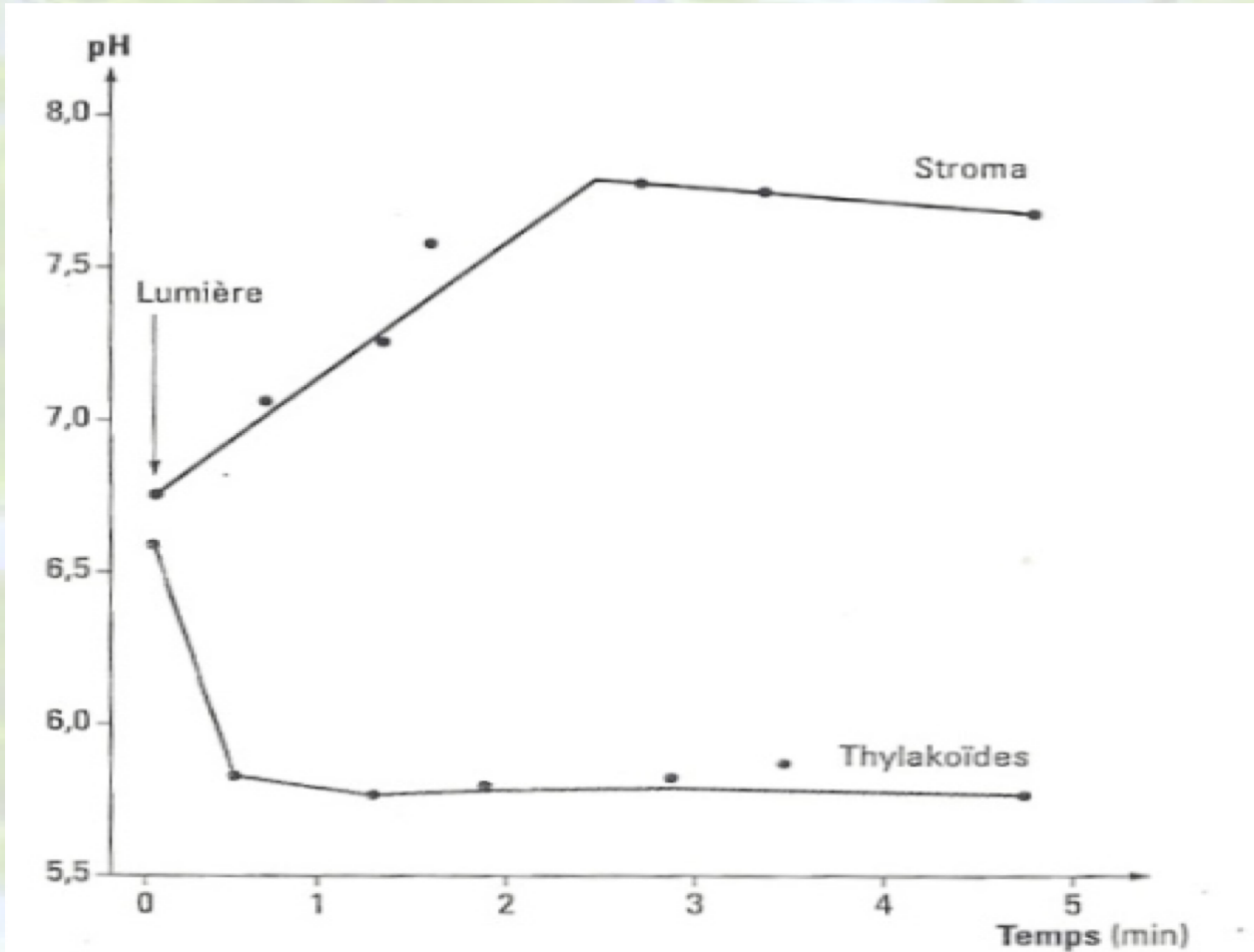


TP3: phase photochimique et synthèse d'ATP

Gradients de protons, ATP synthase, synthèse d'ATP dans les thylakoïdes

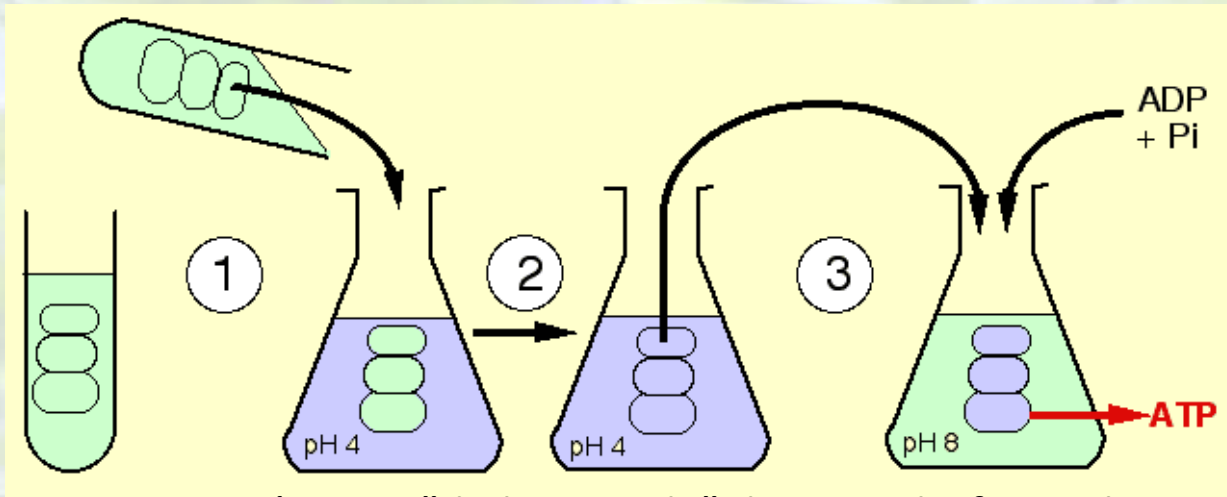


Document 1 : variations de pH liées à l'éclairement en fonction du temps



Variations de 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 de protons par des mesures de pH, dans le stroma et à l'intérieur des thylakoïdes de chloroplastes isolés et éclairés fortement, pendant quelques minutes.

Document 2 : L'ATP peut être synthétisé par un gradient de protons artificiel, Expérience "du bain acide" de Jagendorf et Uribe (1966).



Expérience "du bain acide" de Jagendorf et Uribe

A partir d'une suspension de chloroplastes, les chloroplastes sont cassés (par choc osmotique par exemple) et les thylakoïdes sont isolés par centrifugation (le stroma a été éliminé). L'ensemble de l'expérience est effectué à l'obscurité.

