

SPECTRES D'ABSORPTION ET D'ACTION PHOTOSYNTHÉTIQUES

Les organismes chlorophylliens sont capables d'utiliser l'énergie du Soleil afin de la convertir en énergie chimique. La comparaison des spectres d'absorption et d'action photosynthétiques permet de montrer le rôle des pigments présents dans les chloroplastes des végétaux chlorophylliens dans la capture de l'énergie lumineuse nécessaire à la réalisation de la photosynthèse.

Mots-clés

Photosynthèse, chloroplaste, pigment, spectre d'absorption, spectre d'action.

Références au programme

Thème 2 - Le soleil, notre source d'énergie

2.3- Une conversion biologique de l'énergie solaire : la photosynthèse

Savoirs

À l'échelle de la feuille (pour les plantes), la photosynthèse utilise une très faible fraction de la puissance radiative reçue, le reste est soit diffusé, soit transmis, soit absorbé (échauffement et évapo-transpiration).

Savoir-faire

Comparer les spectres d'absorption et d'action photosynthétique d'un végétal.

Catégorie de ressources

Graphiques montrant les spectres d'absorption des différents pigments foliaires et le spectre d'action de la photosynthèse selon les longueurs d'ondes.

Définitions et informations préliminaires

Définition des spectres

Spectre d'absorption

Un spectre d'absorption est la variation de la quantité de lumière absorbée par les pigments foliaires, en fonction de la longueur d'onde.

Spectre d'action photosynthétique

Un spectre d'action photosynthétique est la variation de l'intensité de la photosynthèse de cellules intactes sous lumière monochromatique pour les différentes longueurs d'onde de la lumière visible.

Obtention des spectres

Spectre d'absorption

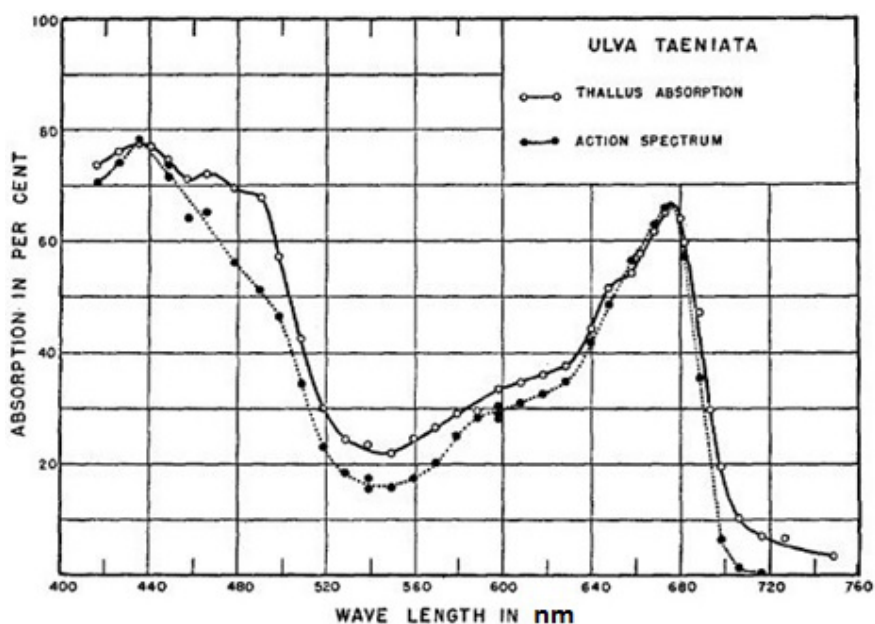
Un spectre d'absorption peut être obtenu à l'aide d'un spectromètre à main ou spectrophotomètre, sur un mélange de pigments (pigments bruts) ou après séparation des différents pigments (chlorophylliens et caroténoïdes pour les végétaux verts). Cet appareil dirige un faisceau lumineux polychromatique à travers une solution du pigment étudié et mesure la proportion de lumière transmise pour chaque longueur d'onde. La proportion de lumière absorbée peut donc être déduite.

