

Chaine Respiratoire

Introduction

- Au cours de la dégradation des glucides et des lipides, des **électrons** sont arrachés et captés par les transporteurs d'électrons : **NADH** et **FADH₂**.
- **NADH** et **FADH₂** cèdent ces électrons à la **chaîne respiratoire** ou **chaîne de transport d'électrons** qui va les transporter jusqu'à **l'oxygène**, l'accepteur ultime.
- La chaîne respiratoire se passe dans la mitochondrie et plus particulièrement au niveau de la membrane interne de la mitochondrie.

Introduction

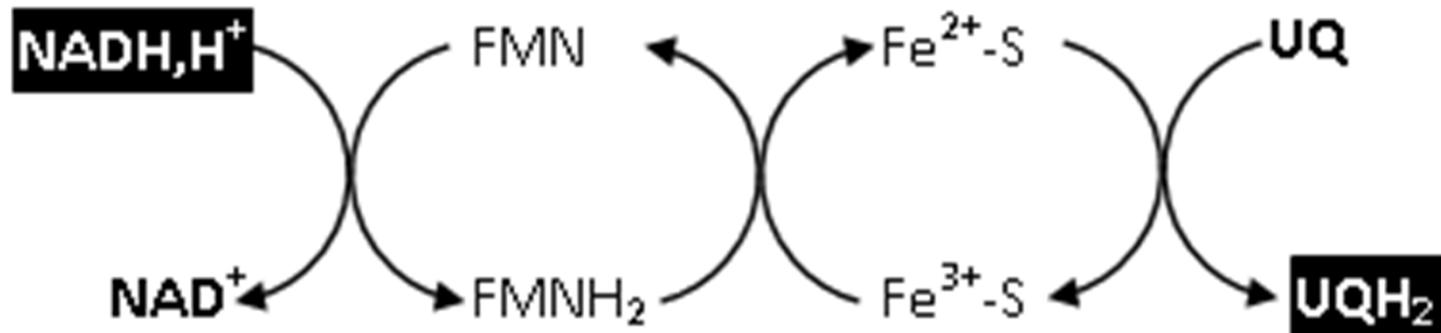
- NADH et FADH₂ sont produits :
 - Dans la mitochondrie au niveau :
 - du cycle de KREBS
 - de la β-oxydation (voir métabolisme des acides gras)
 - Dans le cytosol (NADH):
 - Glycolyse
- NADH cytosolique ne peuvent pas franchir la membrane mitochondriale, leurs électrons sont transportés dans la mitochondrie par le système navette.
- A ce processus exergonique de transport d'électrons, est couplée la synthèse de la majeure partie d'ATP dans la cellule, il s'agit de la **phosphorylation oxydative**.

Le Transport d'électron?

- Ce transport d'électrons dans la chaîne respiratoire est assuré par **4 complexes multienzymatiques** permettant le transport des électrons de NADH et FADH₂ jusqu'à l'oxygène inspiré:
 - Complexe I - NADH,H⁺ - CoQ Réductase :
 - Complexe II - Succinate - CoQ Réductase
 - Complexe III – CoQH₂ - Cytochrome c réductase
 - Complexe IV - Cytochrome c oxydase

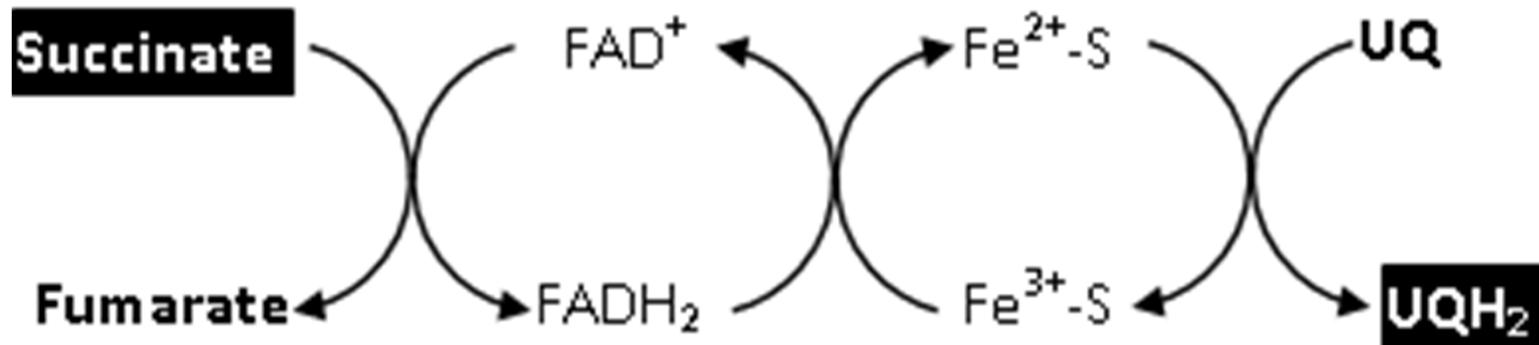
Complexe I : NADH,H⁺- CoQ Réductase

- Ce complexe assure le transport des électrons de **NADH,H⁺** au **Coenzyme Q** (CoQ) appelé encore Ubiquinone (UQ) à travers une séquence où apparaissent des protéines Fer-Soufre (FeS)
- L'enzyme principale de ce complexe I est la **NADH,H⁺ Déshydrogénase** à FMN (cofacteur : flavine mono-nucléotide). C'est une flavoprotéine appelée FP1.



