

# CHAP.3 – LA PHOTOSYNTHESE

## LES EVENEMENTS PHOTOCHEMISTIQUES

---

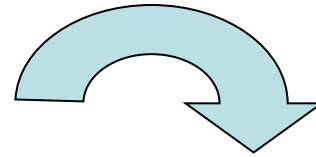
1. Le transport acyclique des électrons
2. Le transport cyclique des électrons
3. La photolyse de l'eau
4. Le schéma Z : bilan des réactions photochimiques
5. Vision cytologique et moléculaire du transfert des électrons : mécanisme de la photophosphorylation

# La réaction de Hill (1939)

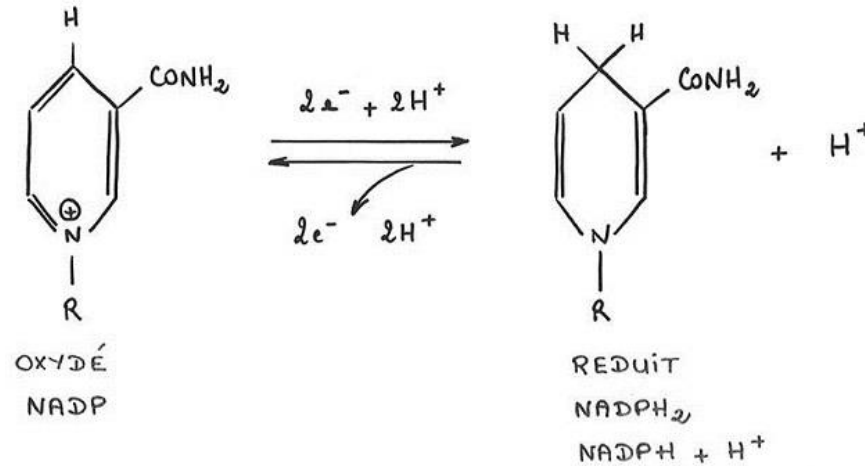
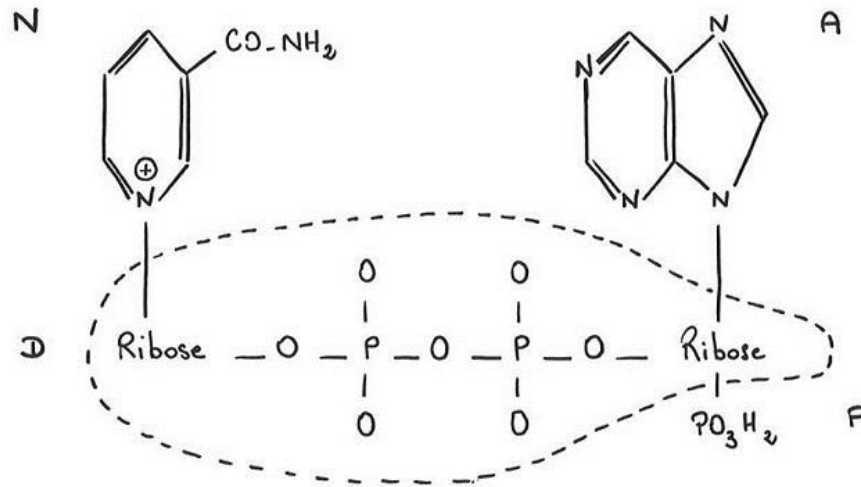
La photosynthèse se déroule en présence :

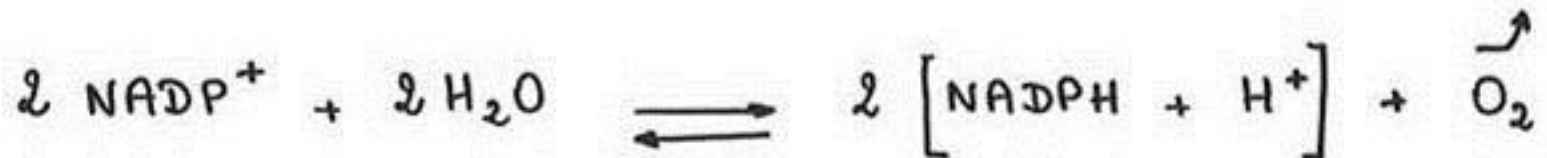
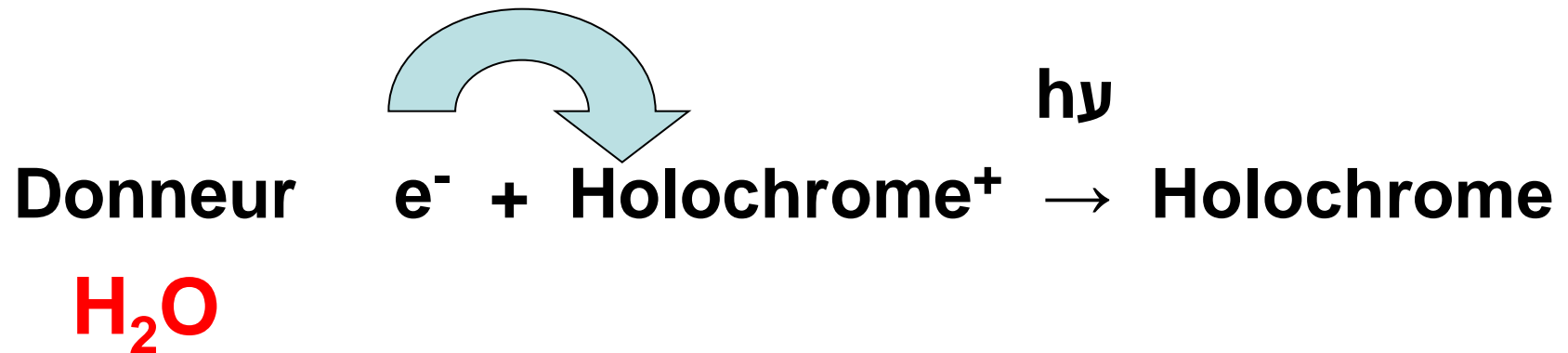
- de lumière
- de CO<sub>2</sub>
- d'eau
- d'un accepteur d'électrons

