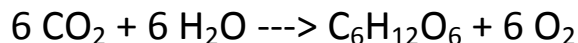


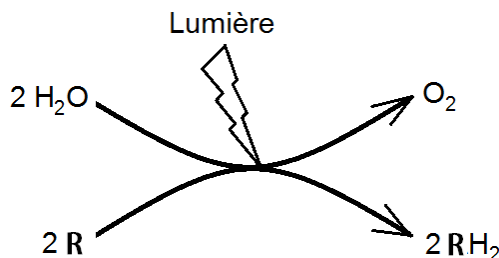
Corrigé TP n°9: La conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique ; ou la phase photochimique de la photosynthèse.

Problème à résoudre : Comment l'énergie lumineuse est convertie en énergie chimique utilisable par la cellule ?

L'équation bilan de la photosynthèse peut s'écrire.



Cette réaction montre que les molécules d'eau sont oxydées en dioxygène en présence de lumière.

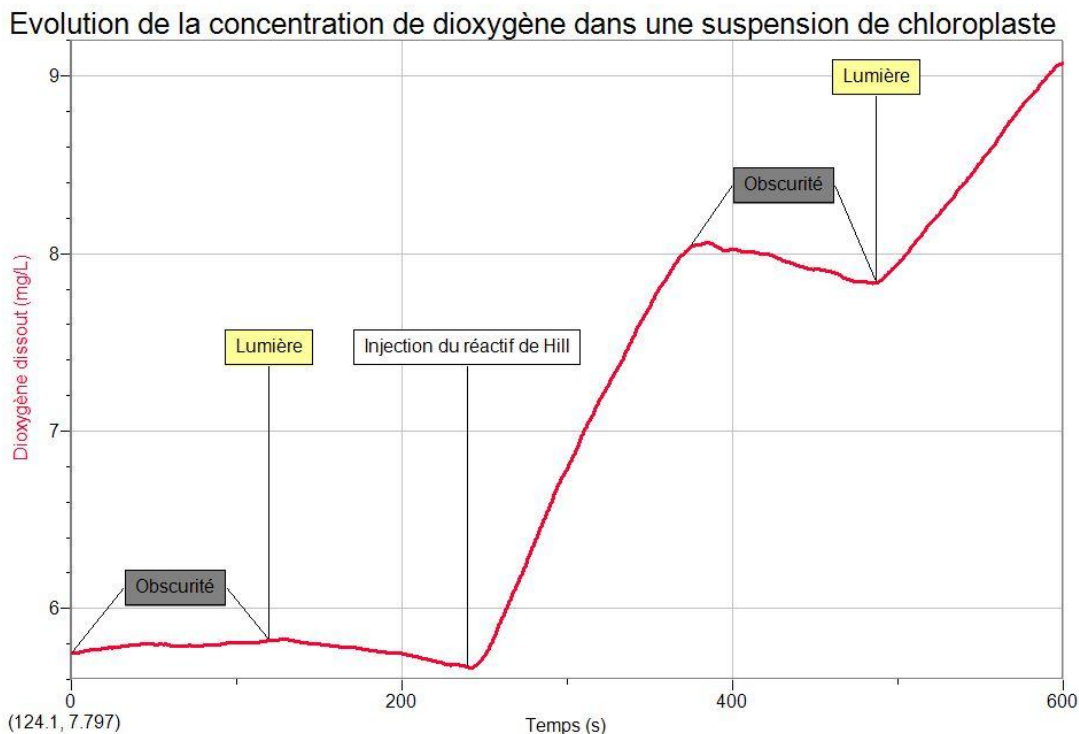


- **Premier sous problème à résoudre : la molécule (notée R ci dessus) qui est réduite (RH₂) lors de l'oxydation de l'eau est elle la molécule de CO₂ comme peut le laisser croire la réaction bilan de la photosynthèse ?**

Protocole : nous allons placer des chloroplastes isolés en présence de lumière dans un milieu sans CO₂ afin de vérifier si l'oxydation de l'eau se réalise.

C'est la réaction de Hill.

Le graphique suivant donne les résultats obtenus.



Φ De 0 s à 120 s, la suspension de chloroplaste est à l'obscurité : l'énergie lumineuse nécessaire à la phase photochimique de la photosynthèse étant absente, La concentration en O₂ reste faible et pratiquement constante (environ 5,8 mg/L) ; il n'y a donc pas de photosynthèse, et donc pas oxydation des molécules d'eau.

Φ De 120 s à 240 s, la suspension de chloroplaste est éclairée : l'énergie lumineuse nécessaire à la phase photochimique de la photosynthèse est présente. Cependant la concentration de dioxygène diminue, il y a donc respiration et pas de photosynthèse.