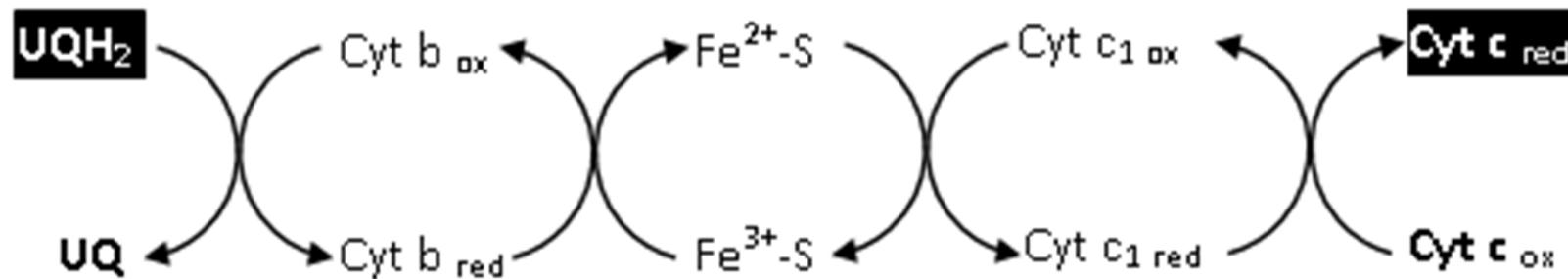
Complexe II : Succinate- CoQ Réductase

- Ce complexe enzymatique transporte les électrons du **succinate** jusqu'au **CoQ (UQ)**.
- L'enzyme principale du complexe est la **Succinate Déshydrogénase** à FAD. C'est la flavoprotéine FP₂. Ici encore les protéines FeS interviennent pour donner la séquence suivante :



Complexe III : CoQH₂- Cytochrome C Réductase

- Ce complexe multi-enzymatique transporte les électrons entre le **coenzyme Q** réduit (CoQH₂ ou UQH₂) et le **cytochrome c** suivant la séquence suivante :

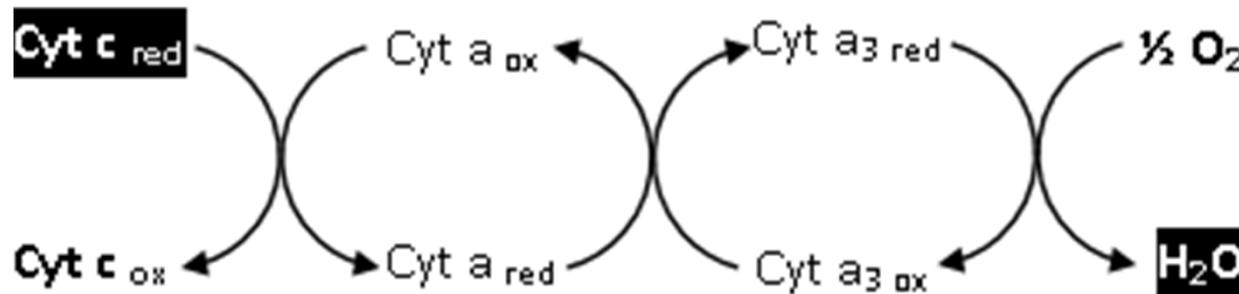


Equation de la Réaction :



Complexe IV : Cytochrome C Oxydase

- Ce complexe transporte les électrons jusqu'à l'oxygène selon la séquence suivante :



Equation de la Réaction :



l'ATP Synthase: un 5^{ème} Complexe associé à la chaîne

- Il existe un 5^{ème} complexe associé aux quatre complexes de la chaîne respiratoire qui est nécessaire pour la synthèse de l'ATP
- L'ATP est une forme de stockage de l'énergie libérée au cours du transfert des électrons.