**hν**



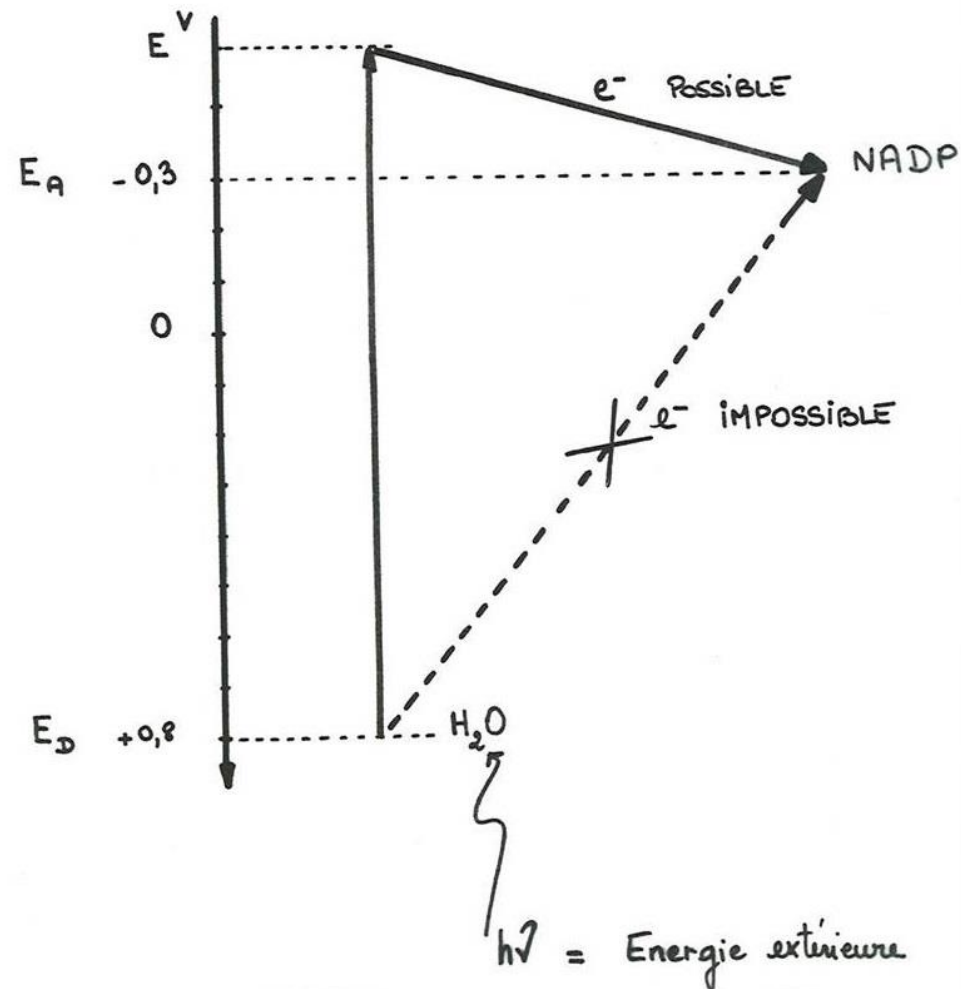
# Le NADP accepteur d'électrons final de la photosynthèse





# Le transfert spontané des électrons

Il ne peut se réaliser que d'un système de **potentiel rédox bas** vers un système de **potentiel rédox élevé**.



# **1. Le transport acyclique des électrons**

## **1.1. Evènements autour de PS1**

### 1.2. Evènements autour de PS2

## 2. Le transport cyclique des électrons

## 3. La photolyse de l'eau

## 4. Le schéma Z : bilan des réactions photochimiques

## 5. Vision cytologique et moléculaire du transfert des électrons : mécanisme de la photophosphorylation

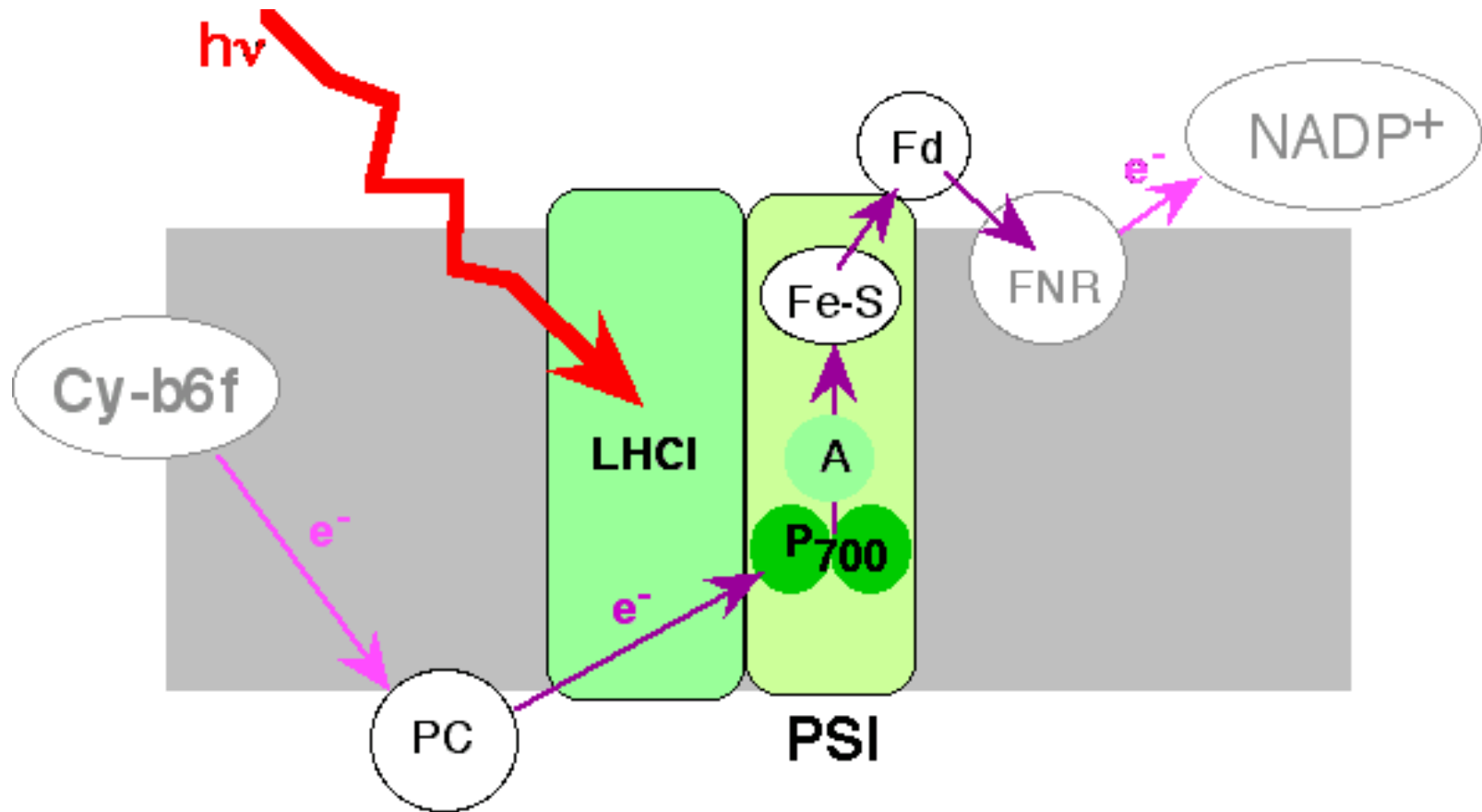
On note :

