**Chapitre 03. Chaine respiratoire**

1. **Définition :**

La chaine respiratoire est un ensemble de complexes protéiques qui permettent le transport des électrons issus de l’oxydation des coenzymes réduits, NADH, FADH et l’ubiquinone Q10H2 (forme réduite de l’enzyme Q10) dans membrane interne de la mitochondrie.

**2. Les complexes protéiques :**

Chez les eucaryotes, on distingue quatre complexes protéiques.

**2.1. Complexe I, La**[**NADH déshydrogénase**](https://fr.wikipedia.org/wiki/NADH_d%C3%A9shydrog%C3%A9nase)

 Il s'agit d'une [protéine](https://fr.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%A9ine) de très grande taille qui, chez les [mammifères](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mammif%C3%A8re), possède 46 [sous-unités](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sous-unit%C3%A9_prot%C3%A9ique) et une masse d'environ 1 000 [kDa](https://fr.wikipedia.org/wiki/Kilodalton%22%20%5Co%20%22Kilodalton).

Le complexe I [catalyse](https://fr.wikipedia.org/wiki/Catalyse) la réduction de la [coenzyme Q10](https://fr.wikipedia.org/wiki/Coenzyme_Q10), une [ubiquinone](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ubiquinone%22%20%5Co%20%22Ubiquinone) [liposoluble](https://fr.wikipedia.org/wiki/Liposoluble) présente dans la [membrane mitochondriale interne](https://fr.wikipedia.org/wiki/Membrane_mitochondriale_interne), par les deux électrons à haut potentiel de transfert du [NADH](https://fr.wikipedia.org/wiki/Nicotinamide_ad%C3%A9nine_dinucl%C3%A9otide) pour donner de l'[ubiquinol](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ubiquinol%22%20%5Co%20%22Ubiquinol), ou Q10H2 .

[**NADH**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Nicotinamide_ad%C3%A9nine_dinucl%C3%A9otide)**+**[**coenzyme Q10**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Coenzyme_Q10)**+ 5**[**H+**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Proton)[**NAD+**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Nicotinamide_ad%C3%A9nine_dinucl%C3%A9otide)**+**[**Q10H2**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ubiquinol)**+ 4**[**H+**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Proton)

 La cession de deux électrons du premier à un [groupe prosthétique](https://fr.wikipedia.org/wiki/Groupe_prosth%C3%A9tique) [FNM](https://fr.wikipedia.org/wiki/Flavine_mononucl%C3%A9otide) (flavine mononucléotide, dérivé de la vitamine B2). Les électrons du [FNMH2](https://fr.wikipedia.org/wiki/Flavine_mononucl%C3%A9otide) circulent ensuite à travers une série de [centres fer-soufre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cluster_fer-soufre).

Les électrons sont finalement cédés par la chaîne de centres fer-soufre à une molécule d'ubiquinone (coenzyme Q10) dans la membrane.

 La formation d'[ubiquinol](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ubiquinol%22%20%5Co%20%22Ubiquinol) (Q10H2) contribue également à la génération du gradient de concentration de protons à travers la membrane interne.

**2.2. complexe II, La**[**succinate déshydrogénase**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Succinate_d%C3%A9shydrog%C3%A9nase)

Elle est constituée de quatre [sous-unités](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sous-unit%C3%A9_prot%C3%A9ique) et de plusieurs [cofacteurs](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cofacteur_%28biochimie%29) : [FAD](https://fr.wikipedia.org/wiki/Flavine_ad%C3%A9nine_dinucl%C3%A9otide), [centres fer-soufre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cluster_fer-soufre), et un groupe [héminique](https://fr.wikipedia.org/wiki/H%C3%A8me) qui ne participe pas au transfert des électrons à la coenzyme Q10 mais jouerait un rôle important en limitant la production de [dérivés réactifs de l'oxygène](https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9riv%C3%A9_r%C3%A9actif_de_l%27oxyg%C3%A8ne).

 Elle [catalyse](https://fr.wikipedia.org/wiki/Catalyse) l'[oxydation](https://fr.wikipedia.org/wiki/Oxydation) du [succinate](https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_succinique%22%20%5Co%20%22Acide%20succinique) en [fumarate](https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_fumarique) et la [réduction](https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9duction_%28chimie%29) de la [coenzyme Q10](https://fr.wikipedia.org/wiki/Coenzyme_Q10). Cette réaction libère moins d'énergie que l'oxydation du [NADH](https://fr.wikipedia.org/wiki/Nicotinamide_ad%C3%A9nine_dinucl%C3%A9otide), ce qui fait que le complexe II ne contribue pas à la génération du gradient de concentration de protons.

