Sciences de la Vie et de la Terre 1 Bac

Conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique et synthèse de la matière organique
Cours (Partie 1)

Professeur : Mr BAHSINA Najib

Sommaire

I- Introduction

II- Extraction et séparation des pigments chlorophylliens

III- Propriétés des pigments chlorophylliens

3-1/ Absorption des radiations lumineuses par la chlorophylle

---

I- Introduction

Les plantes chlorophylliennes se caractérisent par la capacité de synthétiser les substances organiques à partir de substances minérales (eau, sels minéraux et C02) en utilisant l'énergie lumineuse.

C'est la photosynthèse, phénomène, qui nécessite la présence de la chlorophylle .

II- Extraction et séparation des pigments chlorophylliens

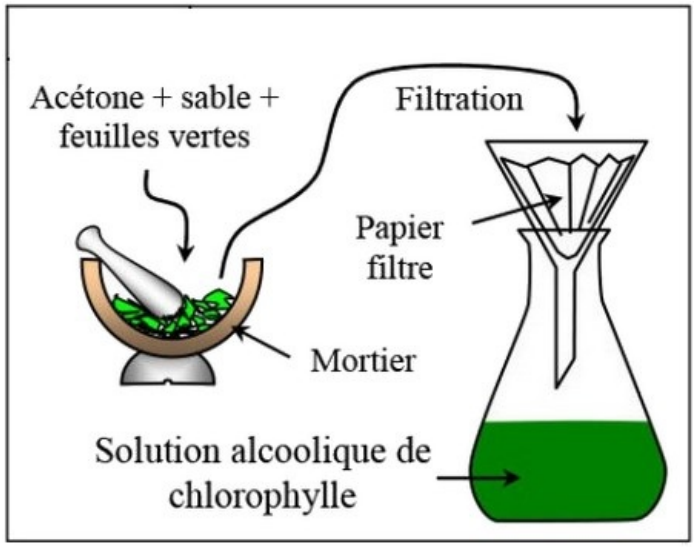
Manipulation 1 : Extraction des pigments chlorophylliens des feuilles d'une plante chlorophyllienne

On découpe en morceaux quelques feuilles vertes,

On broie ces morceaux dans un mortier avec un peu de sable afin d'écraser les cellules.

On ajoute peu à peu 10ml d'alcool 90° et on continue à broyer pour solubiliser les pigments.

On filtre le contenu du mortier sur un papier filtre : la solution obtenue est la chlorophylle brute.



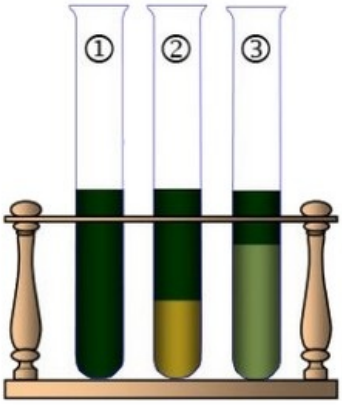
Manipulation 2 : Séparation des pigments chlorophylliens par la technique de solubilité différentielle

On peut séparer les constituants solubles d'un mélange par solubilité différentielle.

On ajoute au mélange des solutions non miscibles entre elles.

Chaque substance dissoute sera, alors, entraînée avec la solution où sa solubilité est élevée :

- On verse 5 cm3 de la solution de chlorophylle brute dans un tube à essai (Tube 1).
- On ajoute 5 cm3 d'éther de pétrole puis des gouttes d'eau, et on laisse reposer.
- On obtient un mélange composé d'un pigment vert et un pigment jaune (tube 2).
- On conserve seulement le pigment vert auquel on ajoute lé méthanol (Tube 3).



