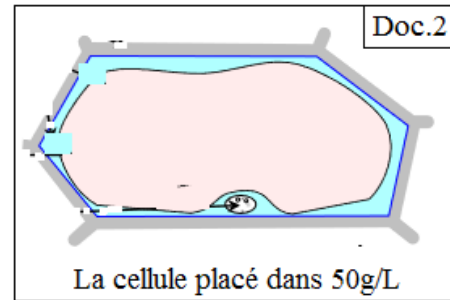


Réponses

1- Dans la solution de 50g/L la vacuole occupe tout le cytoplasme, et la membrane plasmique se colle contre la paroi cellulosique.

Dans la solution de 200g/L la vacuole a diminué de volume, ce qui provoque le décollement de la membrane plasmique de la paroi cellulosique.

2- Dans le document 2 le milieu extérieur est moins concentré que le liquide contenu dans l'intérieur de la cellule il va y avoir un échange. L'eau du milieu extérieur va rentrer dans la cellule en traversant la membrane cytoplasmique et



Dans le document 3 le milieu extérieur est plus concentré que le liquide contenu dans l'intérieur de la cellule, l'eau présente dans les cellules sort pour compenser la trop forte concentration qui se trouve à l'extérieur. (**La plasmolyse**)

3- L'osmose est le passage de l'eau du milieu moins concentré vers le milieu plus concentré.

4. La pression osmotique

La **pression osmotique** est en relation avec la concentration de la solution, le type de soluté, la masse molaire et la température. Théoriquement, on peut calculer la pression osmotique en utilisant la formule suivante :

$$\pi = R * C * T$$

R : Constante des gaz parfaits (R=0.082 atm).

C : Concentration molaire (mol/L).

T : La température absolue (en Kelvin, K=0 °C+ 273).

Exercice d'application :

Sachant que la concentration de la solution du glucose est de 100g/l, calculer la pression osmotique de cette solution, On donne ; Température : 20 °C ; M(C) = 12 g/mol, M(H) = 1 g/mol, M(O) = 16 g/mol.

Réponse :

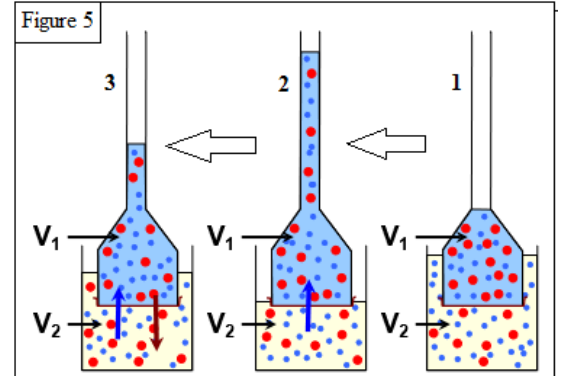
Pour calculer la pression osmotique on utilise la relation suivante : $\pi = R * C * T$

Donc $\pi = 13.21 \text{ atm}$

✓ **Activité 2 : La mise en évidence des échanges des substances dissoutes au niveau des cellules végétales**

1. La mise en évidence du phénomène de la diffusion

Dans le but de mettre en évidence les échanges des substances dissoutes entre les cellules et le milieu extérieur, on réalise l'expérience de la figure 5 : Au début (1), Le milieu V1 contient la solution 13 mol/L de saccharose et le milieu V2 contient la solution 7 mol/L. Les deux milieux sont séparés par une membrane perméable, c'est-à-dire qu'elle laisse passer au travers, l'eau et les substances dissoutes.



