

Couleur et propriétés optiques des plantes

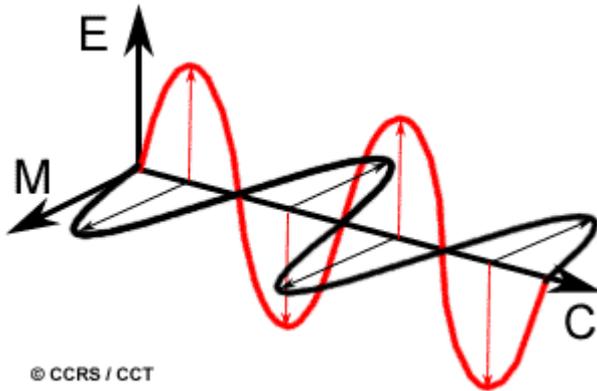
Kamel SOUDANI
Pr, ESE ORSAY
kamel.soudani@u-psud.fr

Cours et Travaux pratiques en L3 – Université Paris Saclay – UFR des Sciences d'ORSAY
UE BAMN : Botanique appliquée aux milieux naturels

- 1- Couleur des plantes ou plus généralement : propriétés optiques**
- 2- Quels sont les facteurs qui expliquent les variations des propriétés optiques du matériel végétal (feuilles, fleurs et fruits) ?**
- 3- Comment se mesurent-elles ?**

Travail demandé

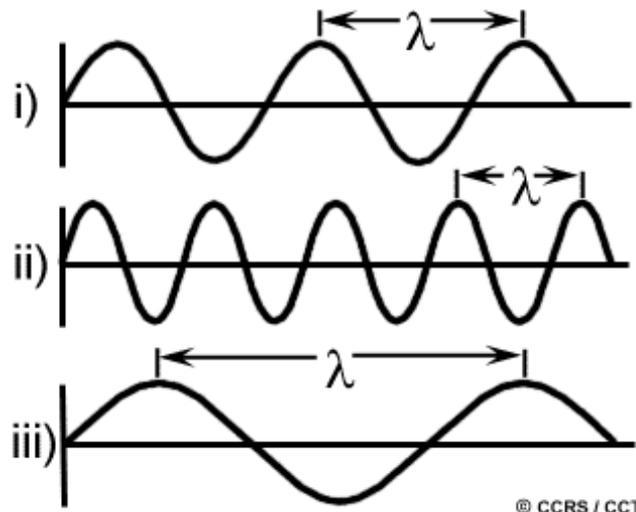
☐ lumière ! ou plus exactement Rayonnement électromagnétique



Longueur d'onde λ : distance entre deux points homologues exprimée en $\mu\text{m} = 10^3 \text{ nm} = 10^{-6} \text{ m}$.

Fréquence ν : nombre d'oscillations par unité de temps (s^{-1} ou Hz-Hertz).

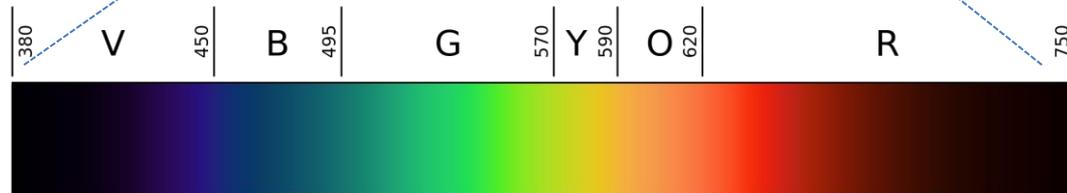
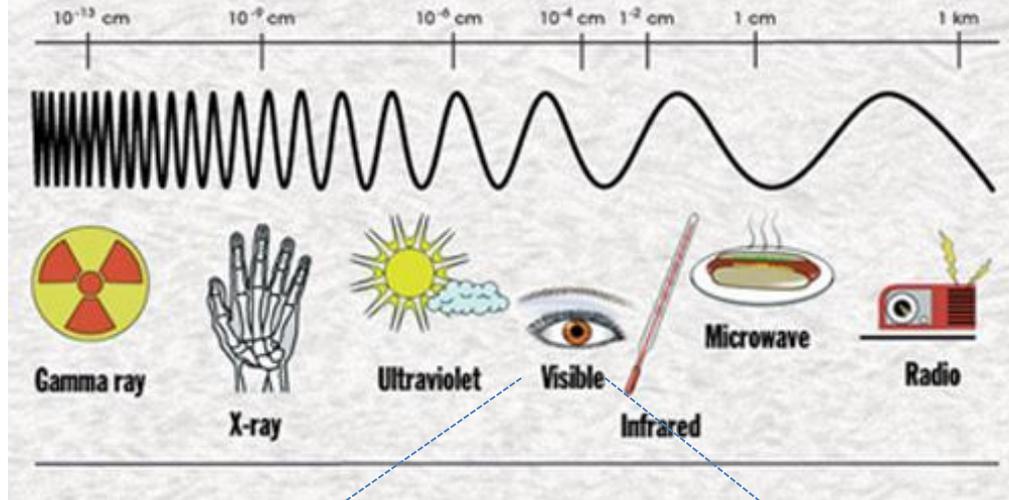
Période T : Temps nécessaire pour réaliser une oscillation : $T = 1 / \nu$.