Spectre d'action

Pour obtenir un spectre d'action, on éclaire des cellules avec de la lumière de différentes longueurs d'ondes et on porte sur un graphique la mesure du rendement de la photosynthèse (en mesurant la quantité de dioxygène libérée ou la consommation de dioxyde de carbone) en fonction de la longueur d'onde.

Documents commentés

Document 1 : spectre d'action et spectre d'absorption mesurés pour l'algue verte *Ulva taeniata*



Absorption spectrum of the green alga *Ulva taeniata*

Retrouvez éducol sur

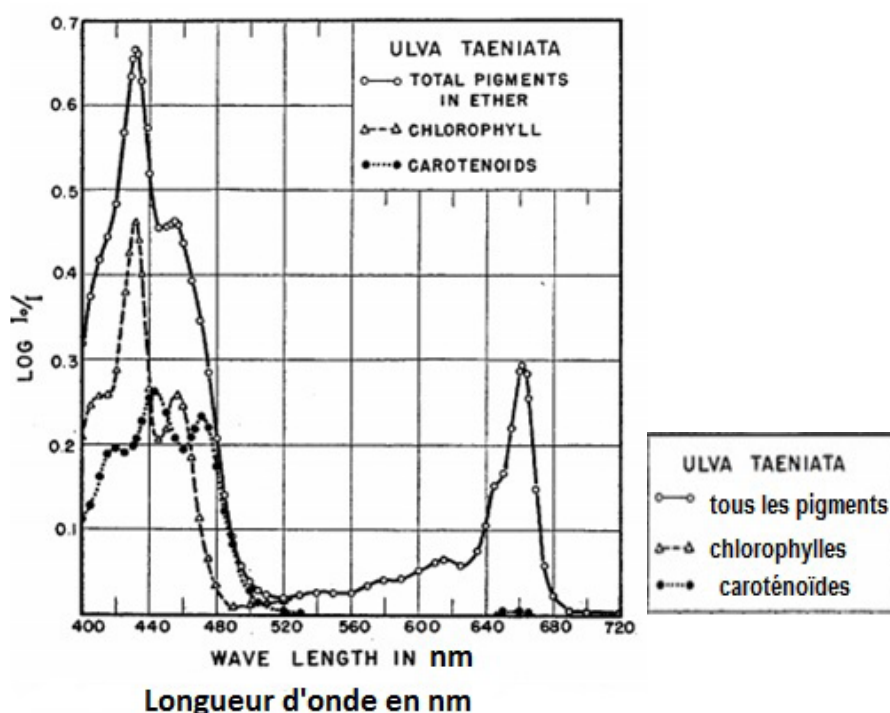


D'après Photosynthetic action spectra of marine algae, de F.T. Haxo et L.R.Blinks, 26 octobre 1949

Le spectre d'absorption a été obtenu à partir d'une bande étroite de thalle sur laquelle est envoyé un faisceau de lumière monochromatique. On détermine alors la capacité du thalle à absorber la lumière.

Le spectre d'action a été obtenu en mesurant le taux de dioxygène dégagé par ce même fragment de thalle.

Document 2 : spectres d'absorption réalisés à partir de pigments extraits de l'algue verte *Ulva taeniata*



Légendes

En abscisse : Longueur d'onde en nm

En ordonnée : $\text{Log}(I_0/I)$ = Absorbance, avec I_0 intensité de la lumière incidente et I intensité de la lumière transmise.

Une absorbance nulle signifie que les deux intensités sont égales : les radiations de cette longueur d'onde ne sont pas du tout absorbées. Plus l'absorbance est grande, plus la lumière est absorbée pour cette longueur d'onde.

Exemple : une absorbance de 0,6 signifie que $I = 10 - 0,6 I_0 = 0,25 I_0$. 25 % des radiations seulement sont transmises.

D'après Photosynthetic action spectra of marine algae, de F.T. Haxo et L.R.Blinks, 26 octobre 1949.

Retrouvez éducol sur



Détails expérimentaux

Le spectre d'absorption réalisé sur un extrait de pigments permet d'estimer la répartition d'énergie lumineuse absorbée entre les pigments constitutifs du thalle.