1- Analyser les résultats de cette expérience

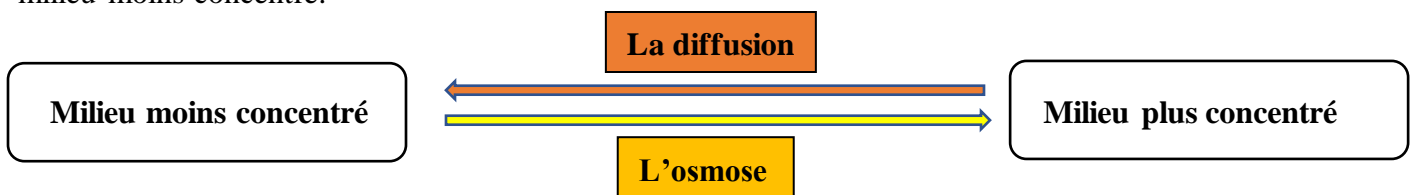
2- Que pouvez-vous déduire de ces résultats

Réponses

1- Au début de l'expérience (1) le milieu V1 est plus concentré que le milieu V2, Après un temps donné (2) l'eau passe du milieu V2 plus concentré vers le milieu V1 moins concentré, à la fin de l'expérience les molécules de saccharose passent du milieu V2 vers le milieu V1 et les deux milieux reviennent au même niveau.

2- le passage substances dissoutes se fait selon la loi de diffusion (du milieu plus concentré vers le milieu moins concentré).

➡ **La diffusion** c'est le passage de substances dissoutes (les sels minéraux) du milieu plus concentré vers le milieu moins concentré.



2. Notion du transport actif :

✚ **Expérience :**

Le tableau ci-contre montre une comparaison des concentrations de quelques ions dans l'eau de mer et dans les vacuoles. Si les cellules sont traitées par **le cyanure** : poisons qui bloquent la respiration cellulaire (source d'énergie) ; alors les différences de concentration des ions entre l'eau de mer et les vacuoles s'annulent. Analyser et interpréter ces résultats.

Ions	Concentration dans l'eau de mer En (g/L)	Concentration dans les vacuoles En (g/L)
Na ⁺	10.9	2.1
K ⁺	0.5	20

✚ Analyse et interprétation :

On remarque une différence de concentration ionique entre l'eau de mer et les vacuolaire. Les vacuolaire est plus concentré en K^+ , et l'eau de mer est plus concentrée en Na^+ . L'ajout de cyanure entraîne la disparition de différences de concentration des ions entre l'eau de mer et les vacuoles (l'isotonie). Donc pour maintenir l'inégalité des concentrations des ions de part et d'autre de la membrane cytoplasmique, les échanges d'ion transportent du milieu moins concentré vers le milieu le plus concentré (contre le gradient de concentration) en utilisant de l'énergie, on parle de **transport actif**.

Le transport actif : c'est le passage des substances dissoutes du milieu moins concentré (**hypotonique**) vers le milieu le plus concentré (**hypertonique**).

✓ Activité 3 : Structure et ultrastructure de la membrane plasmique et de la paroi squelettique

Dans les tissus végétaux, chaque cellule est délimitée par une membrane plasmique et entourée par une paroi pectocellulosique (ou squelettique).

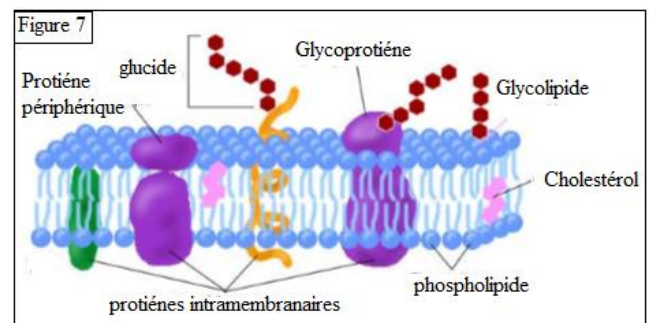
Comment ces structures cellulaires assurent-elles le transport de l'eau et des sels minéraux indispensables à la vie des cellules ?

1. Structure de la paroi squelettique

L'observation microscopique de la paroi montre qu'elle est constituée de deux couches (cellulose et pectine) pour cela elle est nommée paroi pectocellulosique, et elle est caractérisée par la présence des pores appelés plasmodesmes tout au long de la paroi, ce qui signifie qu'elle est perméable à l'eau et aux ions, Ainsi la paroi ne contrôle pas les échanges cellulaires (**Doc. 6**).