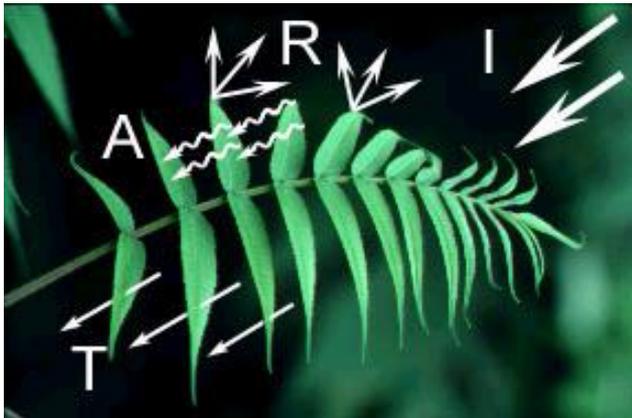
Relation fondamentale : $\lambda = c / \nu$

c : vitesse de la lumière dans le vide
 $= 3 \cdot 10^8 \text{ ms}^{-1}$

The Electromagnetic Spectrum

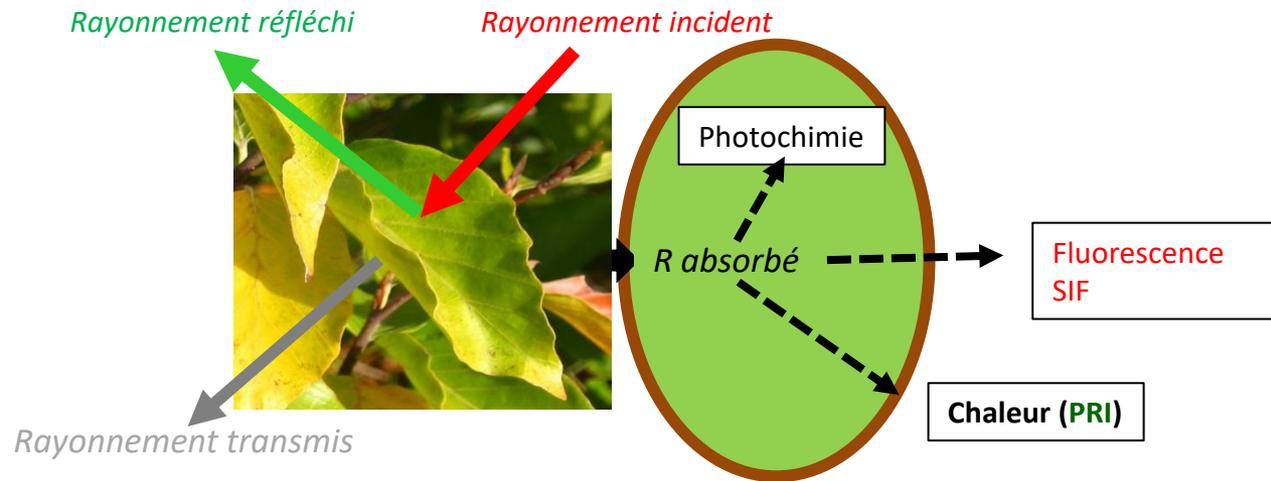


□ Interactions EM et matières



Le rayonnement se propage indéfiniment dans le vide mais en présence de la matière (gaz, liquide ou solide), le rayonnement interagit avec la matière. Le rayonnement électromagnétique est le principal véhicule de l'information.

☐ Interactions EM et matériel végétal



I - Incident ; R - **Réflexion**, A - **Absorption**; T - **Transmission**



$$\text{Reflectance } \rho = E_{r\lambda}^i / E_{\lambda}^i$$

$$\text{Absorptance } \alpha = E_{a\lambda}^i / E_{\lambda}^i$$

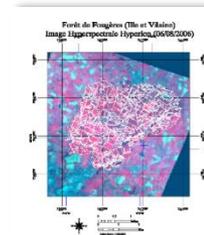
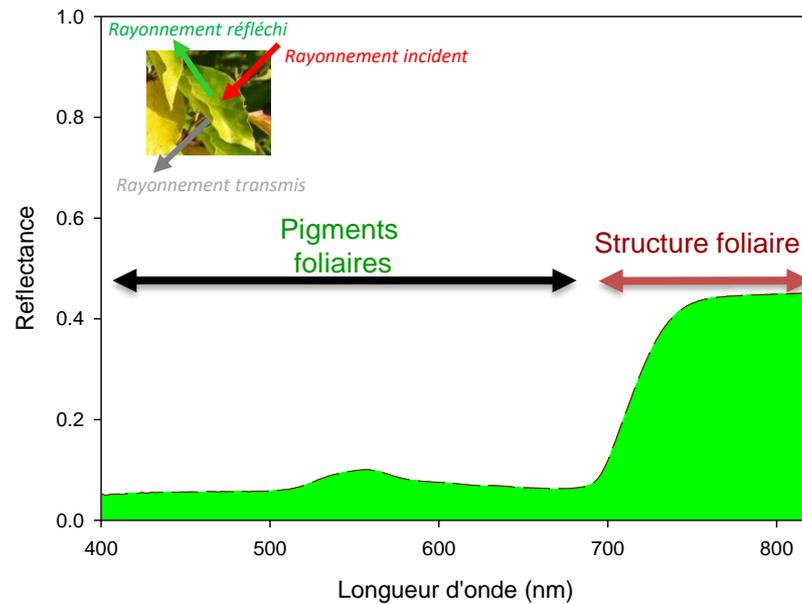
$$\text{Transmittance } \tau = E_{t\lambda}^i / E_{\lambda}^i$$

$$\text{On a toujours : } \rho + \alpha + \tau = 1$$

Absorbance -> **Emission** (fluorescence, thermique, ...)

