**Chapitre 5 : Les évènements photochimiques**

# Les conditions de réalisation de la phase photochimique : la réaction de Hill

* se déroulent **qu’en présence de lumière.**
* **Hill** a découvert qu’il faut obligatoirement des **accepteurs d’électrons** avec des chloroplastes pour avoir une photosynthèse
* Il a travaillé avec un **accepteur non-physiologique** = **oxalate de potassium ferrique**
* L’oxalate de potassium **Fe3+**récupère 1 électron 🡪 **Fe2+**Molécule qui **change de couleur** suivant **l’état oxydé** (**bleu**) ou **réduit** (**incolore**)
* **DPIP** = Dichlorophénolindophénol.
* **L’accepteur physiologique** = **NADP** qui est réduit et passe sous forme de **NADPH2**

Il ne peut se réaliser que d’un système de **potentiel rédox bas vers un système de potentiel rédox élévé**

# Le mécanisme photochimique

**Diapo transfert spontané des électrons**

## **Le transport acyclique des électrons**

**Holochrome 🡪 holochrome+ + e- accepteur**

**Donneur e- + holochrome+ 🡪 holochrome**

On appelle **photosystème**, l’ensemble d’e-, et on note :

**PS2** = le photosystème dont l’holochrome est **P680**

**PS1** = Le photosystème dont l’holochrome est **P700**

### Evènements autour de PS1

**PS1 = holochrome P700**

Il éjecte une **paire d’électron** ⬄ **2** **holochromes**

Les 2 électrons sont récupérés par un **1er accepteur** = **P430** qui cède les 2 électrons à un autre accepteur, la **ferrédoxine** qui **cède les électrons** au **NADP** qui **se réduit** en **NADPH2**

Le **P700** a un potentiel rédox de **+0,4 V** et **P430 = -0,5 V** = **sens inverse** de la réaction normale.

On calcule à chaque transfert d’électron quelle est **l’énergie libre libérée**

**🡺 ΔG’0 = - n x Cte Faraday x ΔE’0**

* **n** = nombre d’électrons qui circulent
* **1 Faraday** = **23 Kcal**
* **ΔE’0** = variation du potentiel rédox standard, affectée du signe moins, chaque fois que l’on va vers des potentiels de plus en plus électronégatifs

**Au final :   
P700 + => P430 = 42Kcal  
P430 => ferredoxine = - 4,6Kcal  
ferredoxine => NADP = -4,6Kcal   
🡺 + 33 Kcal**

**Voir 1**

### Evènements autour de PS2

**PQ = Plastoquinone**

**PC = Plastocyanine**

**Cf = Cytochrome f**

On gagne **24 Kcal** et on **peut arriver à synthétiser une molécule d’ATP**

## **Le transport cyclique des électrons**

La **capture** de l’énergie lumineuse et la circulation d’électrons est **active**, il y a un risque que tous les accepteurs d’électrons soient réduits  
🡺 les électrons reviennent sur **P430 = voie du Cb6 -> Cf -> PS1**

**Bilan thermodynamique du transport cyclique :**

* **P430 🡪 Cb6**

**ΔG’0 = -2 x 23 x (+0,5) =** **-23Kcal** **synthèse 3 ATP**

* **Cb6 🡪 Cf**

**ΔG’0 = -2 x 23 x (+0,2) =** **-9Kcal** **entropie (= perte de chaleur)**

* **Cf 🡪 PS1**

**ΔG’0 = -2 x 23 x (+0,2)** = **-9Kcal** **entropie (= perte de chaleur)**

**Retour par 2 cytochromes. On peut synthétiser 3 ATP 🡪 Accumulation d’énergie sous forme d’ATP**

## **La photolyse de l’eau**

C’est une réaction qui consiste à **détruire la molécule d’eau en présence de lumière**

**H2O 🡪 ½ O2 + 2H+ + 2e- P680+ 🡪 P680  = état stable initial**

## **Le schéma Z : bilan des réactions photochimiques**

Le point de départ est le **photosystème 1**

**Bilan thermodynamique des réactions claires :**

* **H2O 🡪 NADP**

**ΔG’0= -2 x 23 x (-1,1) = +50 kCal** = sert à **réduire NADP en NADPH2**= **pouvoir réducteur de la photosynthèse.**

En + de la **synthèse de** **NADPH2** (molécule réductrice), il y a possibilité de synthétiser des molécules d’ATP quand la molécule perd de l’énergie.