L'ensemble des pigments, liposolubles, ont été extraits grâce à l'utilisation de méthanol 95 %. Les caroténoïdes ont été ensuite séparés avec une solution d'éther.

L'absorption réalisée par les chlorophylles a été obtenue en faisant la différence entre l'absorbance mesurée pour l'ensemble des pigments et l'absorbance mesurée pour les caroténoïdes.

Comparaison des spectres et conclusion

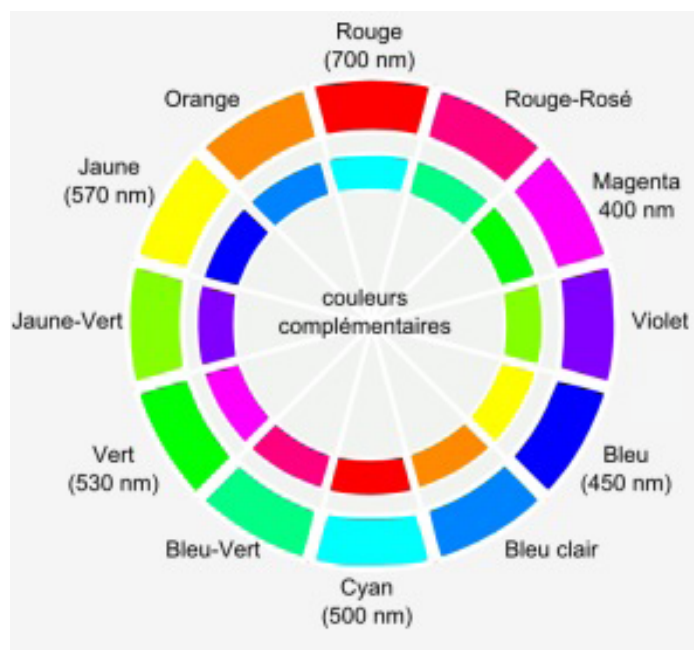
On constate qu'il y a une correspondance entre les spectres d'absorption des pigments foliaires et le spectre d'action photosynthétique : les longueurs d'ondes absorbées par les pigments sont utilisées pour la photosynthèse. Cette dernière utilise essentiellement les radiations rouge et bleu.

Ces pigments sont donc des pigments photosynthétiques. En captant l'énergie solaire, ils déclenchent une suite de réactions complexes conduisant à la production d'énergie chimique sous forme de matière organique.

Cette étude explique également pourquoi les feuilles riches en chlorophylle apparaissent de couleur verte : les pigments qu'elles renferment absorbent les longueurs d'onde dans le rouge et le bleu.

D'autres végétaux tels que certaines algues apparaissent de couleur rouge car elles contiennent d'autres pigments (phycoérythrine par exemple) qui absorbent entre 450 et 600 nm correspondant au bleu et vert.

Document 3 : cercle chromatique



Retrouvez éducol sur



Pistes d'exploitation pédagogique

Réaliser des activités expérimentales

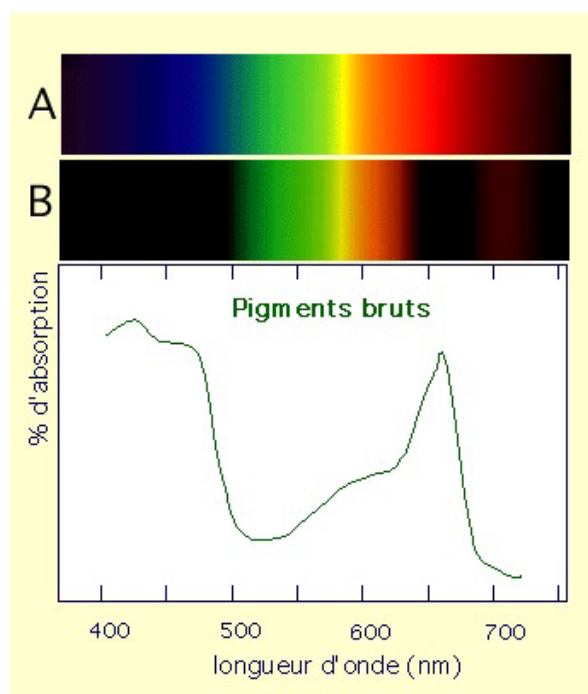
Extraction des pigments d'une feuille (pigments bruts)

Pour obtenir une solution brute de pigments, une feuille est broyée dans de l'alcool absolu ou de l'acétone. Les pigments, étant solubles dans ces solvants organiques, sont alors extraits. Après filtration pour éliminer les débris cellulaires, on obtient une solution brute de pigments.