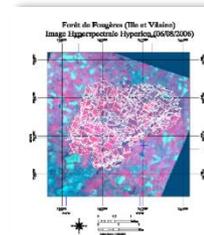
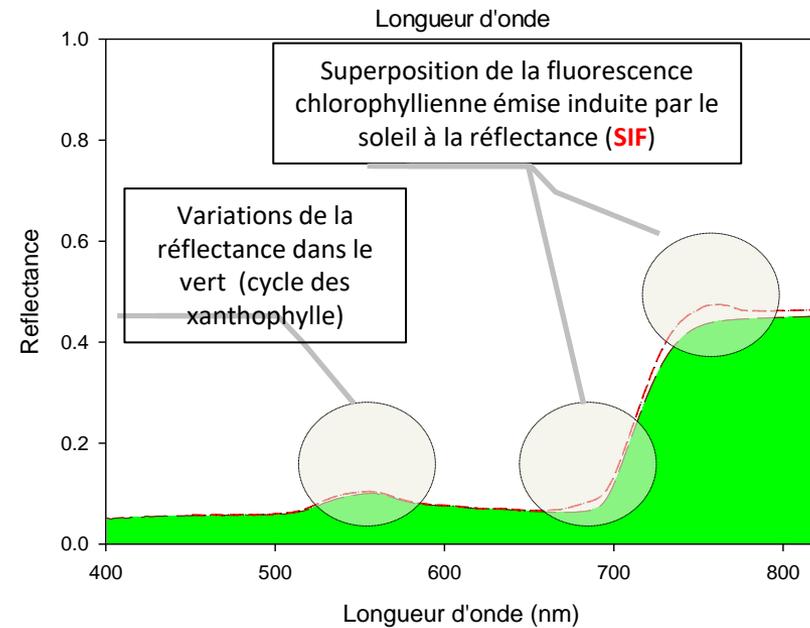
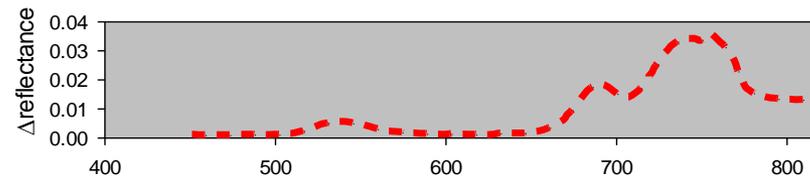
Propriétés optiques : cas d'une feuille/couvert chlorophyllien

Variations de **grande amplitude** de la **réflectance** en lien direct avec les variations des **pigments** et la **structure** foliaires à l'échelle foliaire (pigments et structure de l'ensemble du couvert aux échelles supérieures)



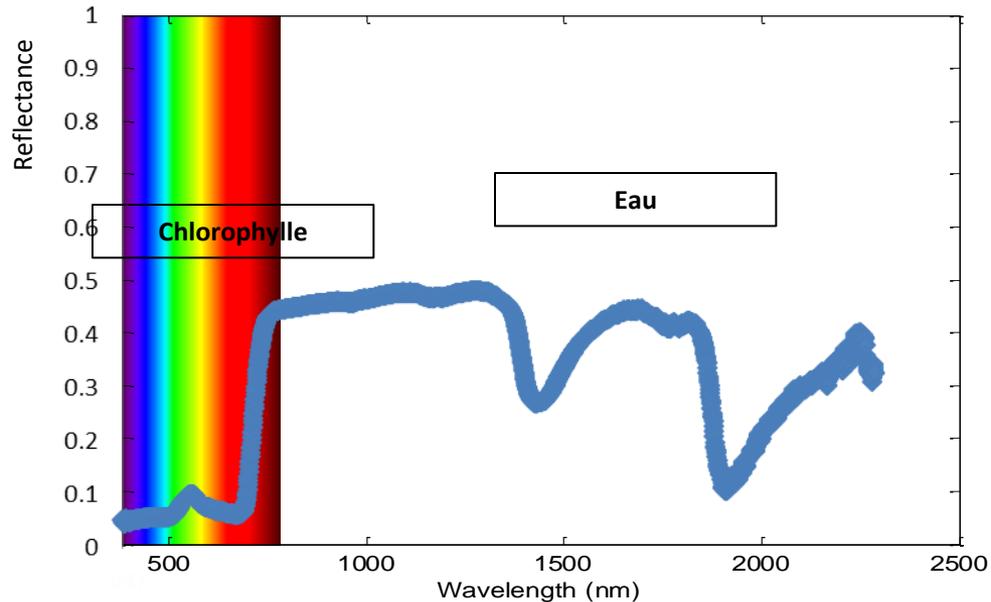
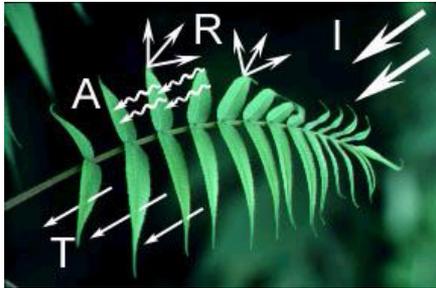
Propriétés optiques : cas d'une feuille/couvert chlorophyllien