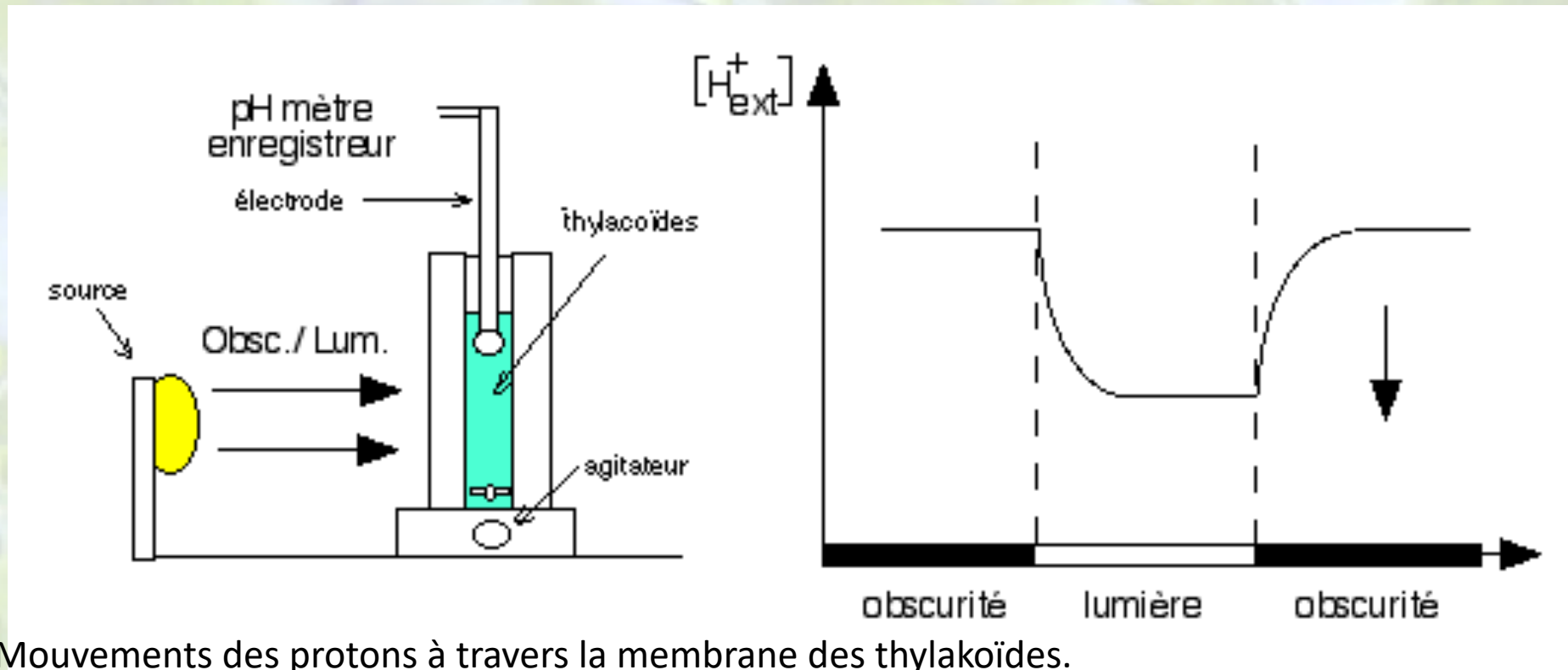
- 1 - cette suspension est placée dans un milieu acide tamponné à pH 4,
- 2 - après quelques minutes, le pH des thylakoïdes s'est équilibré avec celui du milieu,
- 3 - on transfère alors les thylakoïdes dans un milieu basique tamponné à pH 8 en présence d'ADP et de phosphate inorganique (Pi) (+ Mg²⁺).

Résultat : un dosage d'ATP dans le milieu de suspension montre qu'il y a eu synthèse d'ATP.

Document 3 - La chaîne de transfert des électrons fonctionne comme une pompe à protons.

Des thylakoïdes en suspension dans un milieu faiblement tamponné sont placés dans une cuve thermostatée. Une électrode de pH reliée à un enregistreur est placée dans la suspension qui est agitée continuellement. Une source de lumière blanche permet de faire des transitions obscurité/lumière.

Remarque : dans cette expérience il n'y a ni ADP ni Pi donc aucune synthèse d'ATP possible.

