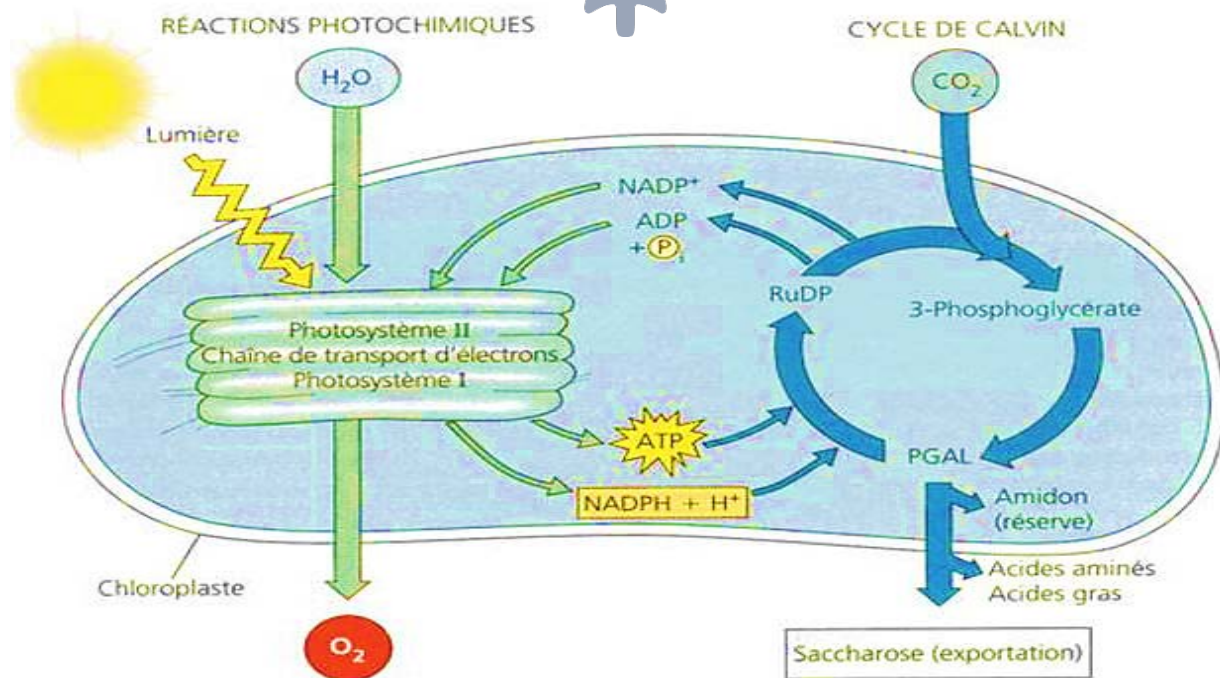




# CHAPITRE II : LA PHOTOSYNTHÈSE

Polycopie de l'élève

1<sup>ère</sup> ScExF



Les plantes chlorophylliennes se caractérisent par la capacité de synthétiser les substances organiques à partir de substances minérales ; c'est-à-dire l'eau et le sel minéraux absorbés en niveau du sol ; et le CO<sub>2</sub> présent dans l'atmosphère. C'est pour cela qu'on dit que les plantes chlorophylliennes sont autotrophes. Contrairement aux organismes hétérotrophes qui, en plus d'eau et les ions minéraux, ont besoin de substances organiques pour leur nutrition.

- Comment les plantes chlorophylliennes synthétisent-elles les substances organiques ?
- Quelles sont les structures cellulaires qui interviennent.
- Comment se fait la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique potentielle des substances organiques ?
- Quelles sont les principales classes de matières organiques qui résultent de la photosynthèse ?

**Les acquis :**

- Quels sont les échanges gazeux réalisés par la plante : en présence de la lumière et en son absence ?  
.....  
.....
- Les plantes chlorophylliennes sont dites autotrophes. Expliquer.  
.....  
.....
- Quelles sont les substances organiques fabriquées par la plante ?  
.....  
.....
- Comment mettre en évidence la présence de l'amidon dans une plante ?  
.....  
.....
- Comment mettre en évidence la présence de sucres simples dans une plante ?  
.....  
.....