Variations de **faible amplitude** et **rapides** de la réflectance en lien direct avec le **fonctionnement physiologique** de la plante et du couvert

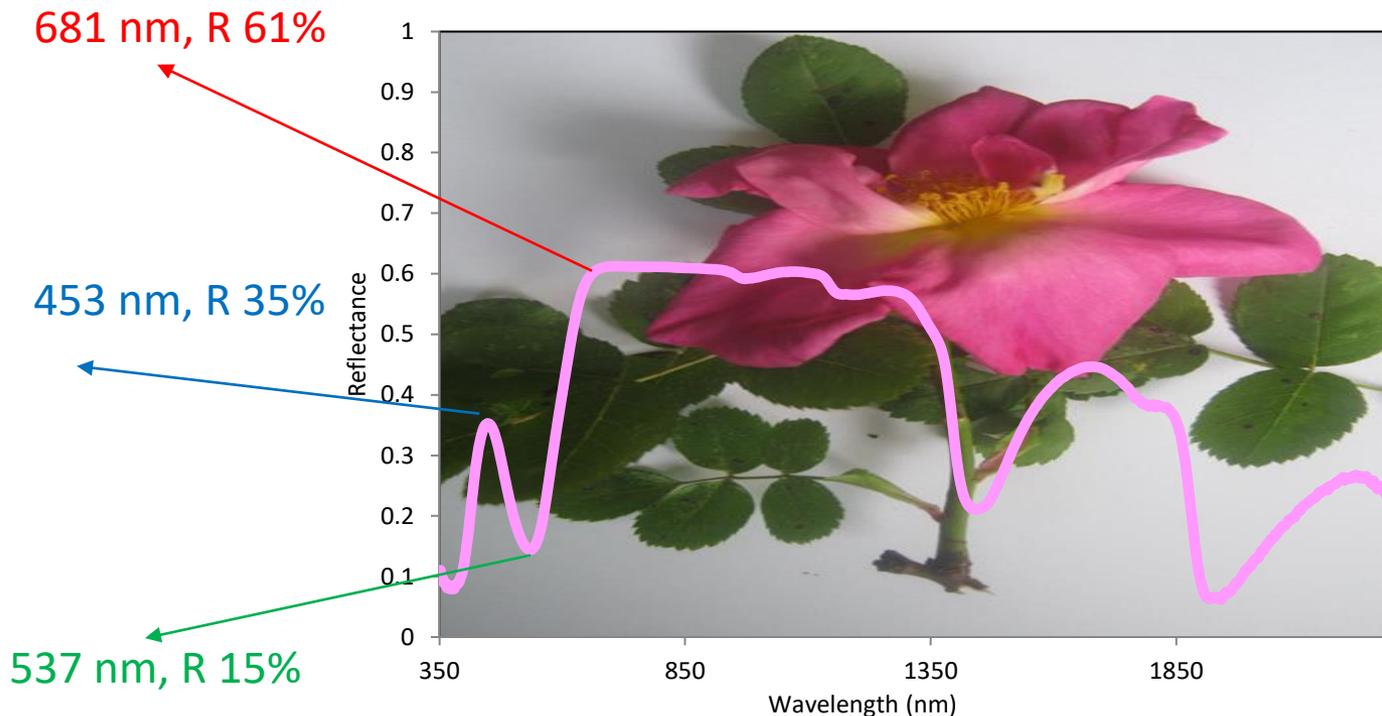


Propriétés optiques : cas d'une feuille/couvert chlorophyllien

Couleur traduit les propriétés optiques dans la partie visible du spectre