[**Succinate**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_succinique)**+**[**coenzyme Q10**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Coenzyme_Q10)**→**[**fumarate**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Acide_fumarique)**+**[**Q10H2**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ubiquinol)**.**

**2.3. complexe III, La**[**coenzyme Q-cytochrome c réductase**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Coenzyme_Q-cytochrome_c_r%C3%A9ductase)

 Chez les [mammifères](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mammif%C3%A8re), il s'agit d'un [dimère](https://fr.wikipedia.org/wiki/Dim%C3%A8re) de deux complexes formés chacun de 11 [sous-unités](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sous-unit%C3%A9_prot%C3%A9ique), un [cluster [2Fe-2S]](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cluster_fer-soufre) et trois [cytochromes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cytochrome) : un [cytochrome *c*1](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cytochrome_c1) et deux [cytochromes *b*](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cytochrome_b).

Un cytochrome est une variété de [protéines](https://fr.wikipedia.org/wiki/Prot%C3%A9ine) de transfert d'électrons contenant au moins un [groupe héminique](https://fr.wikipedia.org/wiki/H%C3%A8me).

Le complexe III [catalyse](https://fr.wikipedia.org/wiki/Catalyse) l'[oxydation](https://fr.wikipedia.org/wiki/Oxydation) d'une molécule d'[ubiquinol](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ubiquinol%22%20%5Co%20%22Ubiquinol) Q10H2 et la [réduction](https://fr.wikipedia.org/wiki/R%C3%A9duction_%28chimie%29) de deux molécules de [cytochrome *c*](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cytochrome_c). Contrairement à la [coenzyme Q10](https://fr.wikipedia.org/wiki/Coenzyme_Q10), qui transporte deux électrons par molécule, le cytochrome *c* ne transporte qu'un électron par molécule.

[**Q10H2**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ubiquinol)**+ 2**[**cytochrome *c***](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cytochrome_c)**oxydé + 2**[**H+**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Proton)**→**[**coenzyme Q10**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Coenzyme_Q10)**+ 2**[**cytochrome *c***](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cytochrome_c)**réduit + 4**[**H+**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Proton)

**2.4. complexe IV, La**[**cytochrome*c* oxydase**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cytochrome_c_oxydase)

 Chez les [mammifères](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mammif%C3%A8re), la structure de cette [enzyme](https://fr.wikipedia.org/wiki/Enzyme) est extrêmement compliquée : elle est formée de 13 [sous-unités](https://fr.wikipedia.org/wiki/Sous-unit%C3%A9_prot%C3%A9ique), deux [groupes héminiques](https://fr.wikipedia.org/wiki/H%C3%A8me)  et plusieurs [cofacteurs](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cofacteur_%28biochimie%29) renfermant des [ions](https://fr.wikipedia.org/wiki/Ion) [métalliques](https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9tal), plus précisément trois de [cuivre](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cuivre), un de [magnésium](https://fr.wikipedia.org/wiki/Magn%C3%A9sium) et un de [zinc](https://fr.wikipedia.org/wiki/Zinc)

Cette enzyme [catalyse](https://fr.wikipedia.org/wiki/Catalyse) le transfert d'[électrons](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89lectron) à une [molécule d'oxygène](https://fr.wikipedia.org/wiki/Dioxyg%C3%A8ne) O2 tout en pompant des [protons](https://fr.wikipedia.org/wiki/Proton) à travers la [membrane mitochondriale interne](https://fr.wikipedia.org/wiki/Membrane_mitochondriale_interne). Deux [molécules d'eau](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mol%C3%A9cule_d%27eau) H2O sont formées par molécule d'oxygène réduite, tandis que quatre protons sont expulsés vers l'[espace intermembranaire mitochondrial](https://fr.wikipedia.org/wiki/Espace_intermembranaire_mitochondrial), ce qui contribue à la génération du [gradient de concentration](https://fr.wikipedia.org/wiki/Gradient_de_concentration) de protons à travers la membrane interne :

**4**[**cytochrome *c***](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cytochrome_c)**réduit +**[**O2**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Dioxyg%C3%A8ne)**+ 8 [H](https://fr.wikipedia.org/wiki/Proton%22%20%5Co%20%22Proton)[+](https://fr.wikipedia.org/wiki/Proton%22%20%5Co%20%22Proton)**[**matriciel**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Matrice_mitochondriale)**→ 4**[**cytochrome *c***](https://fr.wikipedia.org/wiki/Cytochrome_c)**oxydé + 2**[**H2O**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Eau)**+ 4**[**H**](https://fr.wikipedia.org/wiki/Proton)**+**