**PS1** le photosystème  
dont l'holochrome est **P700**

**PS2** le photosystème  
dont l'holochrome est **P680**



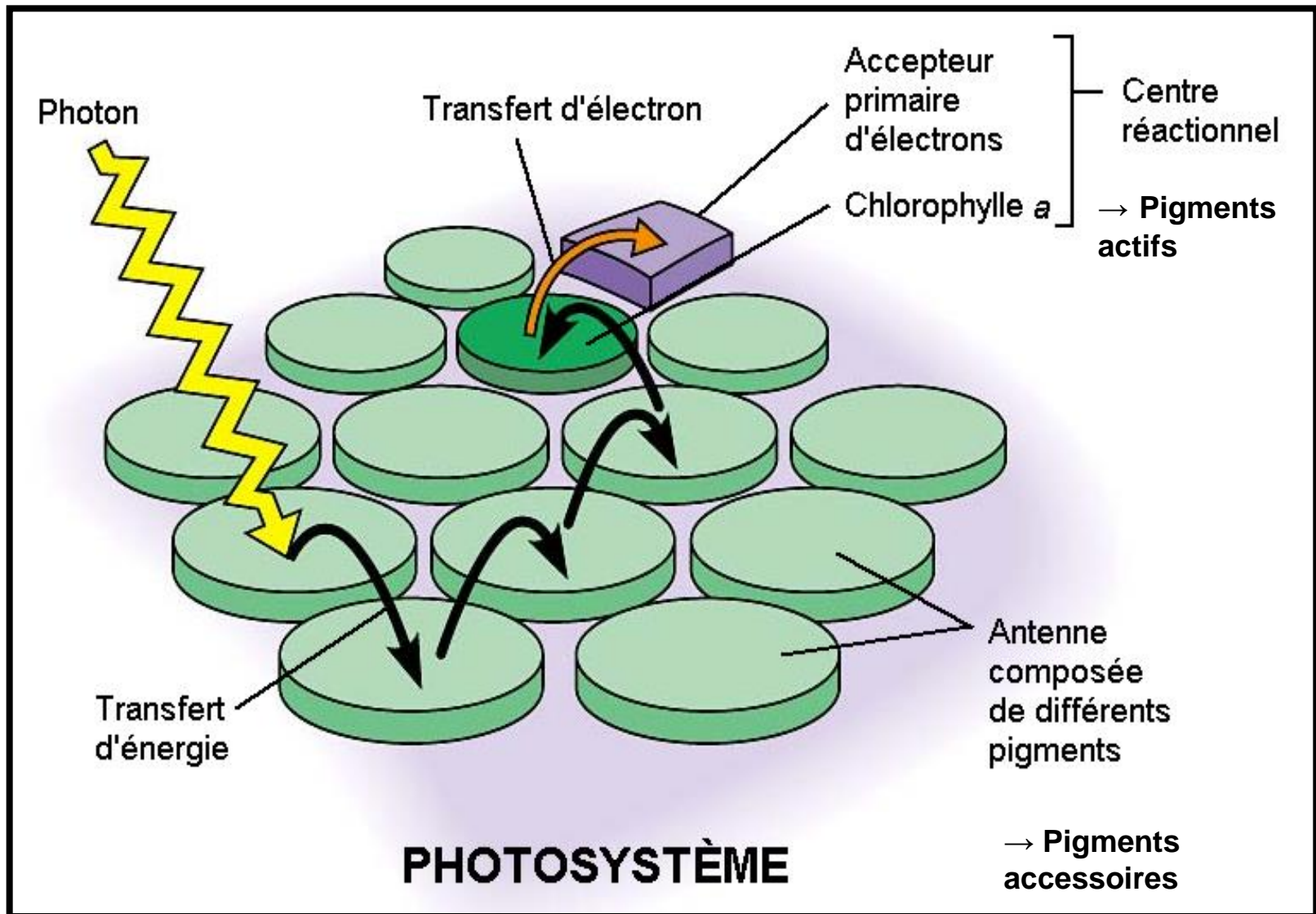
# Fonctionnement du PSI



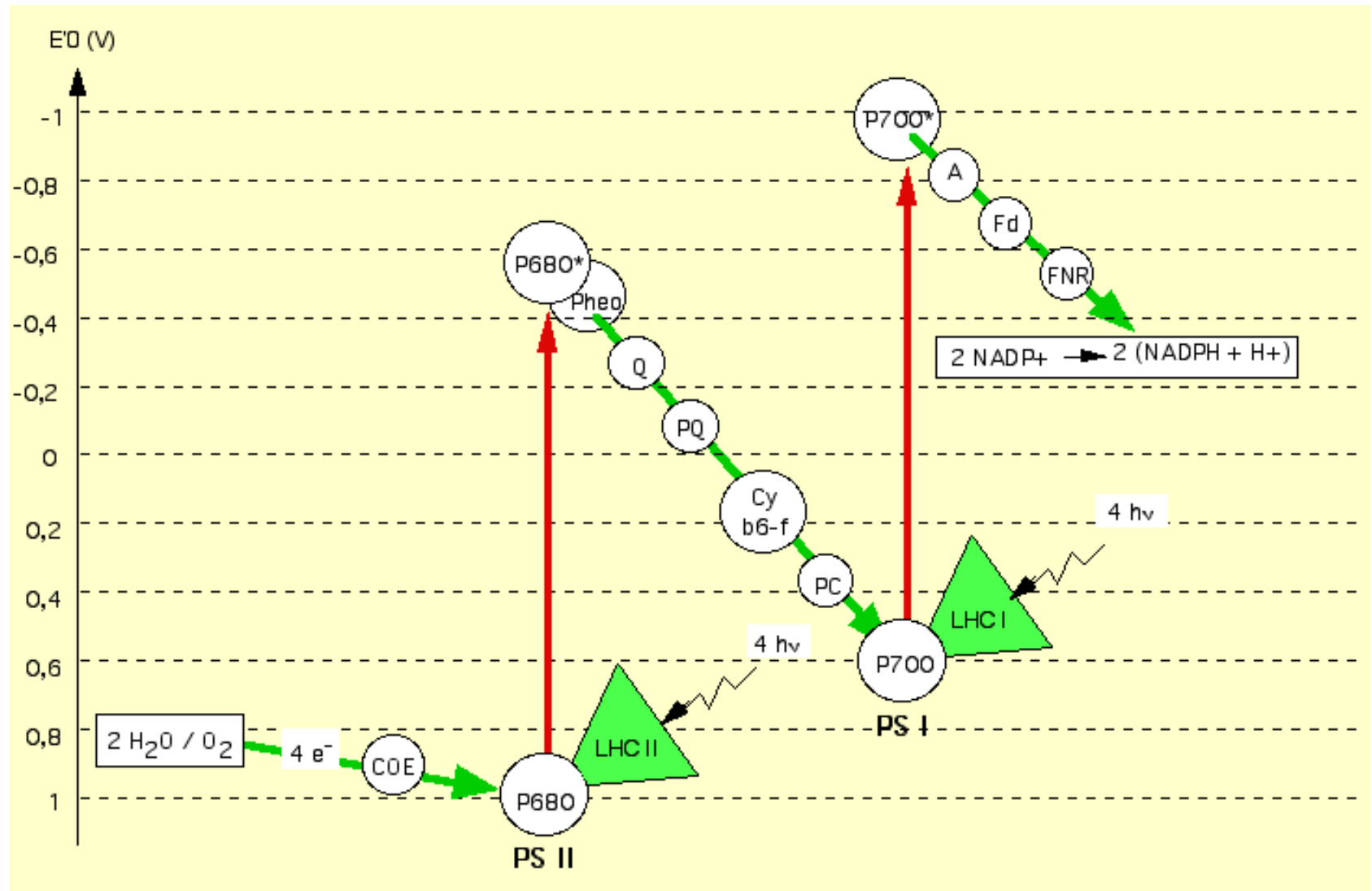
$$A = P_{430}$$

LHCI : Light Harvesting Complex I,  
 P700 : dimère de chlorophylle a (molécule piège du centre réactionnel),  
 A : molécule A, Fe-S : centre Fer Soufre, Fd : Ferrédoxine,  
 FNR : Ferrédoxine NADP réductase,  
 PC : plastocyanine, Cy-b6f : complexe Cytochrome b6 – Cytochrome f.

# Migration de l'énergie lumineuse



# Le transport acyclique des électrons



# La circulation des électrons

**Loi de la thermodynamique :**

**Le transfert des électrons est spontané  
d'un potentiel rédox bas  
vers un potentiel rédox élevé.**

