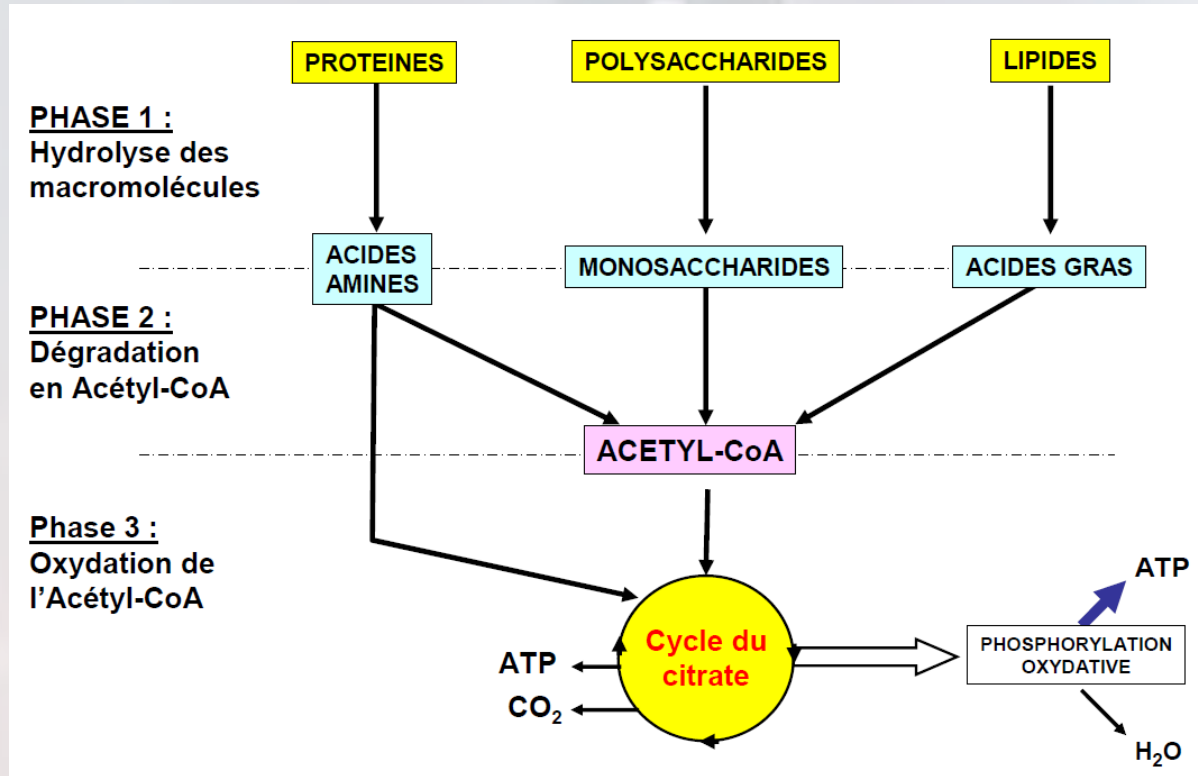




**LA CHAINE RESPIRATOIRE
MITOCHONDRIALE (CRM)**

Introduction :