2. Structure et ultrastructure de la membrane plasmique :

Selon le modèle de mosaïque fluide (1971), de Singer et Nicolson, la membrane plasmique est constituée de deux couches de phospholipides (chaque couche est constituée de deux feuillets claire et sombre) avec des protéines intégrales (protéines membranaires) qui jouent des rôles divers dont elles assurent les échanges de l'eau et des ions, les lipides et les protéines de la face externe sont attachés à des sucres en formant des glycolipides et des glycoprotéines (**Doc.7**).

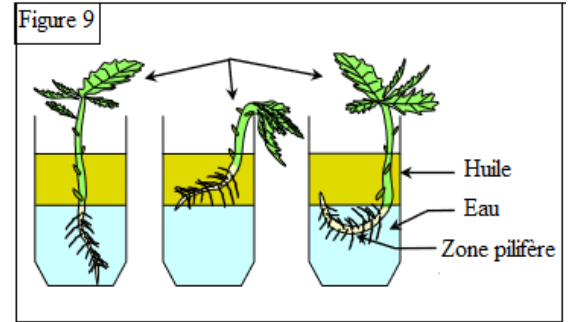


✓ **Activité 4 : Rôle des poils absorbants dans l'absorption de l'eau et des sels minéraux**

1. La mise en évidence de la zone racinaire responsable de l'absorption

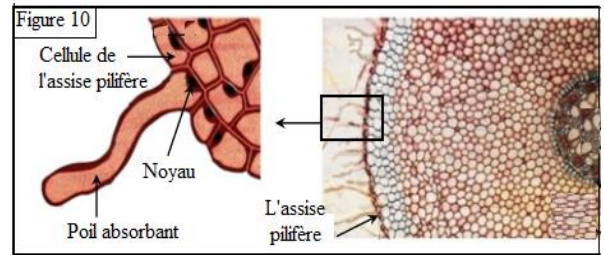
On dispose de trois jeunes plantes (plantule), sur un milieu contenant une couche d'eau surmontée d'une couche d'huile, de la manière représentée par **la figure 9**. Que pouvez-vous déduire de ces résultats.

Lorsque la zone pilifère de la racine se trouve dans l'eau, la plantule est vivante (expérience 1 et 3). Au contraire, si la zone pilifère de la racine se trouve dans l'huile, la plantule flétrit (expérience 2) donc la zone pilifère contient des poils qui absorbent l'eau, ce qui permet à la plantule de rester en vie.



2. La structure et l'ultrastructure du poil absorbant

Le poil absorbant est une cellule végétale qui fait partie de l'assise pilifère ; Elle se compose principalement de paroi squelettique, membrane cytoplasmique, cytoplasme, vacuole et noyau.



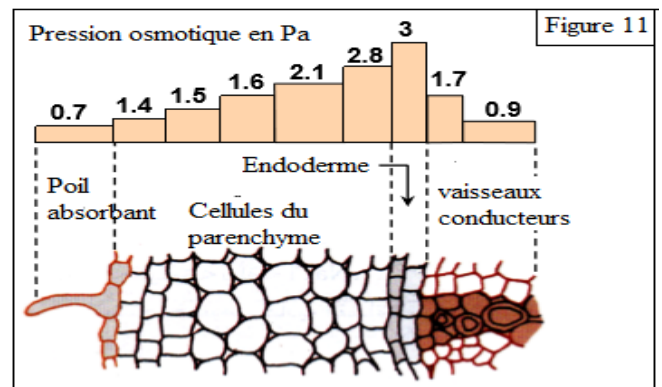
3. Mécanismes d'absorption de l'eau et des sels minéraux par les plantes

La figure 11 représente les résultats de la mesure de la pression osmotique dans les différentes cellules qui constituent la racine au niveau de la zone pilifère. En exploitant les données de cette figure, expliquer comment la plante absorbe l'eau et les sels minéraux.

❖ **Réponse**

On observe d'après cette figure que la pression osmotique est croissante, des poils absorbants jusqu'à la fin de l'endoderme et après l'endoderme ; on observe une inversion du gradient de pression osmotique (elle devient décroissante).