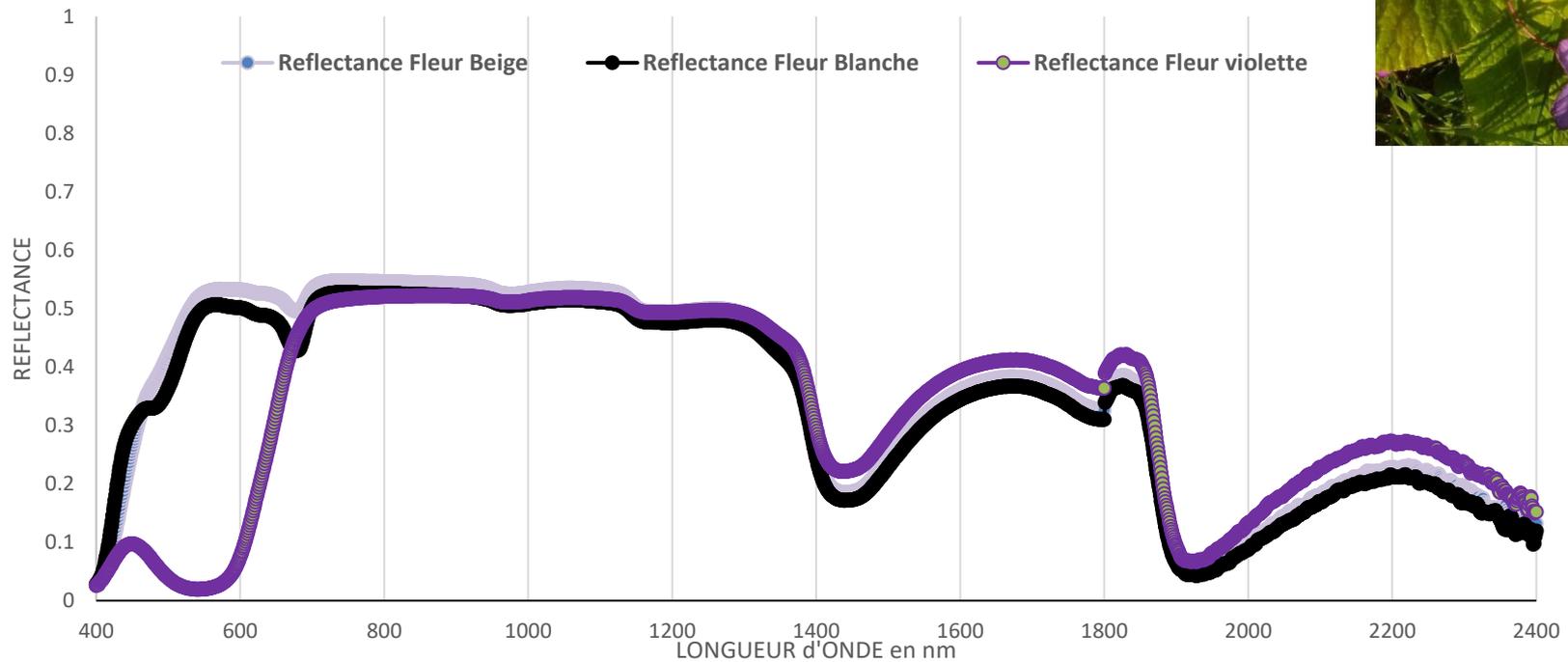
Propriétés optiques : cas d'une fleur



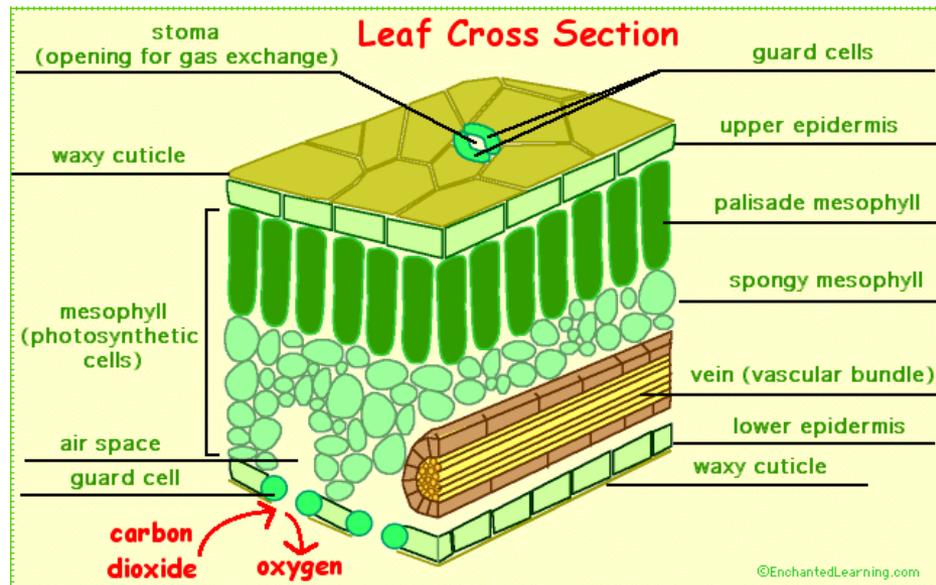
Explication de la couleur : exemple du « rose » d'une rose ?

Le ROSE : l'addition des réflectances dans le rouge et le bleu qui dominant de très loin la réflectance dans le vert,

