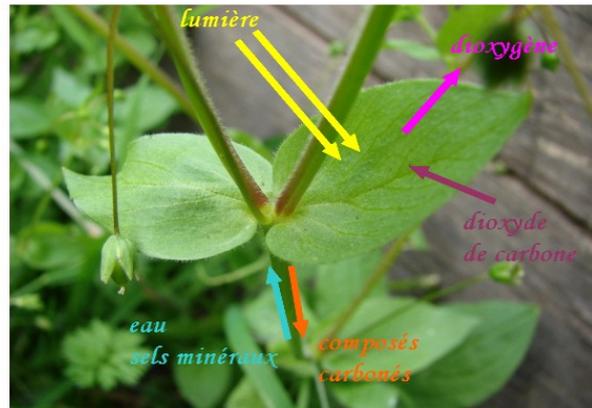


# La photosynthèse

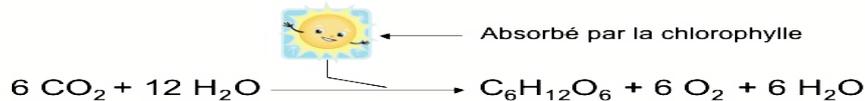
## Généralités.

- C'est le processus bioénergétique qui permet aux plantes, aux algues et à certaines bactéries de synthétiser de la matière organique grâce à lumière.
- La plante a besoin du CO<sub>2</sub> de l'air, de l'eau et les minéraux du sol.
- Les végétaux sont autotrophes pour le carbone, ce qui permet la libération de molécules d'O<sub>2</sub>.



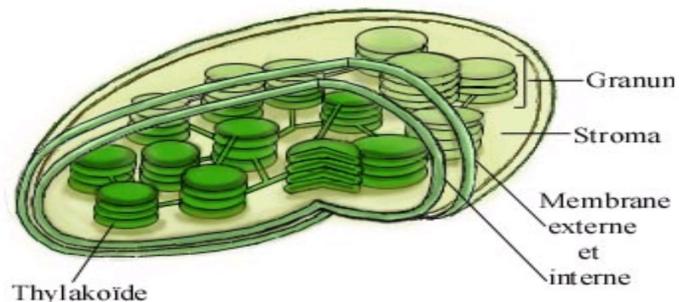
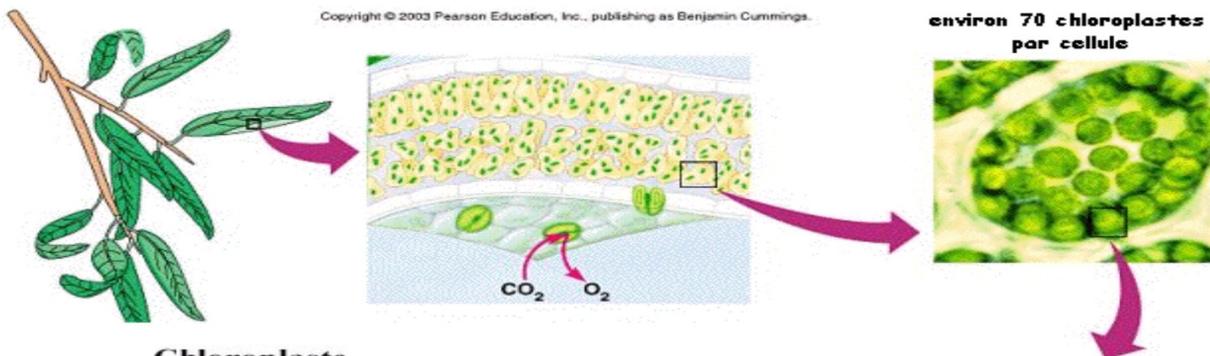
## La photosynthèse comprend 3 étapes :

- La lumière est absorbée grâce aux pigments, tels que les chlorophylles a et b, les caroténoïdes...
- Cette énergie se transforme en énergie chimique
- L'énergie chimique est pour finir, utilisée pour produire des composés organiques riches en énergie.



