

LC12 Oxydoréduction dans les milieux biologiques

EI: Photosynthèse

Niveau L3

- Prerequis:
- Redox e ΔG [L1] [L2]
 - Connaissance en bio : sucres [L1]
enzymes [L1]
 - Photosynthèse (secondaire)
 - Thermochimie, enthalpie libre [L2]
 - Mécanisme redox [L1]

TDs: cycle catalytique de la cytochrome c oxydase
cycle de l'acide citrique

TPs réduction chimiosélective du
2-acétylbenzoquinone (JCE corrigée)

Objectifs:

- Comprendre l'importance des réactions redox dans le métabolisme d'E
- Donner des exemples d'agents redox dans le vivant

Introduction :

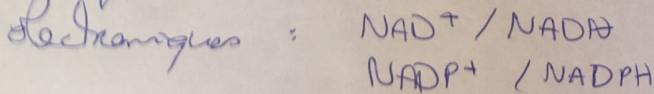
Pour que le métabolisme puisse se faire il en faut un apport d'énergie.
Les réactions ~~oxydo~~ du vivant ~~sont~~ ~~constituent~~ une source principale d'énergie pour l'organisme. Nous allons voir quelles espèces de réactions permettent ces transferts d'électrons.

Objectifs :

I/ Les agents oxydo-réducteur du vivant

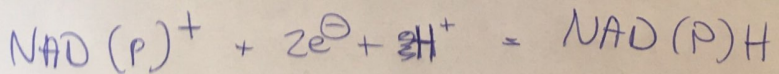
(A) Les couples redox permettent les transferts d'électrons

Il existe deux couples redox jouant un rôle fondamental dans les transferts électrochimiques :



Nicotinamide adénine dinucléotide (NAD⁺)
phosphate (NADP⁺)

La demi-réaction redox associée à ces couples est :



→ coenzymes : nécessitent la présence d'un enzyme pour que la réaction se fasse :
déshydrogénase ; $E^{\circ'} = -0,315 \text{ V}$

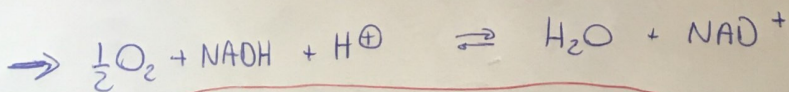
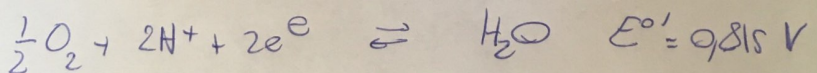
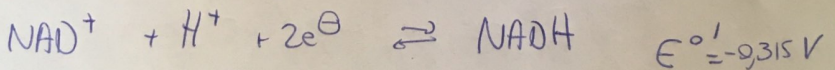
$\text{NAD}^+ / \text{NADH}$: navette à électrons (catabolisme)
 $\text{NADP}^+ / \text{NADPH}$: réactifs de biosynthèse (anabolisme)

③ Thermodynamique du transfert d'électrons

Nous allons ~~essayer~~ déterminer l'efficacité thermodynamique du transfert d'électrons.

Pour cela on va étudier les potentiels des différents couples redox qui entrent en jeu dans l'oxydation de NAD(P)H .

Réaction très exergonique :



$$\begin{aligned} \Delta E^{\circ'} &= 1,130 \text{ V} \\ \Delta G^{\circ'} &= -nF\Delta E^{\circ'} \\ &= -218 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

réaction spontanée qui libère de l'énergie.

II / Les agents sources d'énergie dans le vivant

(A) un agent capable de fournir de l'énergie

⇒ L'ATP ou adénosine triphosphate

molécule composé d'un nucléotide (en bleu) et d'un groupement triphosphate (rouge).

