Hyp : la chlorophylle absorbe les photons de la lumière et convertit l'énergie lumineuse pour permettre la photolyse de l'eau et les oxydoréductions mises en évidence précédemment.

2. La lumière, source d'énergie de la photosynthèse est captée par la chlorophylle.

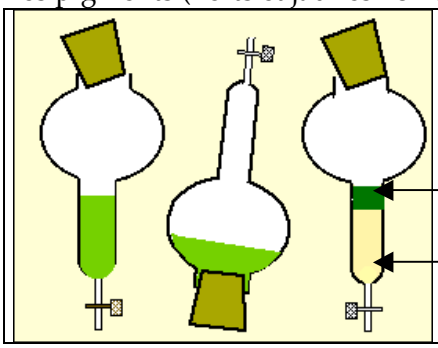
🛠TP BAC : TP : Extraction de la chlorophylle + spectroscope

a) Extraction de la chlorophylle brute.
L'extraction des pigments peut se réaliser sur différents types de feuilles de plantes supérieures et aussi sur des thalles d'algues, quelle que soit leur couleur apparente due à des pigments supplémentaires.

Protocole : *1 page 196.*

b) Sépar.ation des pigments chlorophylliens.

Démonstration : séparation des pigments dans une ampoule à décanter. Cette expérience montre que les pigments (verts et jaunes : chlorophylles et caroténoïdes) sont solubles dans les solvants organiques.



La solution se sépare en 2 phases : La phase éthérée, **verte**, contient la plupart des pigments et la phase hydro-alcoolique (ou hydro-acétonique), **jaune**, une partie des **xanthophylles** seulement.

Elle permet de recueillir une solution très propre permettant de réaliser un spectre ou une chromatographie.

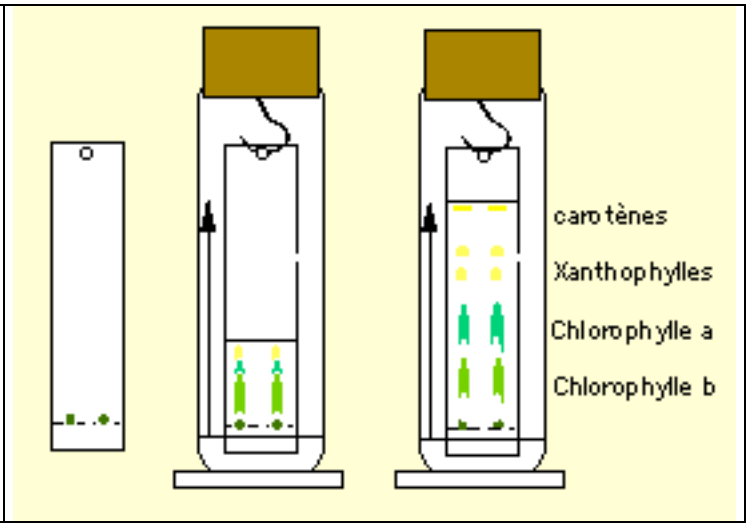
Cette expérience peut être réalisée chez toutes les plantes "vertes", même chez celles dont les feuilles apparaissent colorées en rouge violet. Avec une feuille de prunus à feuilles rouges, les solutions d'extraction (hydro alcoolique ou hydro acétonique) apparaissent vert jaune. La séparation montre une phase éthérée bien verte (elle contient les pigments solubles dans les solvants organiques, chlorophylles et caroténoïdes) et une phase hydro alcoolique (ou hydro acétonique), rouge violacée qui contient outre un peu de xanthophylle, des pigments anthocyaniques solubles dans l'eau.
Remarque **:** *les couleurs variées de ces types de feuilles sont dues aux proportions relatives des différents types de pigments (chlorophylles et caroténoïdes) et anthocyanes, ces dernières pouvant varier du rouge au bleu.*

Principe : la chromatographie consiste à entraîner des molécules par un solvant sur un support (papier ou gel de silice). Sur un support donné et avec un solvant donné, chaque pigment possède une vitesse de déplacement qui lui est propre.

Manipulation : séparation par chromatographie.
Suivez le **protocole** *page 196* pour la réalisation.

Résultats :

Chromatographie sur papier :
on dépose une goutte de pigments bruts sur une feuille de papier. On place la feuille de papier dans un récipient hermétique dans lequel on a placé un solvant approprié. Le solvant monte dans la feuille par capillarité en entraînant les pigments de manière différentielle selon leur affinité avec le solvant. On peut distinguer ainsi deux catégories principales de pigments : les chlorophylles (vertes) et les caroténoïdes (jaunes).



c). Spectre d'absorption de la chlorophylle brute.