Exemples de quelques propriétés optiques

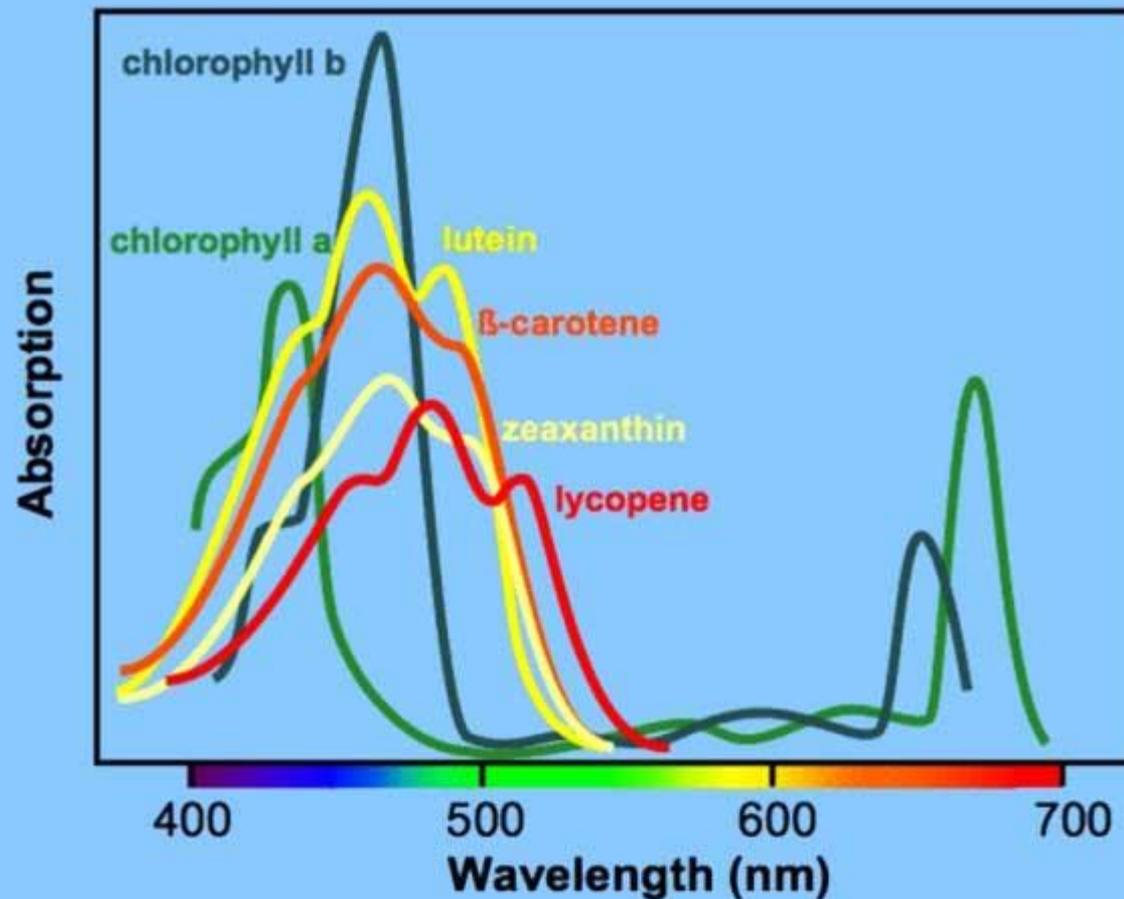


**Facteurs déterminants des propriétés optiques : structure interne et externe,
pigments et teneur en eau**



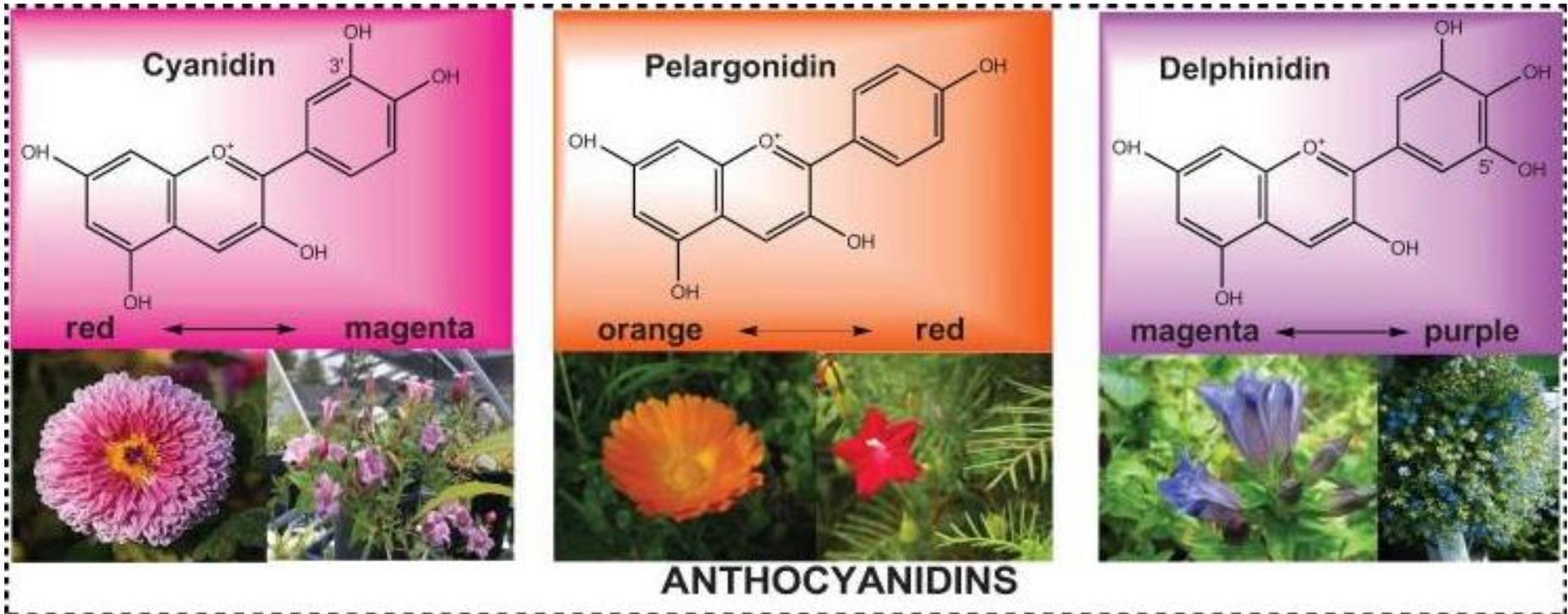
Facteurs déterminants des propriétés optiques : structure interne et externe,
pigments et teneur en eau

