

# La photosynthèse



Présenté par l'atelier N°1:

- ELBHAR Ibrahim
- ESSATTY Samiha
- TAOUJDIRT Chaimae
- RAMLI Mohamed
- KHAYAT Fouad
- AJRIR Hanan

Demendé par:  
Dr. Otcoumit A.

# Objectifs

- Producteurs primaires (autotrophes) et la matière organique
- La photosynthèse
- Les phases de la photosynthèse et ses caractéristiques
- Les mécanismes moléculaires de production de la matière organique et l'O<sub>2</sub>
- Les plantes C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> et CAM
- La photo-respiration
- Quotient de la photosynthèse/respiration.



# Plan

I

- Introduction

II

- Les sièges de la photosynthèse
- Les phases de la photosynthèse

III

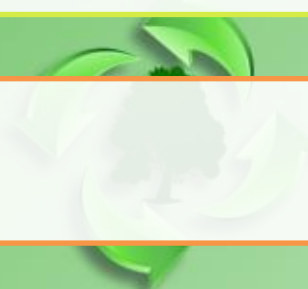
- Processus de la photosynthèse
- Cycle de calvin

IV

- Photosynthèse chez les plantes C3, C4 et CAM
- photorespiration

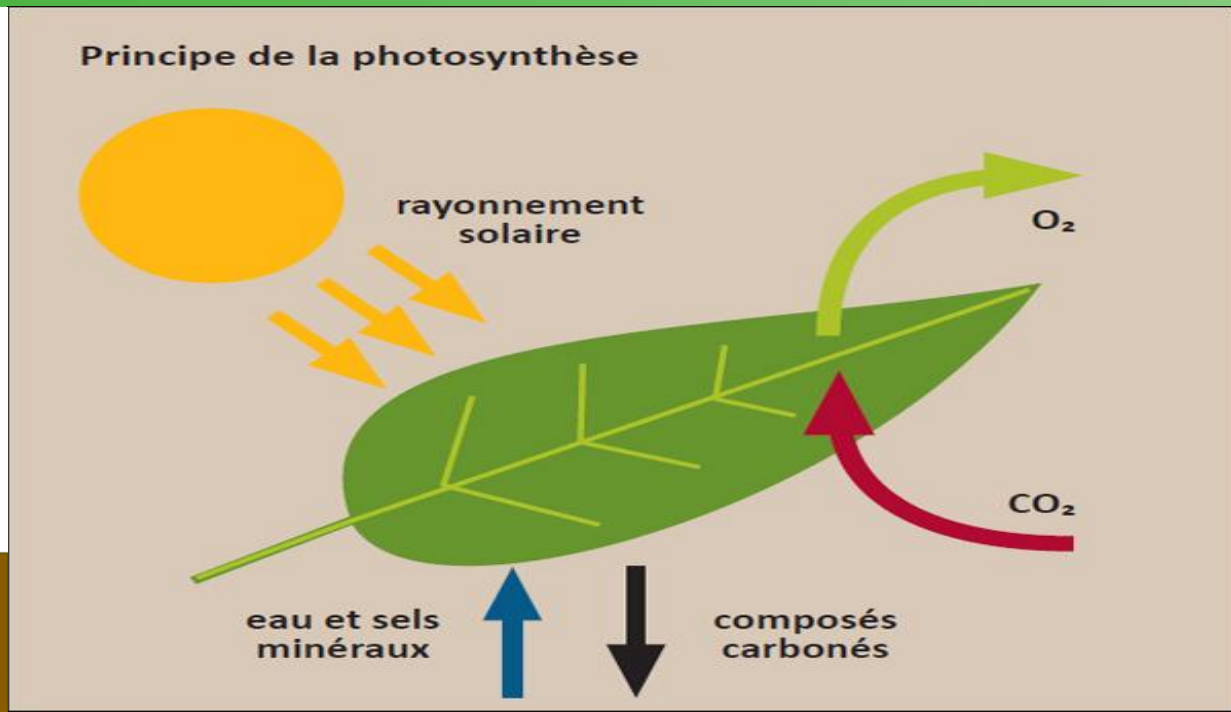
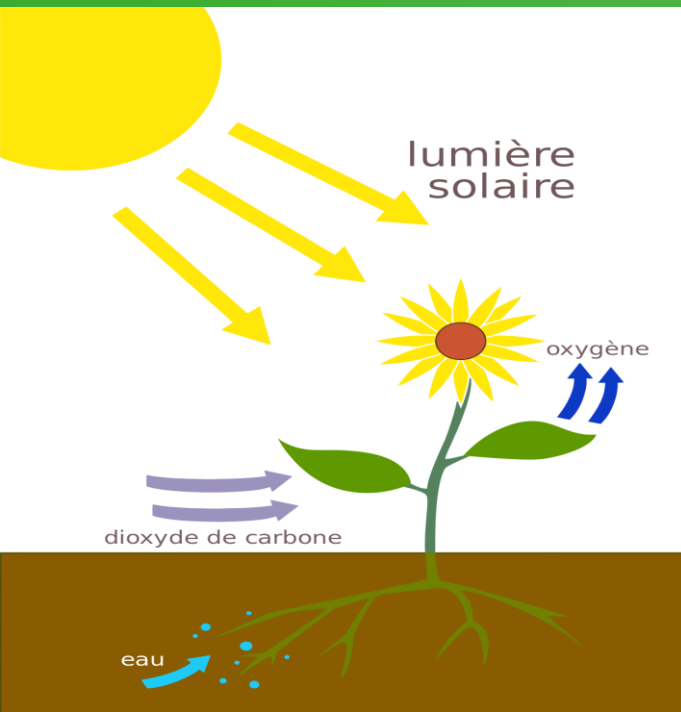
V

- Conclusion
- Évaluation



# Introduction

- La photosynthèse est le processus par lequel les êtres chlorophylliens synthétisent de la matière organique grâce à l'énergie lumineuse, en absorbant le gaz carbonique de l'air et en rejetant l'oxygène.

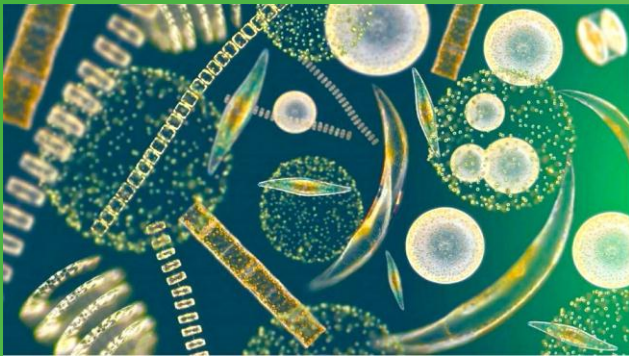


# Producteurs primaires

- Sont les êtres vivants qui produisent de la matière organique à partir de la matière minérale.
- Sont des autotrophes
- Favorisent la vie sur la terre
- La base des chaînes alimentaires
- (1<sup>er</sup> maillon)

EX:

diatomées

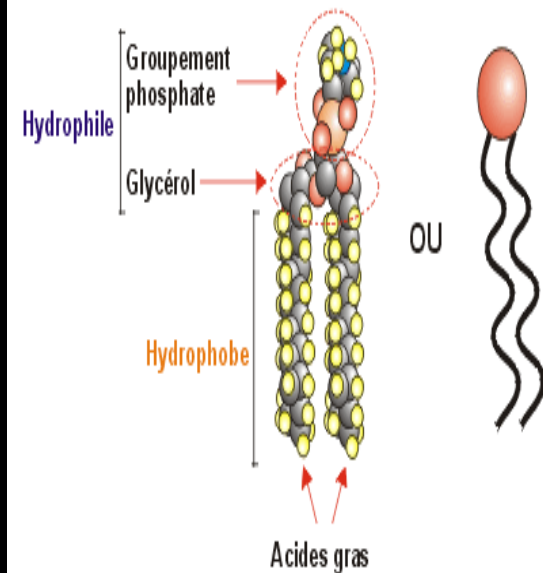
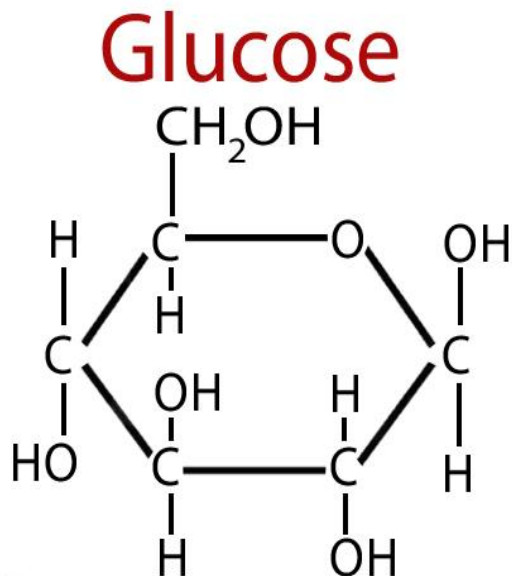


plantes



# Matière organique

- La MO est l'ensemble des molécules organiques fabriqué par les êtres vivants.
- Ces molécules sont composées essentiellement de: **C, O, H**, N, P...etc.





# Siège de la photosynthèse

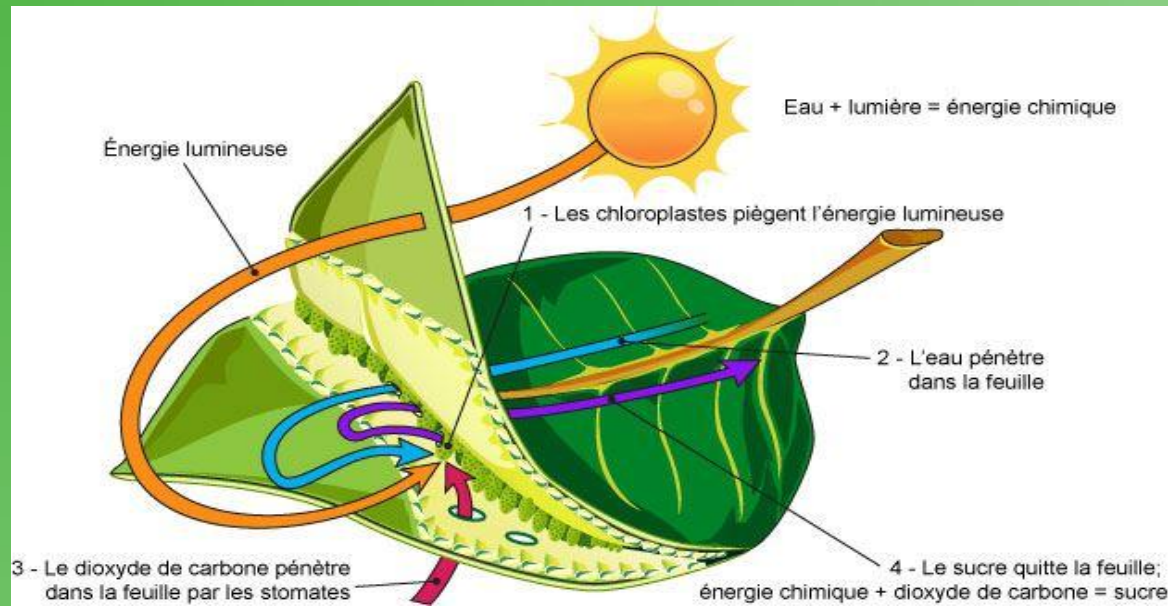
!

Cas des végétaux supérieurs.