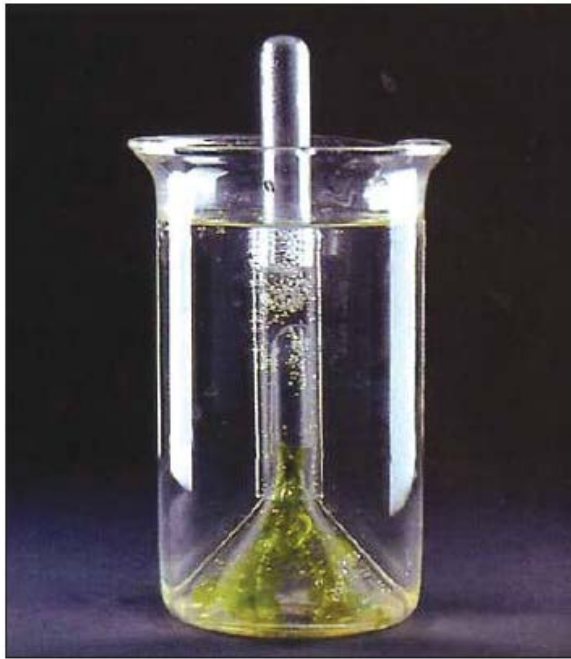
**Table des matières :**

I- Les échanges gazeux chez les plantes vertes	
A- Les échanges gazeux chlorophylliens et leurs facteurs influençant	
1- Mise en évidence de l'émission de l'oxygène chez l'élodée	
2- Mise en évidence de l'absorption du CO <sub>2</sub> chez l'élodée	
3- Facteurs influençant les échanges gazeux chlorophylliens	
a- Comment étudier un facteur limitant	
b- Influence de la température	
c- Influence de l'éclairement	
d- Influence de la concentration de CO <sub>2</sub> de l'air	
B- Structures responsables des échanges gazeux chez la plante :	
1- Rappel de la structure des stomates	
2- Facteurs influençant l'activité des stomates	
II- Les conditions de production de la matière organique chez les plantes chlorophylliennes	
1- Condition de production de la matière organique par les plantes vertes	
2- Nature chimique de la matière organique produite par la plante	
a- Les glucides	
b- Les lipides et protides	
III- Conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique par les plantes chlorophylliennes	
1- Extraction et séparation de la chlorophylle	
2- Localisation de la chlorophylle au sein de la cellule	
3- Propriétés des pigments chlorophylliens	
4- Rôle des pigments chlorophylliens dans la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique	
5- Réactions photochimiques de la phase claire	
6- Production de l'énergie chimique : ATP	
7- La phase non photochimique de la photosynthèse	
8- Diversité des sources trophiques chez les êtres vivants	

I- Les échanges gazeux chez les plantes vertes

A- Les échanges gazeux chlorophylliens et leurs facteurs influençant

1- Mise en évidence de l'émission de l'oxygène chez l'élodée

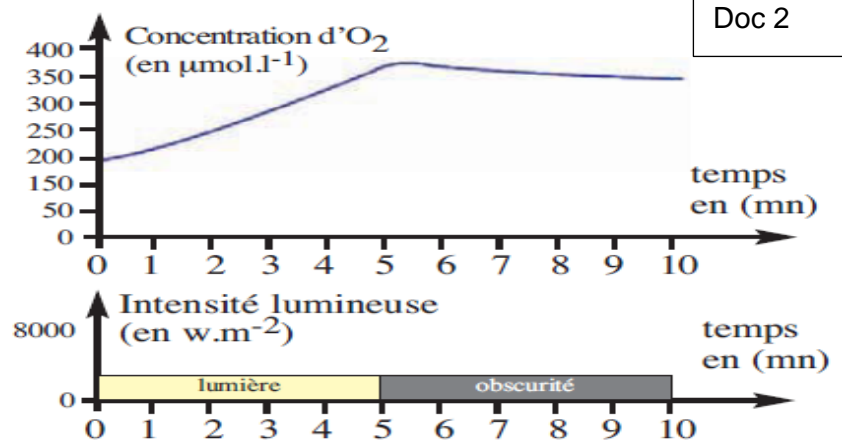


Doc 1

- On expose une plante aquatique (l'élodée) à la lumière, selon le protocole expérimental schématisé ci-contre.
- Au début de l'expérience le tube renversé est plein d'eau. Au fil du temps le végétal dégage des bulles gazeuses qui s'accumulent au fond du tube.
- Pour caractériser ce gaz, une baguette de bois enflammée puis éteinte (extrémité encore incandescente) est plongée dans un tube de dégagement. La baguette se rallume, il s'agit de dioxygène( $O_2$ ).

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

Interpréter la courbe.

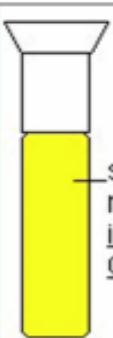
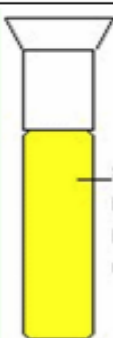