Remarque : dans la solution en même temps que les chloroplastes, il y a également des mitochondries, ce sont elles qui sont responsables d'une faible respiration.

Quelle est donc la molécule responsable de l'oxydation des molécules d'eau ?

Φ - De 240 s à 360 s, la suspension de chloroplaste est éclairée et le réactif de Hill (accepteur d'électron) est présent : la solution rejette du dioxygène, (de 5,8 mg/L on passe à 8 mg/L) Il y a photosynthèse. Il est possible d'en déduire que les conditions nécessaires à la photosynthèse des chloroplastes sont la présence de lumière et la présence d'un accepteur d'électron (réactif de Hill).

la réaction conduisant à l'oxydation des molécules d'eau au cours de la phase photochimique de la photosynthèse peut avoir lieu. L'énergie lumineuse est transformée en énergie chimique, l'accepteur d'électron (qui n'est pas le CO₂) est réduit par les électrons provenant des molécules d'eau. Il y a dégagement de dioxygène, la concentration de dioxygène augmente.

Cependant dans une plante il n'y a pas de réactif de Hill.

Les cellules étant détruites, l'accepteur d'électron présent dans les cellules et permettant l'oxydation de l'eau dans les conditions naturelles ne peut plus jouer son rôle, c'est la raison pour laquelle ajoute un accepteur d'électron. En réalité cet accepteur d'électrons est le Le nicotinamide adénine di nucléotide phosphate (NADP) Sa forme réduite est désignée par NADPH ou NADPH₂

Φ - De 360 s à 480 s, la suspension de chloroplaste est à l'obscurité et le réactif de Hill (accepteur d'électron) est présent : l'énergie lumineuse nécessaire à la phase photochimique de la photosynthèse étant absente, il n'y a pas oxydation des molécules d'eau, la concentration de dioxygène diminue légèrement (respiration due à la présence des mitochondries)

Φ De 480 s à 600 s, la suspension de chloroplaste est éclairée et le réactif de Hill (accepteur d'électron) est présent : la chaîne réactionnelle conduisant à l'oxydation des molécules d'eau est rétablie, la phase photochimique de la photosynthèse peut avoir lieu, la concentration de dioxygène augmente. Celle-ci pourrait continuer de croître jusqu'à épuisement du réactif de Hill.

➤ **Bilan : la molécule (notée R ci dessus) qui est réduite (RH₂) lors de l'oxydation de l'eau n'est pas le CO₂ comme peut le laisser croire la réaction bilan de la photosynthèse.**

➤ **Deuxième sous problème à résoudre : Comment se fait la synthèse de l'ATP ?**

L'étude des variations de la concentration en dioxygène et en ATP montre

- une augmentation de la concentration en dioxygène pour les conditions : Lumière + ADP + Pi.
- Une augmentation de la concentration en ATP pour les mêmes conditions.

Interprétation : La synthèse de l'ATP se fait à partir du Pi à la lumière. La lumière permet la phosphorylation de l'ADP en ATP.

Le dioxygène libéré provenant de la photolyse de l'eau, il existe une relation entre la photolyse de l'eau et la phosphorylation de l'ADP à la lumière.