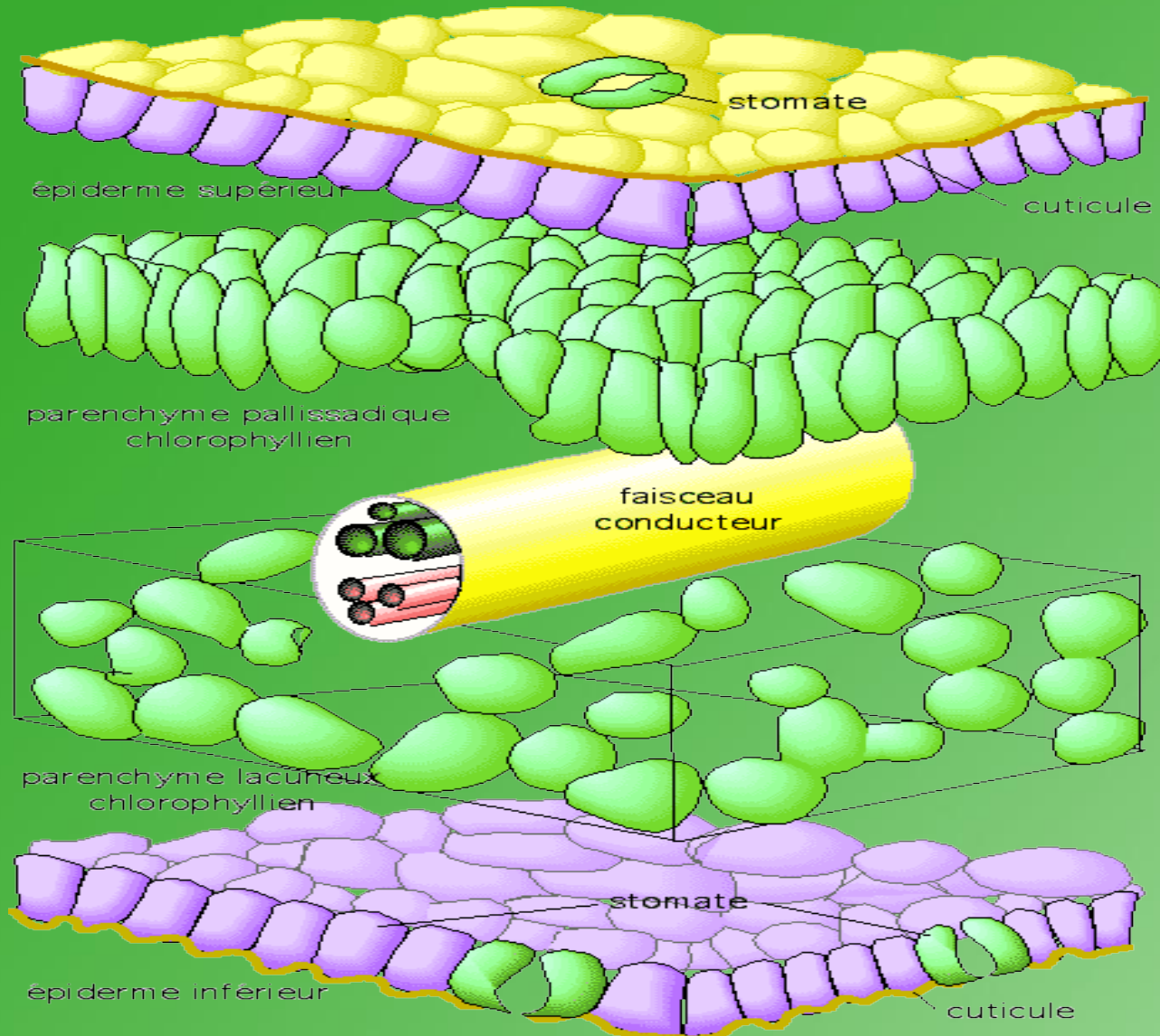
La photosynthèse se déroule au niveau



feuille



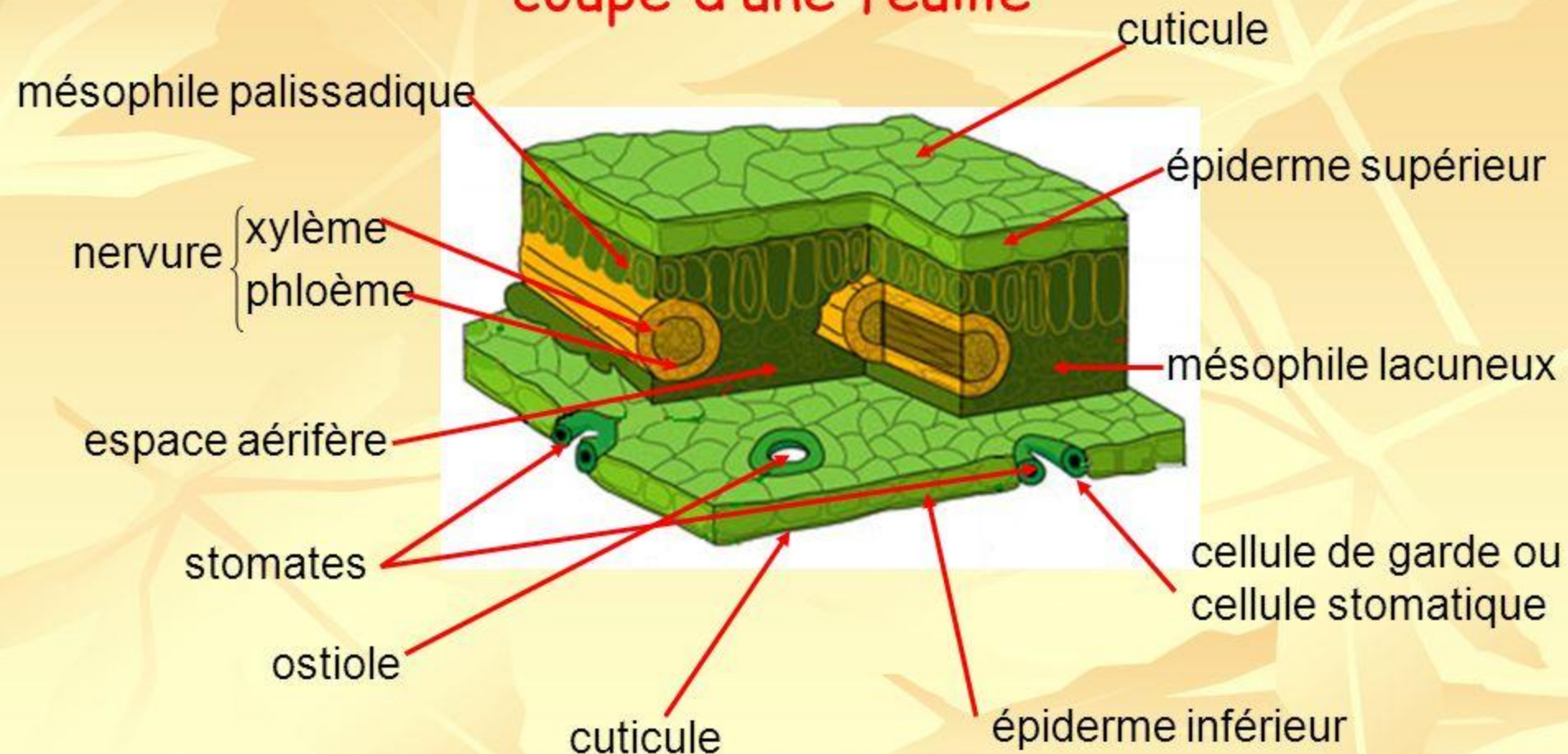
# Coupe de la feuille





# La feuille

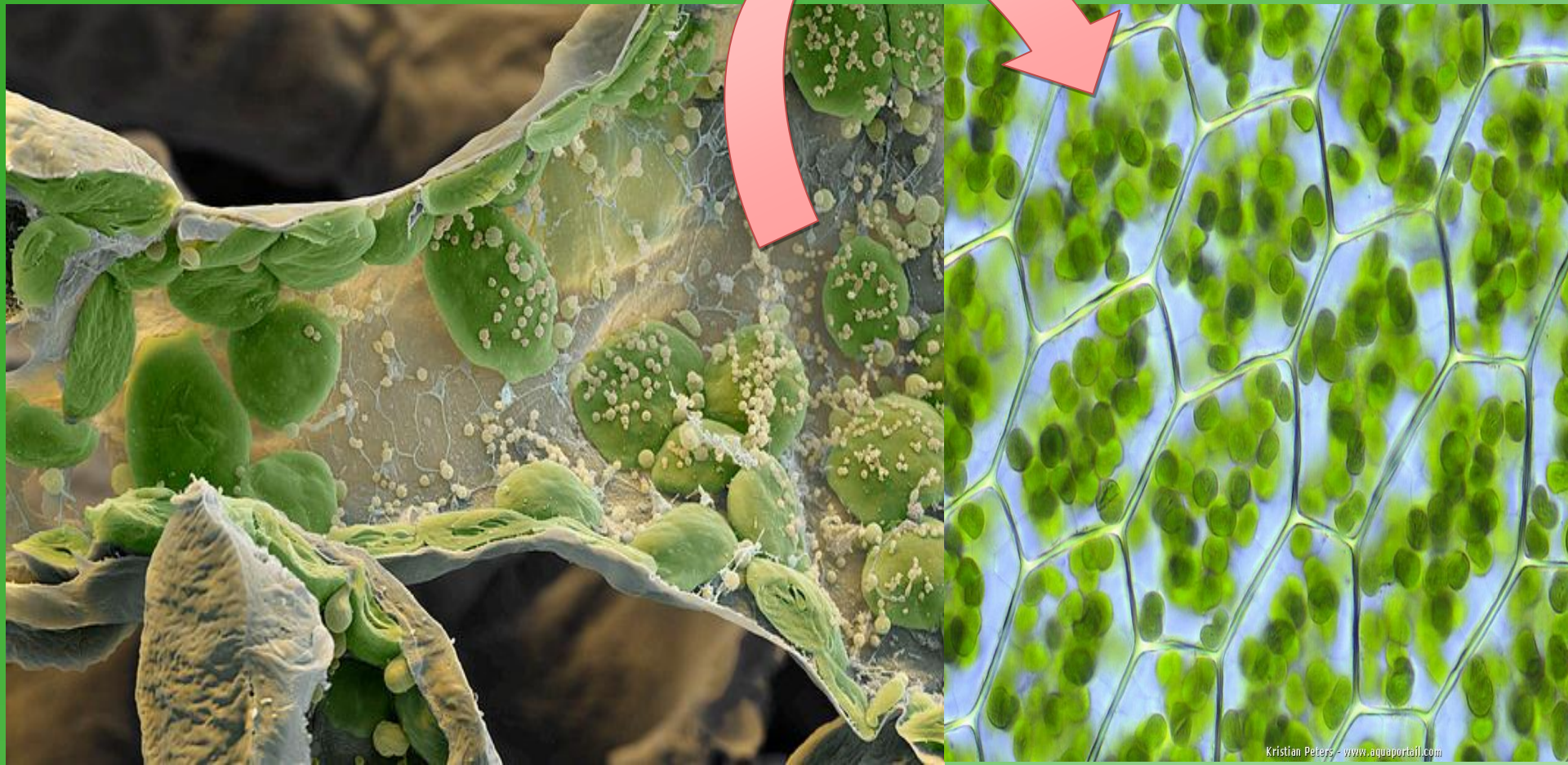
## coupe d'une feuille





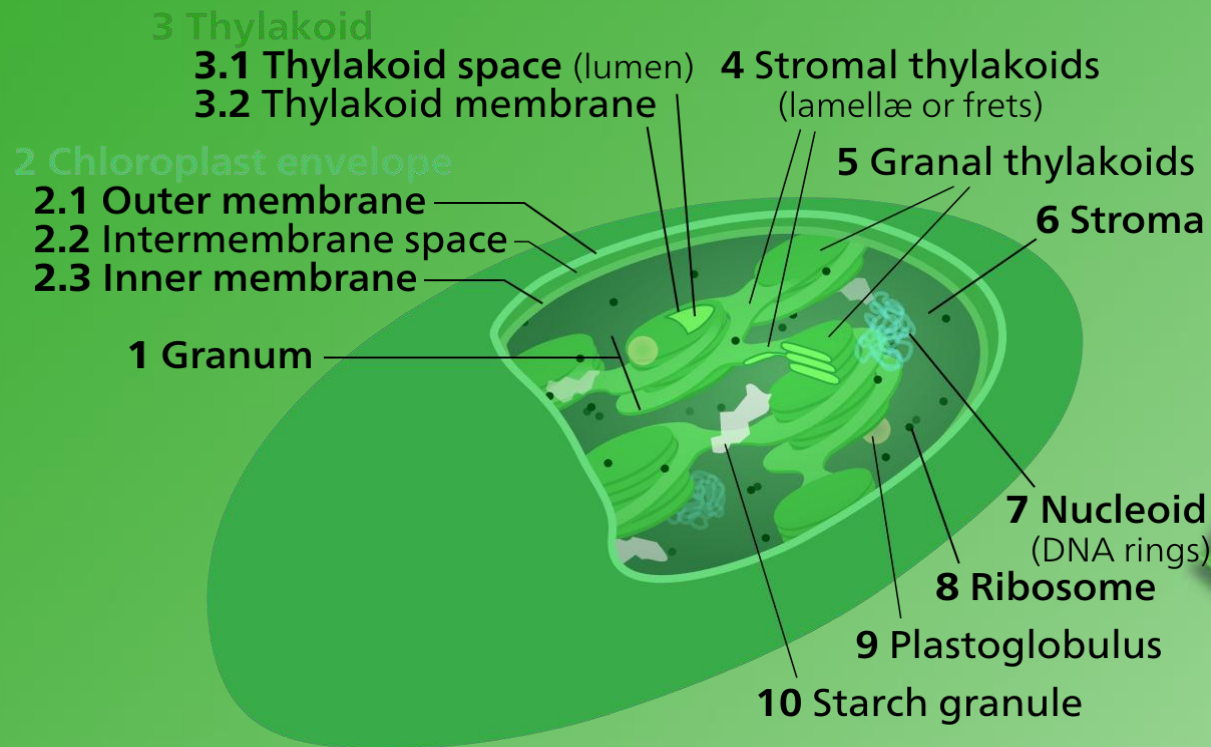
# Mésophylle (entre l'épiderme +/-)

- Chaque cellule contient dizaines des chloroplastes.

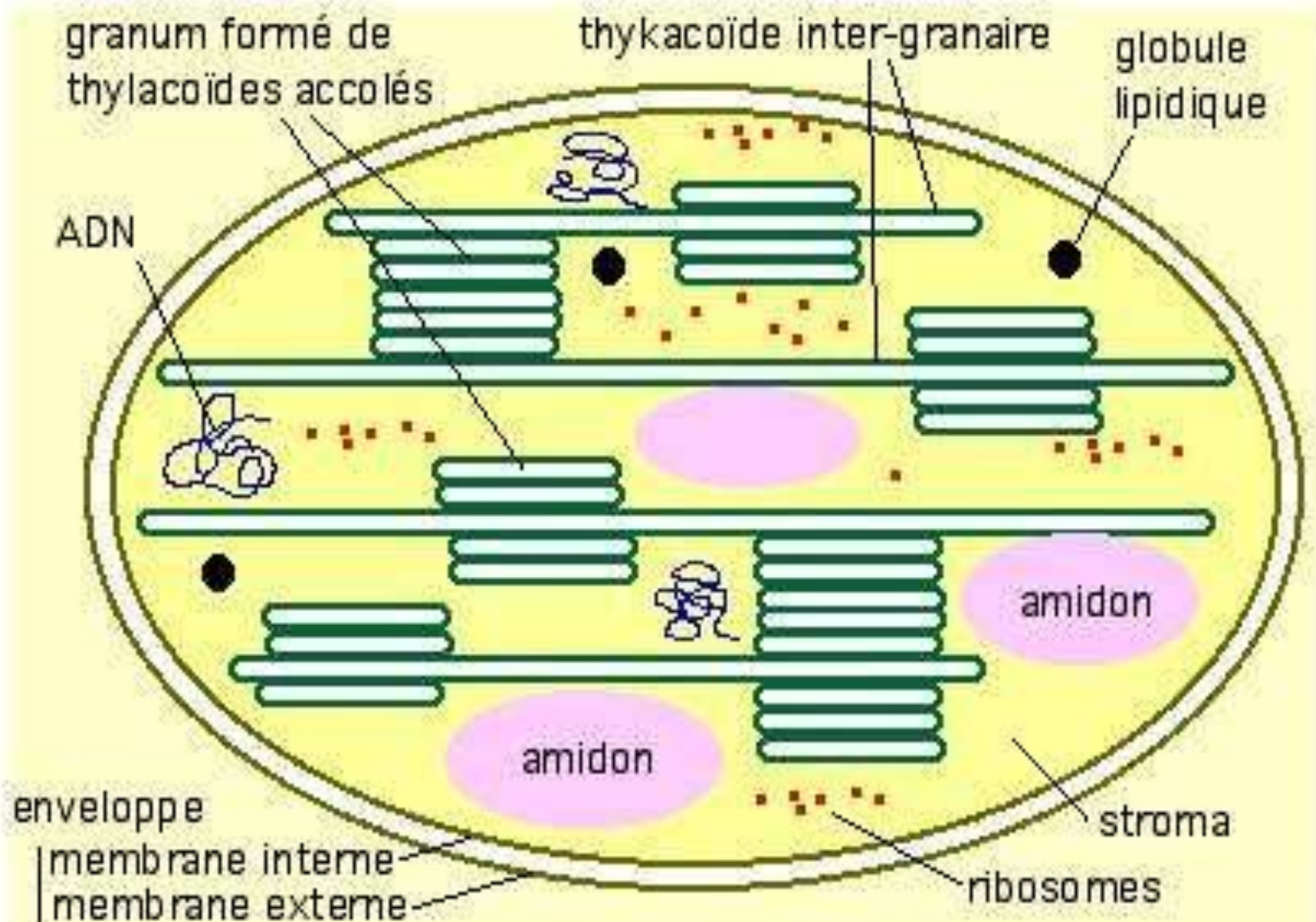


# chloroplaste

- Organite contenant de la chlorophylle, assurant la photosynthèse chez les plantes vertes; forme souvent lenticulaire, de 2 à 10  $\mu\text{m}$  de diamètre et de 1 à 2  $\mu\text{m}$  d'épaisseur.







# Ultrastructure

- ❖ Enveloppe composée de deux membranes:
  - Membrane plastidiale externe
  - Membrane plastidiale interne.
  - la membrane interne comporte un ensemble d'invaginations « photosynthétiques » disposées en sacs aplatis = thylakoïdes ou lamelles.
  - Certains thylakoïdes s'empilent pour former des grana (singulier granum).





# Table d'analyse chimique des chloroplastes

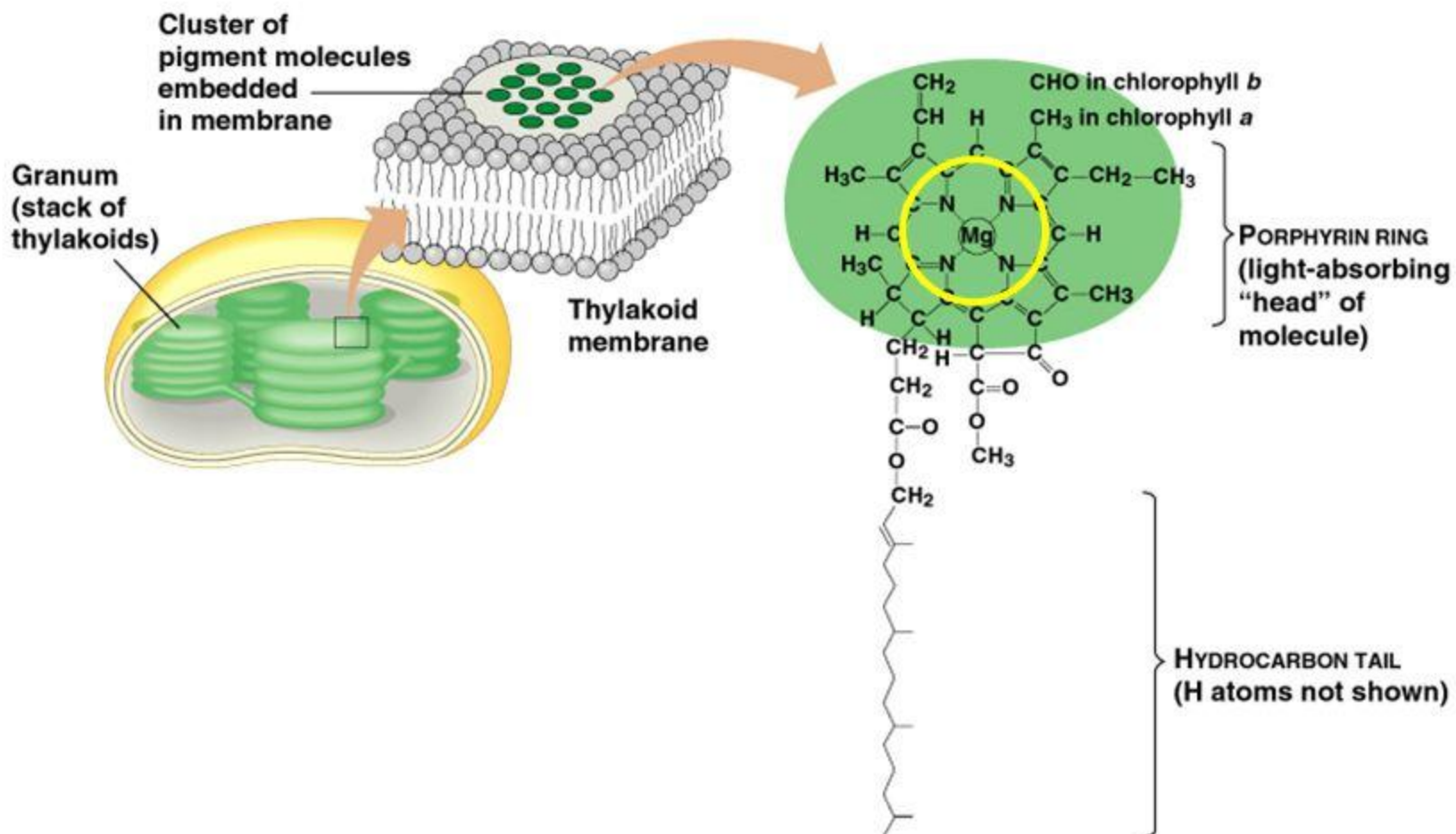
Protéines	40% à 35% du poids sec
Lipides	25% à 35% du poids sec
chlorophylles	8% du poids sec
Caroténoïdes	4,5% du poids sec
ADN	0,5% du poids sec
ARN	2% à 3% du poids sec