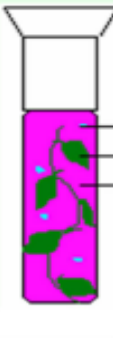

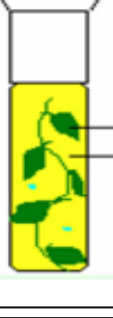


2- Mise en évidence de l'absorption du CO<sub>2</sub> chez l'élodée

Interpréter chacune des expériences figurant sur le document 3

Doc 3

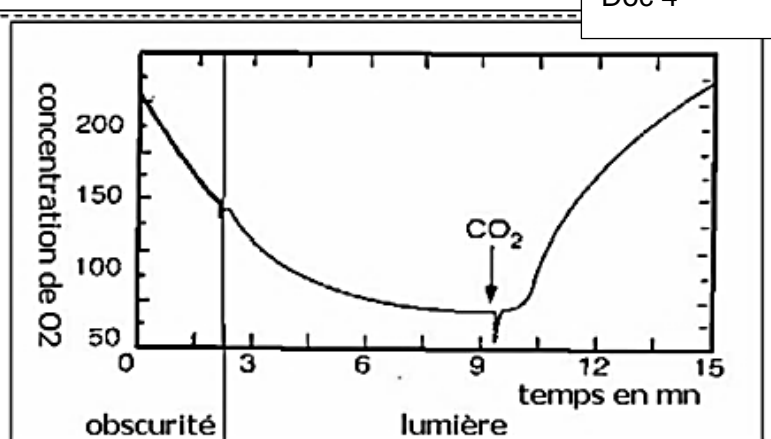
### Expériences

<b>1</b>	 <p>Tube 1</p> <p>solution de rouge de crésol <u>initiale, riche en CO2</u></p>	<p>après 1h30 à la lumièr<u>è</u> ou à l'obscurité</p>	 <p>solution de rouge de crésol n'ayant pas changé de couleur</p>
<b>2</b>	 <p>Tube 2</p> <p>rameau d'Elodée solution de rouge de crésol <u>ric<u>h</u>e en CO2</u></p>	<p>après 1h30 à la lumièr<u>è</u></p>	 <p>bulle rameau d'Elodée solution de rouge de crésol colorée en violet donc <u>pauvre en CO2</u></p>
<b>3</b>	 <p>Tube 3</p> <p>rameau d'Elodée solution de rouge de crésol <u>ric<u>h</u>e en CO2</u></p>	<p>après 1h30 à l'obscurité</p>	 <p>rameau d'Elodée solution de rouge de crésol <u>ric<u>h</u>e en CO2</u></p>

### 3- Facteurs influançant les échanges gazeux chlorophylliens

#### a- Importance de la lumière et de CO2

On met des feuilles d'une plante aquatique dans un milieu pauvre en CO2. D'abord le montage est mis dans l'obscurité. Après un certain temps, on l'expose à la lumière. Un appareillage adapté permet de mesurer la concentration en O2 dans le milieu. A un instant donné, on ajoute au milieu une quantité d'hydrogénocarbonate de sodium, qui est une source de CO2. Les résultats sont représentés sur le graphique ci-contre.



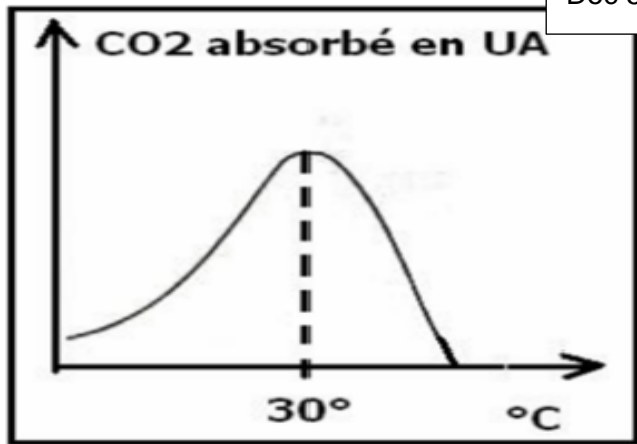
Analyser le graphique ci-dessus, que pouvez-vous en déduire ?

b- Influence de la température

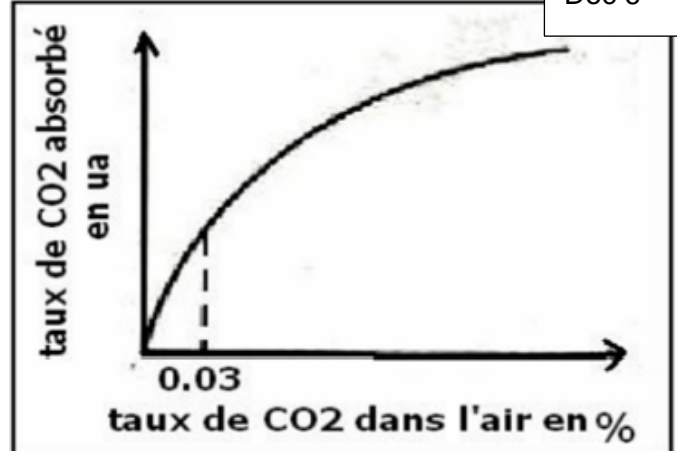
c- Influence de CO<sub>2</sub> de l'air

Doc 5

Doc 6



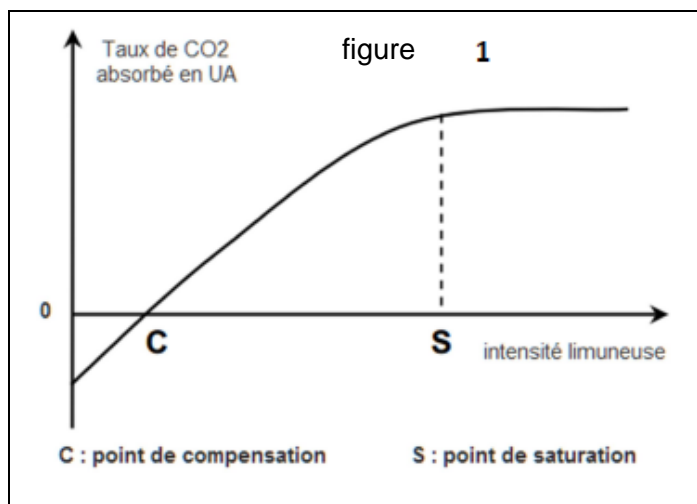
Le taux de CO<sub>2</sub> absorbé en UA en fonction de la température en °C