- Donc l'eau circule de l'assise pilifère à la fin du parenchyme cortical (l'endoderme) par le phénomène d'osmose alors que les solutés nécessitent un transport actif à ce niveau-là.
- De la fin de l'endoderme jusqu'au niveau central les sels minéraux peuvent être transportés par diffusion alors que l'eau ne peut pas circuler par osmose mais nécessite aussi un transport actif.



Chapitre 2 :

Les échanges gazeux chlorophylliens

Chapitre 2 : Les échanges gazeux chlorophylliens

Introduction

En plus de la lumière, de la chlorophylle, de l'eau et des sels minéraux, les plantes ont besoin du dioxyde de carbone (CO_2) présent dans l'atmosphère pour produire leur propre matière organique. Les plantes prélèvent donc du dioxyde de carbone et rejettent du dioxygène (O_2) dans leurs milieux de vie. Ce sont les échanges gazeux chlorophylliens.

✓ Activité : La mise en évidence des échanges gazeux chlorophylliens

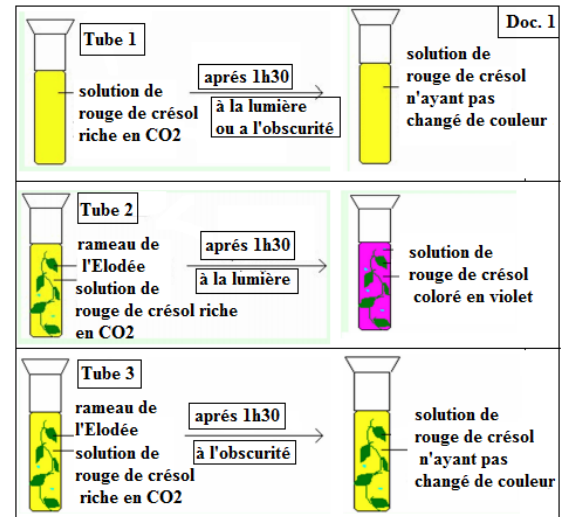
1. La mise en évidence de l'absorption de CO_2 par les plantes

Pour mettre en évidence l'absorption du CO_2 par la plante Elodée (plante aquatique), On réalise les expériences suivantes dont on a utilisé le rouge de crésol (*Doc.1*) : Le rouge de crésol devient jaune dans un milieu riche en CO_2 et violet dans un milieu pauvre en CO_2 . Que pouvez-vous déduire de ces résultats.

✓ Analyse et interprétation :

- ❖ Dans le tube 1 on observe après 1h30 soit à la lumière ou à l'obscurité que le rouge de crésol n'a pas changé de couleur.
- ❖ Dans le tube 2 on observe après 1h30 et en présence d'un rameau de l'élodée à la lumière que le rouge de crésol coloré en violet ce qui signifie que le milieu devient pauvre en CO_2 .
- ❖ Dans le tube 2 on observe après 1h30 à l'obscurité que le rouge de crésol n'a pas changé de couleur malgré qu'on ajoute un rameau de l'élodée.

➡ **Déduction** : À la lumière, les plantes vertes (aquatiques ou à vie aérienne) absorbent le CO_2 .



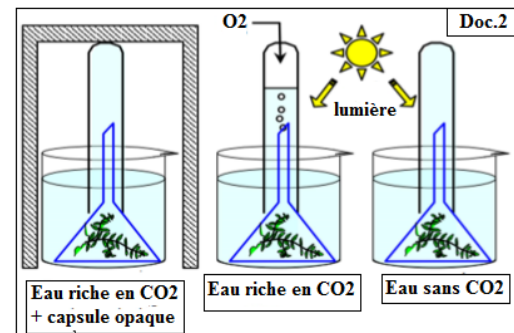
2. La mise en évidence du dégagement d'Oxygène par les plantes

Pour mettre en évidence du dégagement d'Oxygène par les plantes. On réalise les expériences suivantes sur trois tubes comme le montre le document 2. Que pouvez-vous déduire de ces résultats.

✓ Analyse et interprétation :

- ✓ En présence d'une capsule opaque le niveau d'eau dans le tube reste stable.
- ✓ A la lumière et en présence de CO_2 , le niveau d'eau dans le tube diminue et remplacé par l'oxygène qui dégagé par la plante aquatique.