Organisation des Complexes de la Chaîne Respiratoire

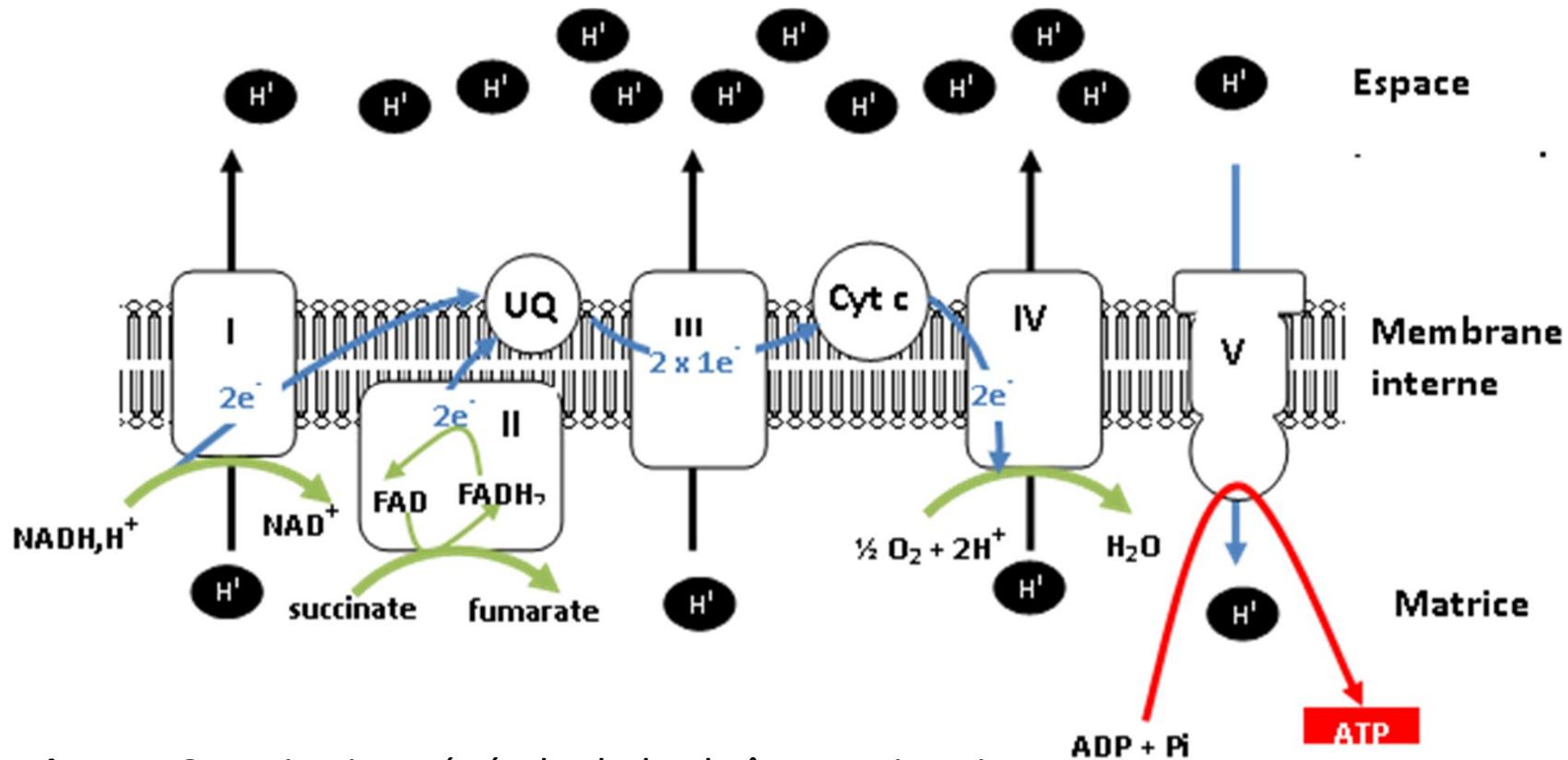


Figure : Organisation générale de la chaîne respiratoire. De I à IV : les complexes multienzymatiques qui assurent le transport des électrons. V le complexe de l'ATP synthase qui est responsable de la synthèse de l'ATP.