## Où se passe la photosynthèse ?

Dans les chloroplastes des cellules, il y a des structures membranaires, les thylakoïdes qui sont très riches en pigments et en protéines.



5 milliards de chloroplastes par feuille

## Quelles sont les 2 phases de la photosynthèse?

I) La phase claire qui est un ensemble de réactions photochimiques, qui dépendent de la lumière.

- Elle permet directement la transformation de l'énergie lumineuse (photons) en énergie chimique.

II) La phase sombre correspond au cycle de Calvin, entièrement enzymatique et indépendante de la lumière.

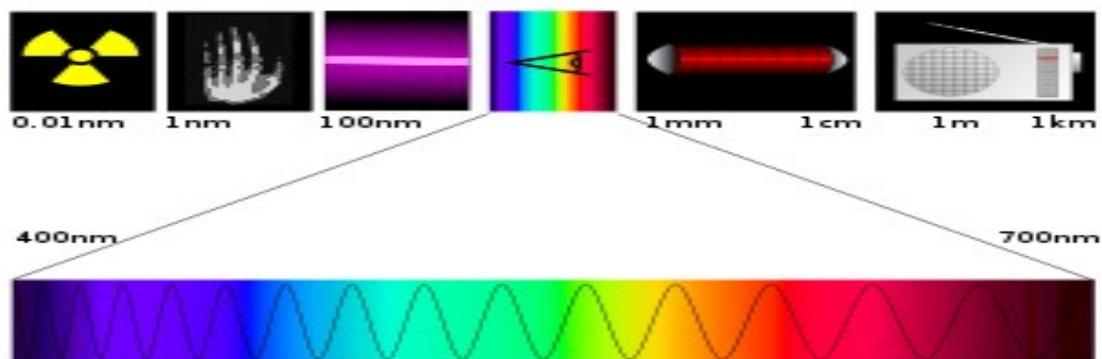
- Elle permet de changer du dioxyde de carbone et de l'eau en glucides.

- C'est la phase d'assimilation du gaz carbonique.

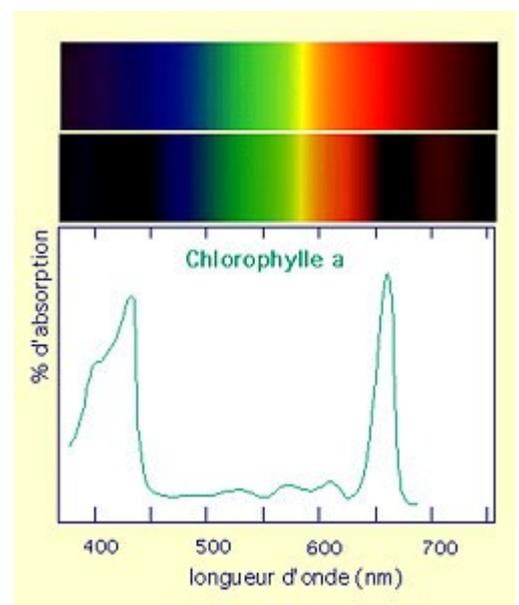
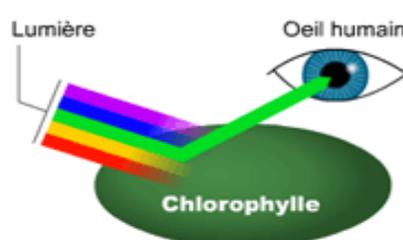
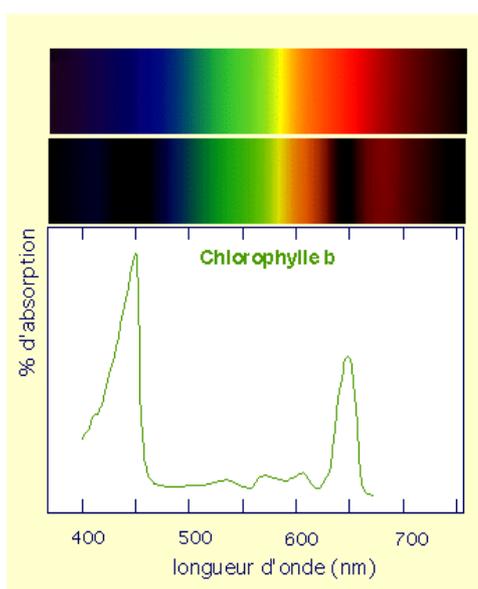
### I) La phase photochimique.