➡ **Conclusion** : En présence de la lumière et le CO_2 , les végétaux chlorophylliens dégagent O_2 .

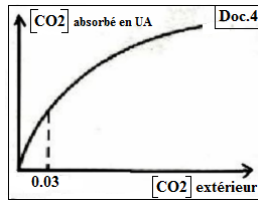
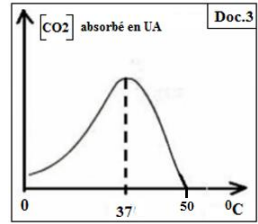


✓ Activité 2 : Les facteurs influençant les échanges gazeux chlorophylliens

1. L'influence de la concentration externe de CO₂ et de la température :

Dans le but de mettre en évidence l'effet de la température et le CO₂ sur les échanges gazeux chlorophylliens, nous avons étudié l'évolution de la concentration de CO₂ absorbé par les plantes en fonction de la température et de CO₂ externe. Le document 3 et Le document 4 représentent les résultats obtenus. Analyser et interpréter ces résultats.

Analyse et interprétation :



- Aux basses températures, la photosynthèse nette (volume de CO₂ absorbé) est très faible. Elle augmente avec l'augmentation de la température. Le maximum de volume de CO₂ dégagé est atteint à 37°C (température optimale). Au-dessus de 37°C, la photosynthèse nette diminue rapidement pour s'annuler vers 50°C.
- La consommation absorbée de CO₂ croît avec la teneur en CO₂ de l'air jusqu'à un optimum (la concentration de CO₂ dans l'air n'est que de 0,03% ce qui est loin de l'optimum)

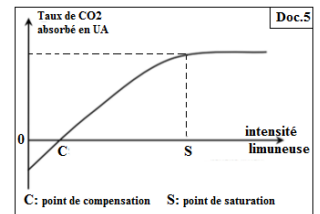
➔ Donc la température et la concentration de CO₂ externe sont des facteurs limitants de la photosynthèse.

2. L'influence de l'intensité lumineuse

On dispose des plantes chlorophylliennes à une intensité lumineuse croissante, en présence de CO₂ et de la température ambiante. Ensuite on mesure la concentration de CO₂ absorbé pour chaque intensité lumineuse, les résultats sont représentés dans le document 5. Analyser et interpréter ces résultats

Analyse et interprétation :

À partir du point de compensation (C) qui représente la valeur de l'éclairement où la photosynthèse compense la respiration, c'est-à-dire que la photosynthèse nette est nulle, on assiste à une augmentation du taux de CO₂ en fonction de l'augmentation de l'éclairement jusqu'au point (S) correspondant à l'intensité d'éclairement saturante où la photosynthèse est maximale est stable quel que soit l'éclairement.

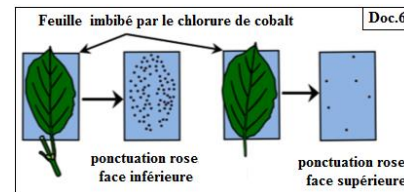


➔ Donc la lumière est un facteur limitant de la photosynthèse.

✓ Activité 3 : Structures des stomates et leur rôle dans les échanges gazeux chlorophylliens

1. La mise en évidence des stomates

Pour mettre en évidence des stomates on utilise le chlorure de Cobalt dont la couleur est bleue dans un milieu sec et rose dans un milieu humide (présence d'eau). Deux papiers imbibés par le chlorure de Cobalt sont placés sur les deux faces d'une feuille verte. Au bout d'un certain temps, on décolle le papier et l'on y observe de nombreuses petites tâches roses (Doc.6). Que pouvez-vous déduire de ces résultats.

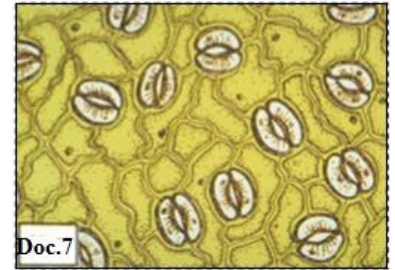


On observe que la ponctuation rose de la face inférieure est supérieure à celle de la face inférieure donc les feuilles portent, surtout sur la surface inférieure, des structures épidermiques d'émission d'eau et des gaz appelées **stomates**.