SYNTHÈSE

(B) Thermodynamique de l'hydrolyse

→ on voit que cette molécule va pouvoir s'hydrolyser afin de former l'ADP et un hydrogénophosphate (P_i)

→ $\Delta G^{\circ} < 0$: réaction à nouveau ^{spontanée,} exergonique
⇒ la réaction produit de l'énergie

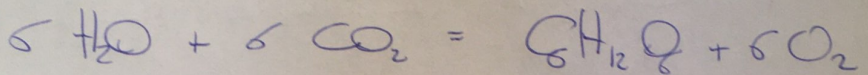
(C) Réactions couplées:

Utiliser l'hydrolyse de l'ATP pour réaliser des phosphorylation ; exemple

$$\begin{aligned} (1) \Delta G^{\circ} &= +13,8 \text{ kJ. mol}^{-1} \\ \Rightarrow \Delta G^{\circ}_{\text{final}} &= -16,7 \text{ kJ. mol}^{-1} \end{aligned}$$

III / La photosynthèse: un exemple d'anabolisme

Forme l'anabolisme; production de matière organique à partir de matière minérale.

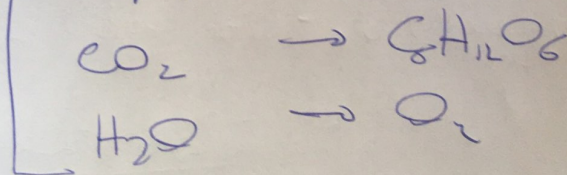


$$\Delta G^\circ = 2880 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

Très très endergonique: nécessite un fort apport d'énergie.

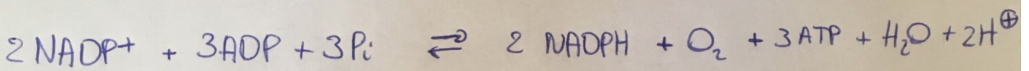
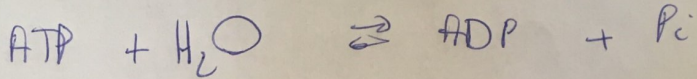
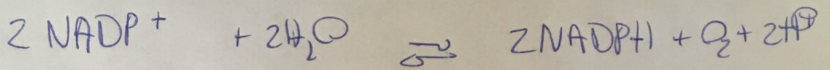
→ L'énergie lumineuse.

Parcours métabolique



réduction de $\text{CO}_2 \rightarrow$ glucose
oxydation $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2$

③ Phase lumineuse



→ réaction exergonique endergonique

→ nécessite l'énergie lumineuse

→ une dizaine de photons

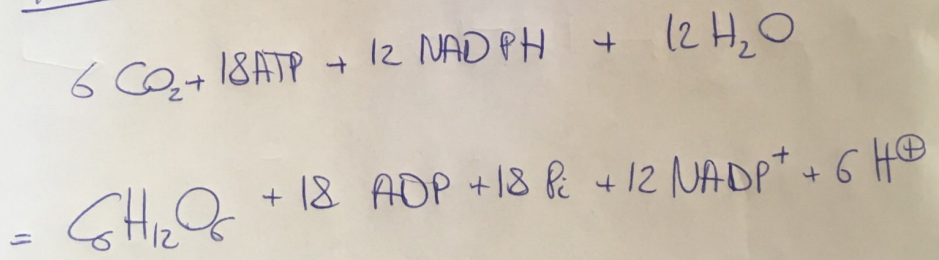
→ (1 photon : $176 \text{ kJ/mol} \rightarrow \lambda = 680 \text{ nm}$)

③ Phase obscure : réduction du CO_2
→ glucose

Le réducteur NADPH et la source d'énergie ATP produit par phase lumineuse vont être réutilisés ici :

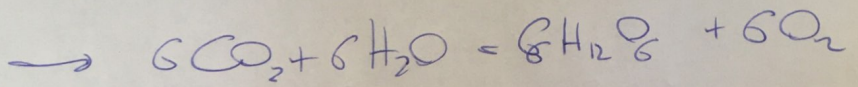
cycle de Calvin

Equation bilan :



⇒ énergie de l'ATP et de NADPH
utilisée → très énergivore

Eq. 1



Closey