# Energie libre

$$\Delta G'_0 = - n \times \text{Cte Faraday} \times \Delta E'_0$$



Nbre d'électrons  
qui circulent

23 Kcal

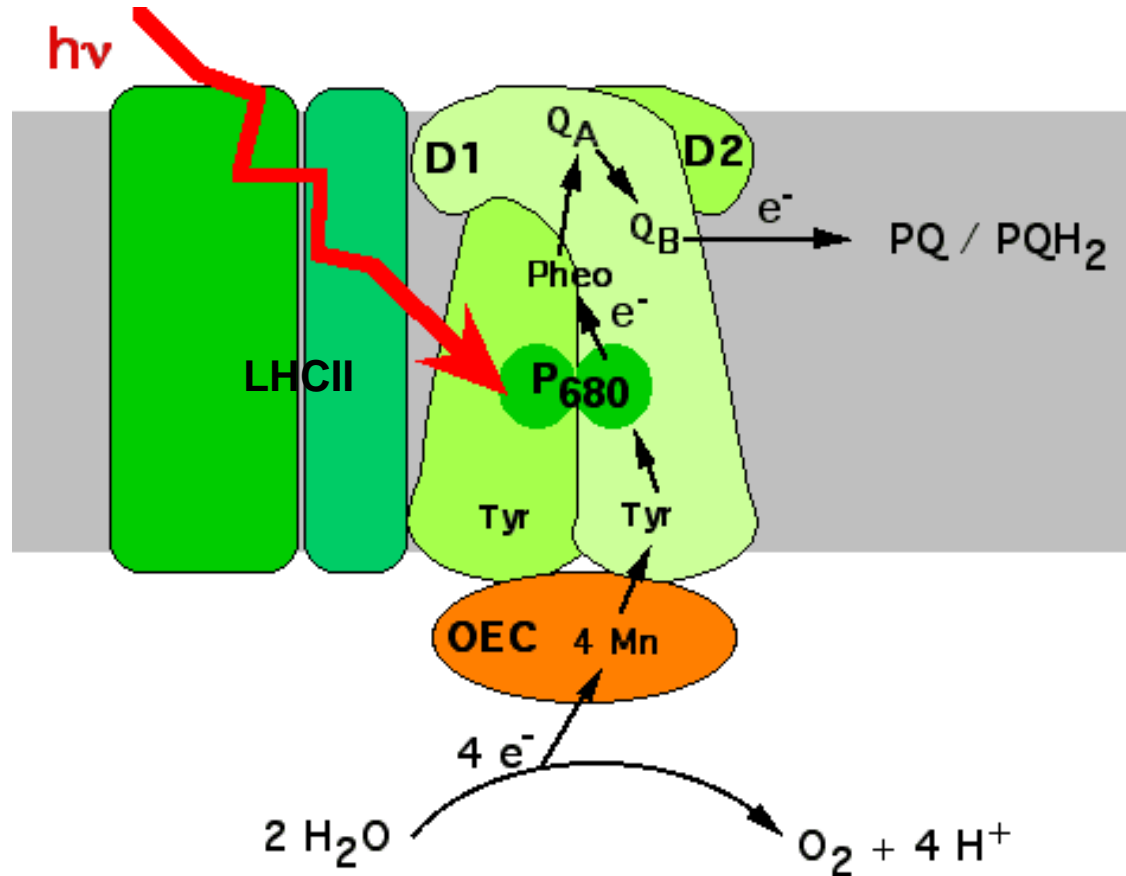
Variation du potentiel  
rédox standard, affectée  
du signe « moins »,  
chaque fois que l'on va  
vers des potentiels de plus  
en plus électronégatifs

# Bilan thermodynamique autour de PS1

1. Bilan essentiellement endergonique  
→ dans le sens des potentiels électronégatifs  
=> **Gain** d'énergie
2. **Pertes** de chaleur (exergoniques) minimales

1. Le transport acyclique des électrons
  - 1.1. Evènements autour de PS1
  - 1.2. Evènements autour de PS2**
2. Le transport cyclique des électrons
3. La photolyse de l'eau
4. Le schéma Z : bilan des réactions photochimiques
5. Vision cytologique et moléculaire du transfert des électrons : mécanisme de la photophosphorylation