2. Structure des stomates

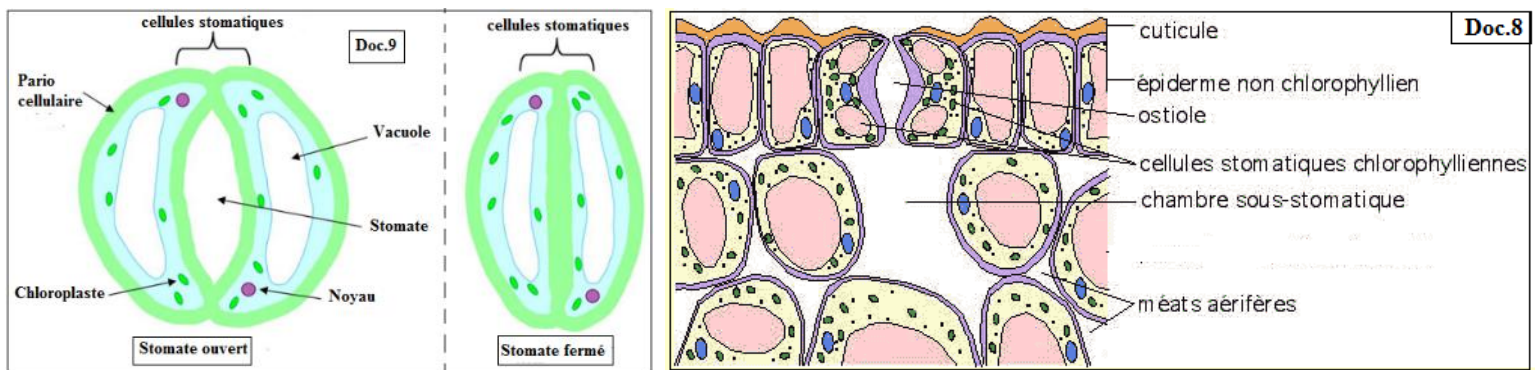
A. Observation microscopique (TP)

A l'aide d'un scalpel et d'une pince fine on prélève un lambeau d'épiderme d'une feuille, Ensuite on y place (le lambeau) sur la lame en ajoutant une goutte d'eau, on recouvre tout avec une lamelle et on passe à l'observation sous le microscope. Réaliser la manipulation Suivante



B. Structure des stomates

Les stomates sont composés d'une paire de cellules parenchymateuses spécialisées, appelées cellules stomatiques (cellules de garde), et sont séparés par une petite ouverture centrale (l'ostiole). Ils présentent également chacun une chambre sous-stomatique, soit un espace intercellulaire situé au-dessous du stomate. Doc.8 et 9



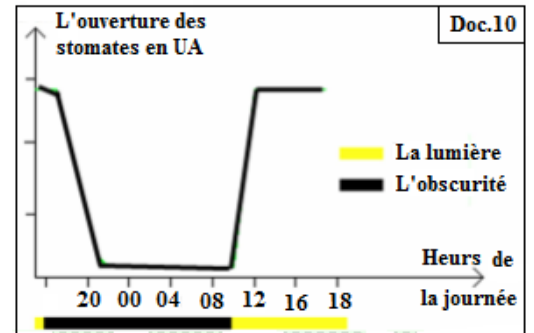
C. Les facteurs agissant sur l'ouverture et la fermeture des stomates

Le document 10 représente l'ouverture des stomates en UA en fonction des heures de la journée (la lumière et l'obscurité). Analysez et interprétez ces résultats.

Analyse et interprétation :

En présence de la lumière, l'ouverture des stomates en UA est élevée, mais pendant l'obscurité l'ouverture des stomates en UA est très faible.