- Elle se déroule dans les thylakoïdes.

- La lumière est captée sous forme de photons qui ont un potentiel énergétique selon leur longueur d'onde. L'énergie transportée par un photon est inversement proportionnelle à la longueur d'onde. L'absorption de cette énergie aura 2 conséquences : un transport d'électrons et une libération de protons.

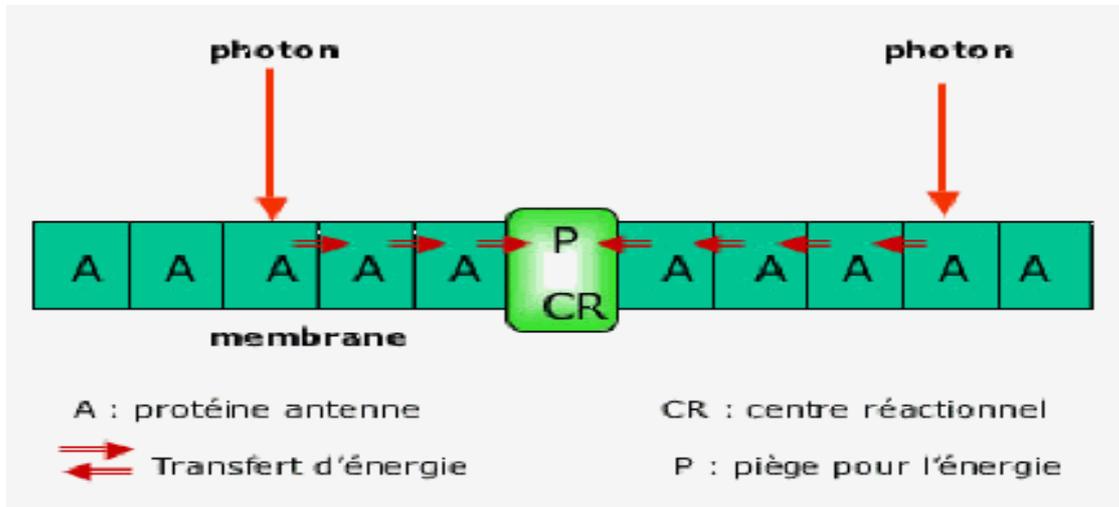


- Les pigments absorbent certaines longueurs d'onde : la chlorophylle absorbe la lumière rouge et la bleue mais pas la verte, ce qui lui donne sa couleur.



## 1) Le transport d'électrons.

Quand un pigment capte un photon au niveau de l'antenne collectrice formée de protéines, il entre dans un état excité. Cette excitation est transmise de pigment à pigment pour arriver au centre réactionnel.