Séparation des pigments par chromatographie puis identification des pigments

Obtention d'un spectre d'absorption des pigments bruts

Spectre d'absorption des pigments bruts extraits d'une feuille.



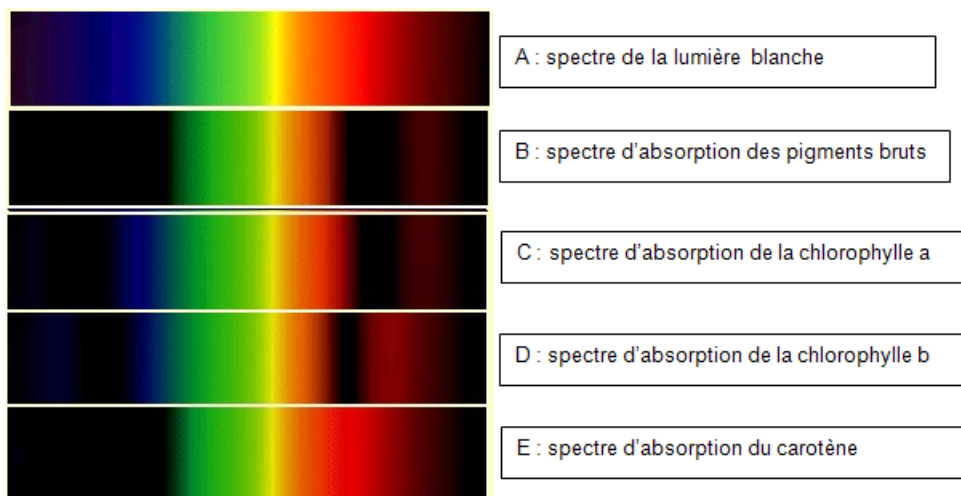
A : Spectre de la lumière blanche

B : Spectre d'absorption des pigments bruts

Observables grâce à un spectrophotomètre à main

D'après <https://rnbio.upmc.fr>

Observation et comparaison des spectres obtenus pour différents pigments

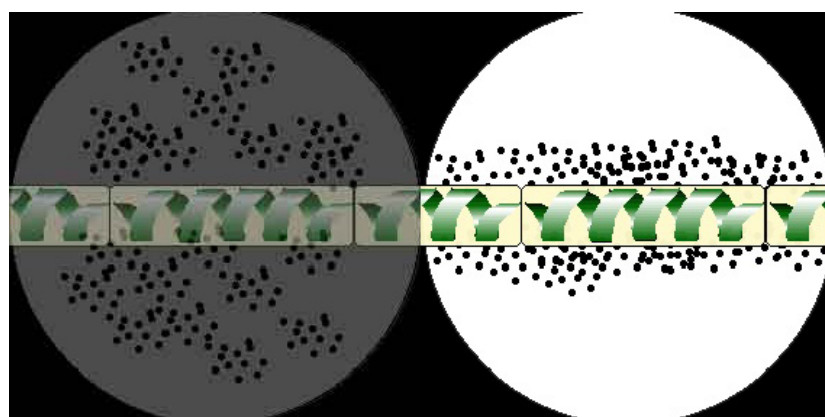


D'après <http://www.edu.upmc.fr/>

Exploiter les résultats d'une expérience historique

Engelman a réalisé une expérience en 1885 en utilisant une méthode biologique pour la détermination du spectre d'action de la photosynthèse. Il a utilisé une algue filamenteuse, la *Spirogyre*, pourvue sur toute sa longueur d'un ou plusieurs chloroplastes rubanés et spiralés. Il place l'algue dans un milieu contenant une suspension de bactéries, *Bacterium thermo* doté d'un chimiotropisme positif pour l'oxygène.