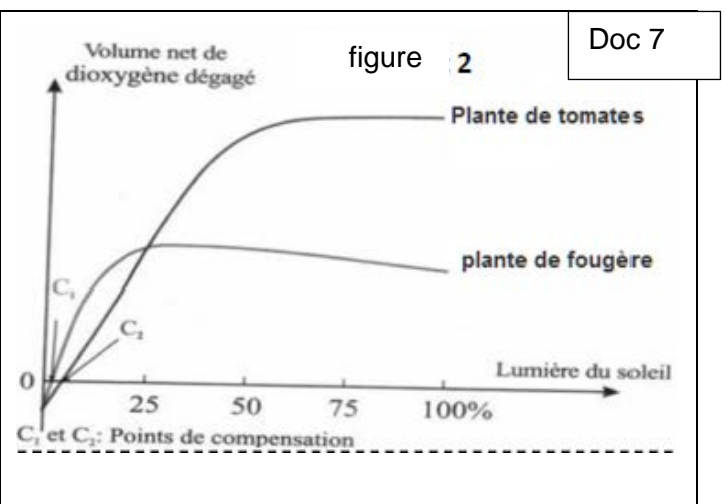
Le taux de CO<sub>2</sub> absorbé en UA (Unité Arbitraire) en fonction du taux de CO<sub>2</sub> dans l'air (externe)

Analyser les graphiques ci-dessus, que pouvez-vous en déduire ?

d- Influence de l'intensité lumineuse :



On dispose des plantes chlorophylliennes à une intensité lumineuse croissante, en présence de CO<sub>2</sub> et une température ambiante. Ensuite on mesure la concentration de CO<sub>2</sub> absorbé pour chaque intensité lumineuse, les résultats sont représentés sur la courbe ci-dessus (figure 1)



La figure 2 représente les deux types de plantes qu'on peut distinguer selon les valeurs de C et S.

Analyser et interpréter ces résultats

B- Structures responsables des échanges gazeux chez la plante :

1- Rappel de la structure des stomates

Sur une feuille de dessin, réaliser un schéma annoté d'un stomate observé sur le derme d'une feuille, ainsi qu'un schéma d'une coupe longitudinale d'une feuille verte au niveau d'un stomate

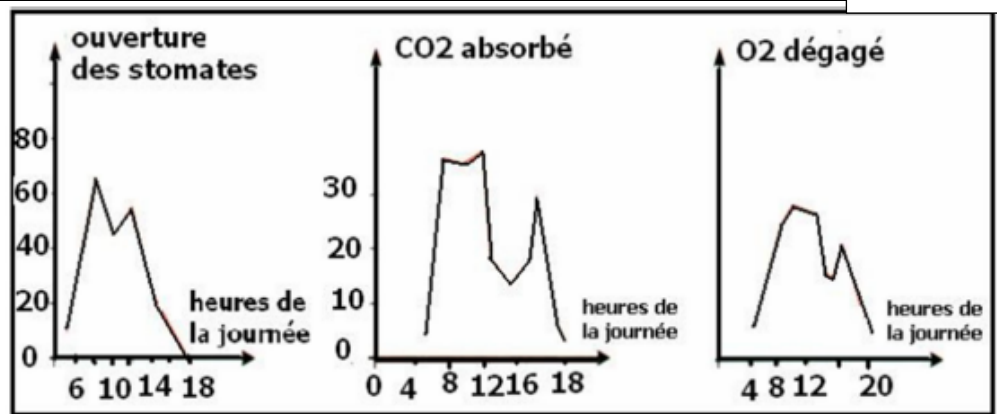
2- Facteurs influençant l'activité des stomates

a- La relation entre l'ouverture des stomates et les échanges gazeux

Doc 8

On mesure le pourcentage d'ouverture des stomates d'une part et d'autre part l'intensité des échanges gazeux pendant une journée d'été.

Les résultats sont représentés sur les courbes ci-contre.



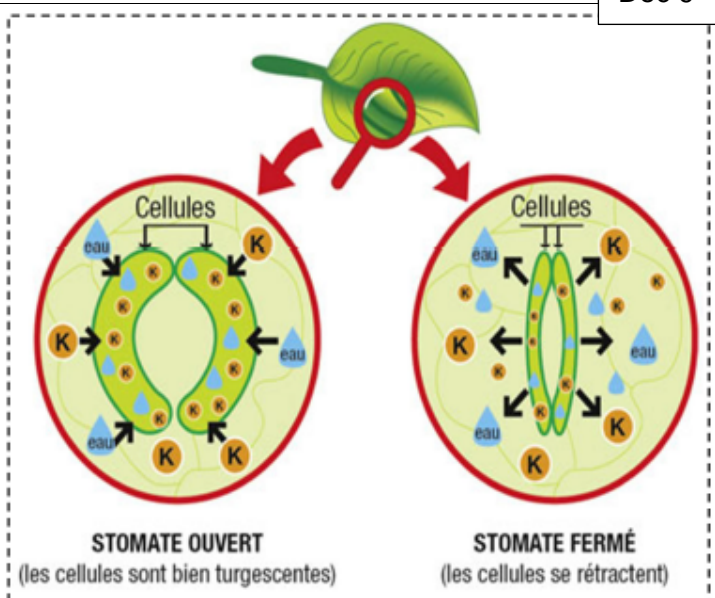
Analyser et interpréter ces résultats

b- Mécanisme d'ouverture et de fermeture des stomates

Doc 9

Pour comprendre le phénomène d'ouverture et de fermeture des stomates, la concentration des ions de potassium a été mesurée à l'intérieur des cellules stomatiques et à l'intérieur des cellules avoisinantes de l'épiderme de la feuille. Les résultats sont représentés dans le tableau ci-dessous.