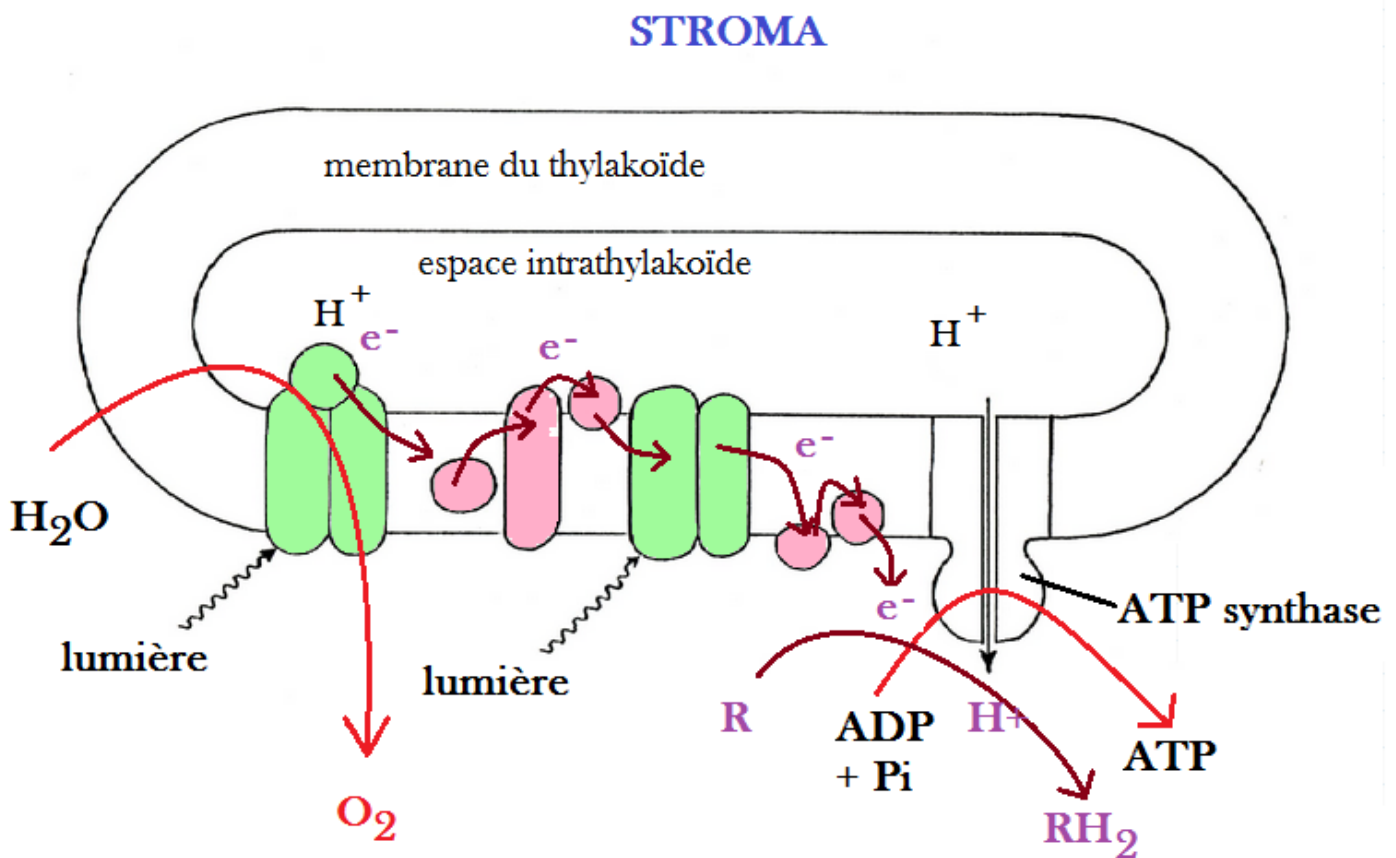
- **On parle de photophosphorylation de l'ADP ; c'est une conversion de l'énergie lumineuse en énergie utilisable pour la cellule : l'ATP.**

Cette phosphorylation de l'ADP en ATP se déroule au niveau des protéines enzymatiques appelées ATP synthases.

- **Bilan le déroulement de la phase photochimique de la photosynthèse.**

L'énergie lumineuse provoque l'excitation et le départ d'un électron d'une molécule de chlorophylle du photosystème. Pour compenser cette perte, la chlorophylle récupère un électron à partir de la photolyse de la molécule d'eau.

La première réaction chimique qui se déroule au cours de la photosynthèse est la photolyse de l'eau, elle produit des ions H^+ , des électrons e^- et du dioxygène O_2 qui est un déchet de la photosynthèse. Les électrons arrachés à la chlorophylle sont récupérés par la chaîne d'oxydoréduction. Les ions H^+ passent dans l'espace intrathylakoïde.

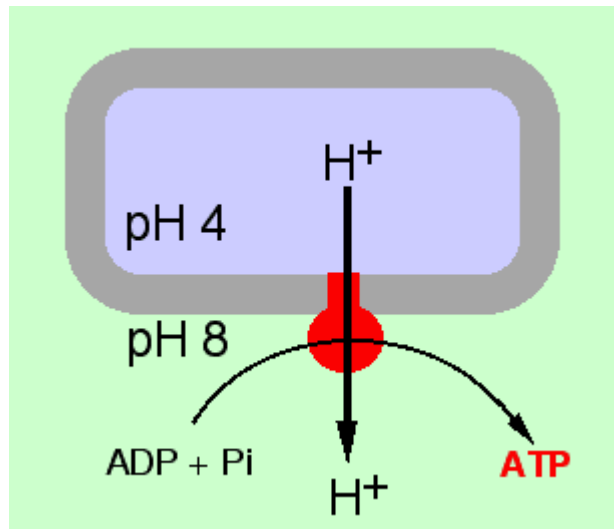


La phase photochimique de la photosynthèse.