Lorsqu'on éclaire la *Spirogyre*, les bactéries se rassemblent tout le long de l'algue. En effet, éclairée, l'algue produit de l'oxygène grâce à la photosynthèse qui attire les bactéries.



Obscurité

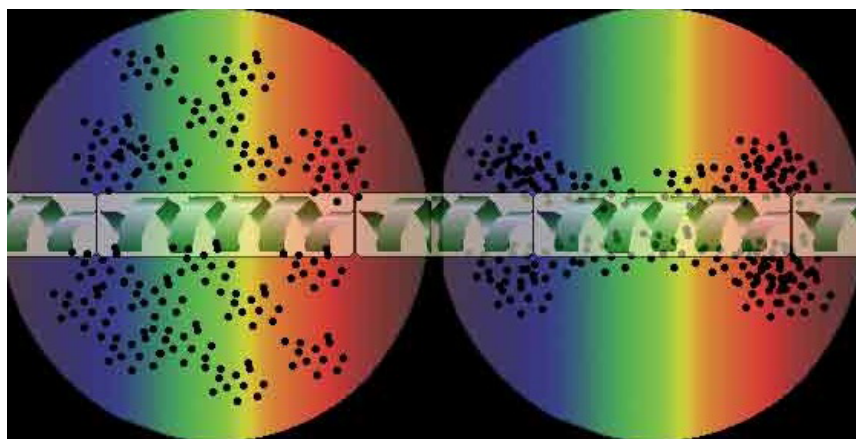
Lumière blanche

D'après <https://rnbio.upmc.fr>

Retrouvez éducol sur



Si l'on éclaire la préparation au travers d'un prisme qui décompose la lumière, 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. Remarquons cependant que l'on ne connaît pas les caractères quantitatifs du spectre utilisé (nombre de quanta de chaque longueur d'onde). Cette expérience est donc essentiellement qualitative.

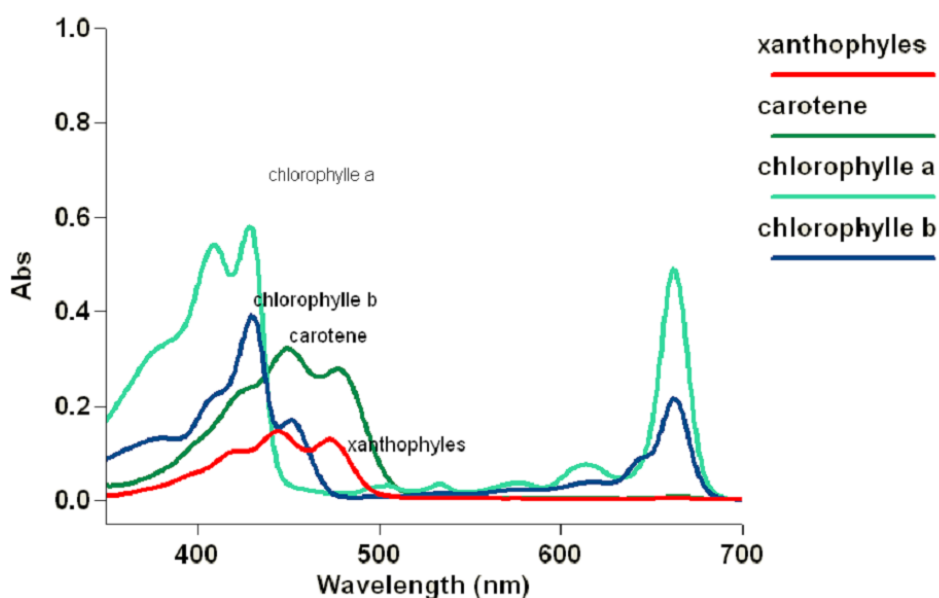


Début de l'expérience

Après quelques minutes

D'après <https://rnbio.upmc.fr>

Document supplémentaire : spectres d'absorption des différents pigments de l'épinard (*Spinacia oleacera*)



Source : *Florilège de chimie pratique*, de Florence Daumarie, Pascal Griesmar et Solange Salzard, juin 1998.

Retrouvez éducol sur