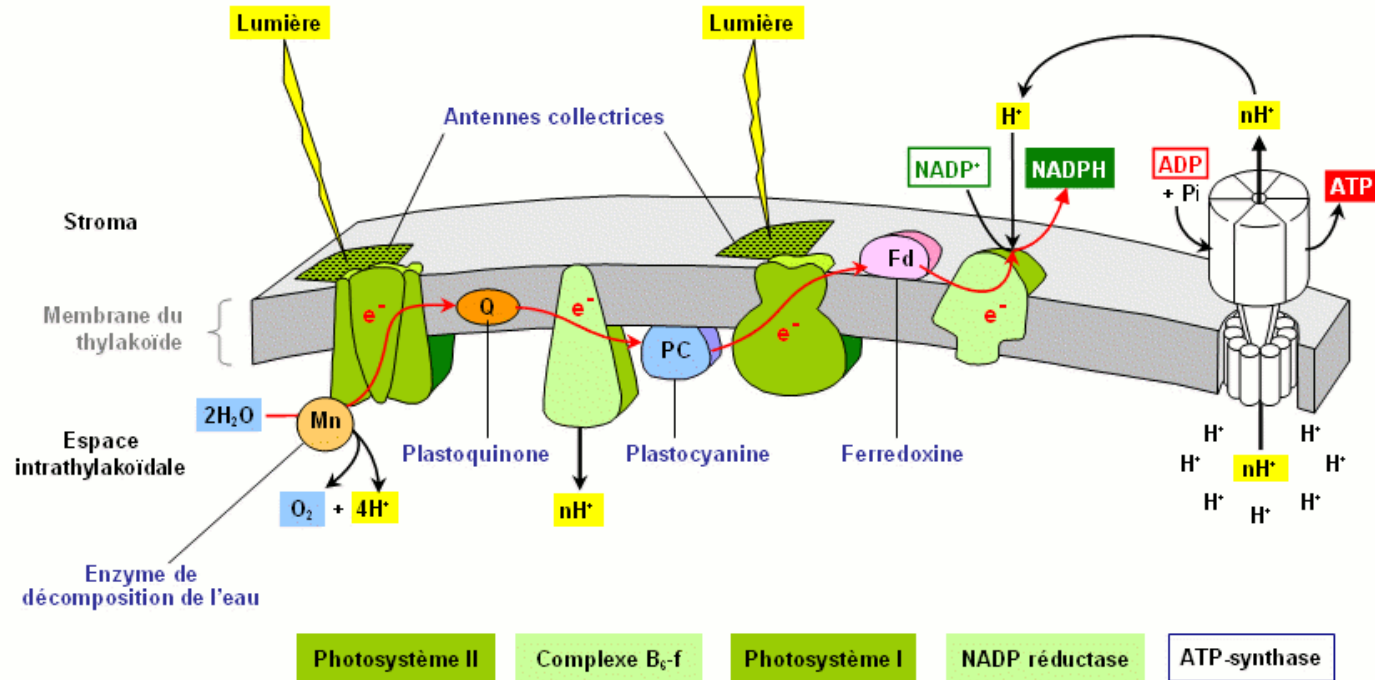


Mouvements des protons à travers la membrane des thylakoïdes.

Dispositif pour mesurer les mouvements de protons à travers les thylakoïdes à la lumière (à gauche) et enregistrement des variations de concentrations de protons du milieu de suspension lors de transitions obscurité / lumière (à droite).

Document 4 : présentation de la chaîne de transporteurs d'électrons et de protons dans la membrane des thylakoïdes

Transferts d'électrons et de protons au niveau de la membrane du thylakoïde (version simplifiée)



Remarques :