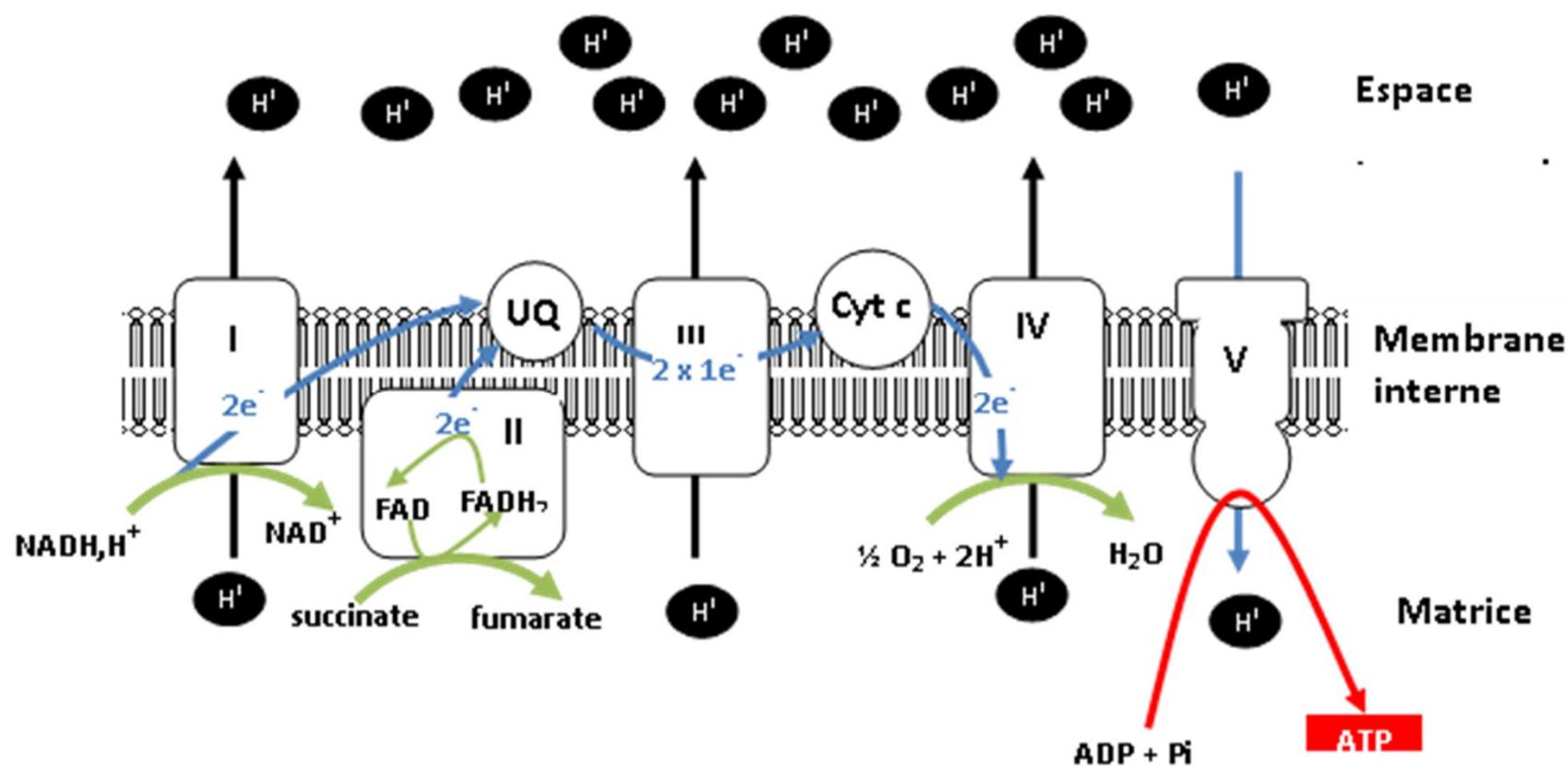
Gradient de Densité de Protons

- Lors du transport des électrons, un gradient de densité de protons est créé à travers la membrane mitochondriale interne.
- Des protons sont pompés de façon unidirectionnelle de la matrice vers l'espace inter-membranaire au niveau des complexes I, III et IV.
- Il existe, dans la membrane mitochondriale interne, des complexes protéiques qui se comportent comme des pompes à protons alimentées par l'énergie libre fournie par le transport des électrons.

Gradient de Densité de Protons

- Le pH à l'intérieur de la matrice augmente et devient supérieur à celui de l'espace inter-membranaire. Il se crée un ΔpH négatif. Les protons sont pompés au niveau de 3 sites :
 - site 1 : Complexe NADH, H^+ - CoQ réductase
 - site 2 : Complexe CoQH₂ - Cytochrome c réductase
 - site 3 : Cytochrome c oxydase

Gradient de Densité de Protons



La Phosphorylation Oxydative

- L'énergie libérée par le transfert des électrons est utilisée pour créer le gradient de pH entre la matrice et l'espace inter-membranaire.
- Le reflux des protons en sens inverse (vers la matrice), assuré par le complexe V, libère de l'énergie nécessaire pour synthétiser l'ATP à partir de l'ADP.
- L'alimentation de la chaîne par le cofacteur NADH,H^+ , active les 3 sites au niveau desquels les protons sont pompés et conduit à un reflux de 3 moles de H^+ au niveau de l'ATP synthase qui libère une énergie nécessaire pour synthétiser 3 mole d'ATP. Par contre, le FADH_2 active seulement deux sites et conduit à la synthèse de 2 ATP.