Manipulation 3 : Séparation des pigments chlorophylliens par la technique de chromatographie

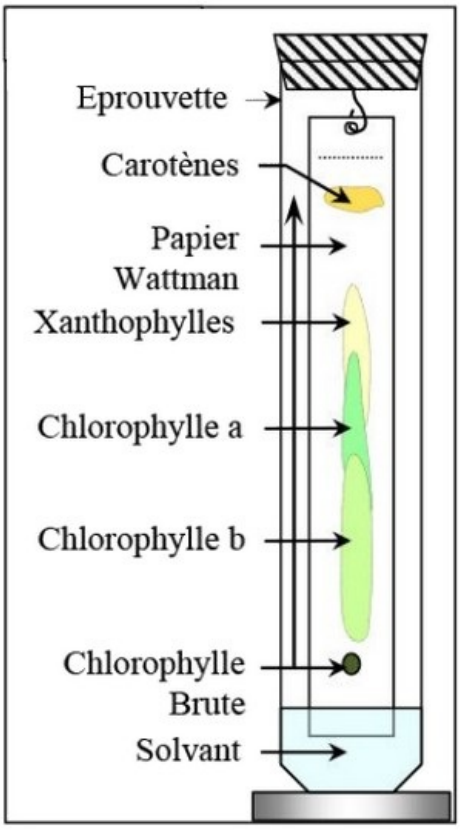
Un solvant (alcool, acétone, benzène...) peut progresser par infiltration à travers différents milieux (papier filtre, papier Wattman...) tout en entraînant des substances qui y sont solubles.

On dépose, sur une bande de papier Wattman à environ 2 cm du bas, une goutte de la solution de chlorophylle brute.

On suspend la bande du papier Wattman dans une éprouvette graduée contenant 5 ml de solvant organique (Ether de pétrole (85%) + acétone (10%) + benzène (5%).

On ferme l'éprouvette en évitant que la bande du papier Wattman touche les parois de l'éprouvette.

On place l'éprouvette à l'obscurité pendant une demi-heure.



Analyse et interprétation des résultats

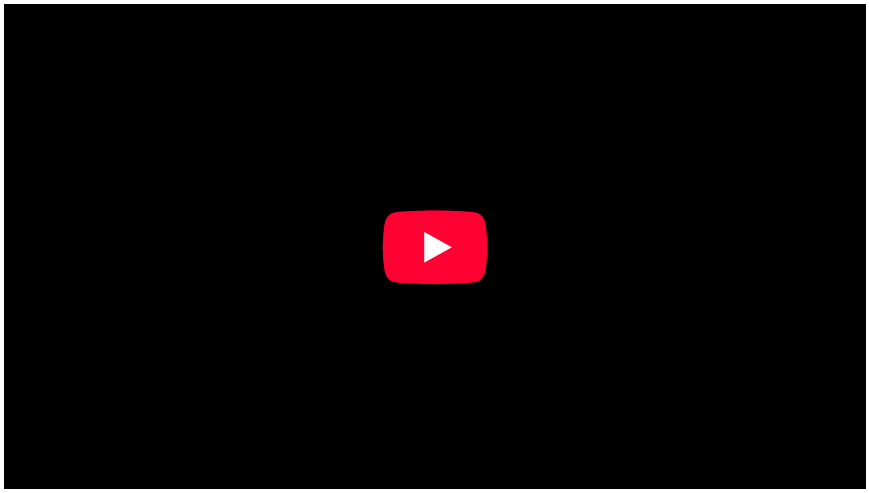
Une feuille verte broyée dans un solvant organique ; l'alcool ou l'acétone permet d'extraire la chlorophylle brute.

Il est possible de séparer les différents pigments de la chlorophylle brute par plusieurs techniques.

La méthode simple, peut être réalisée par une chromatographie sur papier.

La chlorophylle brute est un mélange de quatre pigments :

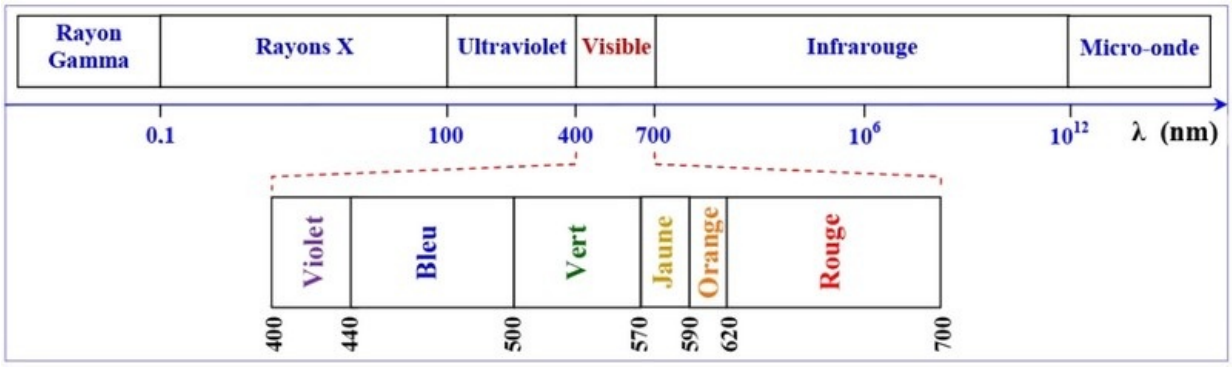
- la chlorophylle a de couleur vert ,
- la chlorophylle b de couleur vert jaunâtre,
- les xanthophylles de couleur jaune
- le carotène de couleur orange.