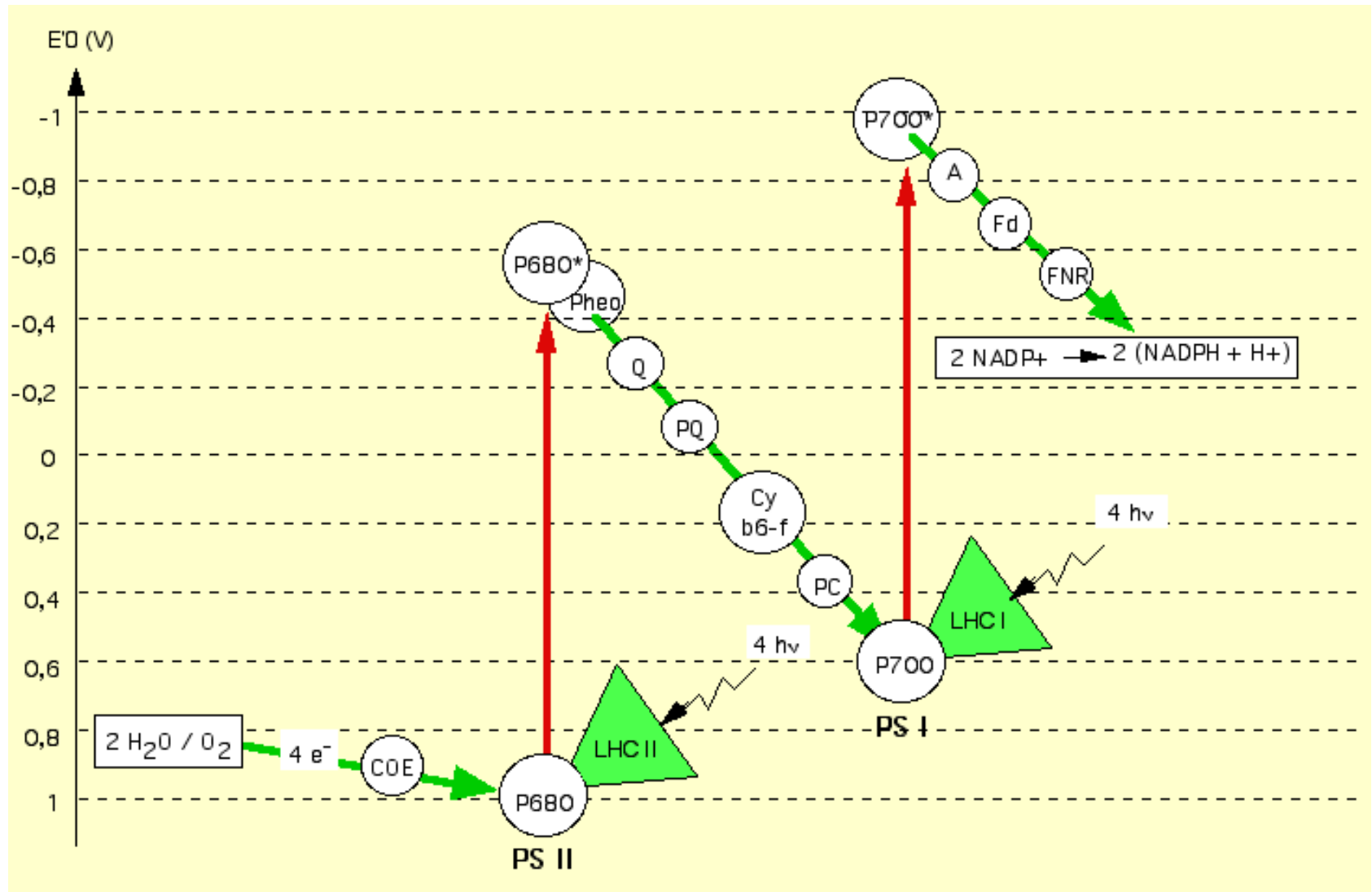
# Fonctionnement du PSII



LHCII : Light Harvesting Complex II,  
D1-D2 : sous unités du centre réactionnel, OEC : Oxygen Evolving Complex,  
P680 : dimère de chlorophylle a (molécule piège du centre réactionnel),  
Pheo : phéophytine, PQ/PQH<sub>2</sub> : Plastoquinones, QA-QB : Plastoquinones, Tyr : tyrosine.



# Le transport acyclique des électrons



# La circulation des électrons

**Loi de la thermodynamique :**

**Le transfert des électrons est spontané  
d'un potentiel rédox bas  
vers un potentiel rédox élevé.**

# Energie libre

$$\Delta G'_0 = - n \times \text{Cte Faraday} \times \Delta E'_0$$



Nbre d'électrons  
qui circulent

23 Kcal

Variation du potentiel  
rédox standard, affectée  
du signe « moins »,  
chaque fois que l'on va  
vers des potentiels de plus  
en plus électronégatifs

## Bilan thermodynamique autour de PS2

Bilan essentiellement endergonique

→ dans le sens des potentiels électronégatifs

=> **Gain** d'énergie

Mais ...

