

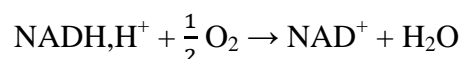
La chaîne respiratoire

C'est un complexe multienzymatique dont les éléments sont disposés dans une membrane et regroupés en plusieurs unités.

Elle assure l'oxydation des coenzymes réduits formés par les différentes voies du métabolisme.

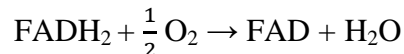
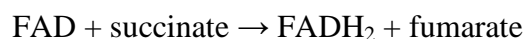
La réaction globale catalysée est :

▪ NADH,H⁺ :



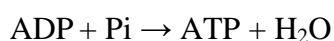
$$\Delta G'_0 = -nF\Delta E'^0 = -2 \times 96500 \times (0,816 + 0,32) = -219 \text{ kJ/mol.}$$

▪ FADH₂ :



$$\Delta G'_0 = -nF\Delta E'^0 = -2 \times 96500 \times (0,816 + 0,031) = -151 \text{ kJ/mol.}$$

La forte ergonicité de cette réaction ne va pas être totalement dissipé sous forme de chaleur (une partie va être utilisée sous forme d'ATP à l'aide de réactions couplées).



$$\Delta G'_0 = 30 \text{ kJ/mol}$$

Le couplage entre l'oxydation du NADH par le dioxygène et la formation d'ATP a été appelé phosphorylation oxydative.

Chez les bactéries aérobies, la chaîne respiratoire est localisée au niveau de la membrane plasmique.

Chez les eucaryotes, la chaîne respiratoire se déroule au niveau de la membrane interne de la mitochondrie.

1° Les différents constituants de la chaîne respiratoire :

1.1. La Flavoprotéine :

Ce sont des hydrogénases qui utilisent soit le FAD, soit le FMN.

- **FP1 (La NADH-déshydrogénase) :**

Elle catalyse la réoxydation du NADH.

- **FP2 (La succinate déshydrogénase) :**

Elle catalyse l'oxydation du succinate en fumarate.

- **FP3 (L'acyl CoA déshydrogénase) :**

Elle catalyse l'oxydation des acyls CoA en déhydroacyls CoA.

- **FP4 (La glycérol-phosphate déshydrogénase) :**

Elle catalyse l'oxydation du glycérol phosphate en dihydroxyacétone phosphate.

1.2. Les protéines Fe-S :

Ce sont des protéines à fer non hémique.

Ces protéines, également appelées protéines fer-souffre (Fe-S), sont associées aux flavoprotéines.

Les protéines FeS sont des intermédiaires d'oxydoréduction entre les coenzymes des flavoprotéines et le coenzyme Q ou ubiquinone. Au cours des réactions de transport d'électrons, les atomes de fer passent réversiblement de l'état ferrique à l'état ferreux.

1.3. Les coenzymes quinoniques :

Le coenzyme Q ou ubiquinone est le transporteur liposoluble de la chaîne respiratoire mitochondriale, c'est le seul qui ne soit pas groupement prosthétique d'une protéine.

Le coenzyme Q établit une jonction entre les flavoprotéines et le système des cytochromes, sa situation de collecteur d'électrons est primordiale.

1.4. Les cytochromes :

Ce sont des hémoprotéines capables de transporter des électrons grâce au fer présent au centre de l'hème. Le fer peut passer, irréversiblement, de l'état ferrique à l'état ferreux.

Dans les mitochondries des mammifères, la chaîne respiratoire comprend :

- Les cytochromes c et b, qui sont dans la membrane mitochondriale.
- Les cytochromes a et a₃ qui sont en bout de chaîne respiratoire car ils permettent le transfert des électrons au dioxygène.

2° Organisation des transporteurs mitochondriaux et transfert des électrons :

Ils sont regroupés pour former des complexes enzymatiques étroitement liés à la membrane interne de la mitochondrie. De nombreux aspects de la structure sont encore inconnus. Le transfert des électrons de l'un à l'autre est assuré par le CoQ et par le cytochrome c.

2.1. Le complexe I ou NADH-UQ réductase :

Le complexe I reçoit les deux électrons du NADH et les transfère sur le CoQ.

L'énergie libérée par cette réaction va servir à expulser trois protons de la matrice vers l'espace intra-membranaire.

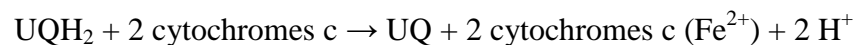
Il est composé de la FP1 (NADH déshydrogénase) et de six à sept protéines Fe-S. UQH₂, mobile, va libérer ses électrons au complexe 3.

2.2. Le complexe III ou UQ-Cytochrome c réductase :

Il est composé de deux cytochromes b, d'un cytochrome c₁ et d'une protéine Fe-S.

Il permet le transfert des électrons de UQH₂ au cytochrome c.

La réaction catalysée est :



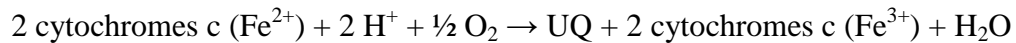
L'énergie libérée va permettre de pomper 4 protons de la matrice vers l'espace inter-membranaire.

Le cytochrome c accepte les électrons fournis par le complexe III et il diffuse latéralement, sur la surface de la membrane, pour céder ces électrons au complexe IV.

2.3. Le complexe IV ou cytochrome c oxydase :

Il est composé de nombreuses protéines + deux cytochromes a et a₃ + deux ions calcium.

Il permet l'oxydation de plusieurs molécules de cytochrome c réduite, ce qui permettra la réduction de l'O₂.



L'énergie libérée par cette réaction permet de pomper 4 protons de la matrice vers l'espace inter-membranaire.

3° Couplage entre le transfert des électrons et la synthèse d'ATP :

3.1. Complexe V ou ATP synthétase :

Elle est constituée de deux sous-unités :

- F₁ :

Elle contient les protomères catalytiques. C'est une ATPase.

- F₀ :

C'est un canal à protons, qui s'étend sur toute l'épaisseur de la membrane interne et va être utilisé pour le retour des protons dans la matrice.

Quand F₁ est associé à F₀, F₁ récupère une activité ATP synthétase.

3.2. Transport d'ADP, Pi et ATP à travers la membrane interne de la mitochondrie :

L'ATP synthétase doit être alimentée en ADP et en phosphate, de plus, l'ATP produit doit sortir de la mitochondrie.

L'ADP est transporté vers la matrice depuis l'espace inter-membranaire par un système antiport ADP/ATP (pour un ATP entré dans la matrice, un ADP va sortir de la matrice selon son gradient de concentration).

Le Pi entre dans la matrice couplé aux protons par un système symport.