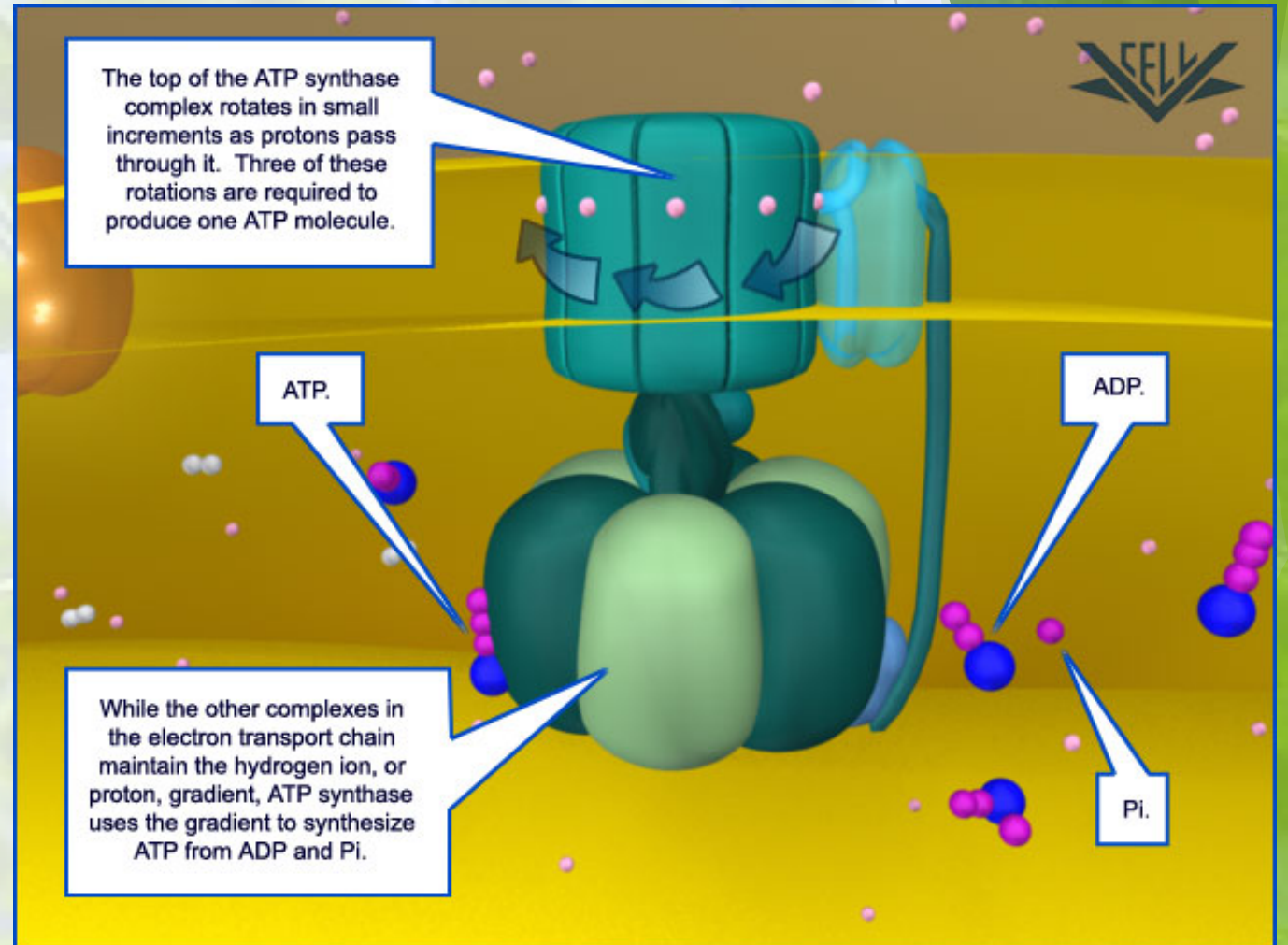
- La plastoquinone (Q) ressemble fortement à l'ubiquinone de la mitochondrie.
- Les ATP-synthases et les autres complexes macromoléculaires enchâssés dans la bicouche lipidique particulièrement fluide en raison de sa teneur élevée en acide gras insaturés se déplacent les uns par rapport aux autres. En conséquent, l'image linéaire et ordonnée du transfert d'électrons que laisse supposer **le schéma en « Z »** proposé par R. Hill et F. Bendall en 1960 **doit être corrigé** (voir le modèle de D. Arnon : Photosynthesis recheach 1995 ; 46 : 47 –71).