III- Propriétés des pigments chlorophylliens

La lumière blanche est un faisceau d'ondes électromagnétiques qui différent par leurs longueur d'onde.

En envoyant un rayon de lumière blanche sur la surface d'un prisme, il se décompose donnant un spectre visuel, ensemble d'ondes lumineuses visibles par l'œil humain :

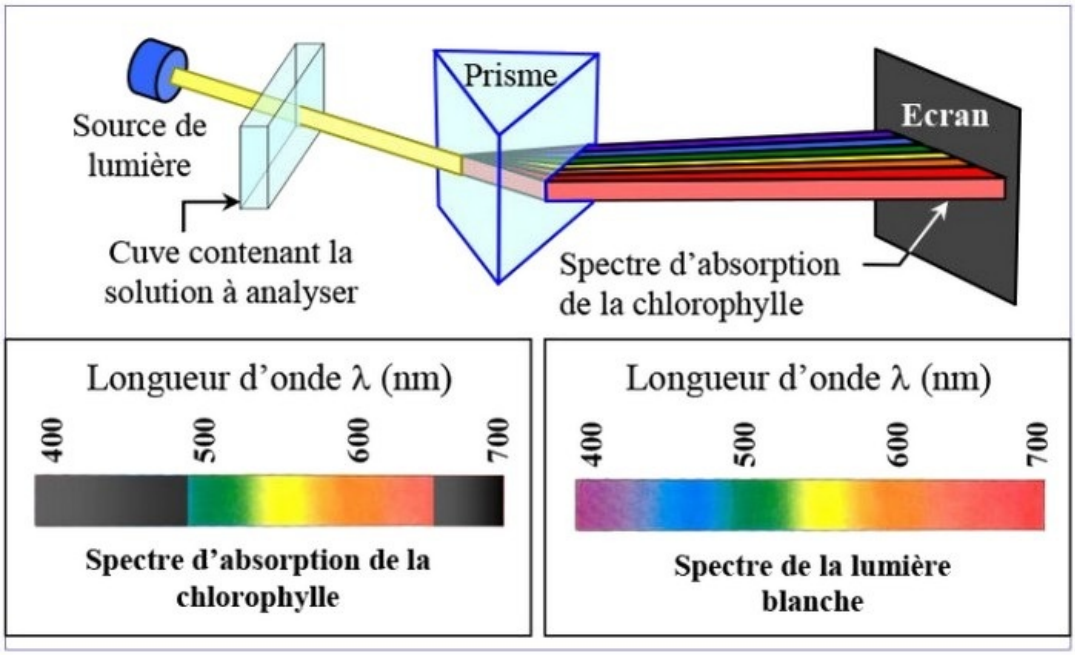


Spectre d'absorption de la chlorophylle

Pour mettre en évidence les propriétés lumineuses de la chlorophylle brute, on compare le spectre d'absorption de la chlorophylle brute avec le spectre de la lumière blanche.

Pour cela on interpose sur le trajet d'un faisceau de lumière blanche une cuve transparente contenant une solution alcoolique de chlorophylle brute .

Les rayons qui émergent de la cuve sont ensuite dirigés sur un prisme de façon à décomposer la lumière.



Lorsque la lumière blanche traverse la solution alcoolique de chlorophylle. Puis passe à travers un prisme qui va la décomposer. On observe alors le spectre d'absorption de la chlorophylle.