	Concentration des ions K <sup>+</sup>	
	Cellules stomatiques	Cellules avoisinantes
<b>Stomate ouvert</b>	+++	+
<b>Stomate fermé</b>	+	+++



Interpréter les résultats

II- Les conditions de production de la matière organique chez les plantes chlorophylliennes

1- Condition de production de la matière organique par les plantes vertes

Feuille normale	Recouverte partiellement par un cache noir	Feuille panachée	Feuille dans un sac sans CO <sub>2</sub>
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 et observer.			

Doc 10

Interpréter les résultats

2- Nature chimique de la matière organique produite par la plante

a- Les glucides

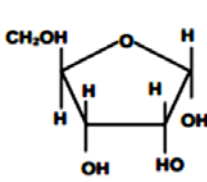
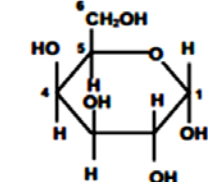
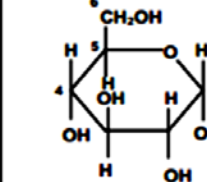
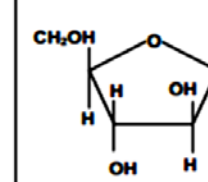
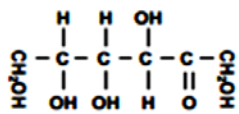
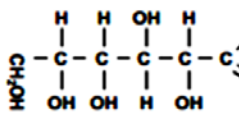
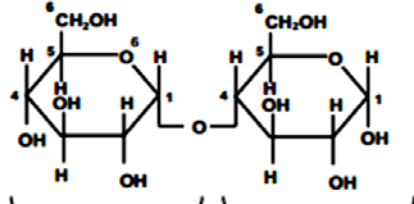
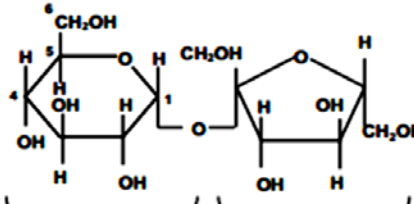
Doc 11

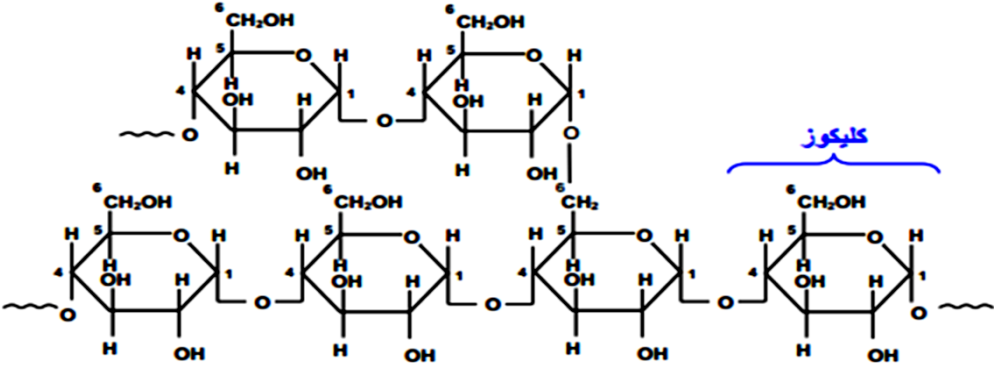
Les glucides sont des composés ternaires, c'est-à dire qu'ils sont constitués de 3 éléments essentiels, le carbone (C), l'hydrogène (H) et l'oxygène (O). Ils portent des fonctions Alcools, ce sont des polyalcools.

On distingue entre des Oses et des Osides :

**Les Oses ou monosaccharides**, sont constitués par de simples molécules comme Glucose, Fructose.

**Des Osides** : Ce sont des molécules dont l'hydrolyse fournit 2 ou plusieurs molécules d'oses. Ces oses sont identiques ou différents. Les osides sont classés en disaccharides, constitués par seulement deux oses : Maltose, saccharose. Et des polysaccharides, constitués par plusieurs oses : l'amidon par exemple.

Les monosaccharides : leur formule chimique $C_nH_{2n}O_n$ , avec n entre 3 et 6				
				structure cyclique
$C_5H_{10}O_5$ Ribose	$C_6H_{12}O_6$ Galactose	$C_6H_{12}O_6$ Fructose	$C_6H_{12}O_6$ Glucose	Les oses
 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">الفريكتوز</span>		 <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">الكلكتوز</span>		structure linéaire
Les disaccharides : leur formule chimique est $C_{12}H_{22}O_{11}$				
				structure cyclique
Maltose المالتوز		Saccharose السكروز		osides

Les polysaccharides : leur formule chimique s'écrit $(C_6H_{10}O_5)_n$ , avec n le nombre des oses	
	structure cyclique
L'amidon النشا	Exemple





**Acide aminé**

**structure primaire :**  
chaîne des acides aminés

**liaison hydrogène**

Une protéine adopte sa **structure secondaire** lorsque des acides aminés voisins dans la chaîne (structure primaire) forment entre eux des liaisons hydrogène.