□ Spectres d'absorption des principaux pigments



Pigments et couleur de quelques végétaux

Pigments	Types	Où	Couleur
Chlorophylles	Chlorophylles a, b	Végétaux supérieurs, algues vertes	Vert
	c, d f	Algues brunes, rouges (2010) stromatolithes	Brune, rouge
Caroténoïdes	600 caroténoïdes connus <ul style="list-style-type: none">- xanthophylles- carotènes	Végétaux supérieurs, animaux, algues, champignons et cyanobactéries	Jaune, rose orange, rouge des tomates (lycopène)
Flavonoïdes	Plus de 6000 identifiés chez les plantes. Principales classes: <ul style="list-style-type: none">- Anthocyanes- Flavonols- Flavones- Chalcone...	Plantes, fruits, racines, bulbes, Pollen	Couleur jaune du pollen (flavonols) Anthocyanes : <ul style="list-style-type: none">- Rouge des roses, pomme, et fruits rouges (framboise, fraise, raisin, myrtille, cerise, prunes), bulbes et racines (oignon rouge, radis, betterave, etc.)- Jaune de l'oignon, pomme,- Couleur rouge des feuilles en automne



The pictures of flowers correspond to (left to right): *Chrysanthemum morifolium*, pink gentian (*Gentiana scabra*), *Calendula officianalis*, *Ipomoea quamochit*, blue gentian (*Gentiana triflora*) and *Evolvulus pilosus*.

(Falcone Ferreyra ML, Rius SP, Casati P. Flavonoids: biosynthesis, biological functions, and biotechnological applications. *Frontiers in Plant Science*. 2012;3:222. doi:10.3389/fpls.2012.00222.)

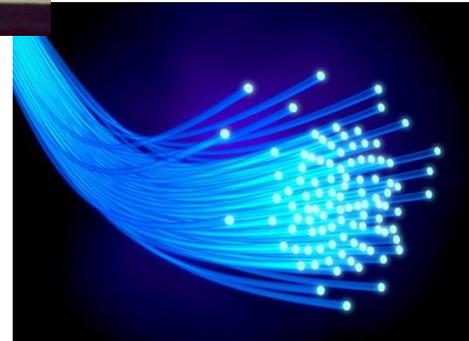
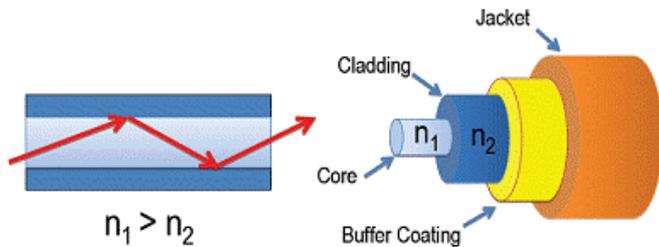
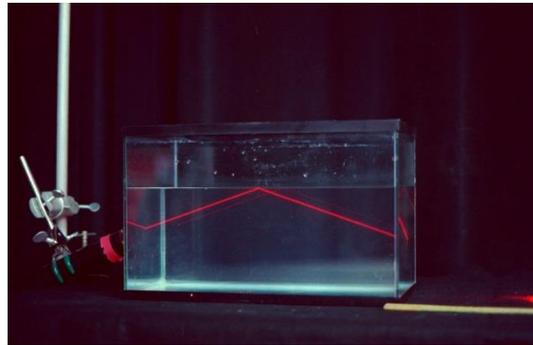
Caractérisation des propriétés optiques des feuilles (fleurs, ou fruits) à l'aide d'une sphère intégrative

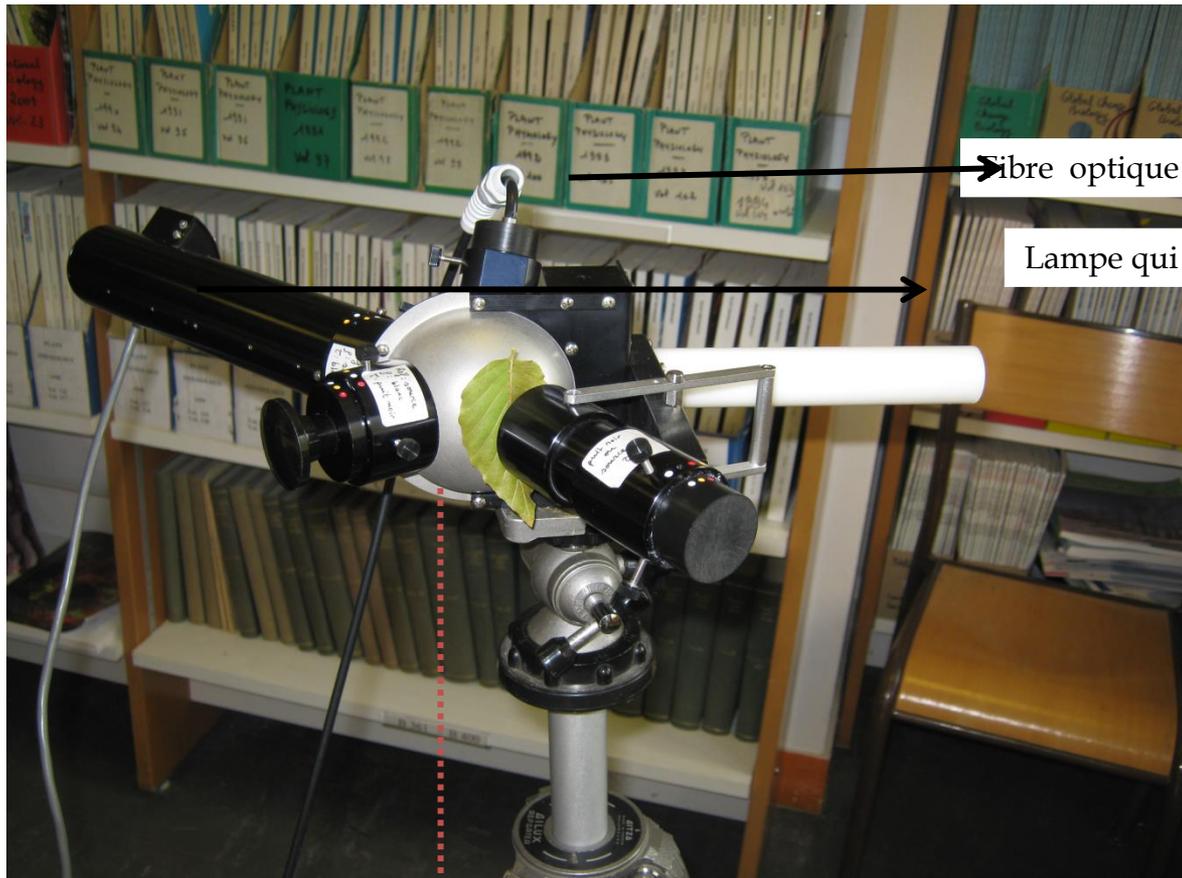
Le système de mesure : sphère intégrative, lampe et spectrophotomètre