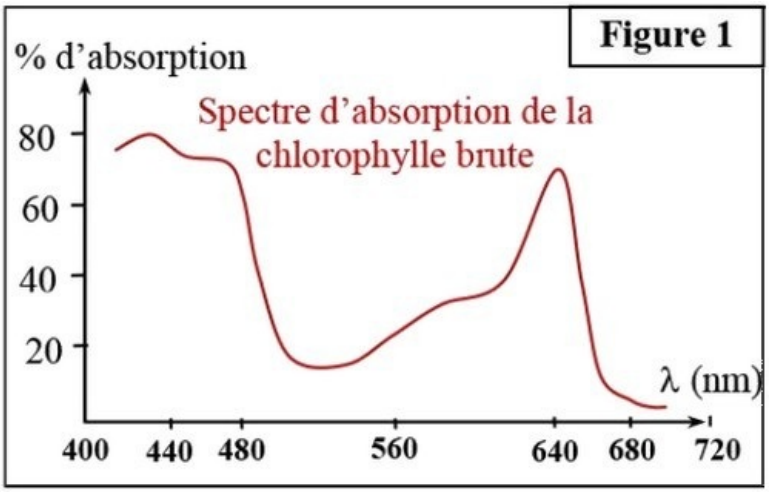
Les bandes noires observées se trouvent dans les gammes de longueurs d'ondes qui ont été absorbées.

On constate que les couleurs violet, bleu et rouge disparaissent du spectre visuel, elles sont donc absorbées par la chlorophylle brute. Les radiations vertes , ne sont pas absorbées par la chlorophylle brute

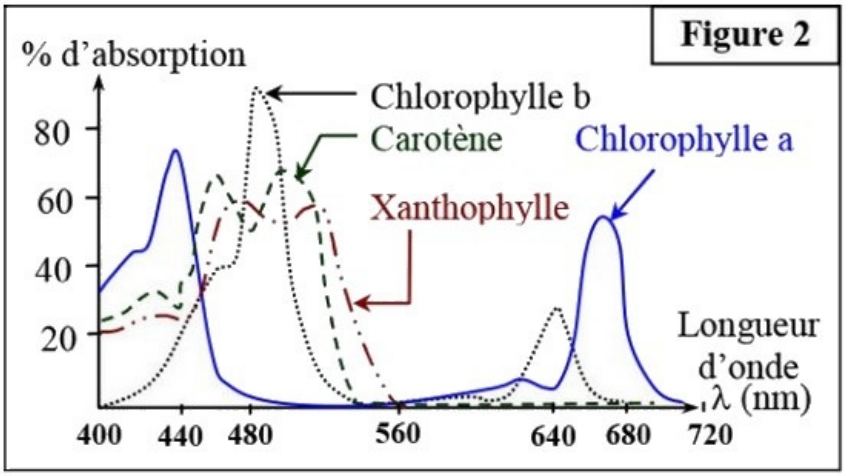
Des mesures plus précises utilisant des lumières monochromatiques permettent de déterminer pour chaque longueur d'onde, le pourcentage d'énergie lumineuse absorbée.

Les résultats obtenus sont traduits sous forme de courbes constituants les spectres d'absorption :

- De la chlorophylle brute :



- De chacun des différents pigments chlorophylliens :



On constate que les pics d'absorption des pigments bruts correspondent aux pics d'absorption de la chlorophylle brute.

On en déduit que les pigments chlorophylliens et principalement la chlorophylle a, absorbent l'énergie de certaines radiations de la lumière visible pour réaliser la photosynthèse.

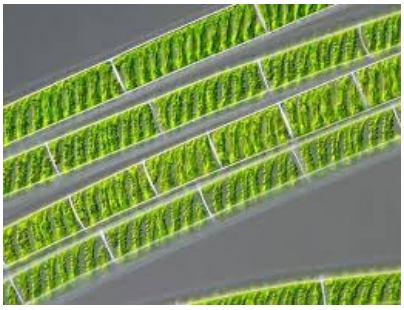
La chlorophylle brute absorbe dans les bandes rouges et bleues et réfléchit la lumière verte. Ce qui explique la couleur verte des feuilles des plantes chlorophylliennes.