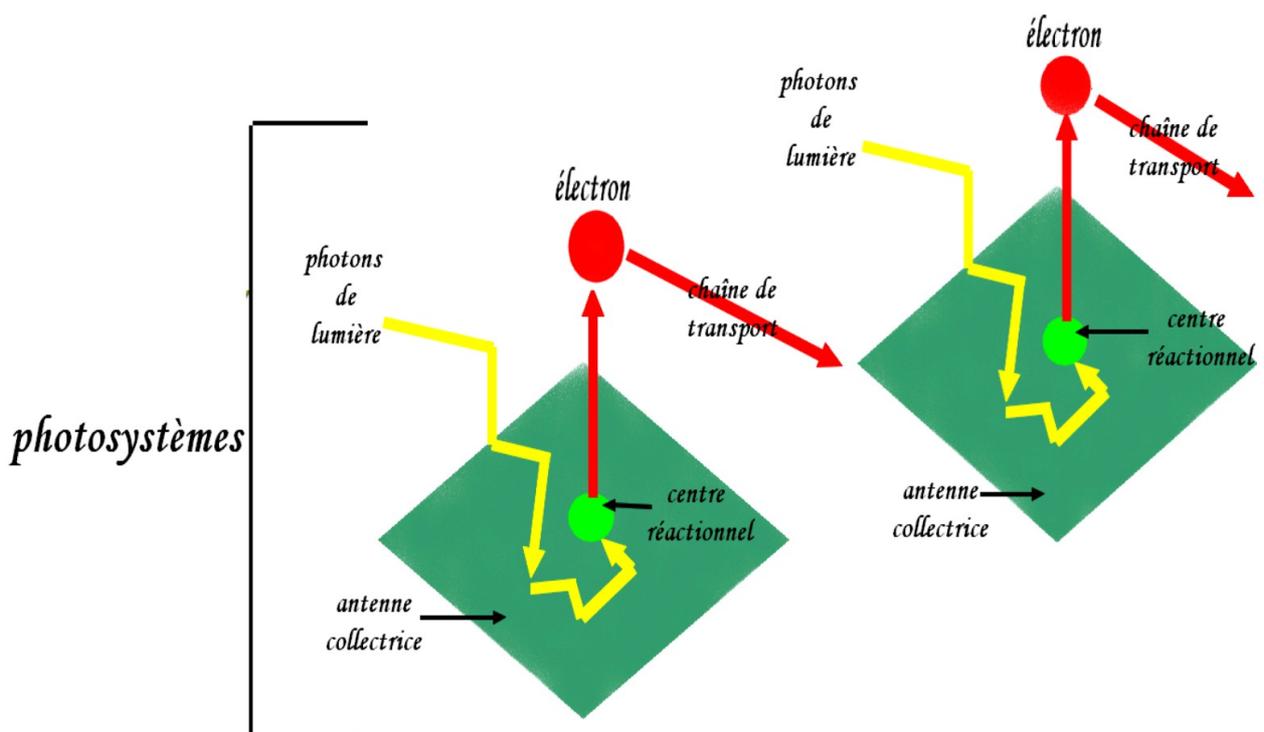


- C'est au centre réactionnel que l'énergie lumineuse sera convertie en énergie chimique.

- Il existe dans la membrane des thylakoïdes, deux centres réactionnels avec des antennes collectrices, appelés photosystème I et II. Dans les photosystèmes, l'énergie d'excitation collectée est utilisée pour arracher un électron qui est transporté à travers la membrane par des molécules acceptrices d'électrons jusqu'à un état stable.

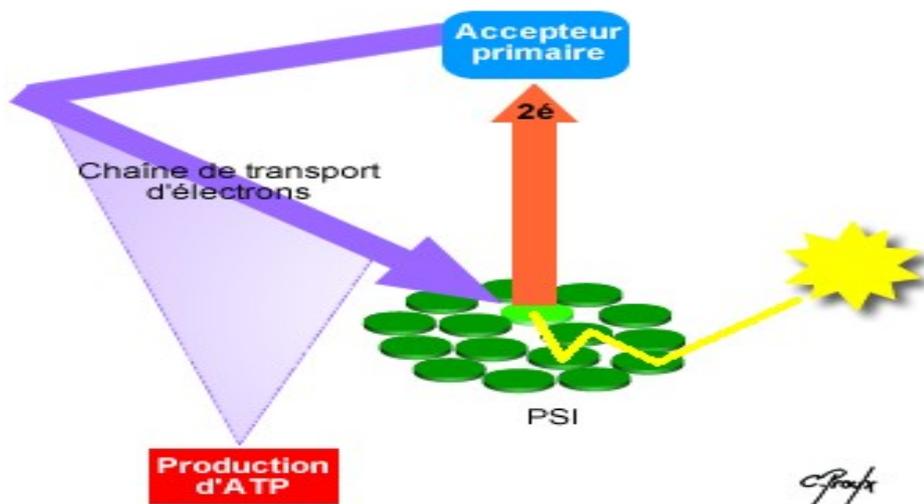
- Le système réalise ainsi une photopile biologique.  $P^*A \rightarrow P^+ + A^-$  où P représente une protéine piège du photosystème et A une molécule acceptrice d'électrons.