La **structure tertiaire**, à trois dimensions, de la protéine résulte de l'interaction entre les acides aminés en différents points de la structure primaire.

Lorsque deux ou plusieurs chaînes de structure tertiaire s'associent pour former une molécule de grande taille, la protéine a une **structure quaternaire**.

© Microsoft Corporation. Tous droits réservés. Représentation en spirale.

Je m'amuse à dessiner et reconnaître les différentes classes de la matière organique :

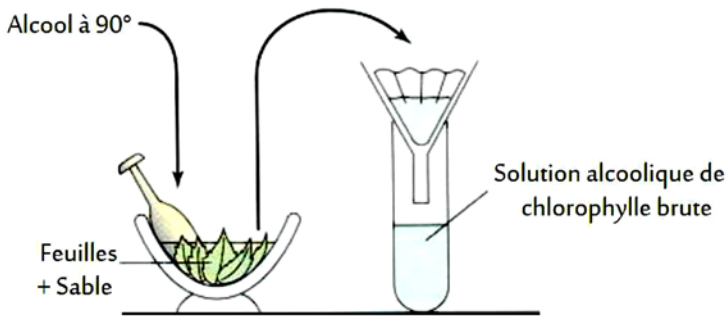
Glucose	Fructose
Saccharose	Alanine
Olivine	Structure d'un ose
Structure d'un acide aminé	Structure d'un acide gras

III- Conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique par les plantes chlorophylliennes

1- Extraction et séparation de la chlorophylle

Doc 12

9



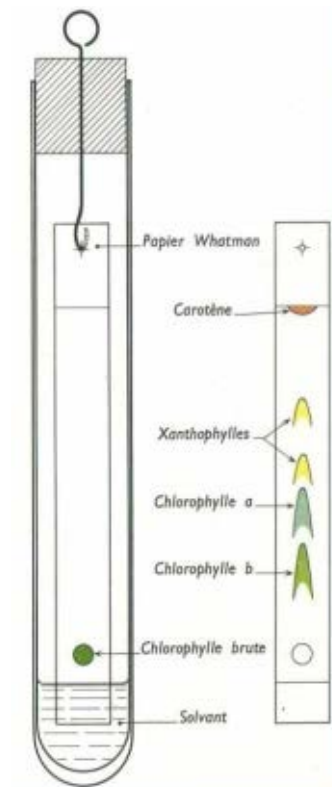
- Broyer des feuilles dans un mortier, avec un peu de sable pour écraser les cellules.
- Ajouter progressivement 10 mL d'alcool 90° pour dissoudre les pigments chlorophylliens.
- Filtrer le contenu du mortier avec du papier filtre.
- Le filtrat est une solution alcoolique de la chlorophylle brute.

**Réaliser la manipulation**

Mettez une goutte de chlorophylle brute à 2 cm du bord d'un rectangle de papier chromatographique.

- Laisser la première goutte sécher, et en rajouter d'autres.
- Suspendez le papier chromatographique dans une éprouvette contenant 5 mL d'un solvant organique (Ether de pétrole 85 % ; Acétone 10 % ; Cyclohexane 5 %). La tâche de chlorophylle brute doit être plus haute par rapport au niveau du liquide.
- Laisser l'éprouvette dans l'obscurité durant 50 min.
- Les différentes tâches représentent les différents pigments chlorophylliens qui constituent la chlorophylle brute. Ils diffèrent par la vitesse de migration.

**Réaliser la manipulation. Reconnaître les différents pigments chlorophylliens.**



## 2- Localisation de la chlorophylle au sein de la cellule

Doc 13

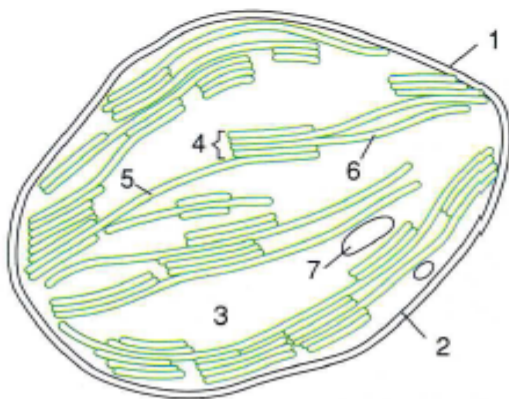
10



Le chloroplaste est l'organite cellulaire où se déroulent les réactions de la photosynthèse. Il est délimité par deux membranes, une interne et l'autre externe, séparées par un espace intermembranaire.

Les deux membranes entourent un espace dit stroma. Le stroma renferme des vésicules closes de différentes formes appelées « thylakoïde ». Des empilements de thylakoïde forment ce qu'on appelle des granas (granum).