**Pigments = molécules qui absorbent certaines longueurs d'onde particulières de la lumière; ils apparaissent donc colorés**



**Les chloroplastes sont **verts** parce qu'ils contiennent la chlorophylle = pigment qui réfléchit et transmet la lumière verte, mais qui absorbe les autres couleurs.**

**=====» liposolubles**

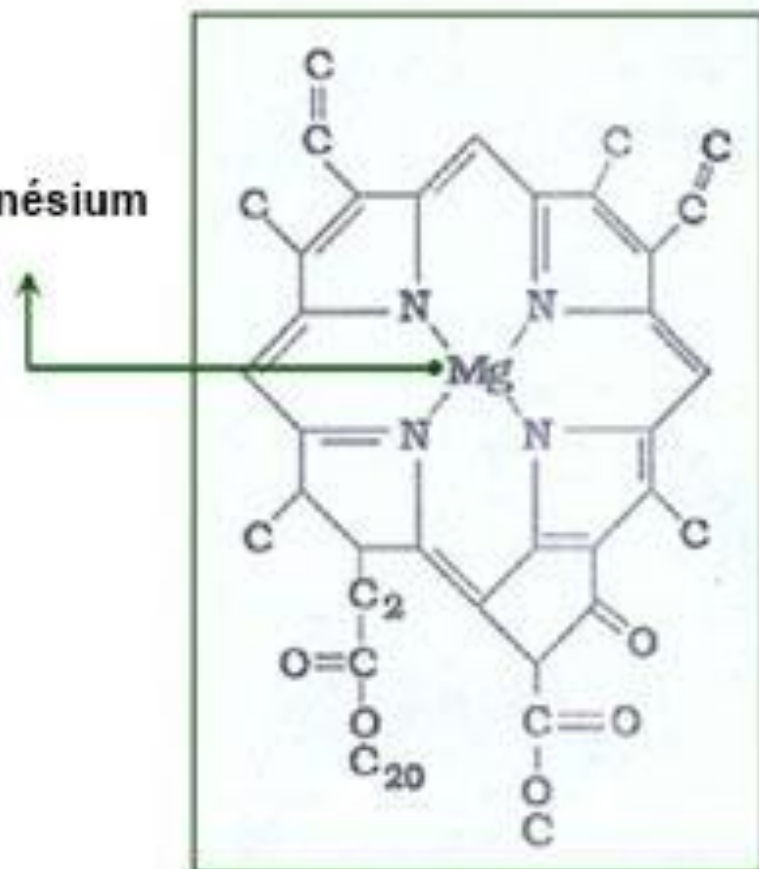


## Chlorophyll

# Remarque

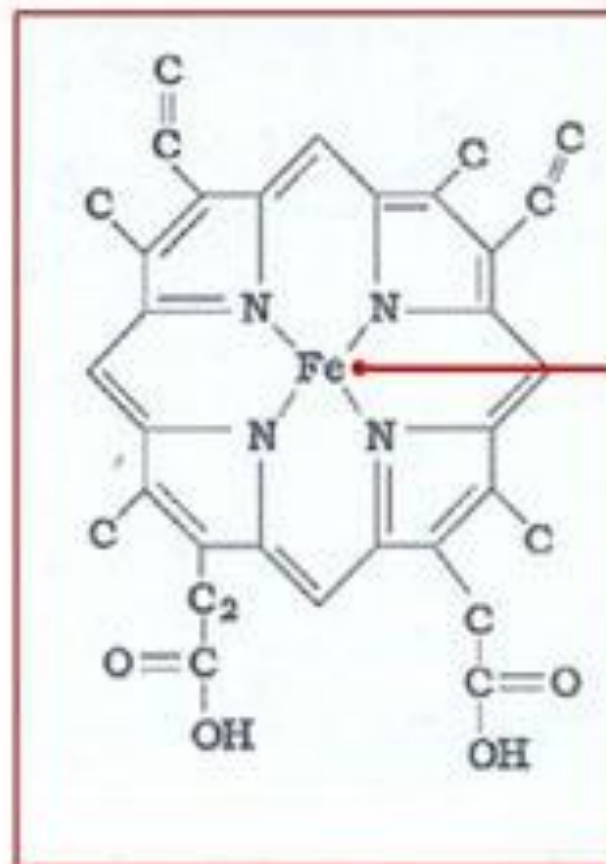
## CHLOROPHYLLE VÉGÉTALE

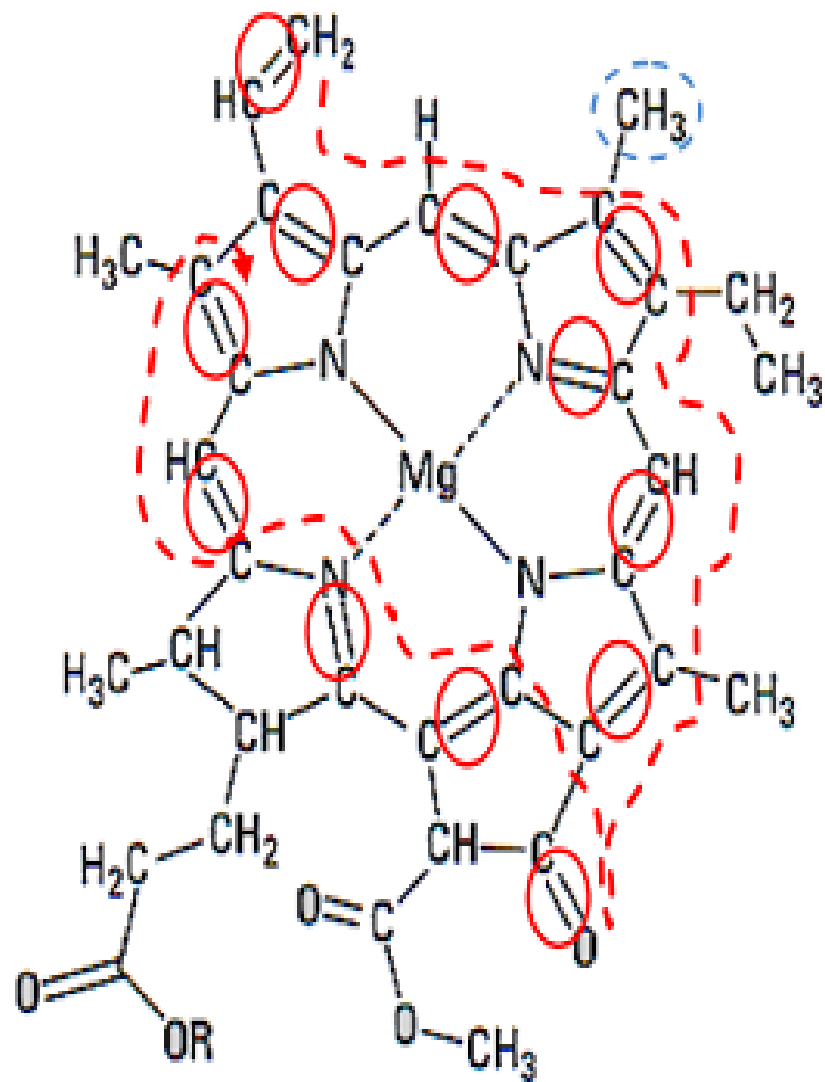
Magnésium



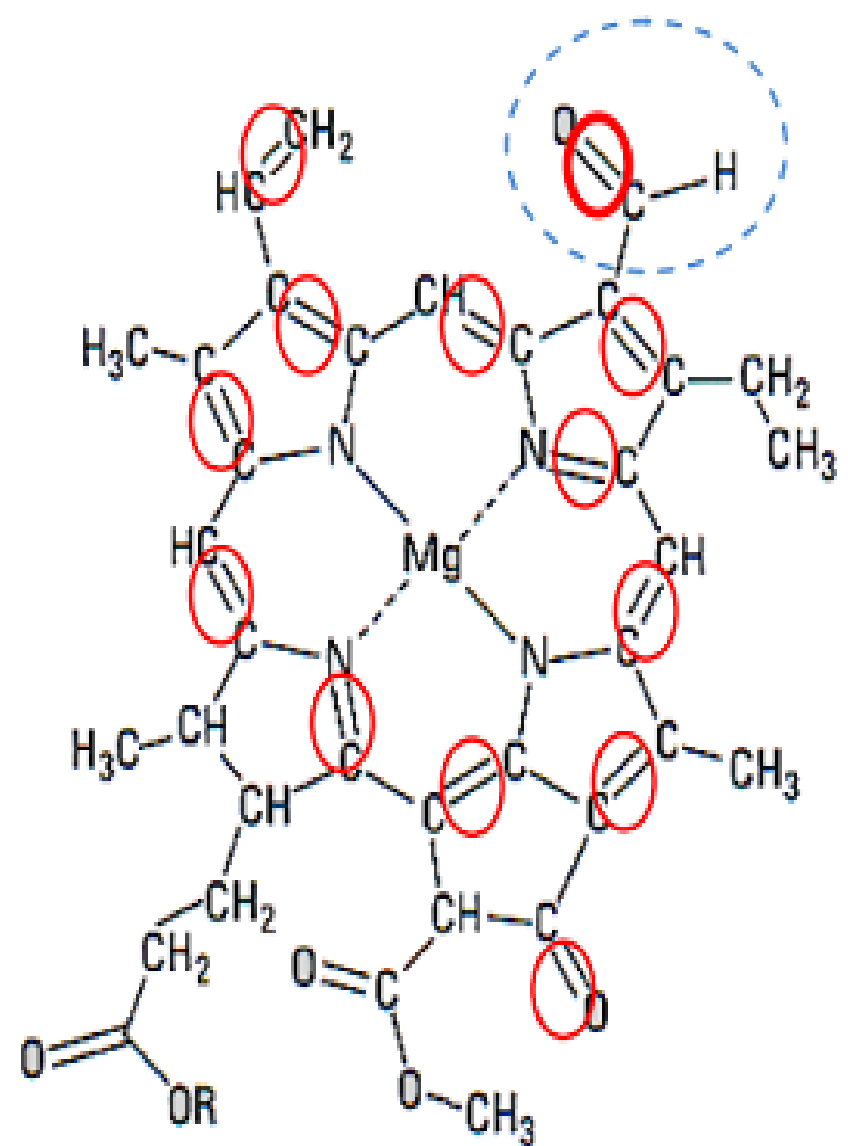
## HÉMOGLOBINE HUMAINE

Fer





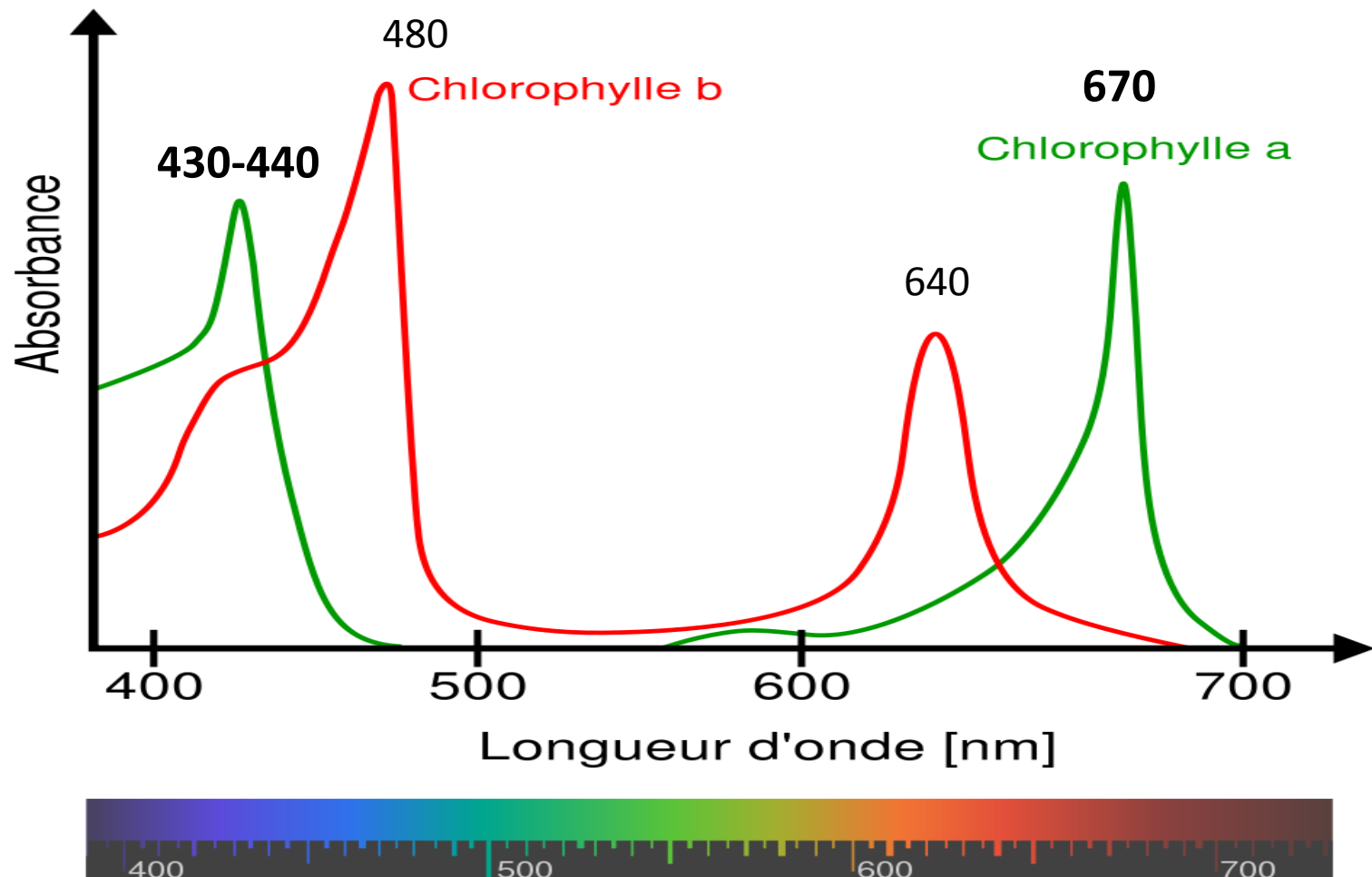
*Chlorophyll a*



*Chlorophyll b*



# Spectre d'absorption



# Systèmes photochimiques

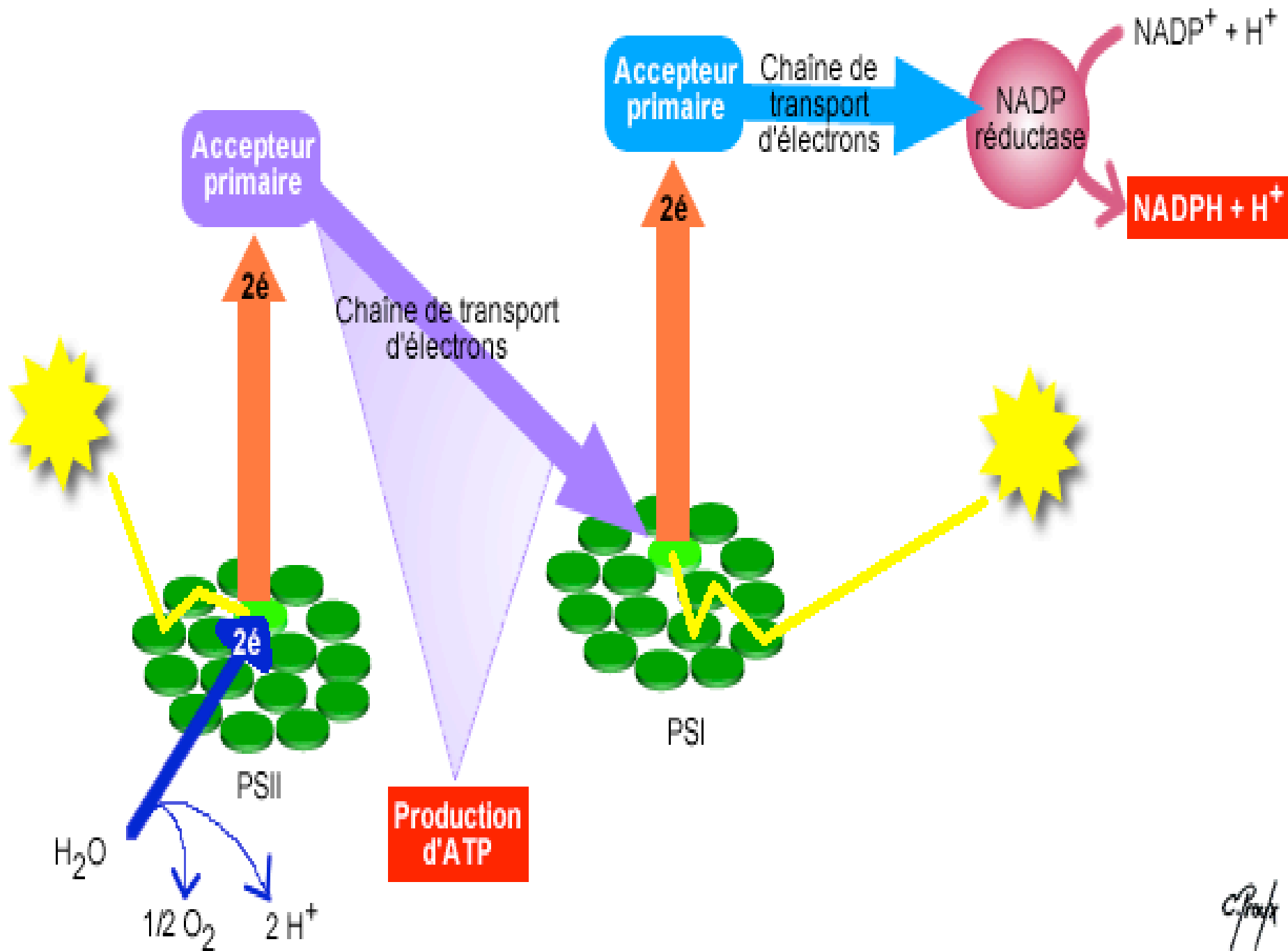
Seule la chlorophylle a peut convertir l'énergie lumineuse en énergie chimique. Les autres pigments absorbent aussi la lumière mais cèdent leur énergie à la chlorophylle a.