Influence des radiations lumineuses sur l'efficacité de la photosynthèse

Afin de montrer l'influence des différentes radiations lumineuses absorbées sur l'intensité de la photosynthèse, on propose données suivantes :

Expérience d'Engelmann (1882) :

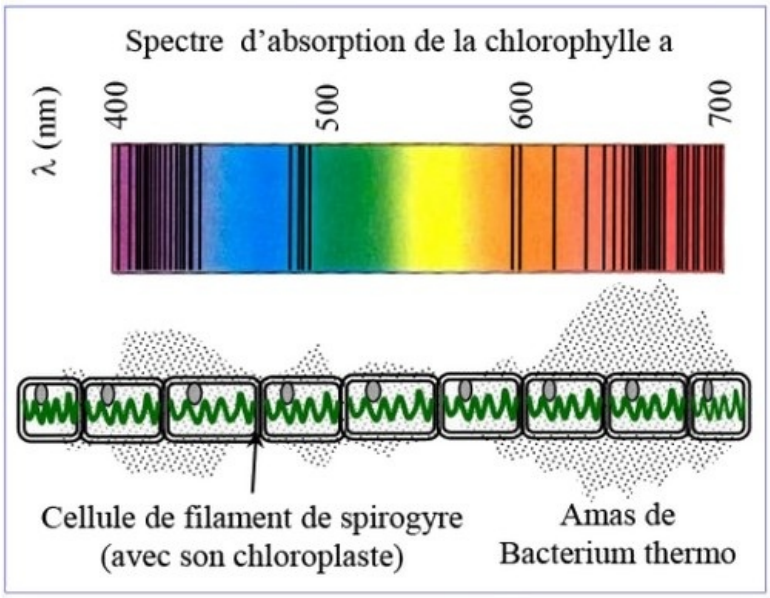
Engelmann a utilisé une algue filamenteuse, la Spirogyre, pourvue sur toute sa longueur d'un ou plusieurs chloroplastes spiralés.



Il la place dans un milieu contenant une suspension de bactéries, le Bacterium thermo doté d'un chimiotactisme positif pour l'oxygène.

Il l'éclaire par un spectre de la lumière blanche.

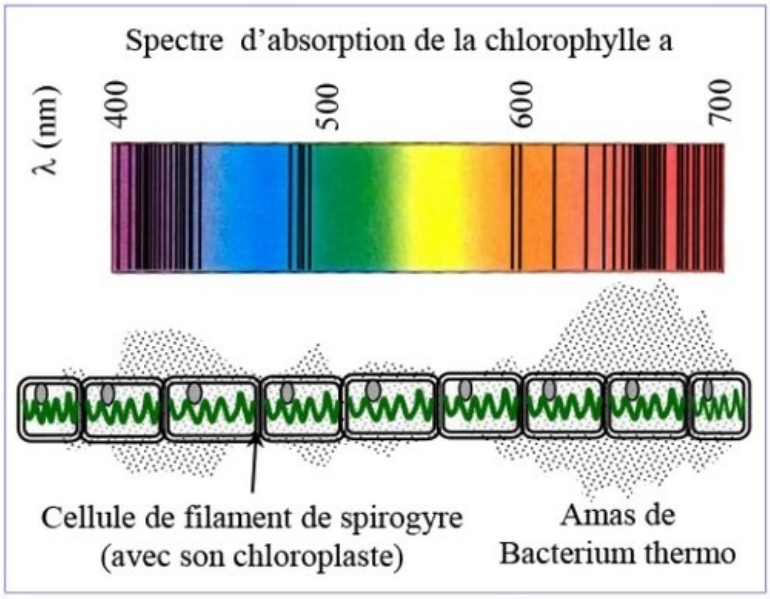
La figure suivante présente la répartition des bactéries après quelques minutes :



Les bactéries se rassemblent contre l'algue mais essentiellement dans les régions soumises à des radiations bleues ou rouges.

On en déduit que ce sont ces radiations qui sont les plus efficaces pour la production d'oxygène donc pour la photosynthèse.

Cette expérience établit donc le spectre d'action de la lumière sur la photosynthèse.