- Dans la membrane du thylakoïde, les deux photosystèmes I et II sont branchés en série.



## Le transport cyclique des électrons.

- IL ne se fait qu'au niveau du PSI.
- L'antenne reçoit les photons, elle les concentre vers le centre réactionnel fait de chlorophylle a et d'un accepteur primaire d'électrons.
- La chlorophylle passe alors à l'état excité et donne un électron à l'accepteur primaire lors d'une réaction d'oxydoréduction.
- L'accepteur primaire transfère ensuite l'électron à une chaîne de transporteurs situés dans la membrane du thylakoïde qui le retourne finalement au centre réactionnel du photosystème I.
- Tout en transportant les électrons, la chaîne de transport fait passer des ions  $H^+$  du stroma vers l'espace intrathylakoïdien. Les ions  $H^+$  ainsi concentrés dans l'espace intrathylakoïdien retournent dans le stroma en passant par l'ATP synthase produisant ainsi de l'ATP.



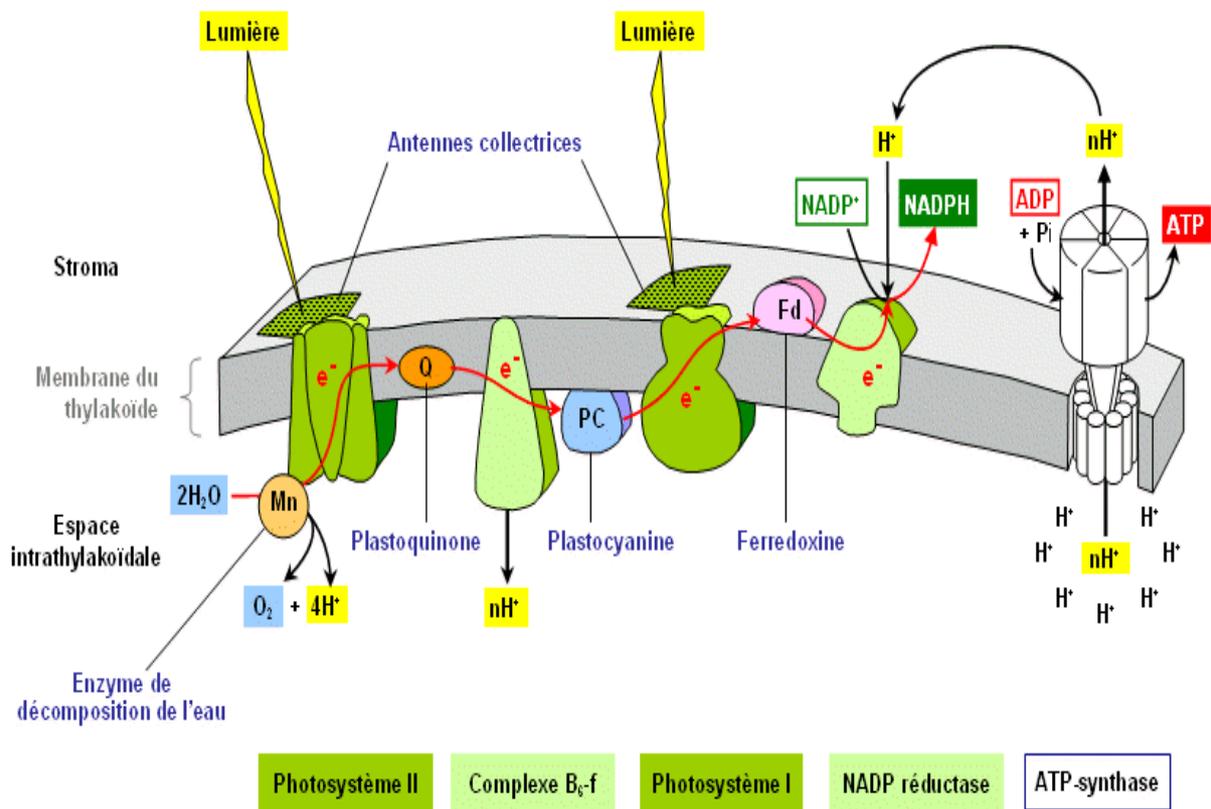
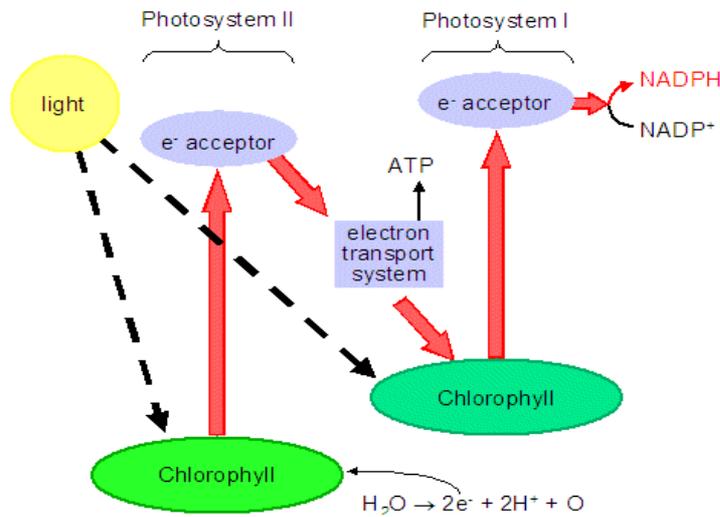
## Le transport non cyclique des électrons