* **+ 50 Kcal** **= pouvoir réducteur**
* **+ 21 kcal** **= photophosphorylation \***

**= 71 Kcal** = **pouvoir réducteur assimilateur**

**\* Acyclique -> 12 Kcal -> 1 ATP**

**Cyclique -> 23 Kcal -> 5 ATP** = **35 Kcal** **1 ATP = 7 Kcal**

**5/2 +1/2 = 3 ATP 🡪 21 Kcal**.

On fait la moyenne des deux car **parfois il n’y a pas phase cyclique ET phase acyclique**.

## **Vision cytologique et moléculaire du transfert des** **électrons = mécanisme de la photophosphorylation**

**Voir schéma poly (dernier schéma)**

Le **stroma** est l’intérieur du chloroplaste. A l’intérieur de la membrane des **thylakoïdes** se déroulent les phénomènes de la **phase claire**. Le **lumen** correspond à l’intérieur d’un thylakoïde

Lorsque les électrons circulent à l’intérieur de la membrane du thylakoïde, il y a des **circulations de protons en parallèles**. La photolyse de l’eau libère des électrons qui **serviront à régénérer PS2**, elle **libère aussi de l’oxygène et des protons**. Ces protons sont libérés à l’intérieur du lumen (espace intrathylakoïdien).

A l’intérieur du thylakoïde on accumule d’autres protons provenant du fonctionnement des **plastokinones** qui sont activés par des protons ensuite relargués dans le lumen. Dans le lumen, **on accumule** **4 protons** qui viennent de la photolyse de l’eau et **entre 4 et 8 protons** provenant des **plastokinones**. A l’origine, les protons servant à réduire les plastokinones se trouvent à l’intérieur du stroma du chloroplaste.

L’intérieur du thylakoïde va avoir tendance à **s’acidifier** (**jusqu’à pH 4**). A l’extérieur du thylakoïde, au niveau du stroma, on prélève des protons pour faire fonctionner les plastokinones et aussi pour **réduire le NADP en NADPH2**, cela va **augmenter le pH** qui va être au minimum à la neutralité. Il y a donc une **différence de pH** de part et d’autre de la membrane des thylakoïde. La **cellule va avoir tendance à** vouloir **revenir à l’équilibre**. Cet équilibre est restauré par le biais d’une **pompe à protons**. Tous les protons excédentaires à l’intérieur du thylakoïdes sont déplacés dans le stroma. Cette pompe à protons est un système enzymatique = **ATP synthétase**. Il y a donc la **phosphorylation** de l’ADP en ATP. Pour faire fonctionner l’ATP synthétase, il faut à cette pompe de l’énergie qui provient des **sauts d’énergie** = énergie récupérée par exemple quand les chloroplastes sont saturés et que les électrons circulent en boucle en passant par les cytochromes.

**= dernier schéma**

En plus de la circulation des électrons, il existe une **circulation de protons qui s’effectue de part et d’autre de la membrane des thylakoïdes**. Ils proviennent de la photolyse de l’eau en partie et sont **libérés du côté interne de la membrane**.

Les **plastoquinones** doivent être activées par un flux de protons qui proviennent de l’extérieur de la membrane du thylakoïde. Elles cèdent ensuite leurs protons en les transférant du côté interne.

Pour **réduire le NADP**, les protons sont prélevés à l’extérieur de la membrane du thylakoïde.

On note que **côté interne le pH** **s’abaisse** alors **qu’à l’extérieur de la membrane** **il augmente**.

* **Pompe à proton** = **ATPase membranaire (CF1)** localisée à proximité de la chaîne de transporteur -> **ATP**