Les électrons arrachés à la chlorophylle passent spontanément d'un transporteur à l'autre de la chaîne d'oxydo réduction, ils sont finalement récupérés par le transporteur R

Les ions H^+ dont la concentration est élevée dans l'espace intrathylakoïde passent au travers de l'ATP synthase, leur passage produit l'énergie nécessaire à la synthèse d'ATP

e^-



Synthèse d'ATP dans la membrane du thylakoïde.

Après leur passage les ions H^+ participent à la réduction des transporteurs R.

- La phase photochimique de la photosynthèse permet donc de convertir l'énergie lumineuse en énergie chimique sous forme d'ATP et de transporteurs réduits RH_2 .
- L'ATP et le pouvoir réducteur des transporteurs seront utilisés au cours de la phase chimique de la photosynthèse.

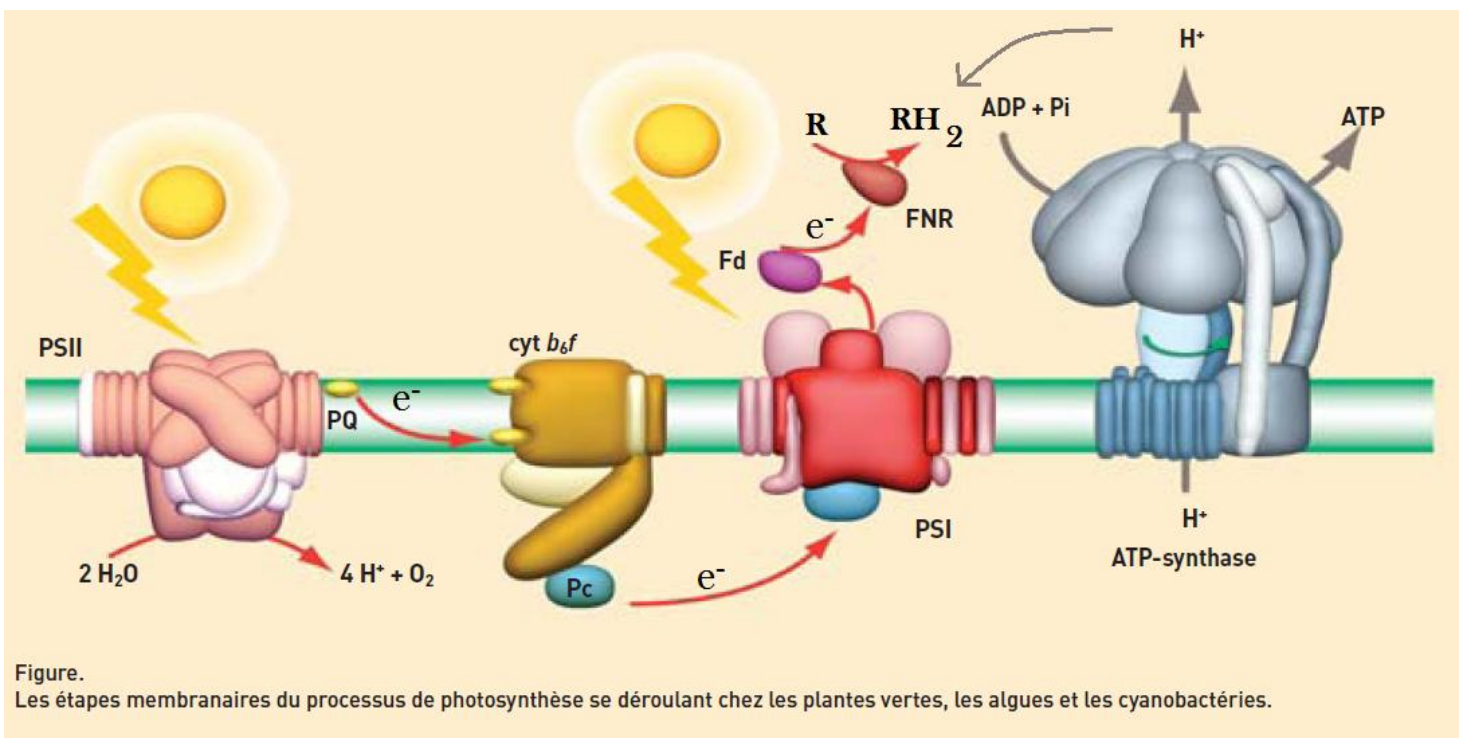


Figure.
Les étapes membranaires du processus de photosynthèse se déroulant chez les plantes vertes, les algues et les cyanobactéries.