Principe : Doc 3 page 197.

Manipulation : analysez le spectre d'absorption de votre chlorophylle brute, puis des pigments séparés dans l'ampoule à décanter, à l'aide su spectroscope.

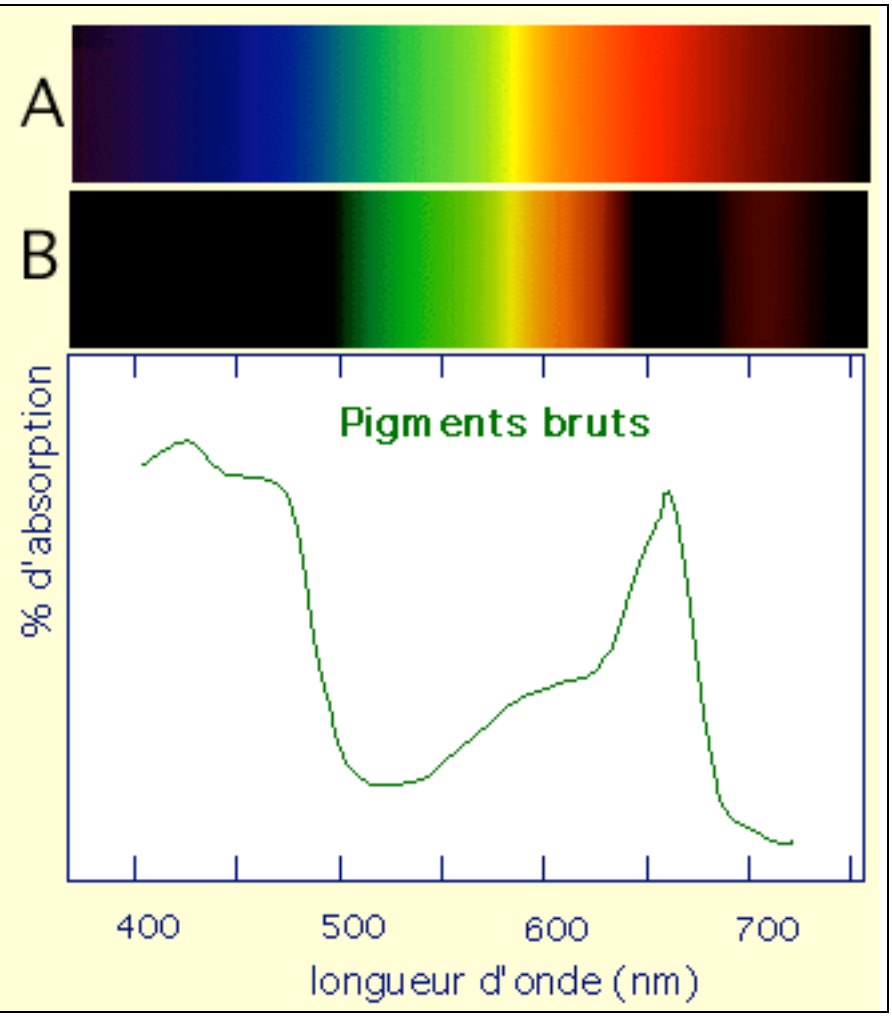
- **Résultats** : *(3 page 197)*

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**.

L'absorption maximale se réalise
- dans le bleu (< 500nm) et
- dans le rouge (650-700 nm).

A partir d'une solution de pigments, on peut donc mesurer les caractéristiques d'absorption de la lumière en réalisant un spectre d'absorption à l'aide d'un spectrophotomètre UV visible classique, qui permet de mesurer l'absorption en fonction de la longueur d'onde.

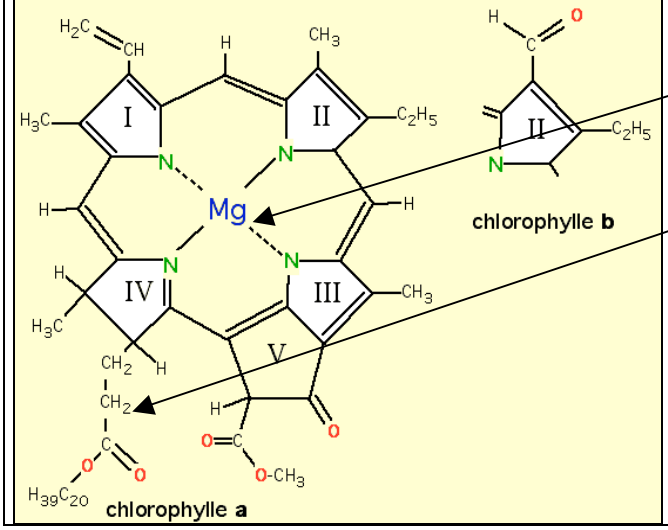
A : Spectre de la lumière blanche.
B : Spectre d'absorption de la chlorophylle brute (mélange de pigments)



La réalisation de la photosynthèse par les chloroplastes des végétaux met en jeu un ensemble de molécules particulières, nommées pigments photosynthétiques. Le terme de "pigment" correspond au fait que ces molécules sont colorées, de part leur capacité à capter certaines radiations lumineuses.