Fibre optique : principe





→ fibre optique connecté au spectrophotomètre

→ Lampe qui éclaire l'intérieur de la sphère



L'intérieur de la sphère est composé de sulfate de barium.

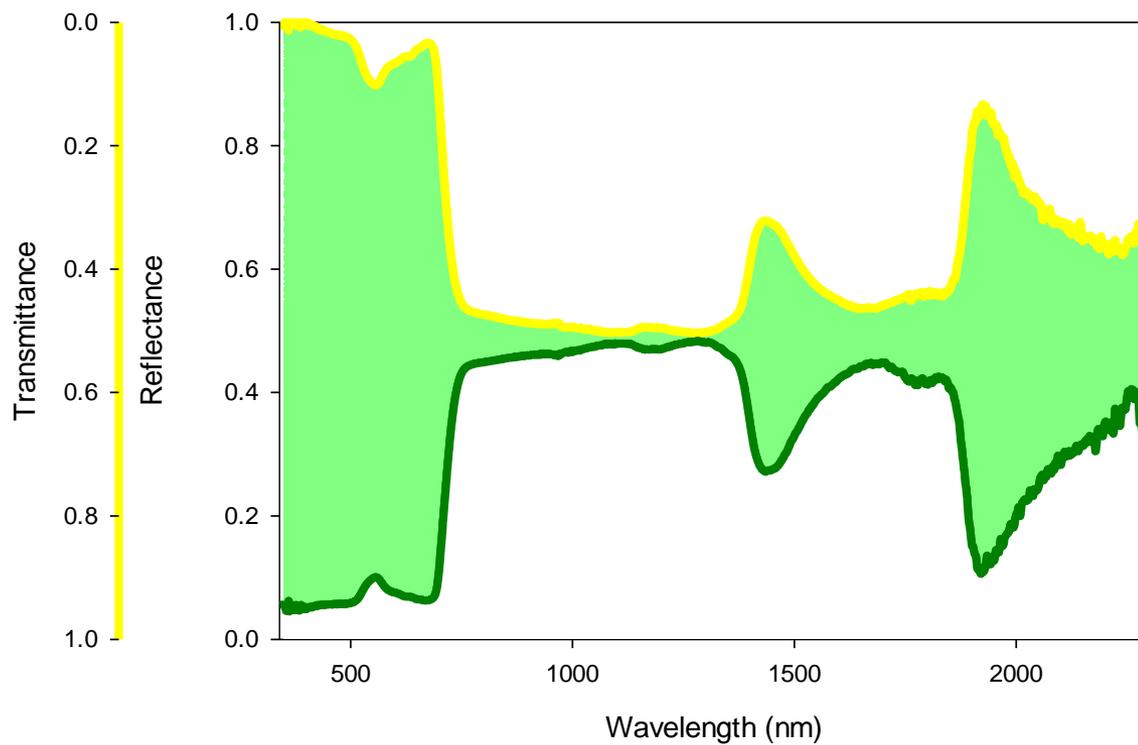
Mesures de la reflectance



Mesure de la transmittance



Green leaf of beech (*Fagus sylvatica*)



Objectifs des TPs :

- Déterminer les courbes de réflectance/transmittance/absorbance des feuilles d'ombre et de lumière;
- Calculer le % de la lumière absorbée en moyenne dans le visible de 400 à 700 nm (PAR – Photosynthetically Active Radiation) pour chacune des feuilles;
- Conclure sur les propriétés optiques et biochimiques des feuilles d'ombre et de lumière et les répercussions sur leur fonctionnement photosynthétique.

Organisation des TPs: chaque binôme réalise les mesures en utilisant la sphère intégrative et le spectrophotomètre et récupère le fichier en format texte.