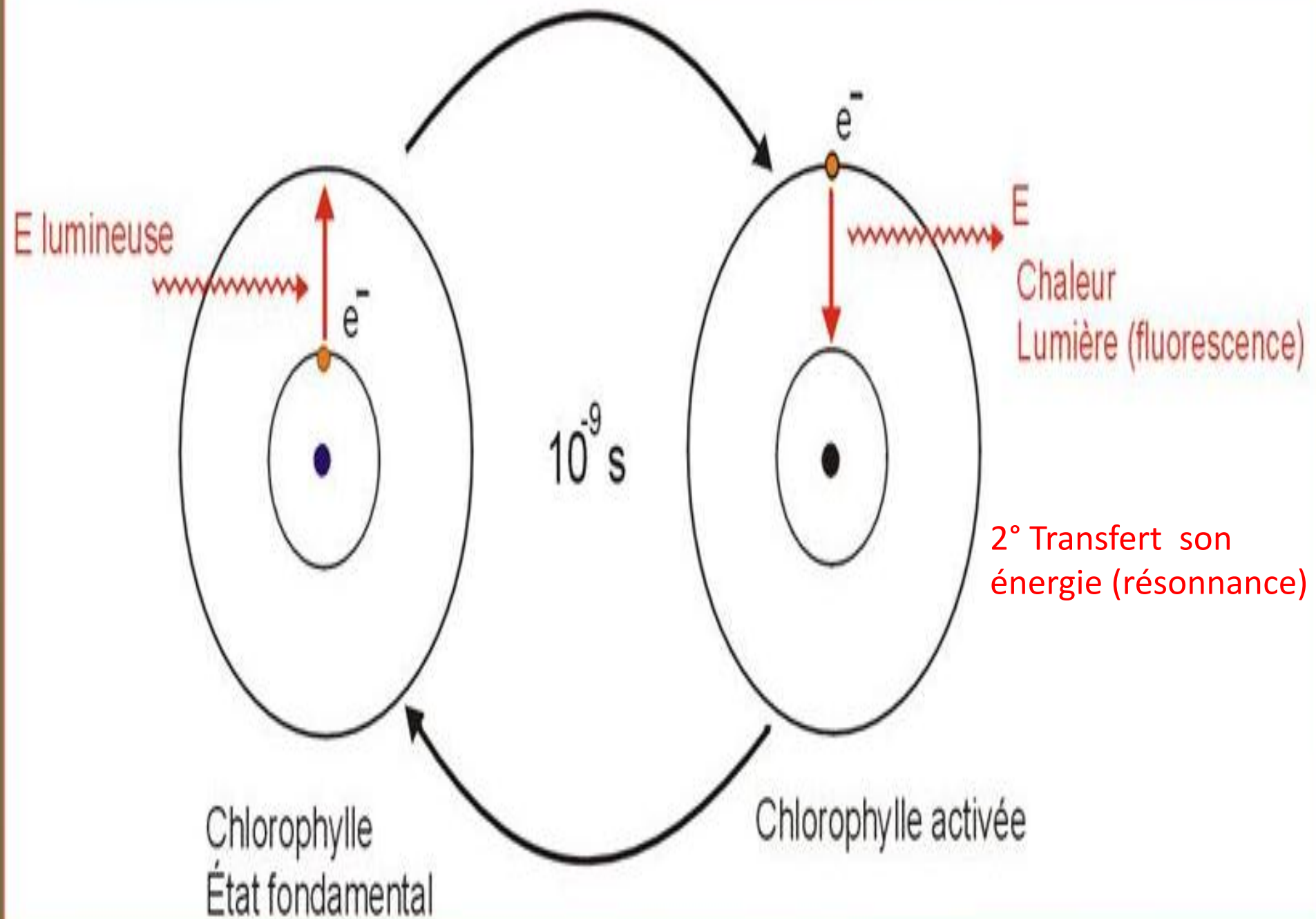
La chlorophylle forme deux complexes avec les membranes des thylakoïdes:

- Le complexe chlorophylle **al**, qui absorbe directement les radiations de longueur d'onde supérieure à 680 nm (rouge)
- Le complexe chlorophylle **all**, qui absorbe directement l'énergie mais reçoit aussi de l'énergie absorbée par les autres pigments

Quand la lumière frappe un photosystème, n'importe quel pigment excité transmet l'énergie à la molécule de chlorophylle a du photosystème I ou II







# L'excitation

Quand un pigment capte un photon au niveau de l'antenne collectrice , il entre dans un état excité  
Cette excitation est transmise de pigment a pigment pour arriver au centre réaction

Selon l'énergie du photon exciteur il existe deux état excités principaux de la molécule de la chlorophylle:

- Etat supérieure: (sa) correspond a l'absorption de photons **bleu**
- Etat inferieur (sb) correspond a l'absorption de photons **rouge**

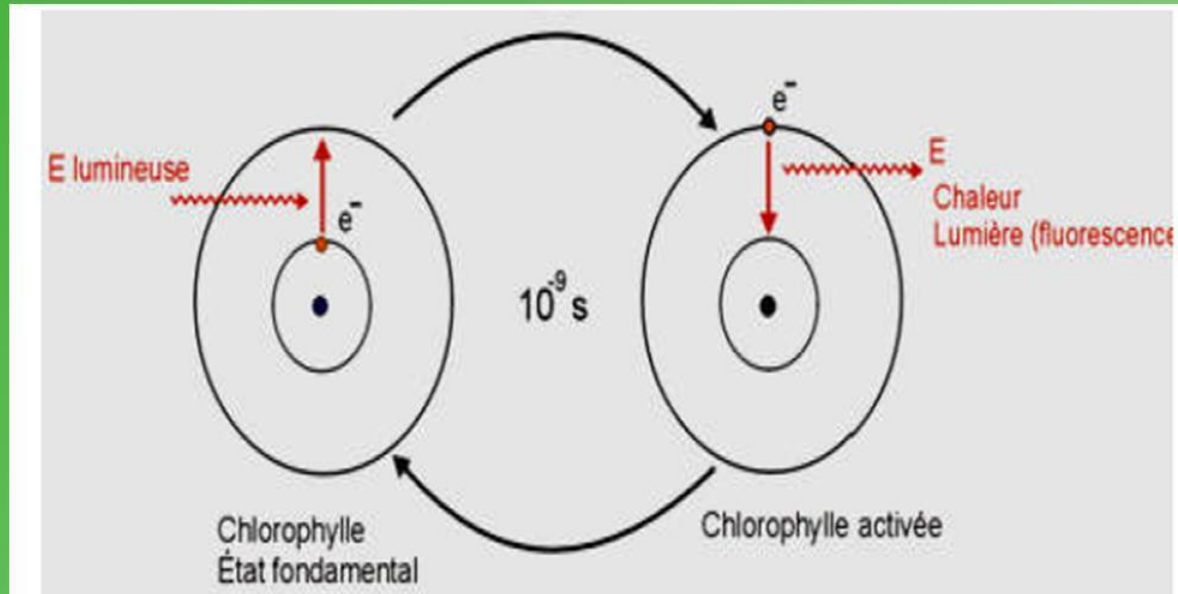
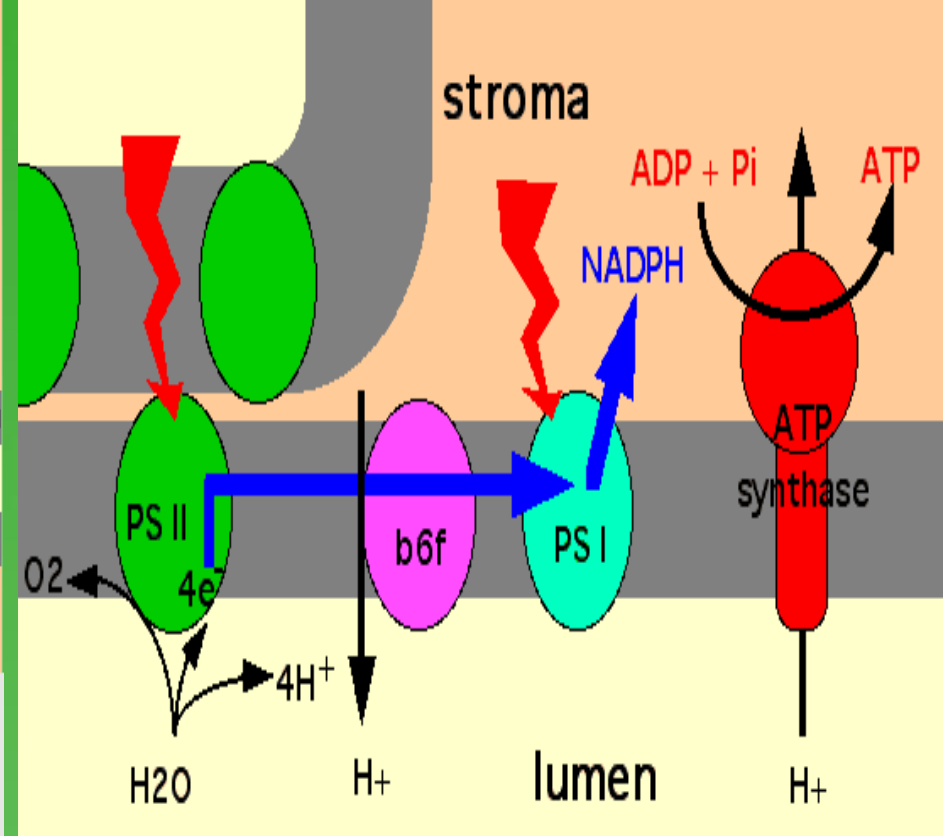
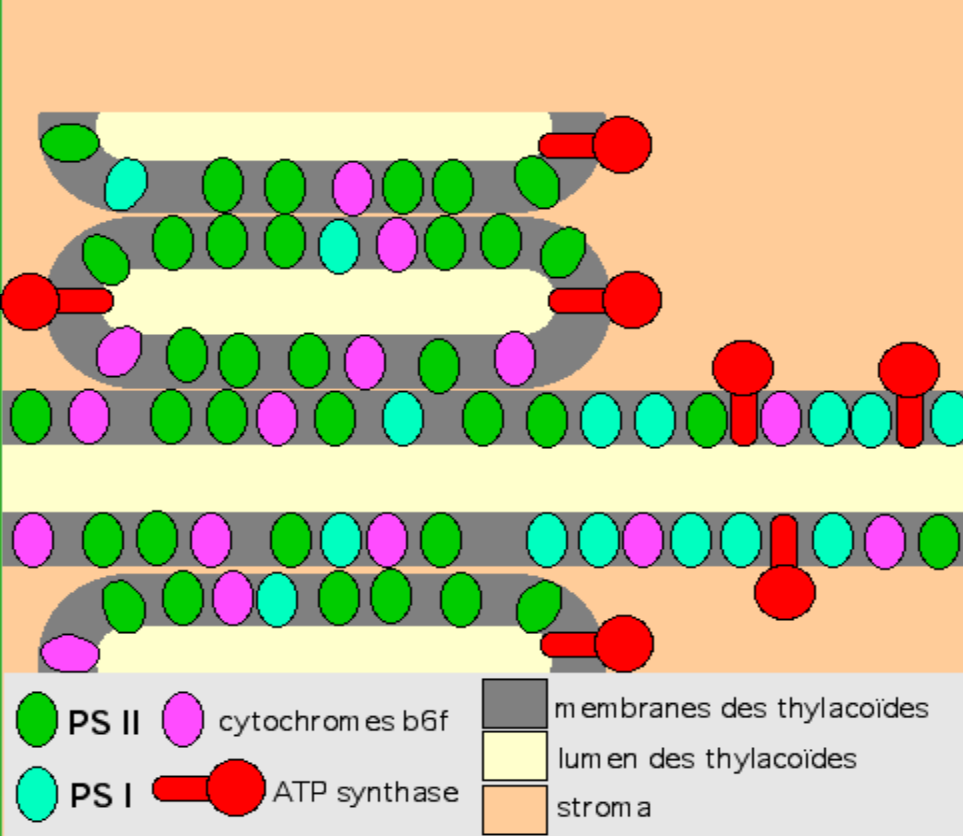


Fig. 7 : Chlorophylle : passage de l'état fondamental à l'état excité et vis versa