Ces pigments sont de trois types : *(structures hors programme)*

- **Les chlorophylles,** présentes chez tous les végétaux autotrophes au carbone.

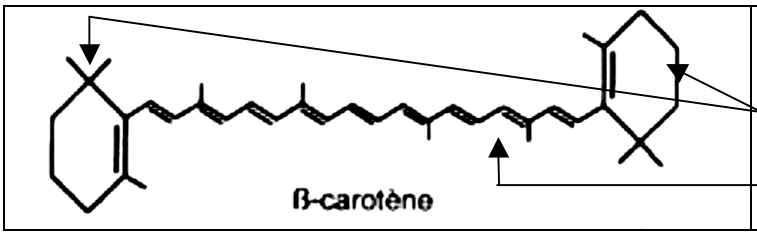


Les chlorophylles sont constituées :

d'un noyau tétrapyrrolique avec un magnésium en son centre,
et estérifié avec un alcool à très longue chaine en C_{20} (le phytol).

Dans la membrane des thylakoïdes, les chlorophylles sont associées à des protéines et forment des complexes protéines/pigments.

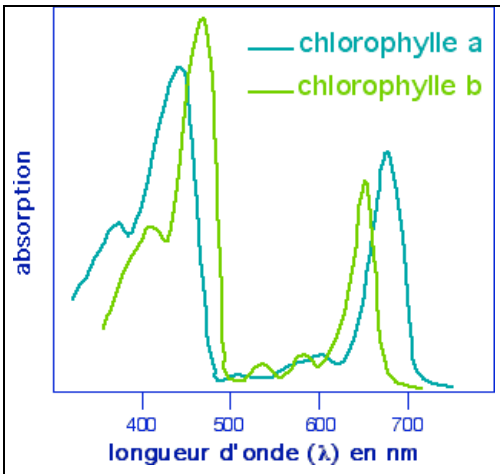
- Les **caroténoïdes**, présents chez tous les végétaux autotrophes au carbone.

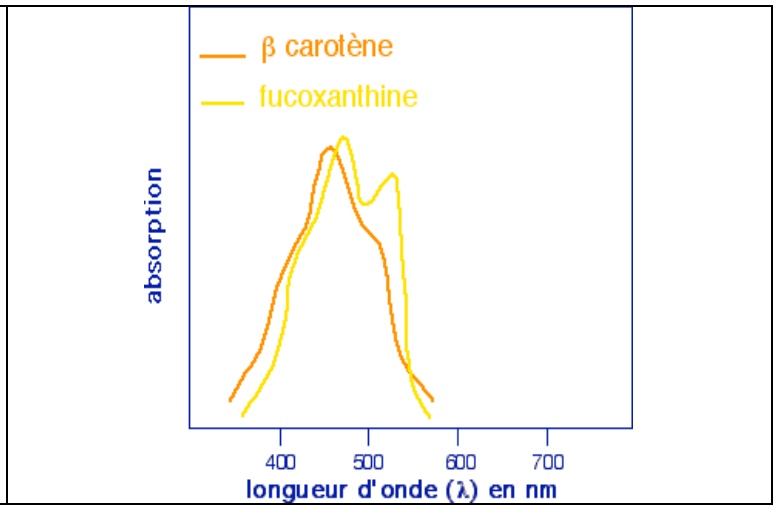


Les caroténoïdes sont des molécules constituées de 40 carbones, avec deux extrémités cyclisées reliées par une longue chaîne de 8 unités isoprènes.

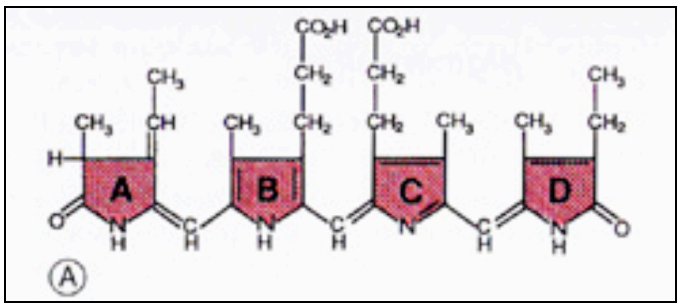
- **Spectres d'absorption :** *(5 page 197)*

Les chlorophylles et les caroténoïdes absorbent certaines radiations dites actives pour la photosynthèse, dans la gamme de longueurs d'onde visibles comprises entre 500 et 700 nm.