- Les deux photosystèmes sont utilisés.
- Le photosystème II, absorbe 2 photons, perd 2 électrons qu'il donne à son accepteur primaire d'électrons, qui les cède à son tour à une chaîne de transport. Cette chaîne donne les électrons au centre réactionnel du photosystème I.
- Lors du passage des électrons, il y aura aussi passage d'ions  $H^+$  du stroma vers l'espace intrathylakoïdien. Ces ions diffuseront vers le stroma en passant par l'ATP synthase. Donc, il y aura production d'ATP.
- Le photosystème I a, lui aussi, perdu 2 électrons au profit de son accepteur primaire. Celui-ci les cède à une autre chaîne de transport qui les conduira vers le  $NADP^+$  au niveau du stroma. Le  $NADP^+$  est le dernier accepteur d'électrons de cette deuxième chaîne, et se transforme en  $NADPH + H^+$ . Les électrons perdus du photosystème I sont donc remplacés par ceux provenant du photosystème II.

## 2) La photolyse de l'eau.

- Mais le photosystème II n'a toujours pas remplacé ses électrons perdus.

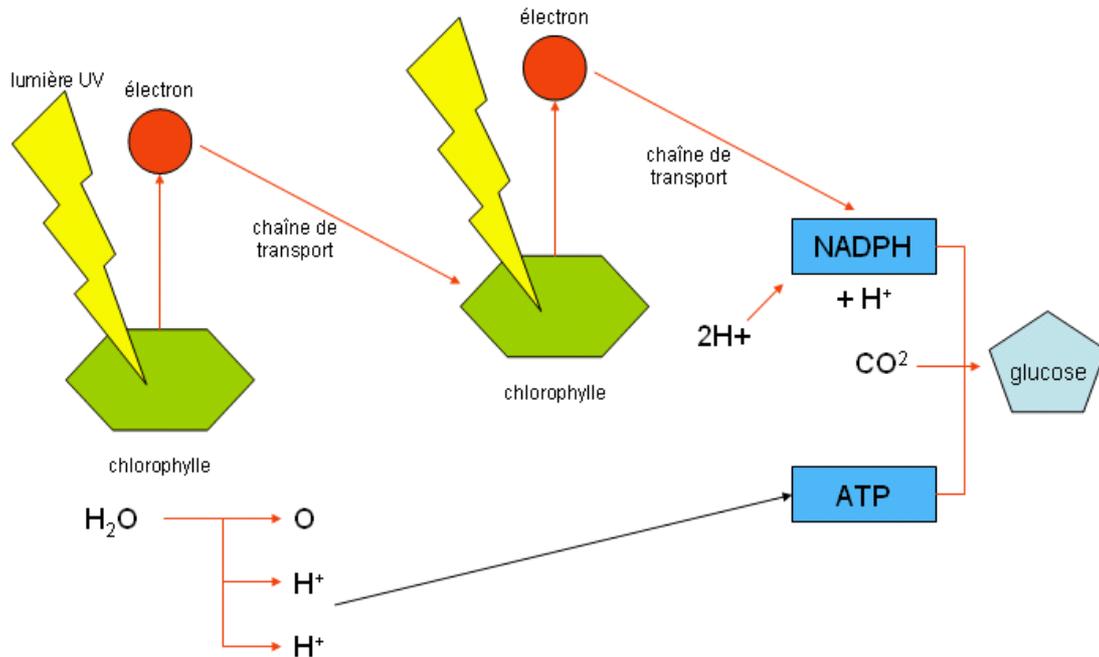
- C'est une enzyme qui prend les électrons de l'eau et les donne au PSII. Cette réaction libère de l'oxygène.
- Elle se fait dans l'espace intrathylakoidale.