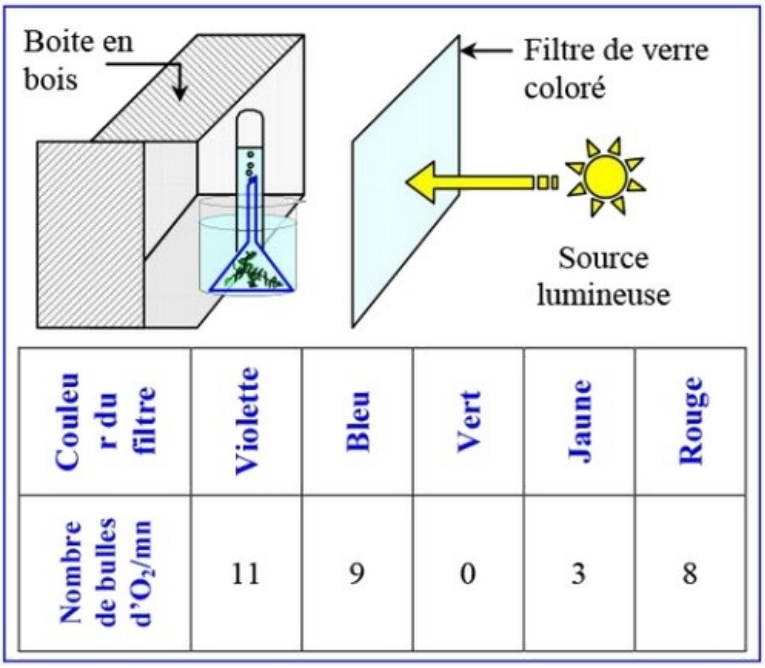
On utilise la lumière blanche avec des filtres monochromatiques.

Chaque filtre ne laisse passer qu'une seule radiation.

On place le dispositif expérimental à l'intérieur d'une boite en bois dans laquelle on a remplacé la face latérale du côté de la source lumineuse par un filtre coloré.

On mesure l'intensité de la photosynthèse par la quantité du dioxygène dégagé pour chaque radiation monochromatique.

Le dispositif expérimental et les résultats sont présentés par la figure suivante :

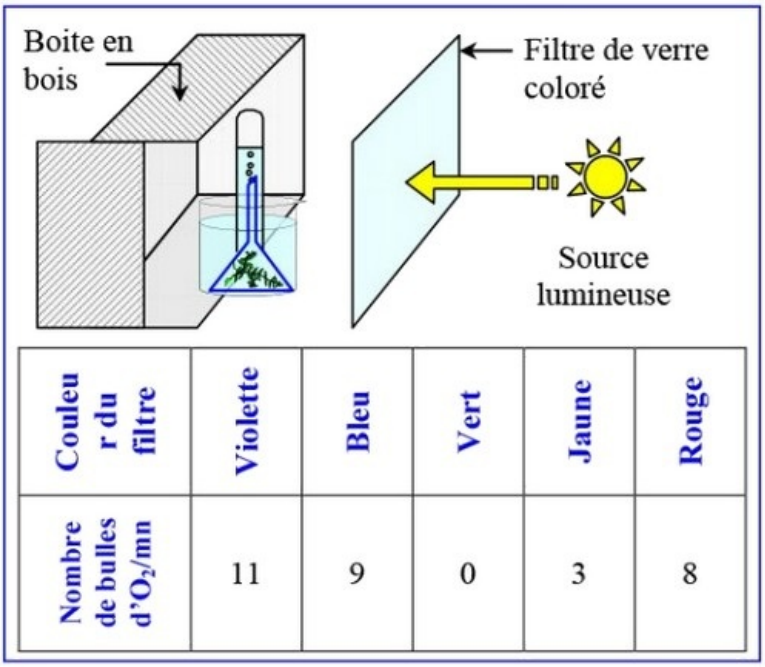


La quantité de dioxygène rejeté (ou de dioxyde de carbone absorbé) permet de mesurer indirectement l'intensité de la photosynthèse chez une plante chlorophyllienne.

On constate que l'intensité photosynthétique varie selon le type de radiation lumineuse absorbé.

L'intensité photosynthétique est maximale dans les radiations rouges et bleues, faible dans le jaune et nulle dans le vert.