Document 5 : fonctionnement de l'ATP Synthase

<https://www.youtube.com/watch?v=llt3mzZZY10>

<https://www.youtube.com/watch?v=6Qgmfcylgp8&list=PLZW0tBEJ-rM4U5YAXmKXXk-xU33Guvpyt>

<https://www.youtube.com/watch?v=3y1dO4nNaKY>



Traces écrites

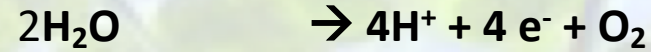
Le flux d'électrons dans la chaîne photosynthétique permet, en plus de la synthèse de RH_2 , la translocation de protons du stroma vers le lumen des thylakoïdes. L'éclairement s'accompagne donc d'une diminution du pH du stroma vers le lumen. Le gradient de pH entre le lumen et le stroma est une forme de stockage énergétique. Les ATP-synthases, enzymes de la membrane des thylakoïdes, canalisent le retour des protons vers le stroma. Ce flux de protons est couplé à une synthèse d'ATP.

L'énergie lumineuse est donc convertie en énergie chimique sous deux formes :

- des composés RH_2 possédant un fort pouvoir réducteur
- des molécules d'ATP dont l'hydrolyse peut libérer une grande quantité d'énergie.

Bilan des étapes de la phase photochimique.

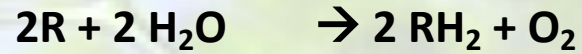
L'eau est oxydée et décomposée en électrons, protons et dioxygène : **c'est la photolyse de l'eau.**



Les électrons et les protons sont transférés à un accepteur R qui passe de l'état oxydé (R) à l'état réduit (RH_2) :



Ce qui donne le bilan suivant :



Lors de ce transfert, la synthèse d'ATP à partir d'ADP et de P_i est activée :



En bilan, lors de la phase photochimique, l'énergie lumineuse est convertie en énergie chimique. Dans le stroma, des transporteurs réduits : RH_2 et de l'ATP sont ainsi disponibles.