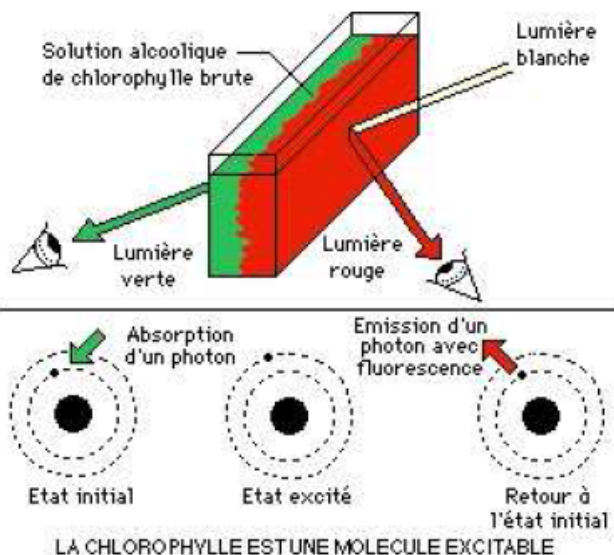
Les membranes interne et externe, ainsi que les membranes des thylakoïde, ont une structure globale comparable à celle de la membrane plasmique. Ainsi toute membrane est formée d'une bicouche lipidique, dans laquelle sont enchâssées des protéines qui ont diverses fonctions



1. membrane externe
2. membrane interne
3. stroma
4. granum
5. thylakoïde
6. espace thylakoïdien
7. amidon

## 3- Propriétés des pigments chlorophylliens

### a- L'excitabilité et la fluorescence :



La **fluorescence** est une émission lumineuse, provoquée par l'excitation d'une molécule, suite à l'absorption d'une lumière d'une longueur d'onde donnée. La lumière émise d'une manière spontanée est d'une longueur d'onde plus élevée

- **Décrire** le mouvement de l'électron de la molécule chlorophyllienne dans l'état excité et le retour à l'état initial.
- **Expliquer** la fluorescence.

Doc14

**b- Le spectre d'absorption de la chlorophylle brute :**



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

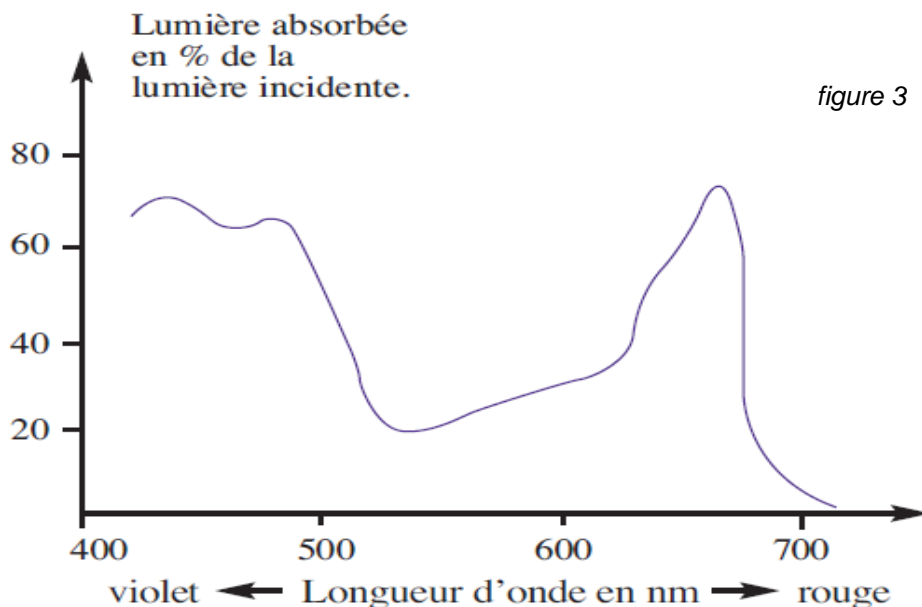


Spectre de la lumière blanche



Spectre d'absorption de la chlorophylle

On intercale la solution de chlorophylle brute préparée entre la source lumineuse et le prisme. On obtient le résultat ci-contre  
**A quoi correspondent les bandes noires ?**