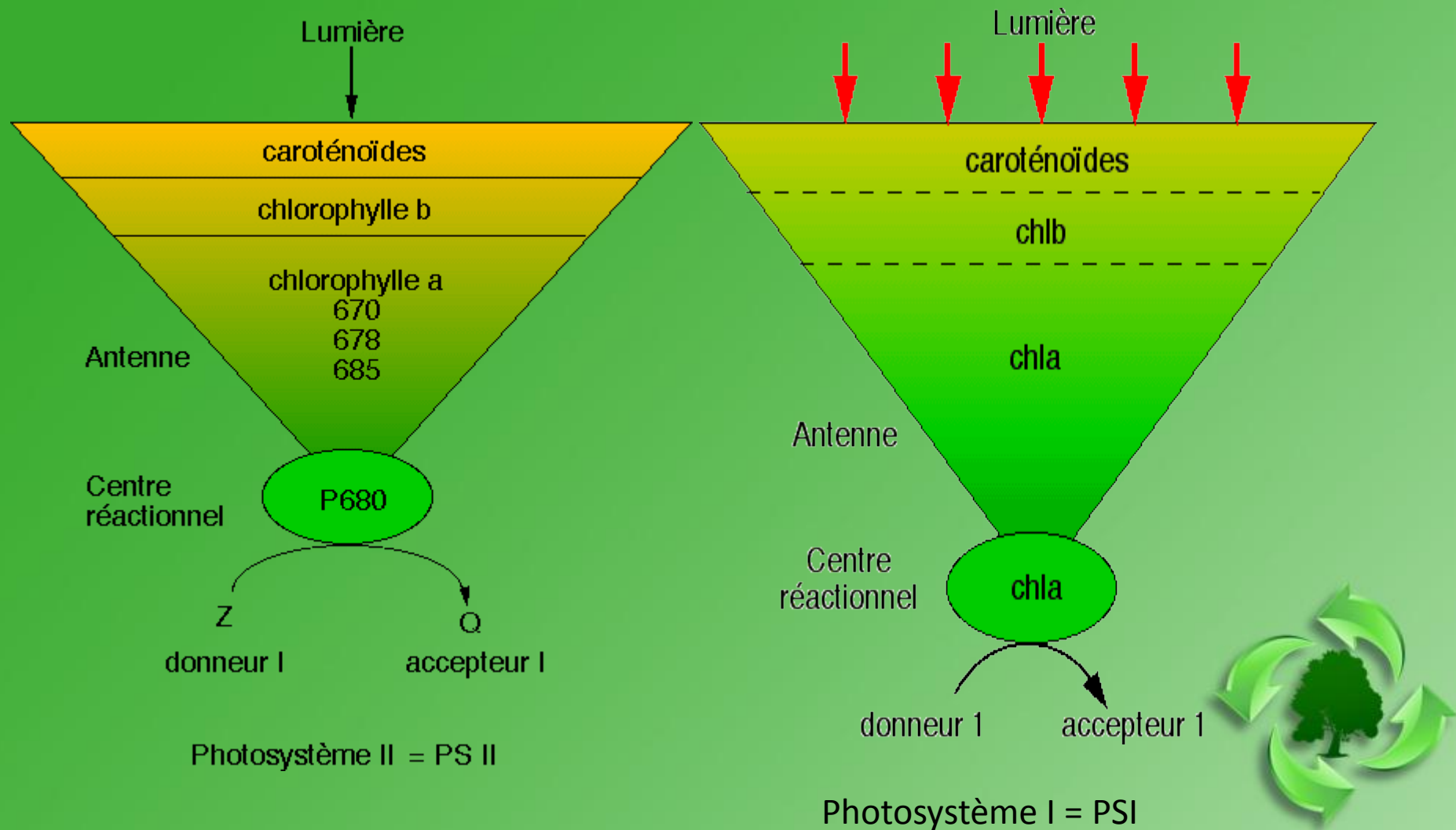


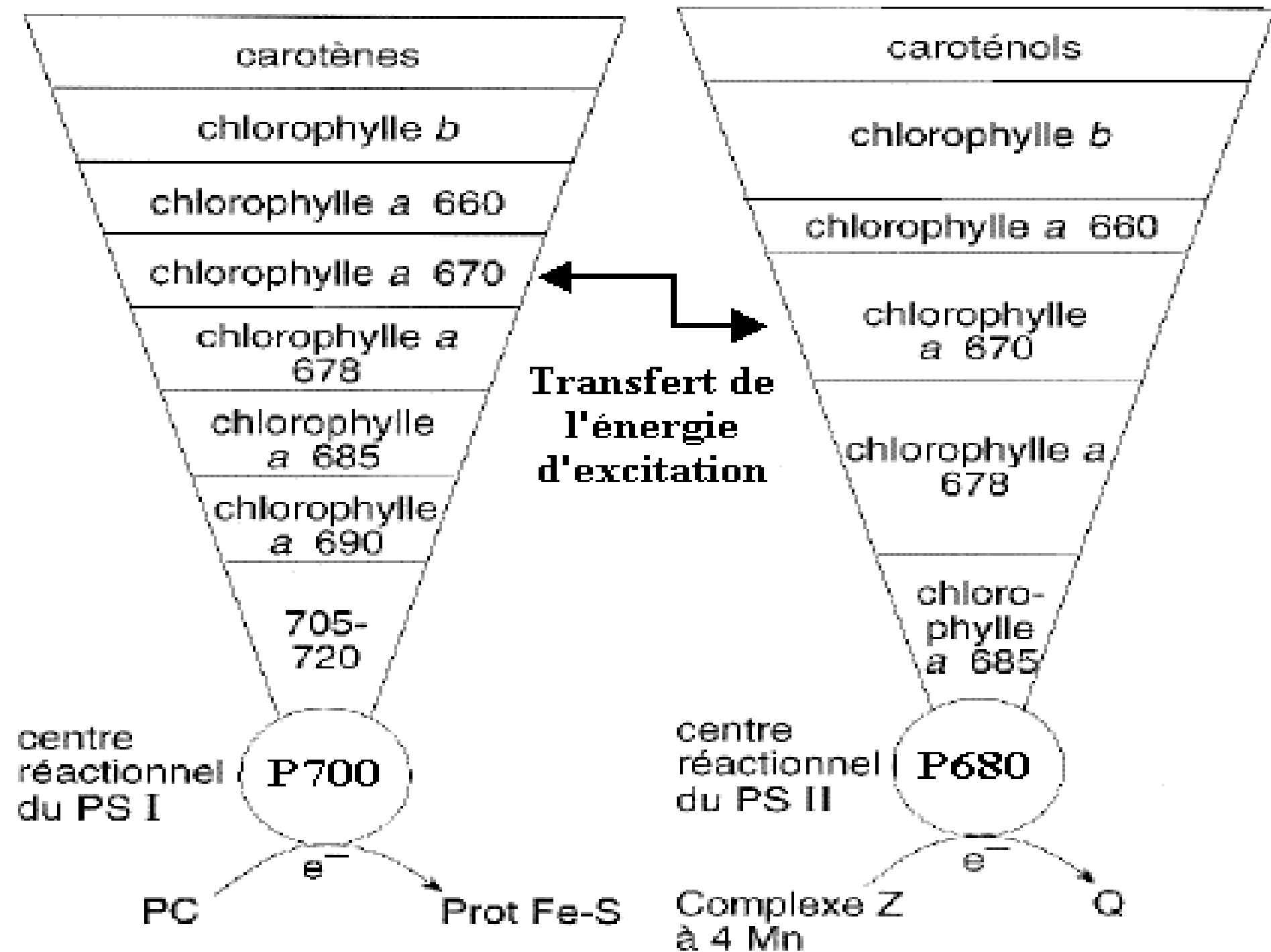
Groupe de thylakoïdes granaires, associés à un thylakoïdes inter-granaire

Le PSI et PSII sont en relation avec les transporteurs d'électrons. Chaque PS comporte un lit de pigments (60 à 2000 molécules selon l'organisme) appelé complexe d'antenne.



# Distribution des pigments accessoires dans les complexes d'antennes

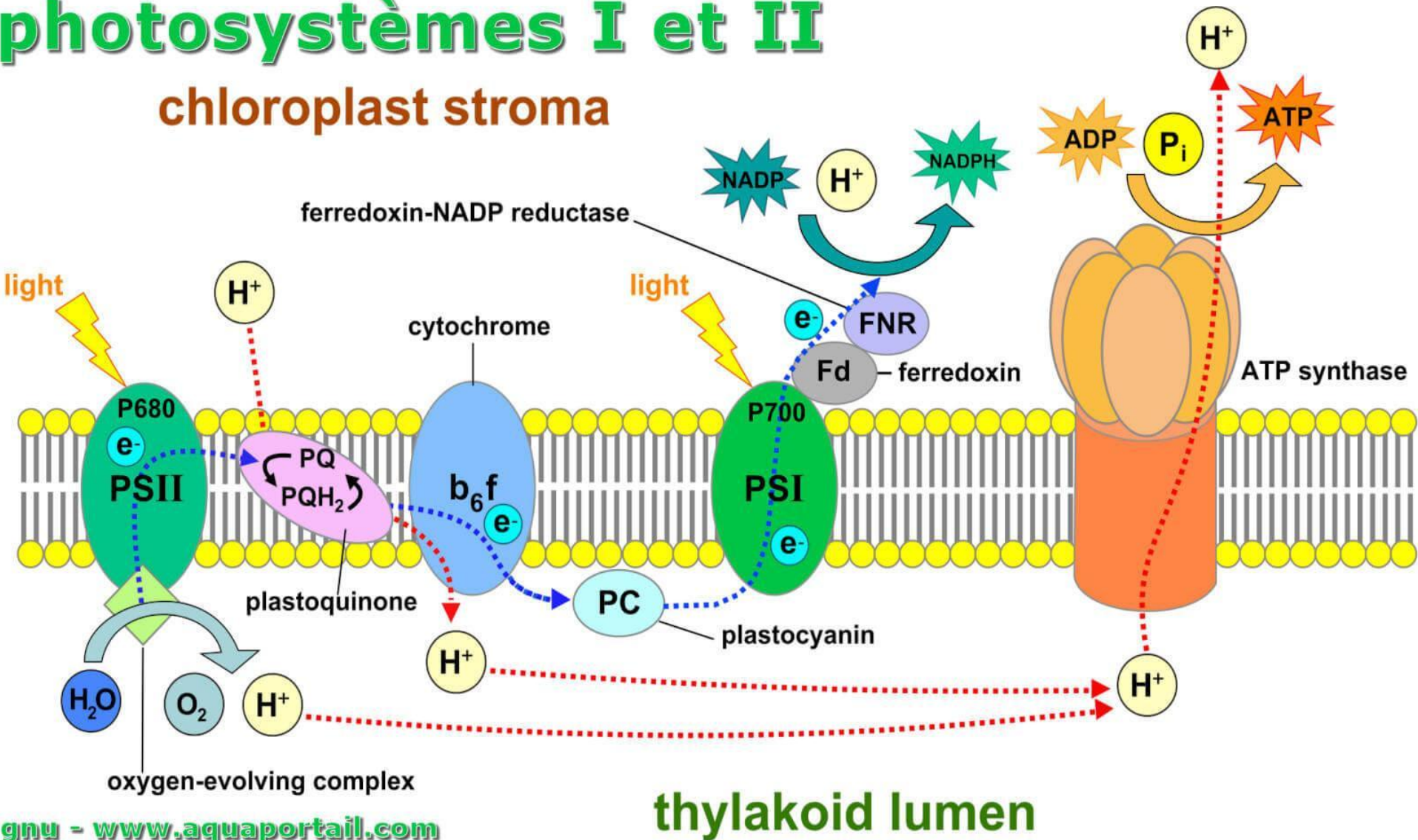


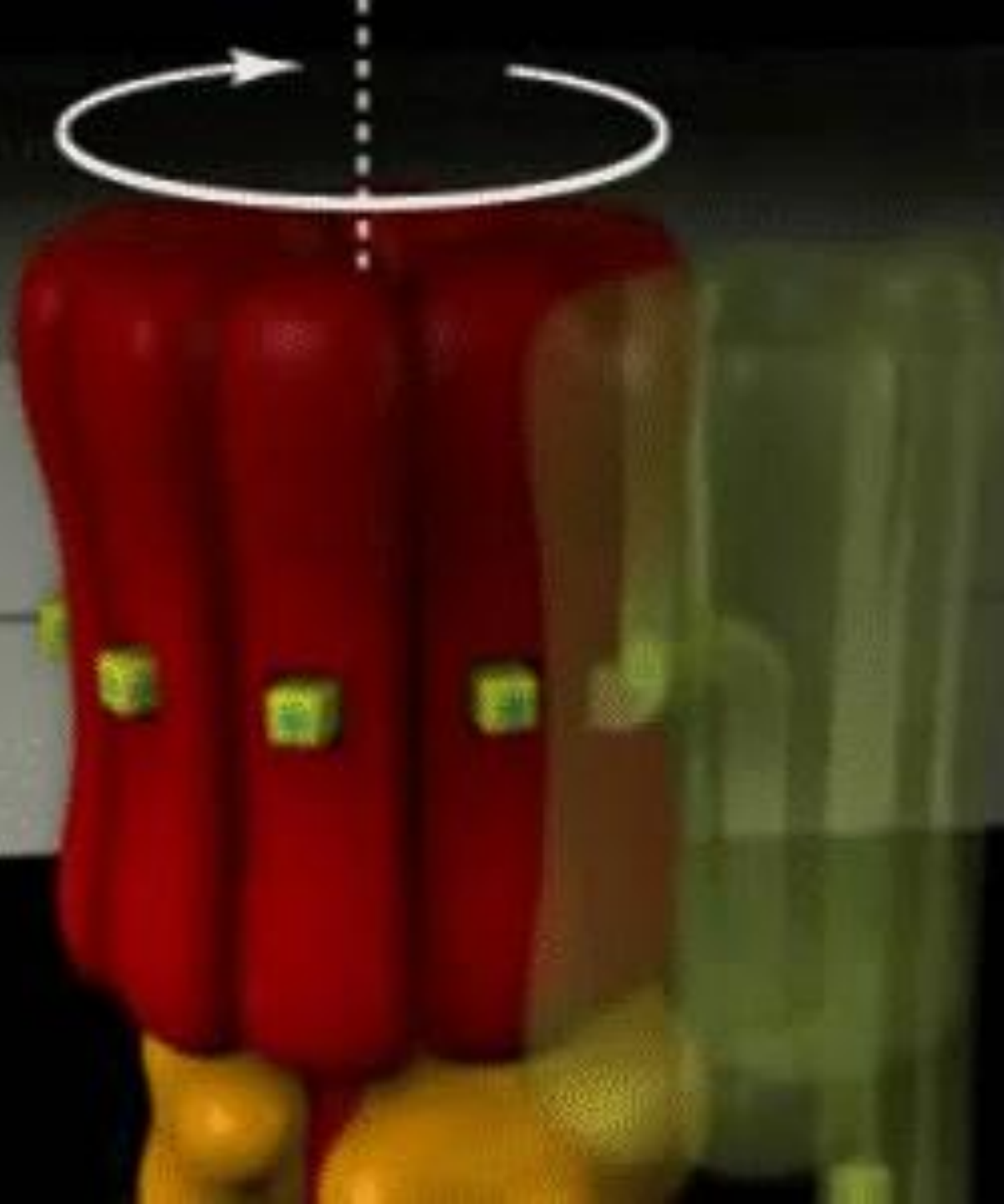


# ATP-synthétase

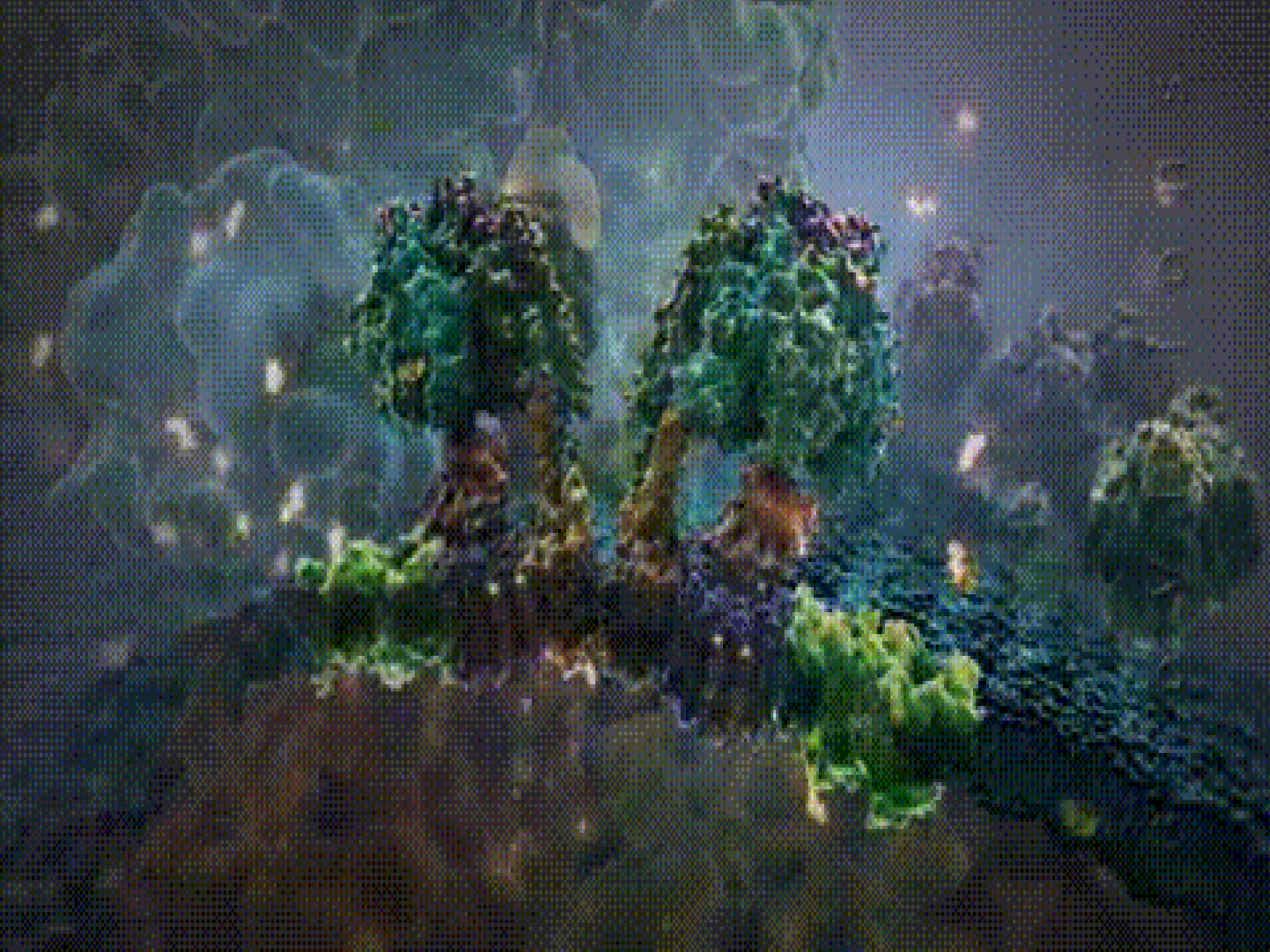
## photosystèmes I et II

chloroplast stroma



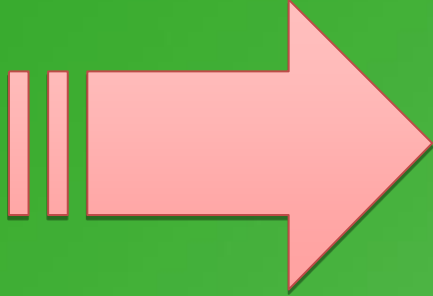




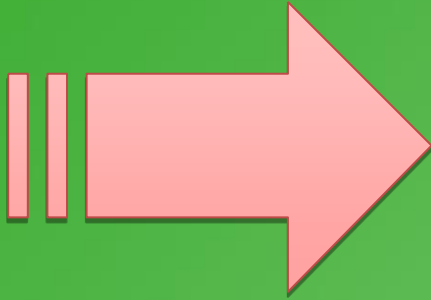


# Processus de la photosynthèse

Se déroule en deux phases:



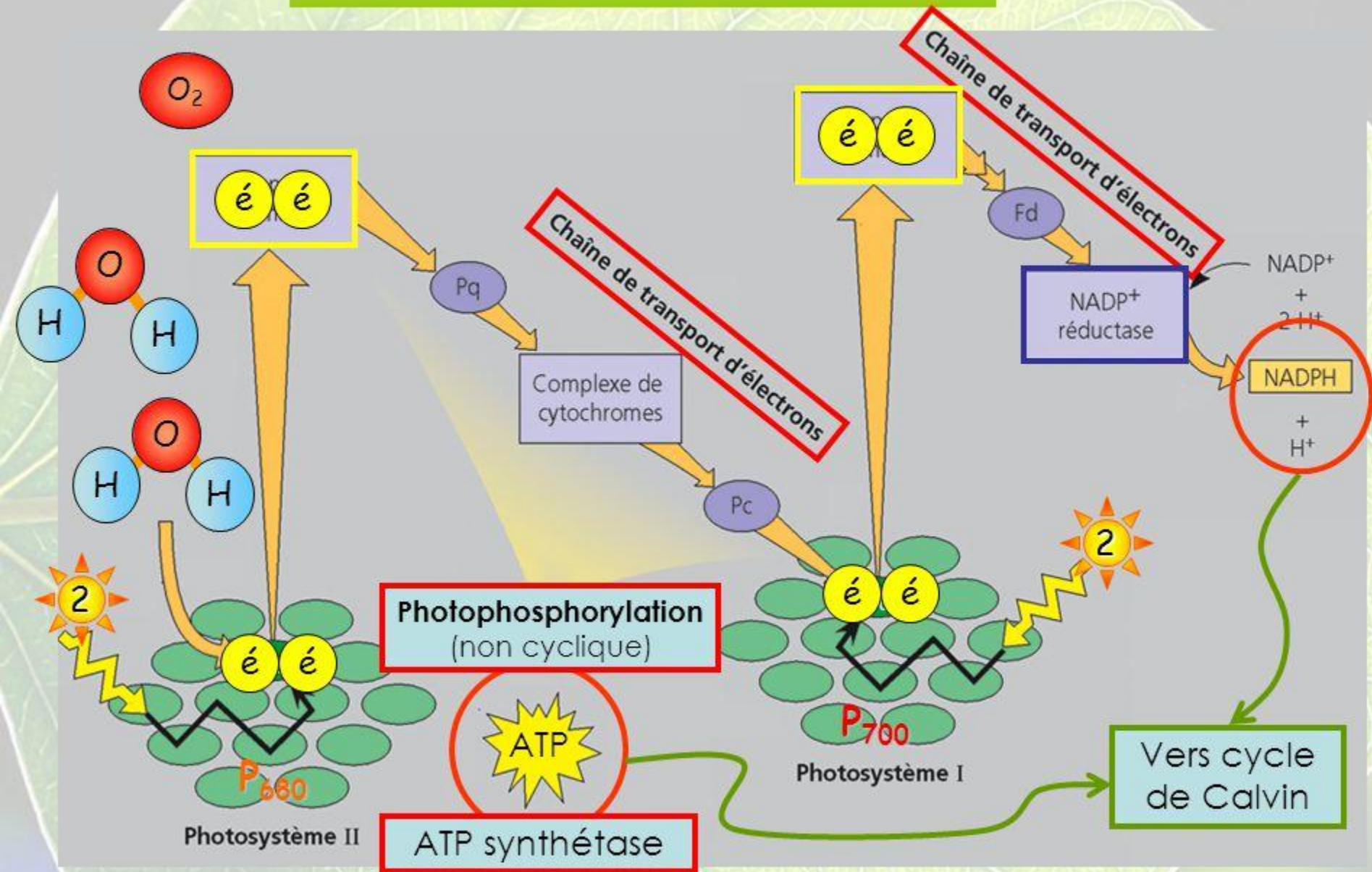
**Phase claire (photochimique)**



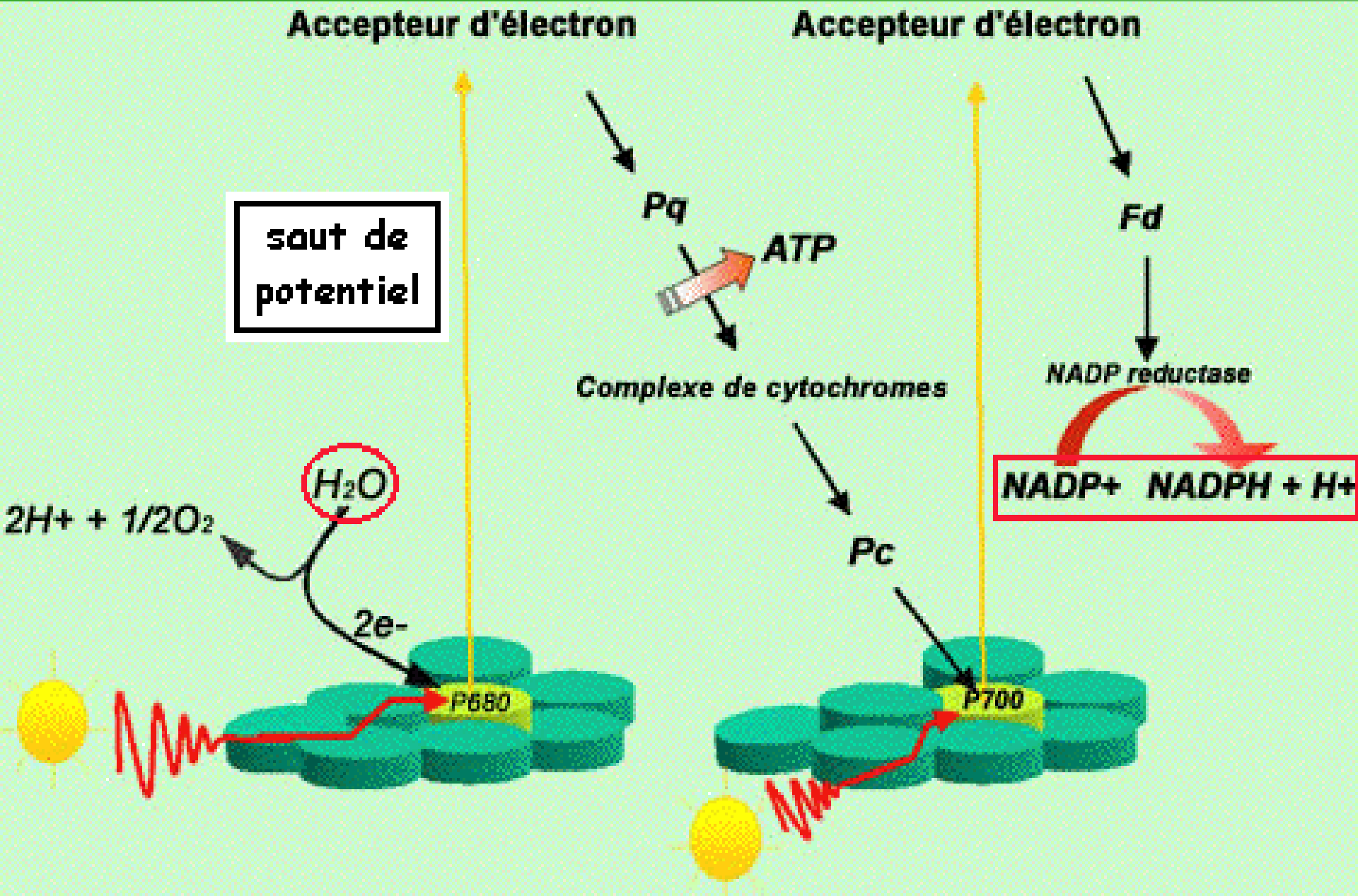
**Phase sombre (phase enzymatique)**



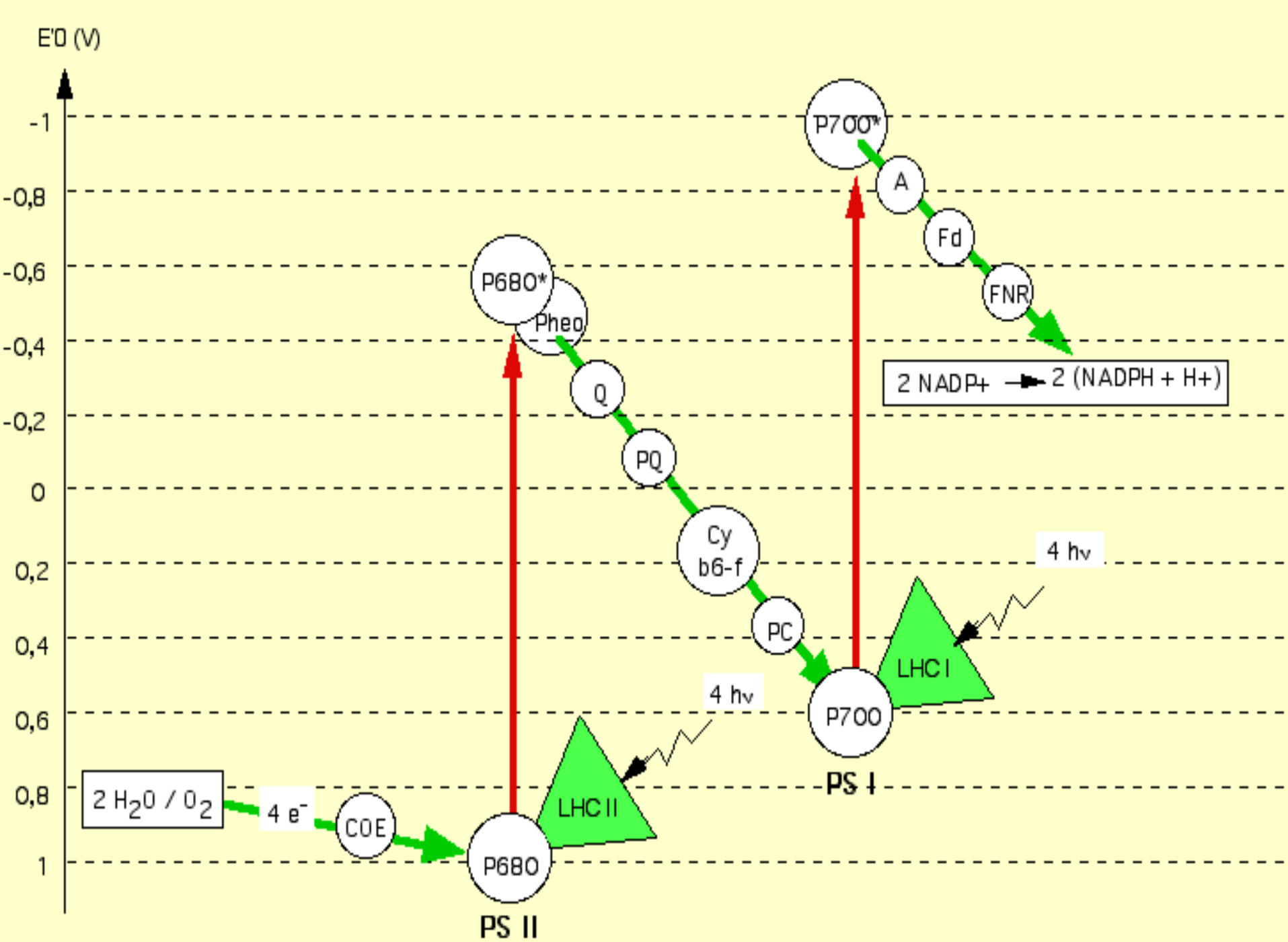
# Phase claire



# Transfert **a**cyclique des électrons

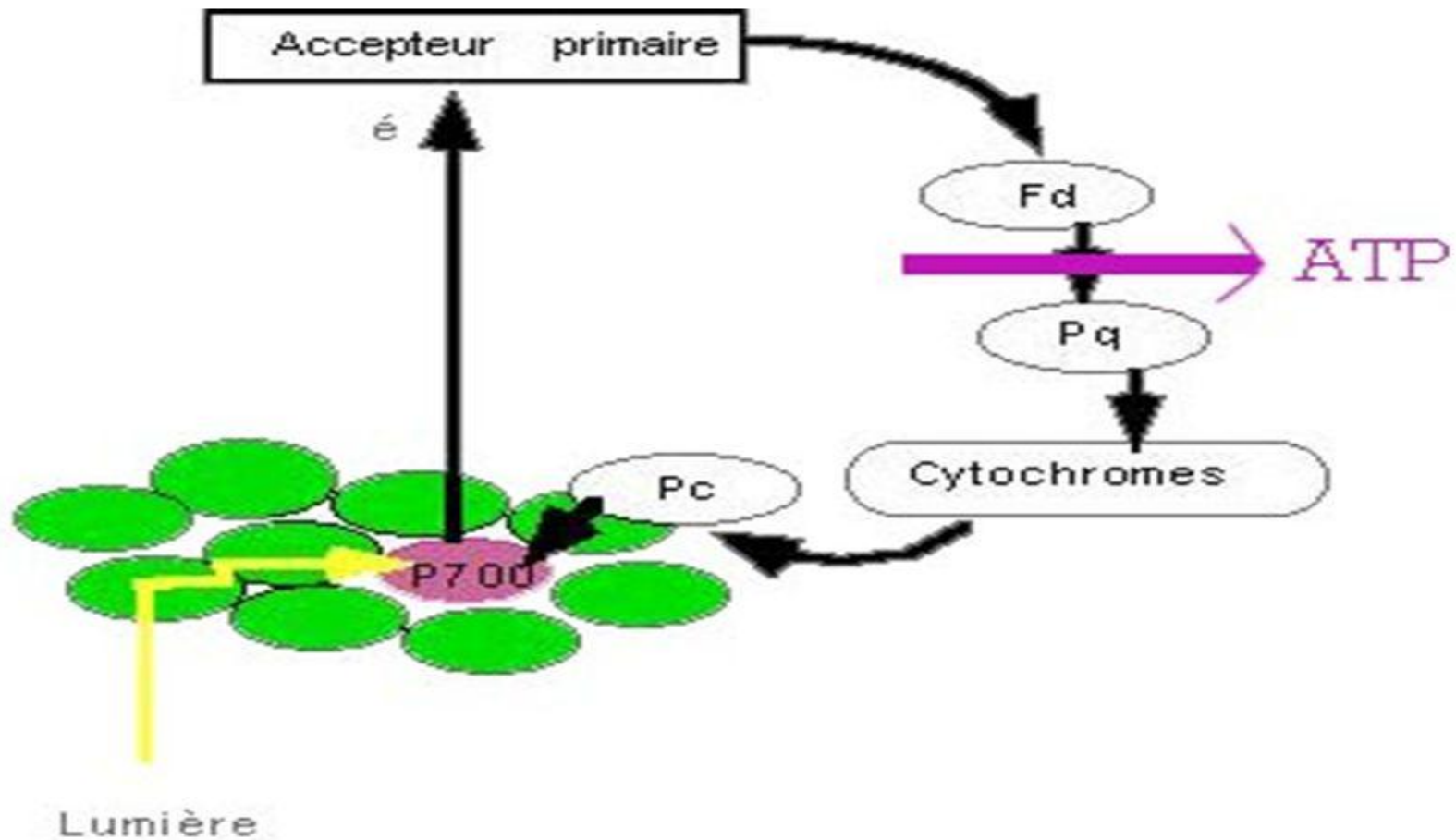




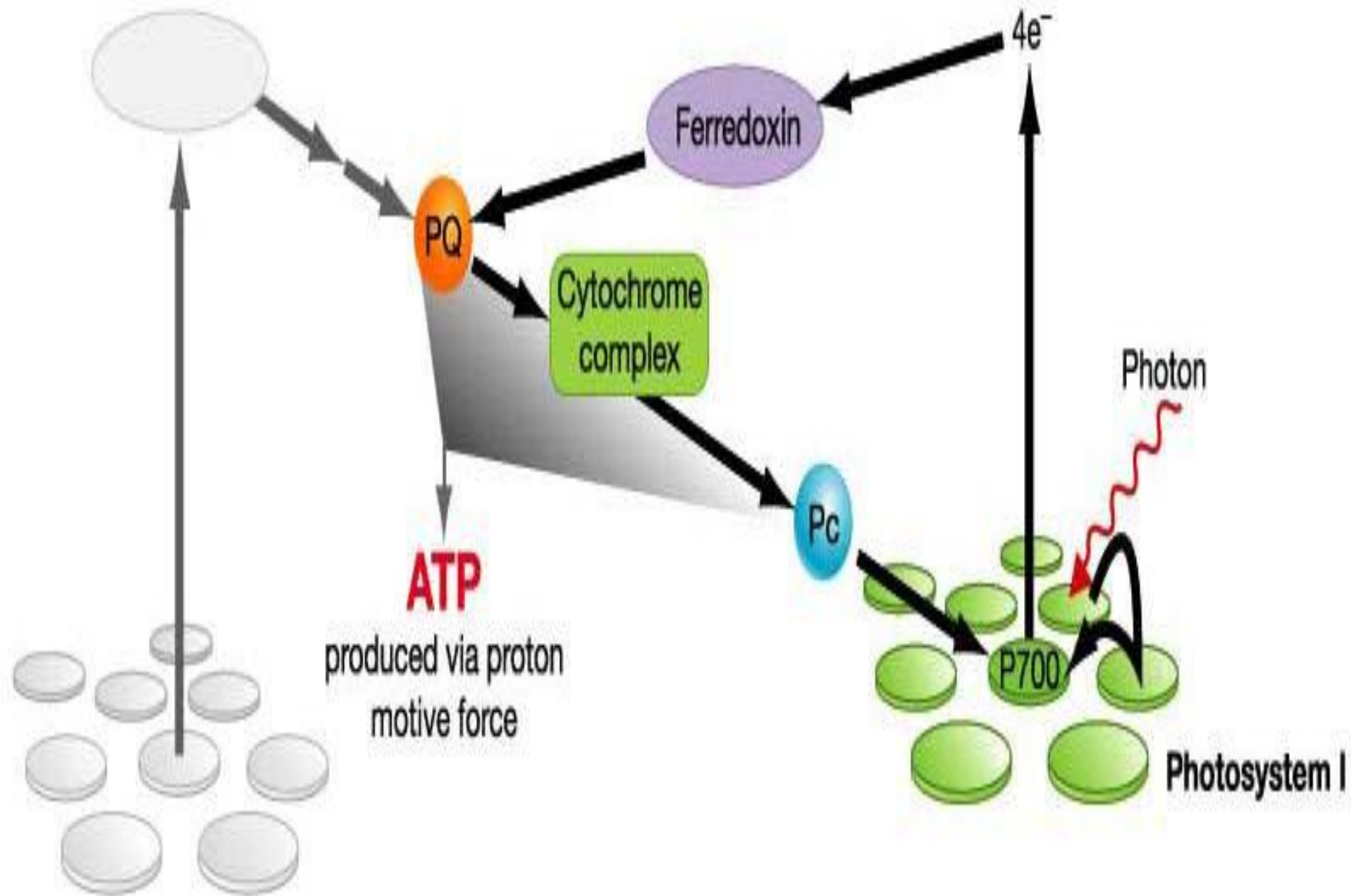


# Transfert cyclique des électrons

*Le P700 : la voie cyclique de transfert d'électrons*



**Dans le photosystème 700 (voie cyclique), les électrons sont recyclés une fois que leur énergie a été utilisée pour former des molécules d'ATP.**



# Phase sombre



## Assimilation du dioxyde de carbone

❖ Au niveau de Stroma  le fluide incolore qui entoure les thylacoïdes dans les chloroplastes des cellules végétales

 Il ne nécessite pas la lumière

 Il utilise les produits de la phase photochimique

 La fixation de  $\text{CO}_2$  sur des molécules organiques pour produire des molécules organiques plus importantes.



Les molécules de  $\text{CO}_2$  sont incorporées par la plante au sein d'un cycle biochimique dite



cycle de **Calvin**

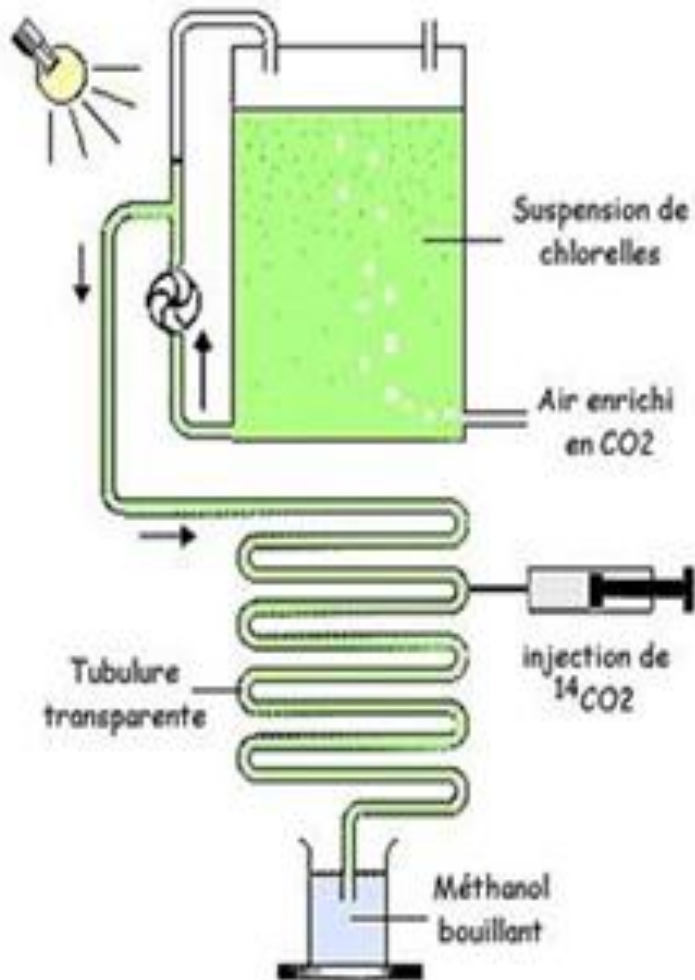
l'ensemble des expériences réalisées par **Calvin** et **Benson** établissent dans quel ordre se forment les molécules organiques incorporant du dioxyde de carbone marqué au  $\text{C}^{14}$  permettent donc de comprendre quelles sont les réactions biochimiques successives assurant la synthèse organique.





# Expérience de Calvin chromatographie et autoradiogramme

## Expérience de Calvin et Benson



DISPOSITIF EXPERIMENTAL DE CALVIN

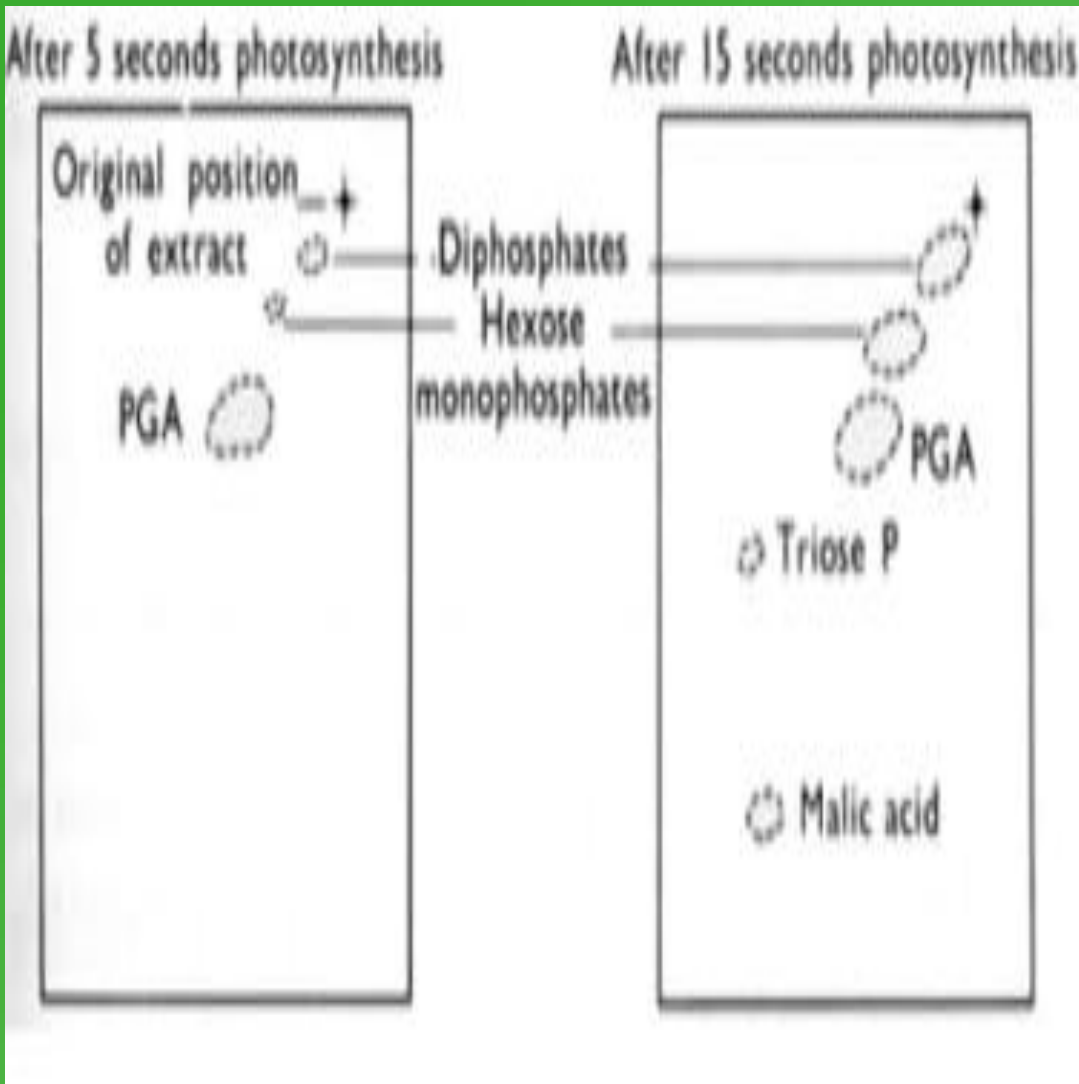
Des chlorelles, algues unicellulaires, sont maintenues en suspension dans un récipient où barbote de l'air enrichi en CO<sub>2</sub>. On introduit du CO<sub>2</sub> marqué au <sup>14</sup>C.

Les chlorelles incorporent le dioxyde de carbone radioactif de la même manière que le dioxyde de carbone non radioactif.

Les algues sont tuées à t= 5 secondes après l'exposition au CO<sub>2</sub> radioactif et on effectue le même protocole sur d'autres algues mises dans les mêmes conditions à t = 5 minutes.