## Bilan thermodynamique autour de PS2

$$\Delta G'_0 = - n \times \text{Cte Faraday} \times \Delta E'_0$$



$$\Delta G'_0 = - n \times \text{Cte Faraday} \times \Delta E'_0$$

$$\Delta G'_0 = - 2 \times 23 \times (\approx +0,3)$$

$$\Delta G'_0 \approx (- 13 \text{ Kcal}) \quad + \text{perte de chaleur}$$

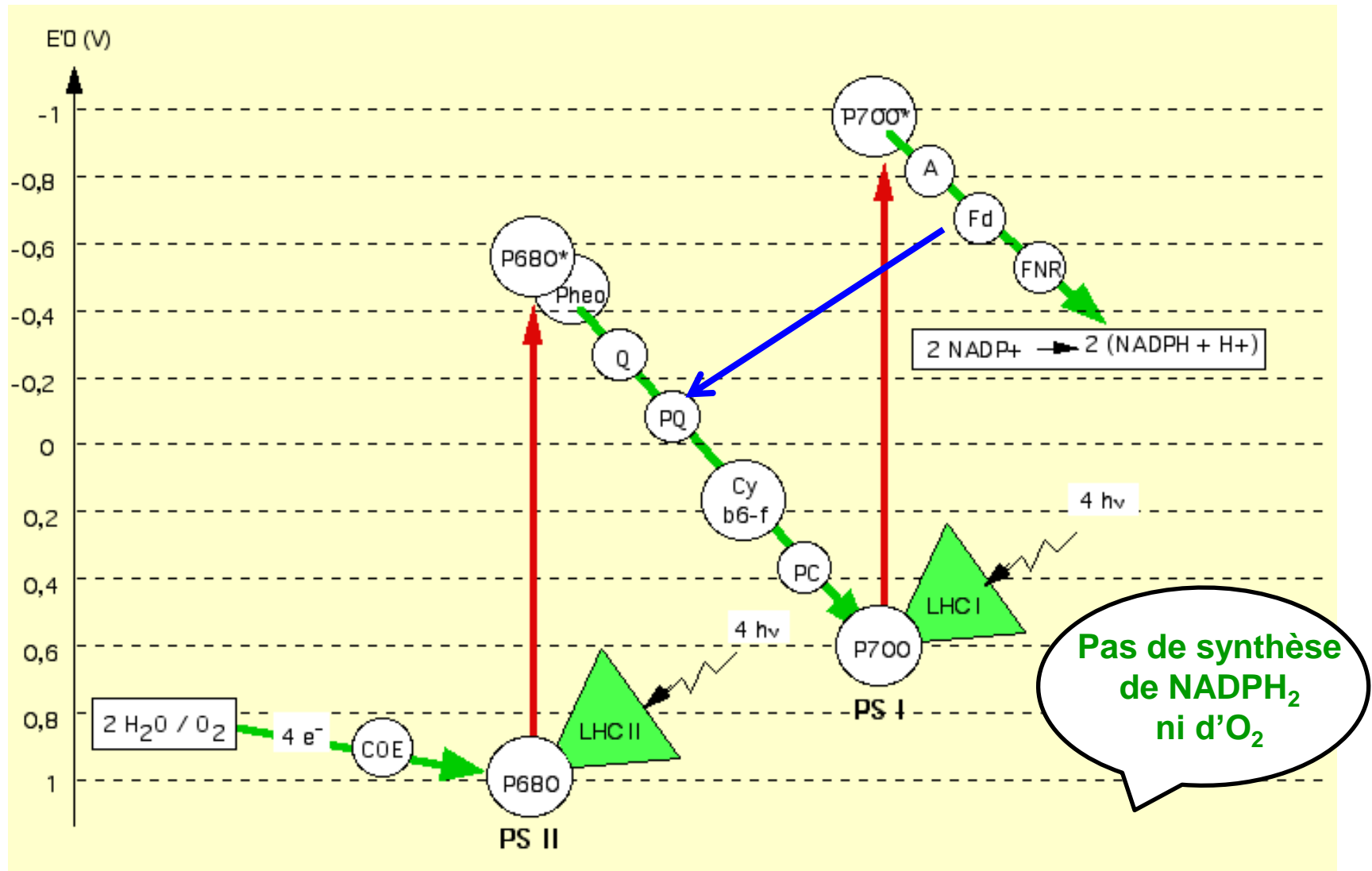
Bilan  
exergonique

Or  $\text{ADP} + \text{Pi} \rightarrow \text{ATP}$  consomme 7 Kcal

*synthèse 1 ATP*

1. Le transport acyclique des électrons
  - 1.1. Evènements autour de PS1
  - 1.2. Evènements autour de PS2
- 2. Le transport cyclique des électrons**
3. La photolyse de l'eau
4. Le schéma Z : bilan des réactions photochimiques
5. Vision cytologique et moléculaire du transfert des électrons : mécanisme de la photophosphorylation

# Le transport cyclique des électrons



## Bilan thermodynamique du transport cyclique :



$$\Delta G'_0 = - n \times \text{Cte Faraday} \times \Delta E'_0$$

$$\Delta G'_0 = - 2 \times 23 \times (\approx + 0,8) \approx - 36 \text{ Kcal}$$

+ perte de chaleur



Bilan  
exergonique

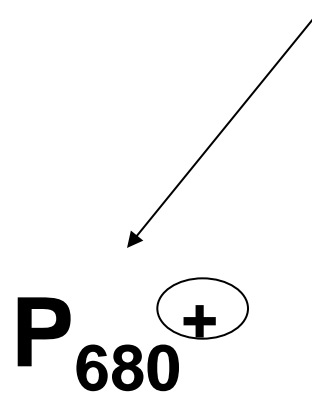
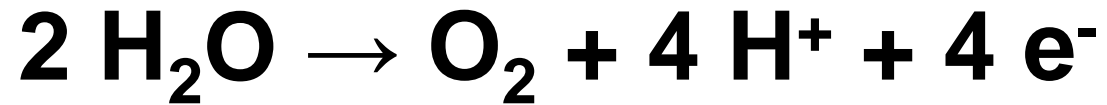
Or  $\text{ADP} + \text{Pi} \rightarrow \text{ATP}$  consomme 7 Kcal

*synthèse 3 ATP*



1. Le transport acyclique des électrons
  - 1.1. Evènements autour de PS1
  - 1.2. Evènements autour de PS2
2. Le transport cyclique des électrons
- 3. La photolyse de l'eau**
4. Le schéma Z : bilan des réactions photochimiques
5. Vision cytologique et moléculaire du transfert des électrons : mécanisme de la photophosphorylation

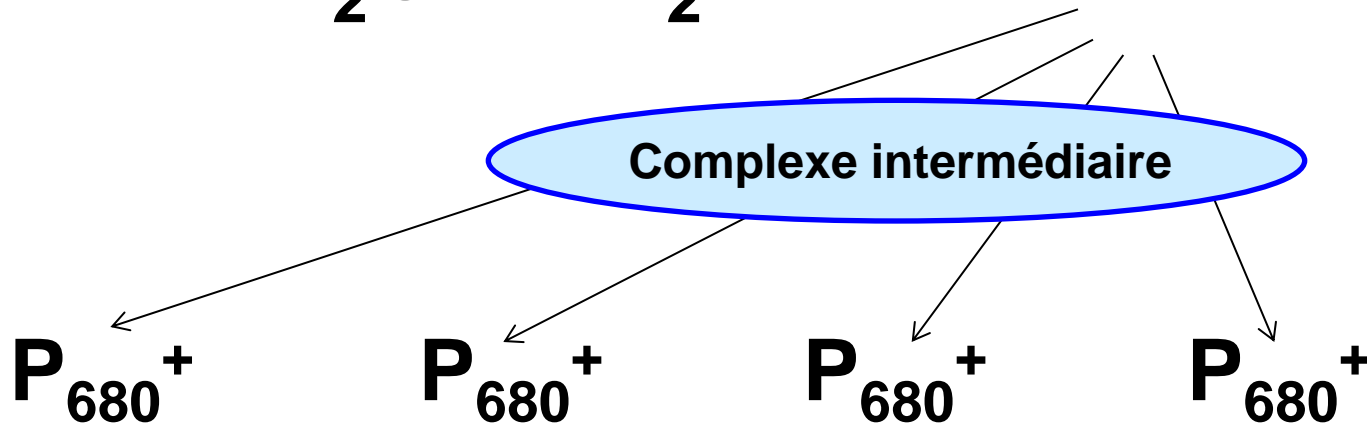
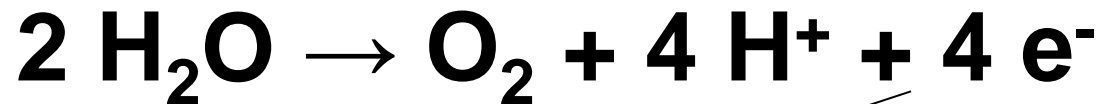
# La photolyse de l'eau



