

Activité 4: La phase photochimique de la photosynthèse

Le processus de la photosynthèse est constitué de deux phases. La première phase est la phase photochimique. Elle se déroule dans les thylakoïdes chloroplastiques où l'énergie lumineuse est absorbée par la chlorophylle pour être convertie en énergie chimique.

Comment l'énergie lumineuse est-elle convertie en énergie chimique ?

Document 1: L'expérience de Hill

Dans la réaction de photosynthèse, l'eau apparaît comme un donneur d'hydrogène et d'électrons alors que le dioxyde de carbone apparaît comme un accepteur d'hydrogène et d'électrons.

En 1937, Hill envisagea l'existence d'un intermédiaire (R) qui accepterait les électrons provenant de l'eau pour les transférer au dioxyde de carbone. Il entreprit de vérifier cette hypothèse en remplaçant cet intermédiaire inconnu par un oxydant artificiel ou accepteur d'électrons (le réactif de Hill) qui serait réduit à la lumière par les électrons provenant de l'eau: Fe^{3+} (Fer oxydé) + $e^- \rightarrow \text{Fe}^{2+}$ (Fer réduit) Soit: $\text{R} + 2e^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{RH}_2$

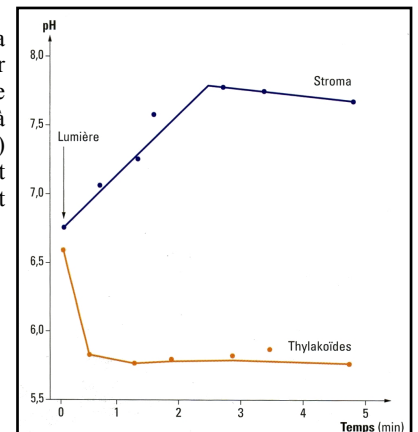
Hill utilise une suspension de chloroplastes lésés, l'enveloppe des chloroplastes est altérée de telle sorte que les thylakoïdes restent intacts mais que les constituants du stroma (dont l'hypothétique intermédiaire) se retrouvent largement dilués dans le milieu ayant servi à l'extraction.

Les résultats de l'expérience sont présentés dans le document 3 p 17.

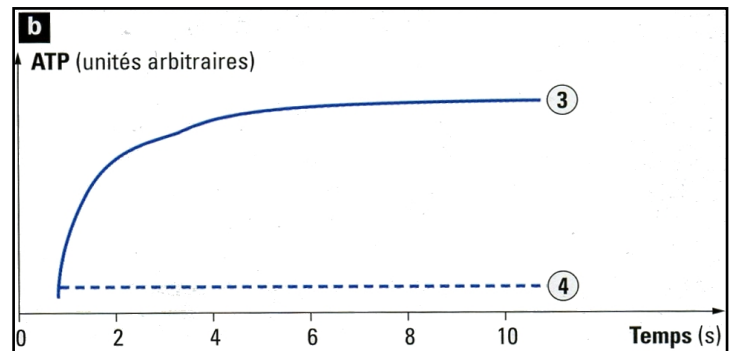
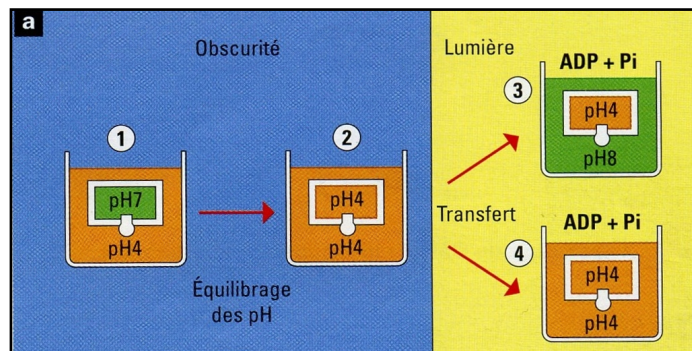
Document 2: Variations du pH liées à l'éclairement, en fonction du temps

L'oxydation de l'eau par la lumière s'accompagne d'une libération de protons H^+ .

On suit les variations de la concentration en protons par des mesures du pH, dans le stroma et dans le lumen (à l'intérieur des thylakoïdes) de chloroplastes isolés et éclairés fortement pendant quelques minutes.



Document 3: Conversion du gradient de pH en ATP



a: Des thylakoïdes isolés, dont l'intérieur est à pH 7, sont placés à l'obscurité dans un tampon à pH 4 (1) pendant quelques minutes. Lorsque le pH est équilibré à 4 (2), ils sont replacés dans un milieu tamponné à pH 8 (3), en présence d'ADP et de Pi. D'autres thylakoïdes laissés dans le milieu à pH 4 (4) forment le témoin.

b: Évolution de la production d'ATP en fonction du temps.

Document 4: L'ATP, une molécule essentielle dans les transferts d'énergie.

La synthèse d'ATP (adénosine triphosphate) se fait par fixation d'un phosphate inorganique (Pi) sur une molécule d'adénosine diphosphate (ADP). Cette réaction, une phosphorylation, nécessite un apport important d'énergie: **Phosphorylation de l'ADP: $\text{ADP} + \text{Pi} + \text{Énergie} \rightarrow \text{ATP}$**

Cette réaction est catalysée par une enzyme située notamment dans la membrane des thylakoïdes : l'ATP synthétase

Cette réaction est réversible: l'hydrolyse de l'ATP libère l'énergie chimique qui était stockée dans la molécule et qui devient disponible pour d'autres réactions métaboliques consommatrices d'énergie: **Hydrolyse de l'ATP: $\text{ATP} \rightarrow \text{ADP} + \text{Pi} + \text{Énergie}$**

Document 5: Les photosystèmes: des structures moléculaires intégrées (document 3 page 19)

Exploitez les documents dont vous disposez pour réaliser un schéma bilan de la phase photochimique.