Pour chaque expérience on extrait les molécules organiques des cellules. On réalise alors une chromatographie puis une autoradiographie.

### 3 autoradiographies de chromatogramme réalisé pour des extraits des chlorelles mis en contact avec le CO<sub>2</sub> radio active pendant quelques secondes



**1/** Au moins de **5 sec** des oses biphosphates ou sucre C5 RUBP sont apparait rapidement



C est lui qui fixe Co<sub>2</sub>

•l"accepeur\*

**2/** ensuite des composées C3 pgsphoglycérates APG

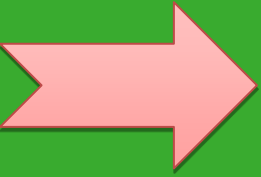
Sont apparait alors



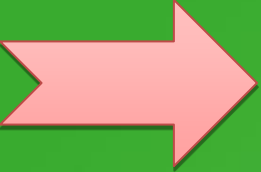
il présente **le premier produit**



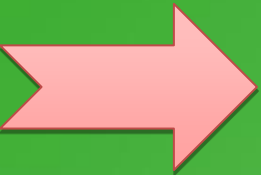
# 3 phases essentielles



Fixation de  $\text{CO}_2$



Réduction

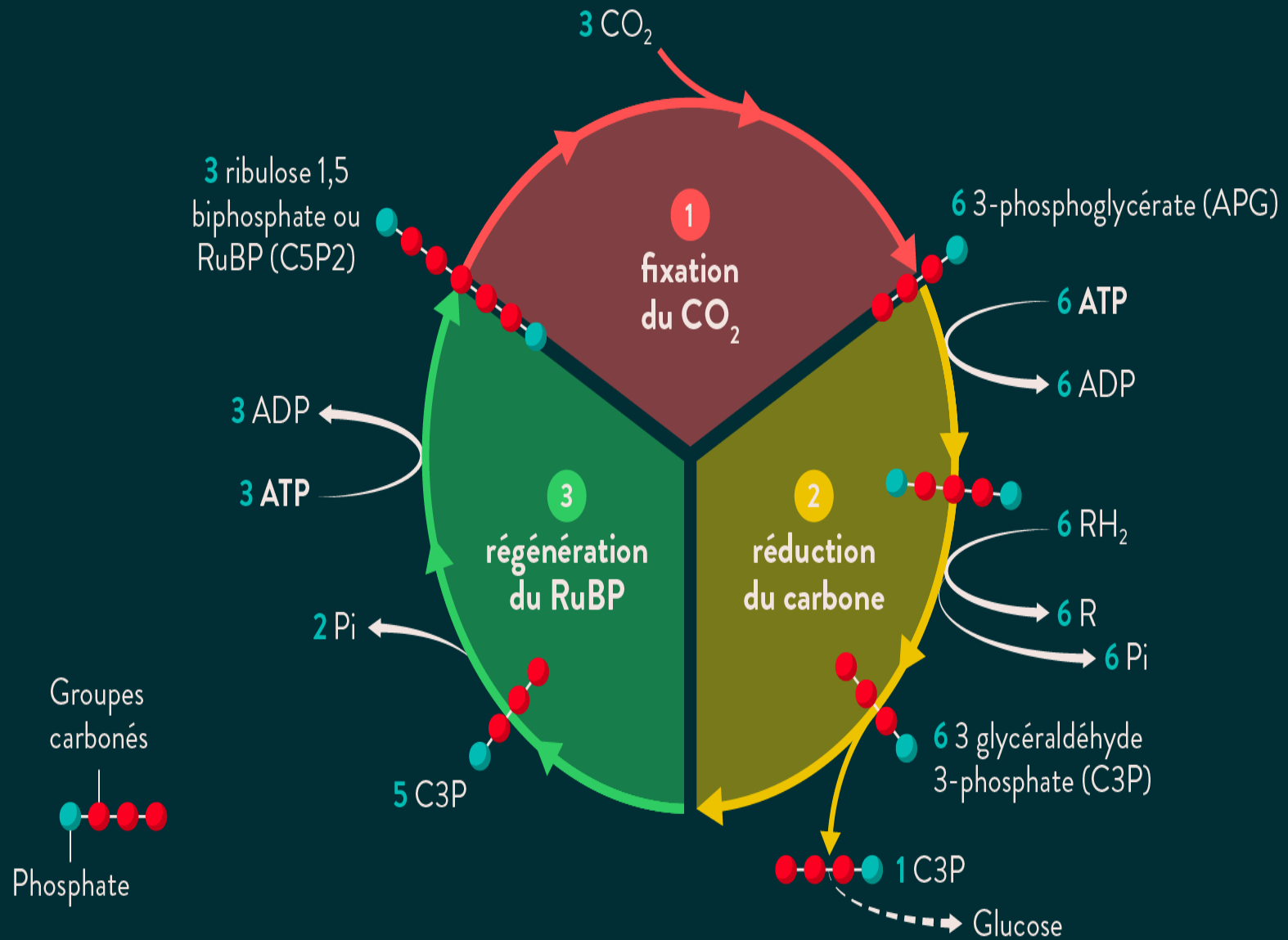


Régénération de RUBP

Cycle de  
calvin



# Le cycle de Calvin

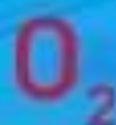


La lumière  
est absorbée  
par les chlorophylles

Oxydation de l'eau



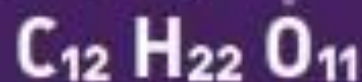
**PHASE LUMINEUSE**



ATP

ADP

Cycle de  
Calvin



**PHASE OBSCURE**





# Plantes C3, C4 et CAM



# Les plantes C3

- La photosynthèse se déroule entièrement dans les cellules palissadiques .
- Le mécanisme de photosynthèse en C3 correspond au mécanisme de base de 95% des plantes vertes



# Les plantes C4

Dans les prairies des régions subtropicales à tropicales marquées par une forte insolation et une saison des pluies chaude, certaines plantes, notamment des végétaux herbacés ont développé des alternatives aux limitations imposées par le milieu, afin de préserver une certaine activité photosynthétique, Il s'agit de plantes C4



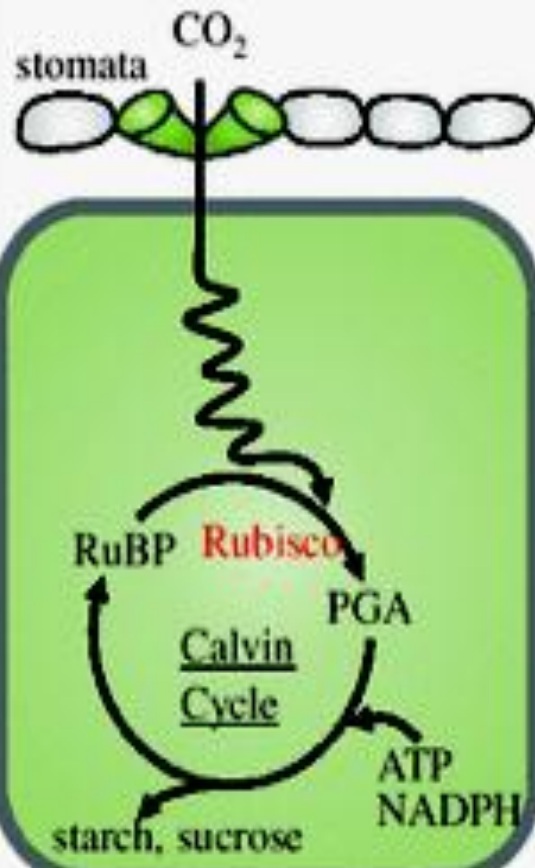
# Les plantes CAM : crassulacean Acid Metabolism

- Les plantes CAM vivent en milieu aride et correspondent à des plantes grasses (ananas, agave ...). Ces végétaux sont succulents. Ils sont très peu représentés en zone saharienne alors que 10% des espèces sur terre appartiennent à cette catégorie.