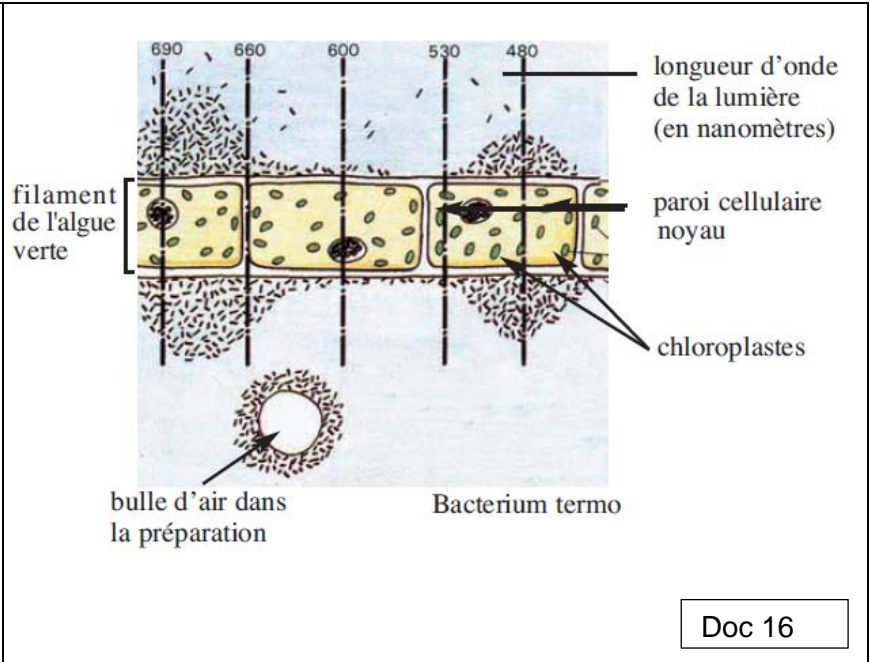
Spectre d'absorption d'une algue verte

**-Que représente la courbe ci-contre ?**  
**-Corréler** entre la variation de pourcentage d'absorption en fonction de la longueur d'onde (figure ci-contre) et le spectre d'absorption de la chlorophylle obtenu en spectroscopie.

**c- Expérience d'ENGELMANN :**

En 1894 Engelmann réalise l'expérience résumée ci-dessous. Un filament d'Algue verte (*Cladophora*) est monté entre lame et lamelle puis éclairé, sous le microscope, par un spectre de lumière solaire (obtenu en interposant un prisme entre le miroir et la platine du microscope). Le milieu de montage contient, en outre, des bactéries (*Bacterium termo*) uniformément réparties dans la préparation au début de l'observation. Au bout de quelques minutes elles se répartissent comme l'indique la figure ci-contre.

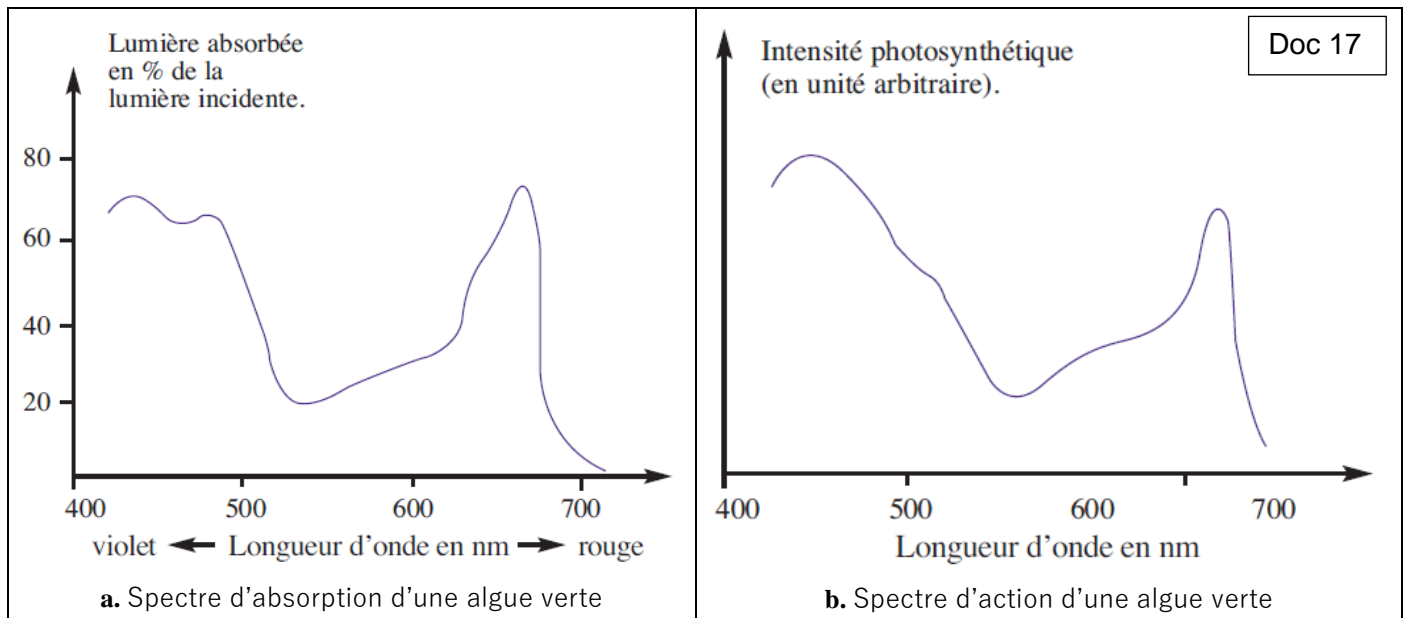
- **Analyser** cette expérience.
- **Expliquer** la répartition des bactéries dans la préparation



**d- Spectre d'absorption et spectre d'action :**

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

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



- **Mettre en relation** les tracés 7.a. et 7.b.
- **Déduire** l'importance des radiations lumineuses absorbées sur la photosynthèse.
  - 4- Rôle des pigments chlorophylliens dans la conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique
  - 5- Réactions photochimiques de la phase claire
  - 6- Production de l'énergie chimique : ATP
  - 7- La phase non photochimique de la photosynthèse
  - 8- Diversité des sources trophiques chez les êtres vivants

Voir polycopie 3