# Le système d'oxydation de l'eau

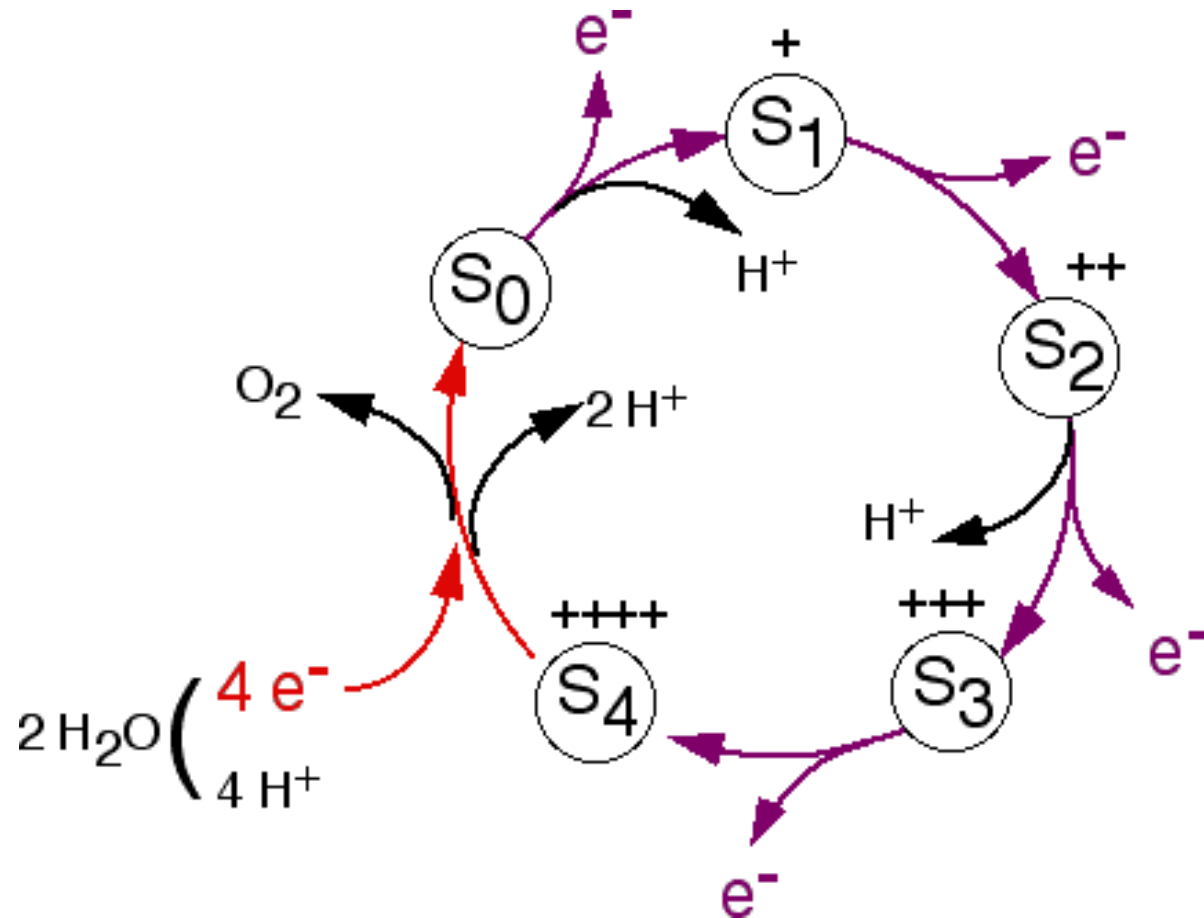
## OEC = Oxygen Evolving Complex

En réalité, 1 **photon** libère 1 **électron** de l'holochrome  $P_{680}$



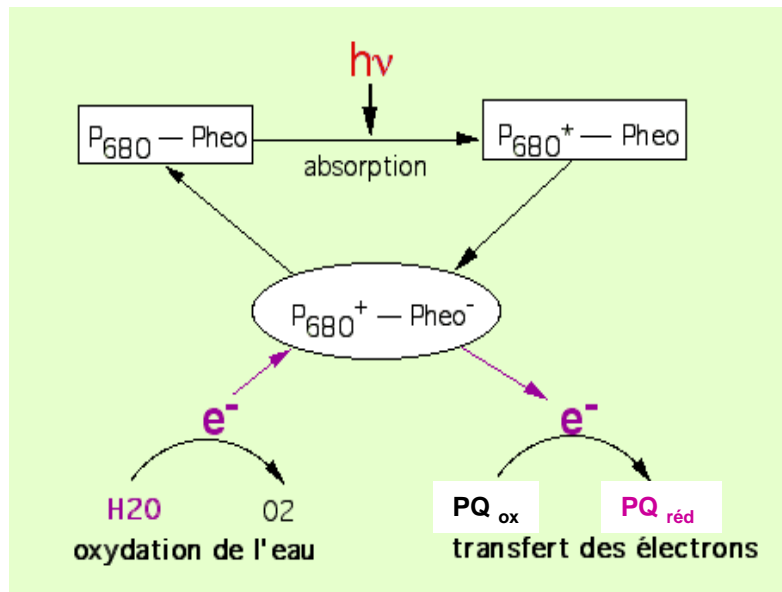
# Le système d'oxydation de l'eau

## OEC = Oxygen Evolving Complex

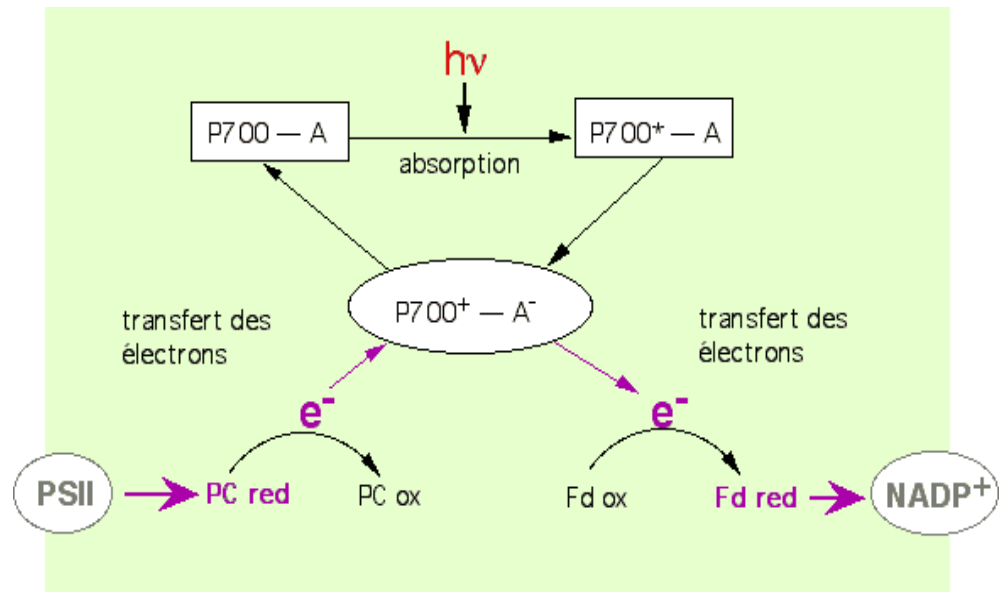


# La séparation des charges

## Fonctionnement simplifié du PSII



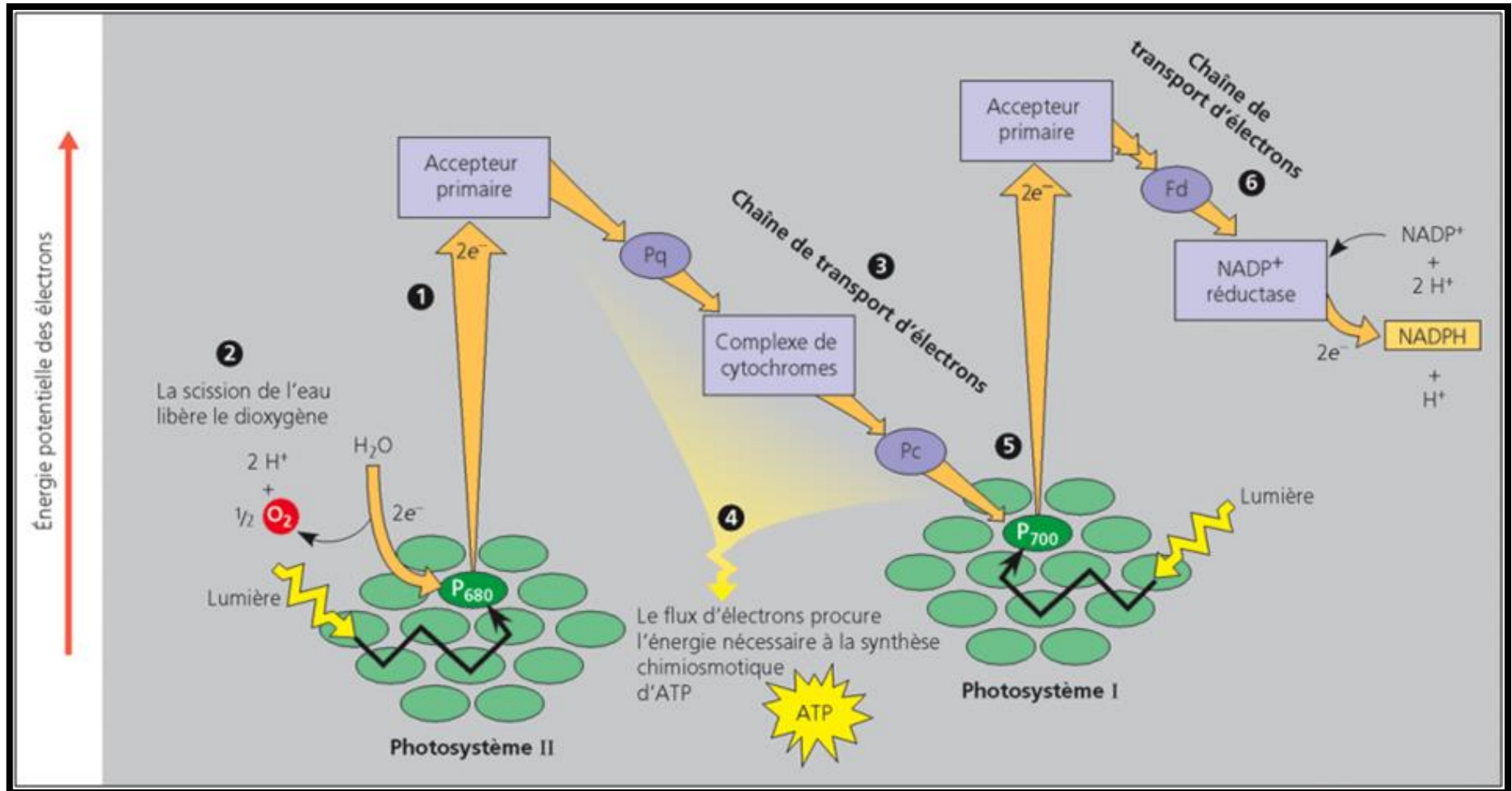
## Fonctionnement simplifié du PSI



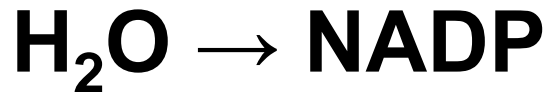
1. Le transport acyclique des électrons
  - 1.1. Evènements autour de PS1
  - 1.2. Evènements autour de PS2
2. Le transport cyclique des électrons
3. La photolyse de l'eau
- 4. Le schéma Z : bilan des réactions photochimiques**
5. Vision cytologique et moléculaire du transfert des électrons : mécanisme de la photophosphorylation

# Le transport acyclique des électrons

## Le schéma Z



## Bilan thermodynamique des réactions claires :



Bilan  
endergonique

$$\Delta G'_0 = - 2 \times 23 \times (- 1,1) = + 50 \text{ Kcal}$$

└ ---- ┘

***Pouvoir réducteur  
de la photosynthèse***

***correspond à une molécule de NADPH<sub>2</sub>***



+ 50 Kcal      pouvoir réducteur

+ 21 Kcal      photophosphorylation (en moyenne 3 ATP)

-----

+ 71 Kcal      pouvoir réducteur assimilateur

1. Le transport acyclique des électrons

1.1. Evènements autour de PS1

1.2. Evènements autour de PS2

2. Le transport cyclique des électrons

3. La photolyse de l'eau

4. Le schéma Z : bilan des réactions  
photochimiques

**5. Vision cytologique et moléculaire du  
transfert des électrons : mécanisme de la  
photophosphorylation**

# La photophosphorylation