- **Les phycobilines**, présents exclusivement chez les algues et les cyanobactéries.



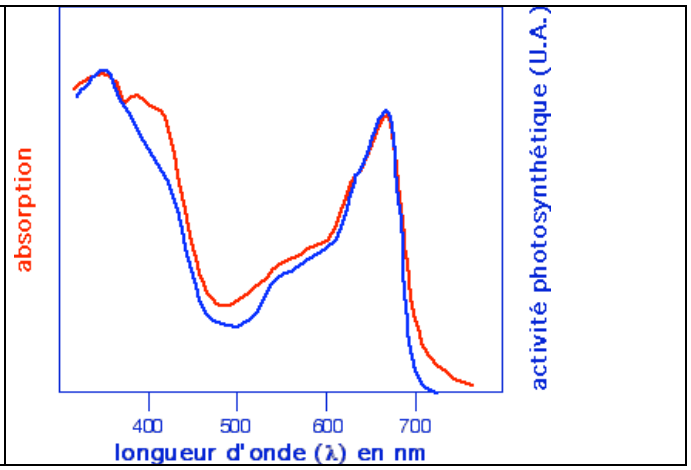
d). Action des radiations lumineuses sur la photosynthèse : le spectre d'action. *(page 198/199).*

Expérience historique d'Engelman *(exercice 2 page 213)(voir sujet BAC)*
Animation : http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/metabo/photosynthese/014pigments.htm#engelman

L'établissement **des spectre d'action**, de la photosynthèse correspond à **l'efficacité photosynthétique en fonction des longueurs d'ondes.**

On remarque que ce spectre correspond au spectre d'absorption des pigments chlorophylliens.

Ce sont les chlorophylles qui semblent les plus efficaces, complétées par l'action des carotènes.

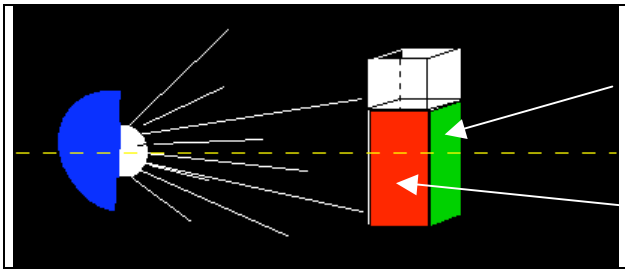


La photosynthèse nécessite donc l'absorption de certaines longueurs d'ondes grâces aux pigments chlorophylliens.

: Exercice 3 page 213. *voir rubrique « exercice et correction »*

Comportement des chlorophylles à la lumière.

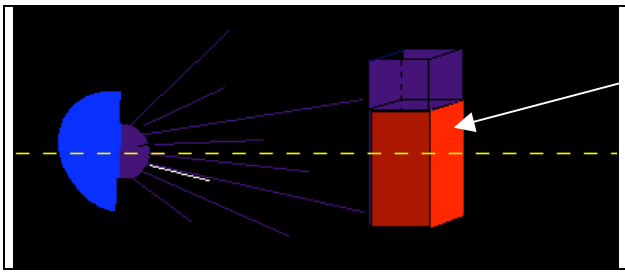
Des expériences pour aller plus loin.



Lorsqu'on observe une solution de chlorophylle (ou même un extrait de pigments bruts), on constate que, par transparence, la solution apparaît verte.

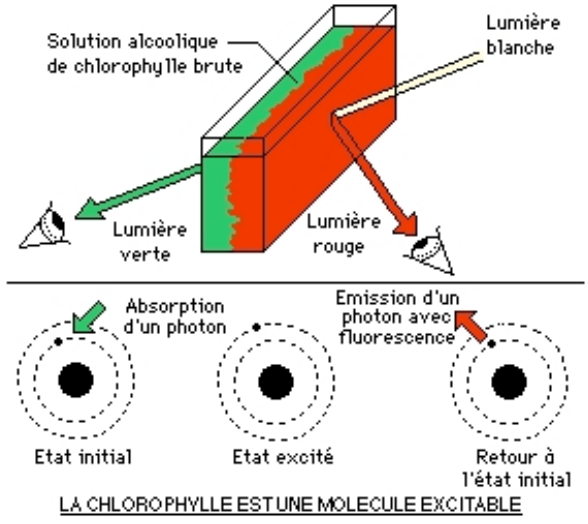
Cette couleur est due au fait qu'elle absorbe radiations bleues et rouges et ne laisse passer que les radiations jaunes et vertes.