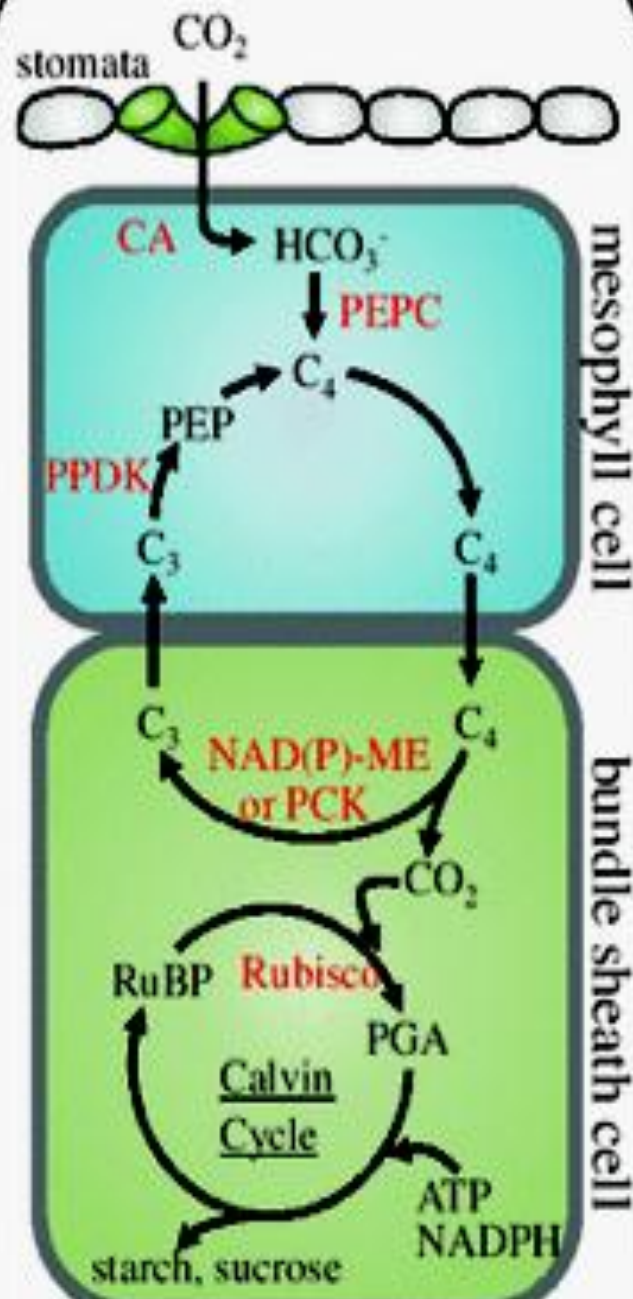




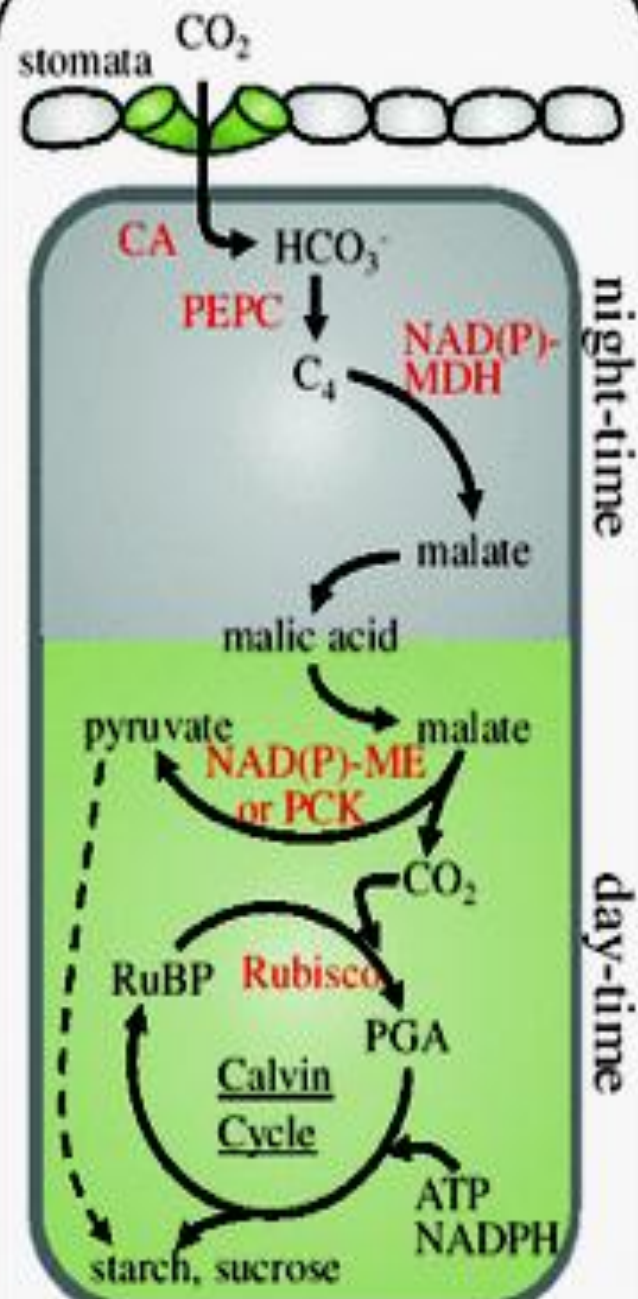
### C<sub>3</sub> photosynthesis



### C<sub>4</sub> photosynthesis



### CAM photosynthesis





	C3	C4	CAM
Milieu de vie	Ubiquiste	Milieu chaud en toute saisons et lumineux	Désert chaud Désert salé Forêt tropicale (épiphytes)
% du nombre d'espèces d'angiospermes	85 %	5 %	10 %
% du nombre d'espèces de poacées	59%	41%	-
Les 2 phases de la photosynthèse	Les réactions sont simultanées le jour dans un seul type de cellule	Les réactions sont simultanées le jour mais réparties dans 2 types de cellule : séparation spatiale	Les réactions ont lieu le jour et la nuit, dans la même cellule : séparation temporelle
Optimum thermique	25°C	35°C	35°C le jour 15°C la nuit
Photorespiration	Oui	Non	Non
Production de matière sèche	Moyenne	Elevée	Faible
Stratégie	Activité moyenne sur une large gamme de conditions climatiques	Haute performance en condition chaude et lumineuse, humide ou sèche	Résistance en condition de sécheresse extrême

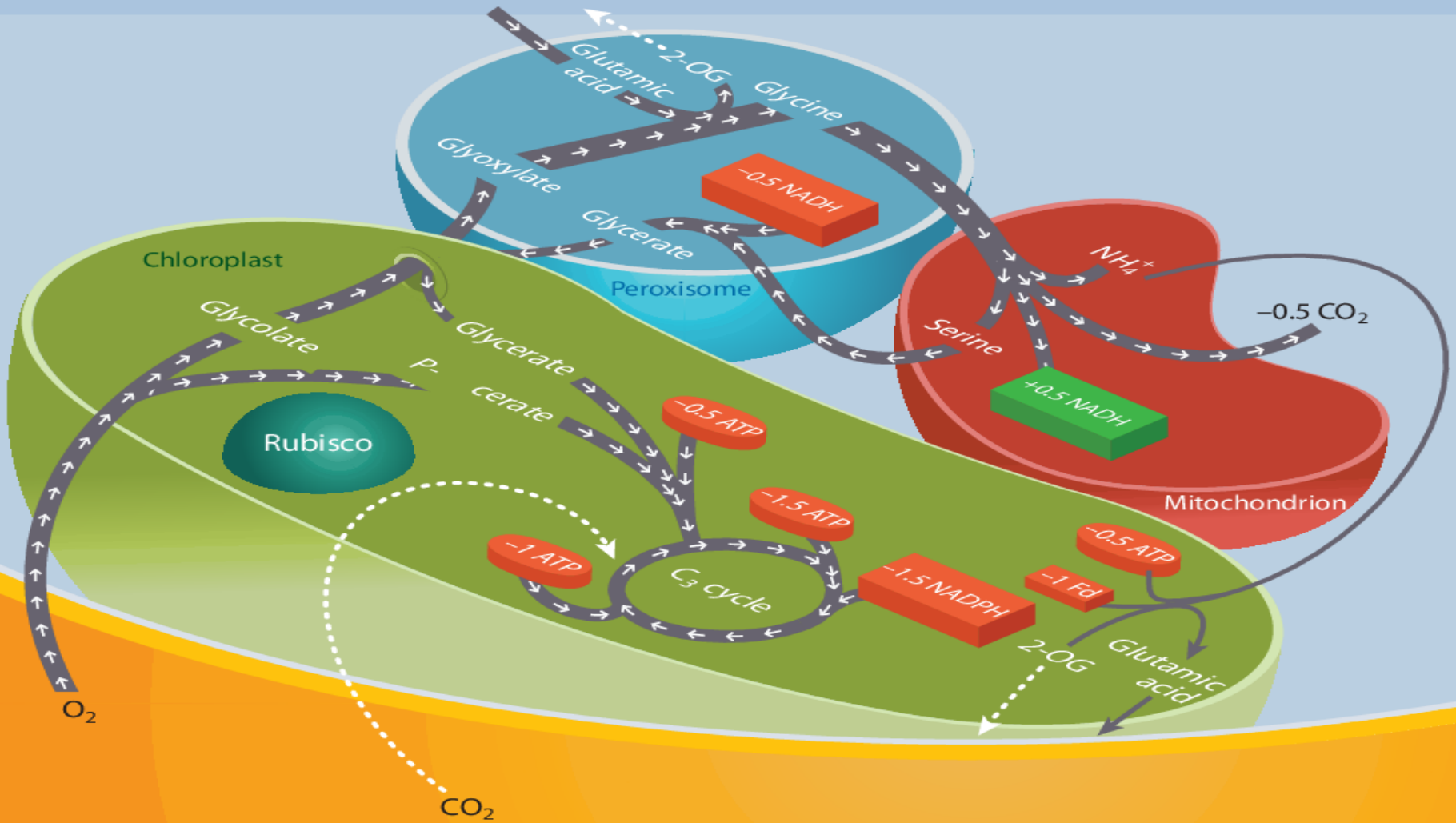
## Les facteurs limitant

- ➡ **L'eau** car c'est le fournisseur des électrons, il sera limitant en climat aride
- ➡ **Le dioxydes de carbone** car c'est le substrat majeur de cycle de calvin et il est limitant car il est présent par des faibles quantités dans l'athmosphère
- ➡ **La lumière**

Tout les facteurs qui agit directement ou indirectement sur ces facteurs sont considérées comme limitant



# Photo-respiration

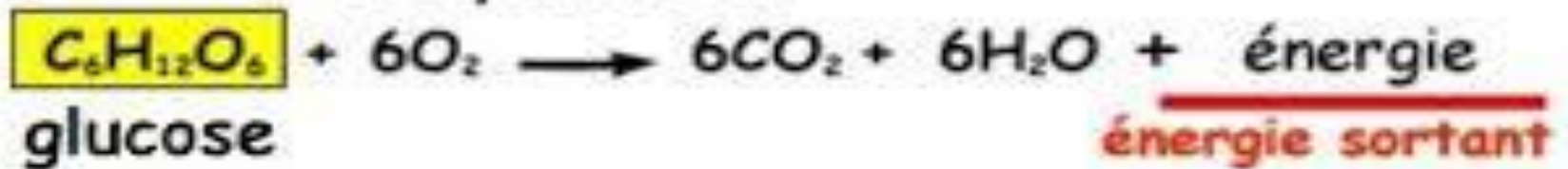


En présence de glucide et d'O<sub>2</sub>, la plante consomme de l'O<sub>2</sub> et rejette de CO<sub>2</sub>: c'est la respiration. Elle s'accompagne d'un dégagement de chaleur et production d'eau et d'énergie

### La photosynthèse



### respiration



# Quotient de photo/respiration

La respiration s'effectue en parallèle de la photosynthèse, aussi les plantes, en présence de lumière, fabriquent plus d'oxygène qu'elles n'en consomment, bien qu'elles en utilisent pour faire fonctionner leur métabolisme.

En terme de bilan, en présence de lumière, les plantes consomment plus de  $\text{CO}_2$  et libèrent plus d'oxygène.

En effet, le rendement de la photosynthèse en terme de libération d'oxygène ou de consommation de  $\text{CO}_2$  est plus élevée que les bilans équivalents vis à vis de ces molécules dû à la respiration du même organisme.

En revanche, en absence de lumière, la photosynthèse ne couvrent plus les besoins de la respiration, le bilan est alors inversé : Elles consomment de l'oxygène et libèrent du gaz carbonique.

## **Bilan si combustion – le « bilan zéro »**

Le bilan annoncé comme positif (rendement en oxygène) s'équilibre (bilan 0) dès lors que l'on fait brûler la plante.



# conclusion

- Sur le plan appliqué, les connaissances acquises dans ce domaine sont utilisées pour mieux gérer d'une façon rationnelle et durable, la fertilisation des cultures; la préservation des ressources socio-économique et écologique.



**Merci pour  
votre  
attention**

**Avez-vous  
des questions  
?**



# Évaluation

- Exercice n°1. Questionnaire à choix multiple (une ou plusieurs réponses possibles):

Un chloroplaste,

A. est un globule de sève,

B. est le lieu où se déroule la photosynthèse,

C. contient de la chlorophylle,

D. permet de capter la lumière du soleil



- La réaction de la photosynthèse peut être décrite par l'équation suivante :  
A. glucose + O<sub>2</sub> · énergie + déchets  
B. lumière + O<sub>2</sub> + glucose · matière organique + CO<sub>2</sub>  
C. lumière + CO<sub>2</sub> + H<sub>2</sub>O · amidon + O<sub>2</sub>  
D. lumière + O<sub>2</sub> · matière organique



L'amidon produit par la photosynthèse,

- A. est totalement utilisé dans les feuilles,
- B. est distribué dans toute la plante,
- C. peut être stocké pour faire des réserves,
- D. est transformé en sève.





Chez les végétaux,

A. la sève brute qui apporte la matière organique aux organes

B. la sève se déplace dans des vaisseaux,

C. il existe un système de circulation montant et descendant de la sève,

D. la matière organique est prélevée par les racines



# Exercice n°2. Vrai ou faux

Indique si les phrases suivantes sont justes ou fausses et justifie à chaque fois ton choix en corrigeant la phrase ou en apportant une explication



Proposition	V ou F	Justification
Les stomates permettent aux plantes de capter la lumière	Faux	Les stomates permettent les échanges de gaz ( $O_2$ , $CO_2$ , vapeur d'eau) avec le milieu
Toutes les parties des racines servent à prélever de l'eau et des sels minéraux	Faux	C'est uniquement les poils absorbants
La photosynthèse se déroule dans les stomates	Faux	Elle se déroule dans les chloroplastes
La photosynthèse qui se déroule dans les cellules végétales fabrique de l'énergie	Faux	Elle fabrique de l'amidon et du $O_2$ qui seront utilisés pour fabriquer de l'énergie