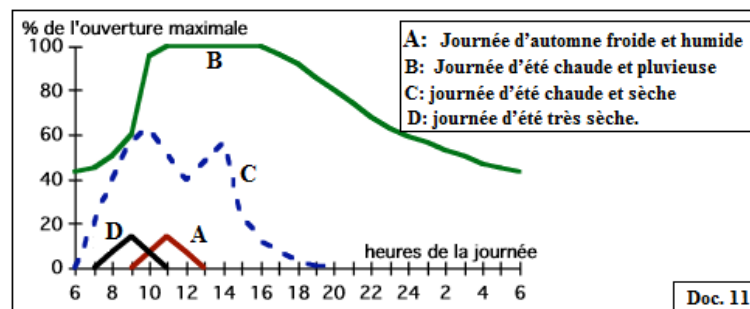
➡ Donc la lumière influence l'ouverture des stomates.



Le document 11 représente l'ouverture saisonnier des stomates en fonction de la température et de l'humidité. Que pouvez-vous déduire de ces résultats.

Le pourcentage d'ouverture des stomates est maximal, lorsque la température et l'humidité sont élevées.

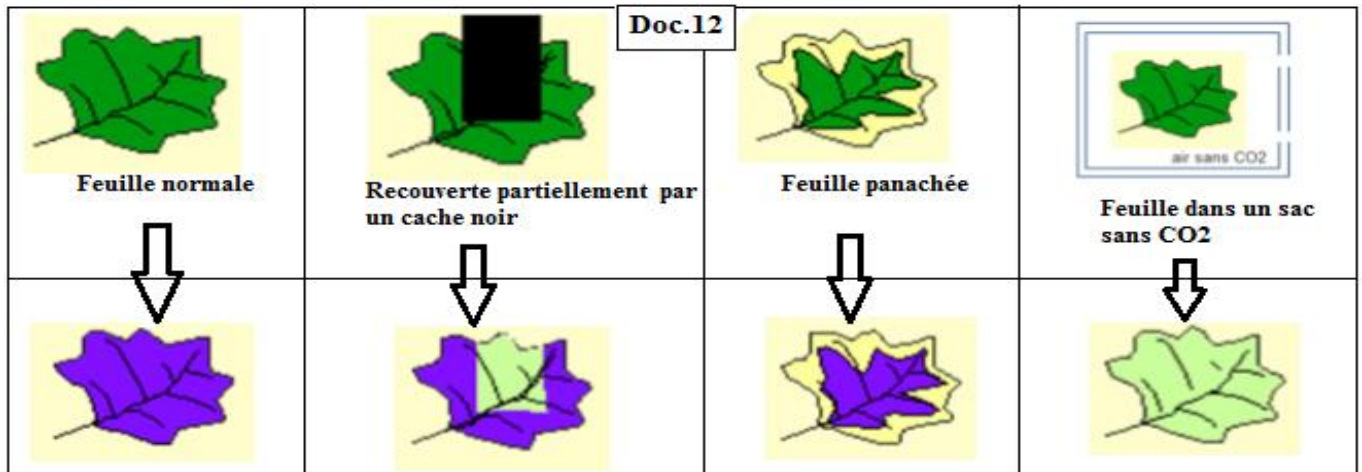
➡ Donc, la température et l'humidité influencent l'ouverture des stomates.



✓ Activité 4 : Production de la matière organique par les plantes.

1. Les conditions indispensables à la synthèse de la matière organique (Amidon)

Pour déterminer les conditions de la synthèse de la matière organique chez les plantes chlorophylliennes, On éclaire une plante verte pendant 12 heures. Ensuite enlevé de la plante quatre feuilles et les mises dans l'éthanol bouillant pendant 5 minutes pour détruire les cellules puis les recouvrir de Lugol (Bleu foncé à violet en présence de l'amidon) dans une boîte de Pétri les résultats sont représentés dans le document 12.



➤ D'après l'expérience 1, on constate que toute la partie de la feuille colorée en bleu violet donc elle produit de l'amidon dans toutes ses parties.

➤ D'après l'expérience 2, la feuille colorée en bleu violet (présence de l'amidon) sauf la partie qui recouvre par le cache noir.

➡ **Donc la lumière est indispensable à la production de la matière organique.**

➤ D'après l'expérience 3, on constate que la synthèse de l'amidon (coloration bleu violet) se fait uniquement dans la partie chlorophyllienne.