### 3) Conclusions.

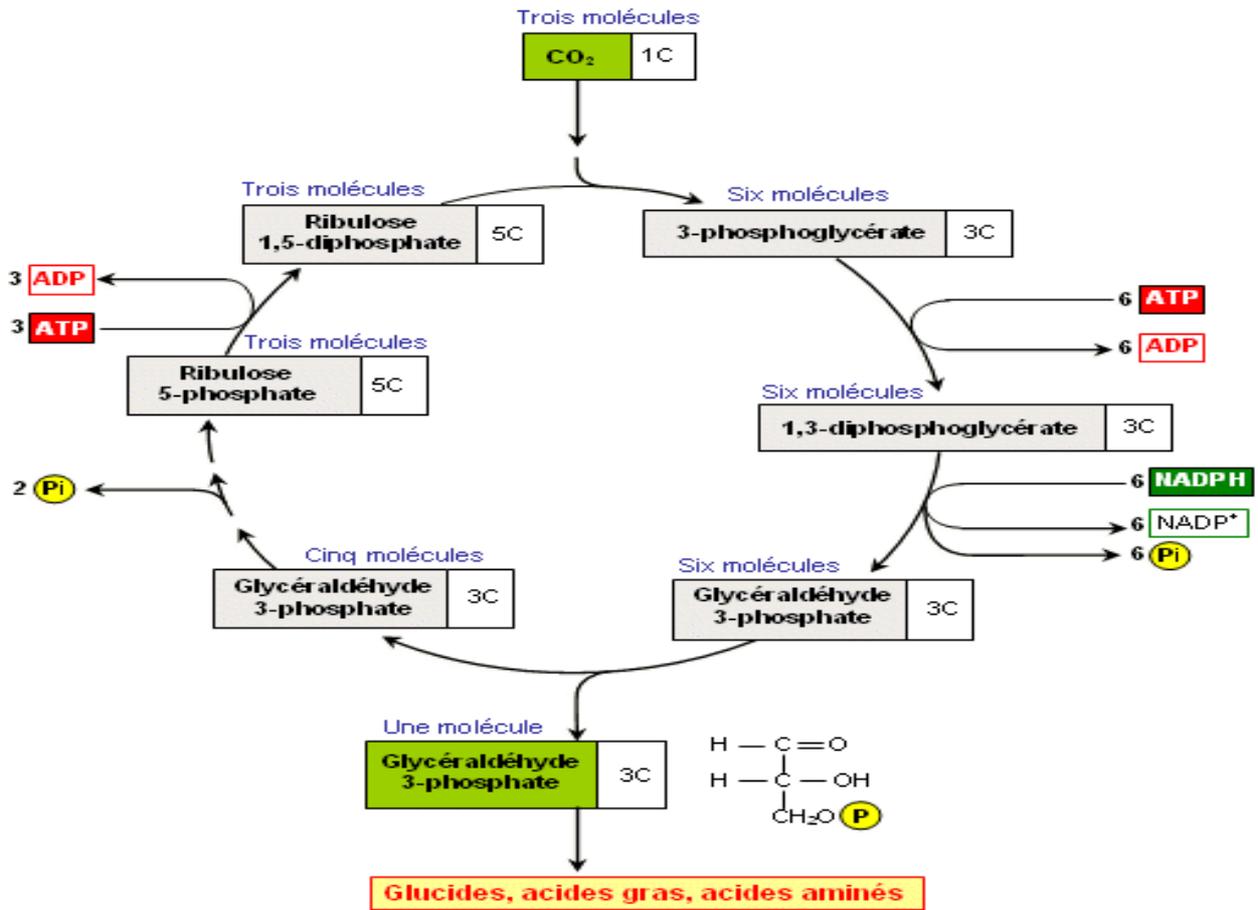
- Le PSII et les complexes associés sont responsables de la libération d'oxygène dans l'atmosphère et produit de l'ATP.

- Le PSI est responsable de la libération de NADPH dans le stroma.
- Les molécules d'ATP et de NADPH + H<sup>+</sup> formées par les transports cyclique et non cyclique sont utilisées par le cycle de Calvin. L'ATP fournit l'énergie et les groupements phosphate tandis que le NADPH + H<sup>+</sup> agit comme agent réducteur (c'est un donneur d'électrons). Chaque tour du cycle de Calvin requiert 9 ATP et 6 NADPH + 6H<sup>+</sup>.



## II) LA PHASE NON PHOTOCHIMIQUE.

- C'est le cycle de Calvin et il se déroule dans le stroma.
  - La lumière n'est plus utile.
  - L'ATP et le NADPH<sub>2</sub> sont utilisés pour réduire le CO<sub>2</sub> de l'air. Le CO<sub>2</sub> se fixe sur un glucide à 5 carbones, le ribulose présent dans le stroma du chloroplaste.
  - L'ATP cède son énergie et devient ADP.
  - Le NADPH<sub>2</sub> cède son hydrogène et devient NADP.
  - Il va se former des molécules intermédiaires conduisant à des trioses, utilisés ensuite pour la synthèse des glucoses puis de l'amidon (polymère de glucoses). Les trioses régénèrent aussi le ribulose initial.
- $$3 \text{ CO}_2 + 9 \text{ ATP} + 6 \text{ NADPH} + \text{eau} \rightarrow \text{Glycéraldéhyde 3-phosphate}$$
- 8 Pi + 9 ADP + 6 NADP<sup>+</sup>



Le glycéraldéhyde 3-phosphate produit dans le chloroplaste est rapidement transporté vers le cytoplasme où il est permis la synthèse de saccharose. Le saccharose est la principale forme de transport de glucides entre les cellules végétales pour fournir les glucides au reste du végétal.

III) Bilan de la photosynthèse.  $6 \text{ CO}_2 + 12 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$