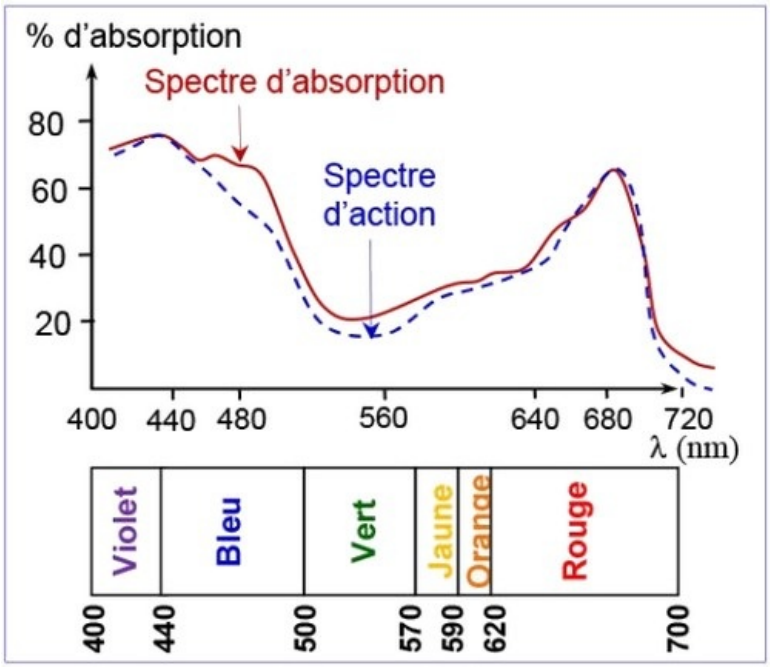
Hypothèse : La photosynthèse nécessite l'absorption de certaines longueurs d'ondes grâces aux pigments chlorophylliens.



On met dans un tube une suspension de chlorelles (algue unicellulaire).

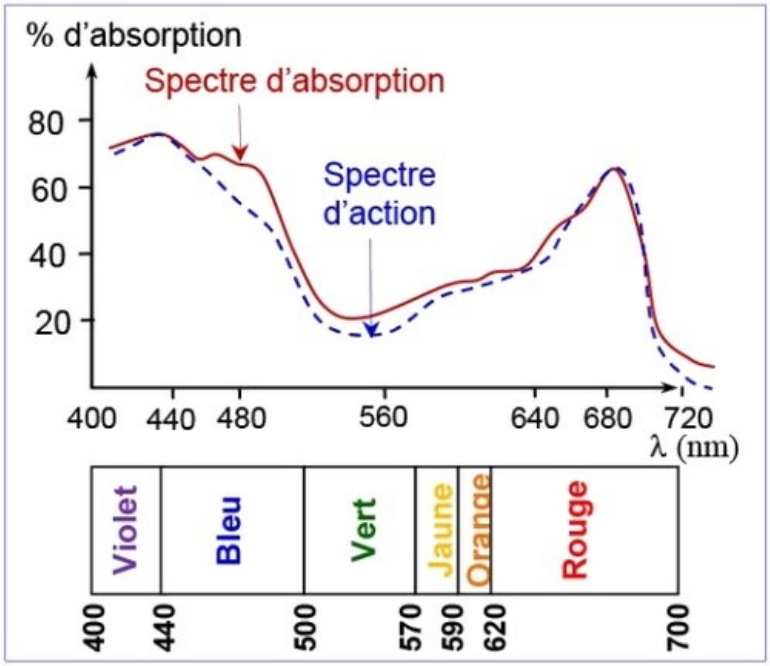
Un appareil spécial permet de suivre les variations du niveau d'absorption des radiations et l'intensité de la photosynthèse (Volume d'oxygène dégagé par unité de temps) pour chaque longueur d'onde absorbée.

On établit ainsi le spectre d'action photosynthétique d'un végétal, c'est-à-dire les longueurs d'ondes qui lui permettent de réaliser les réactions photosynthétiques :



On constate que le spectre d'action de la chlorophylle et son spectre d'absorption se concordent parfaitement.

Cela signifie que les radiations lumineuses les plus absorbées par la chlorophylle sont les radiations les plus efficaces pour la photosynthèse.


% d'absorption
Spectre d'absorption
Spectre d'action
80
60
40
20
400
440
480
560
640
680
720
λ (nm)
Violet
Bleu
Vert
Jaune
Orange
Rouge
400
440
500
570
590
620
700