➡ **Donc la chlorophylle est indispensable à la production de la matière organique.**

➤ D'après l'expérience 4, on constate qu'en absence du CO₂ la feuille verte ne produit pas d'amidon,

➡ **Donc le CO₂ est indispensable à la synthèse de la matière organique.**

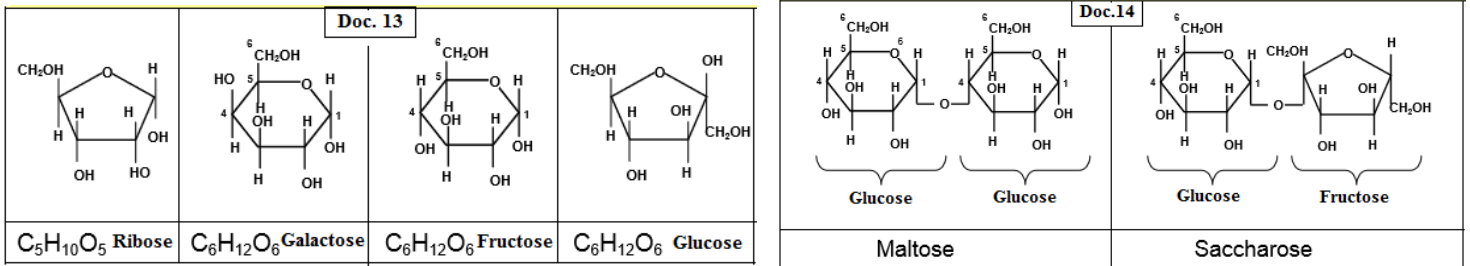
2. La nature chimique de la matière organique produite par les plantes

○ Les Glucides

Les glucides sont constitués de 3 éléments essentiels, le carbone (C), l'hydrogène (H) et l'oxygène (O). Ils portent des fonctions Alcools. On distingue entre des Oses et des Osides :

Les Oses ou monosaccharides, sont constitués par de simples molécules comme Glucose, Fructose (Doc.13).

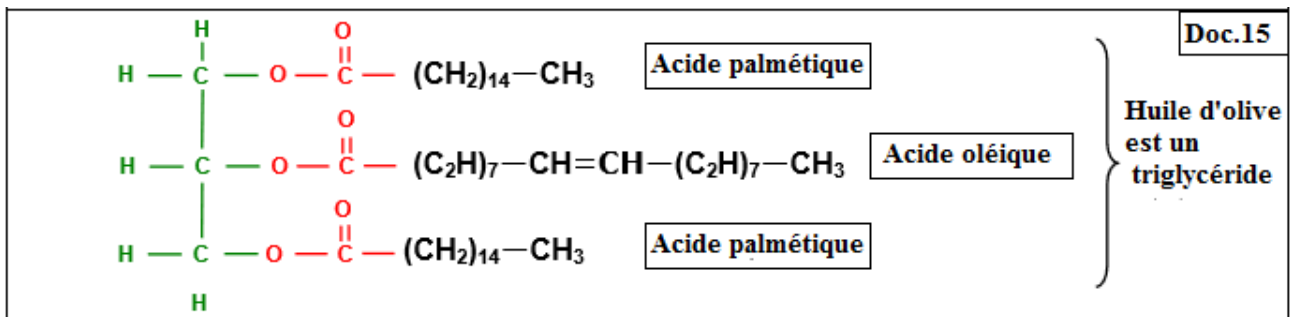
Des Osides : Sont classés en disaccharides, constitués par seulement deux oses : Maltose, saccharose (Doc.14). Et des polysaccharides, constitués par plusieurs oses : l'amidon par exemple.



o Les lipides

Les lipides sont des molécules organiques insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques comme benzène, éther, ... Ils sont caractérisés par la présence dans la molécule d'au moins un acide gras ou chaîne grasse.

Exemple : Huile d'olive



o Les protéines

Les protéines sont des macromolécules biologiques présentes dans toutes les cellules vivantes constituée de l'enchaînement de résidus d'acides aminés (Doc.16) liés entre eux par des liaisons peptidiques.