Si on regarde le tube de côté, la solution apparaît rouge.



Ce phénomène devient remarq l'obscurité, on éclaire le tube par de la lumière ultraviolette, l'ensemble de la solution devient rouge vif.

La solution de chlorophylle, extraite de la plan réagit à une excitation lumineuse par l'émission d'une lumière rouge (fluorescence).



Que se passe-t-il lorsque cette molécule se trouve dans ses conditions naturelles ?

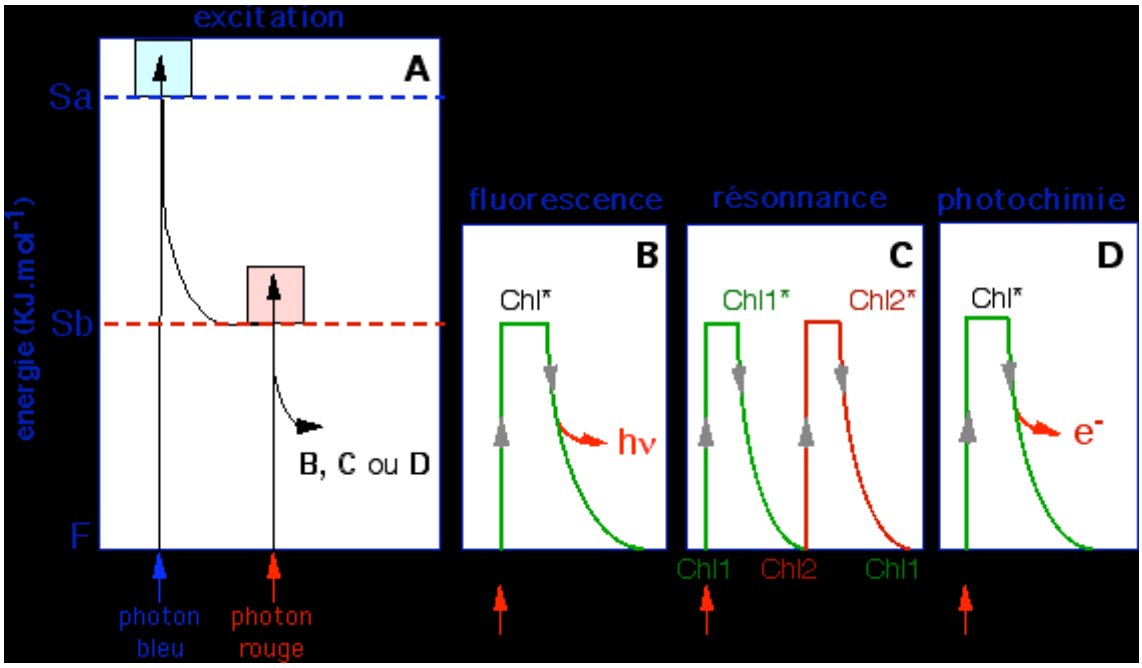
Dans les conditions naturelles, la chlorophylle transmet cette énergie à d'autres molécules et retourne à l'état initial.

La réduction du dioxyde de carbone nécessite de l'énergie. Quelle relation peut-on faire entre l'absorption de la lumière et l'acquisition d'un pouvoir réducteur par les cellules chlorophylliennes? (réduction du CO_2)

Les chlorophylles sont des pigments. De ce fait, ces molécules (comme les autres pigments photosynthétiques) peuvent êtres excités par les radiations lumineuses. Cette excitation est due à la présence de liaisons conjuguées (et donc d'électrons délocalisés) : **l'arrivée d'un photon fait passer un électron délocalisé d'un état fondamental (non excité) à un état excité.** La chlorophylle, une fois excitée, retourne à son état fondamental, plus stable thermodynamiquement. Ceci peut se faire de plusieurs manières, et en particulier :

- En émettant de la lumière (c'est la fluorescence constatée dans une solution de chlorophylle).
- En transférant son énergie à une molécule très proche. (Resonnance)
- En perdant un électron.(photochimie = initiation de processus biochimiques conduisant à la réduction du carbone)

Animation : http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/metabo/photosynthese/014pigments.htm#excit



Pb : Que devient cette énergie, à quelles molécules est-elle transmise, comment est assurée la réduction du CO2 (transfert d'e-)? Comment l'énergie lumineuse qui excite la chlorophylle se retrouve-t-elle « stockée » en énergie chimique ? Quels sont les intermédiaires ?