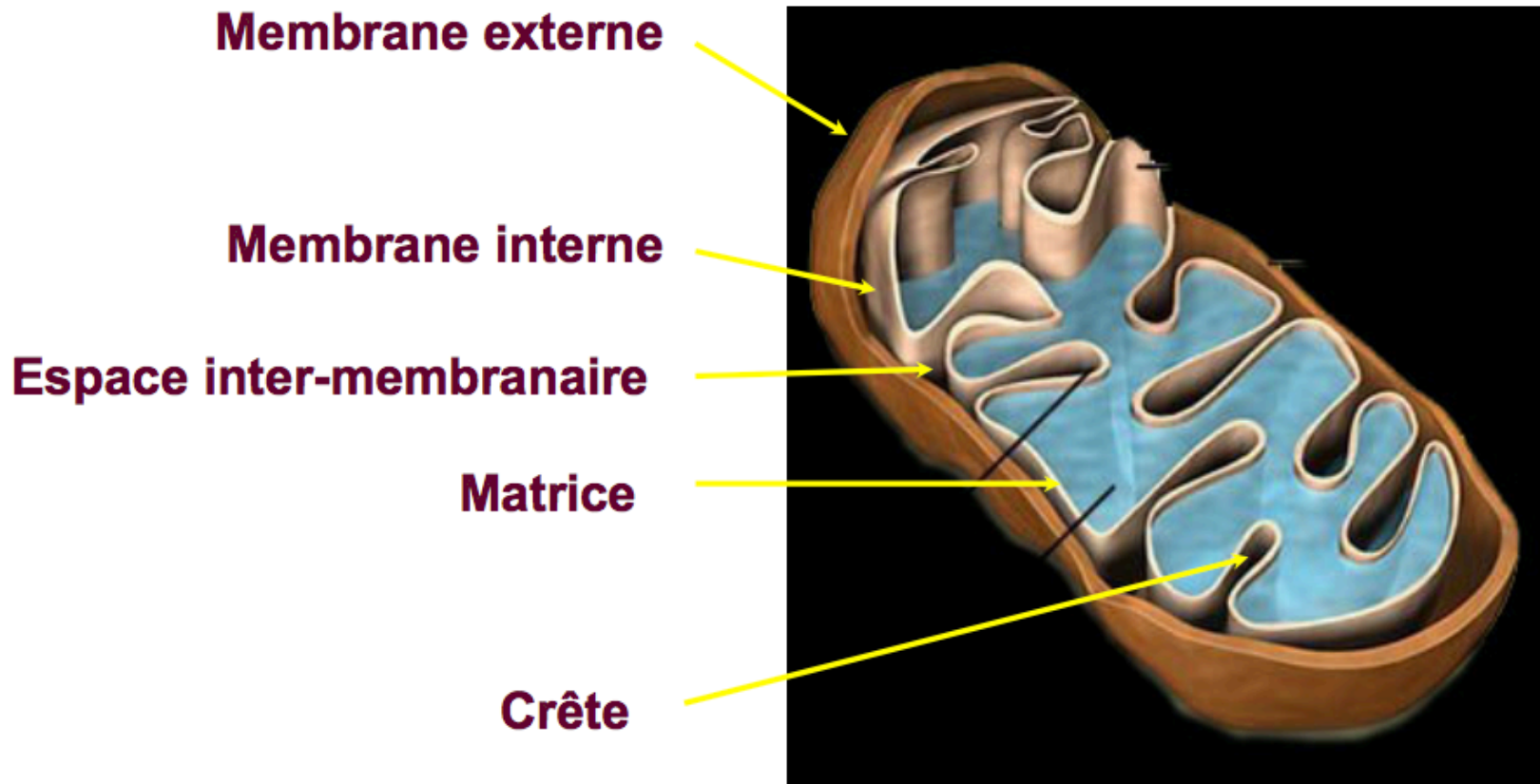
L'acétyl CoA va donner à la fin du CK :

- **CO₂**
- **GTP** (convertible en ATP)
- **NADH+H⁺** et **FADH₂**

NADH+H⁺ et FADH₂ au cours de la CRM :

- vont être **réoxydés**
- génèrent un **gradient de protons**
- gradient qui va **produire de l'ATP** par la **phosphorylation oxydative (PO)**.

I) La mitochondrie



Structure de la mitochondrie :

C'est dans
la poche

→ Membrane externe (MEM) :

Poreuse, perméable aux petites molécules par des pores (peu sélectif)

→ Espace inter Membranaire (EIM)

→ La membrane interne (MIM) :

Avec une grande surface par des repliements/crêtes.

Membrane imperméable aux petites molécules et riche en protéines.

→ Matrice mitochondriale :

Composante centrale comme un gel abritant les réactions du métabolisme dont la majorité du CK.



II) La CRM et la PO :

Le catabolisme cellulaire produit du $\text{NADH} + \text{H}^+$ et du FADH_2 .

Quoi ?

La CRM et la PO vont :

→ Réoxyder les deux coenzymes

→ Produire de l'ATP.

Je vais tout
défoncer !



Où ? Quand ?

Dans la mitochondrie de **TOUTES** les cellules **SAUF les erythrocytes** car ils n'ont pas de mitochondries

TOUT LE TEMPS .

Comment ?

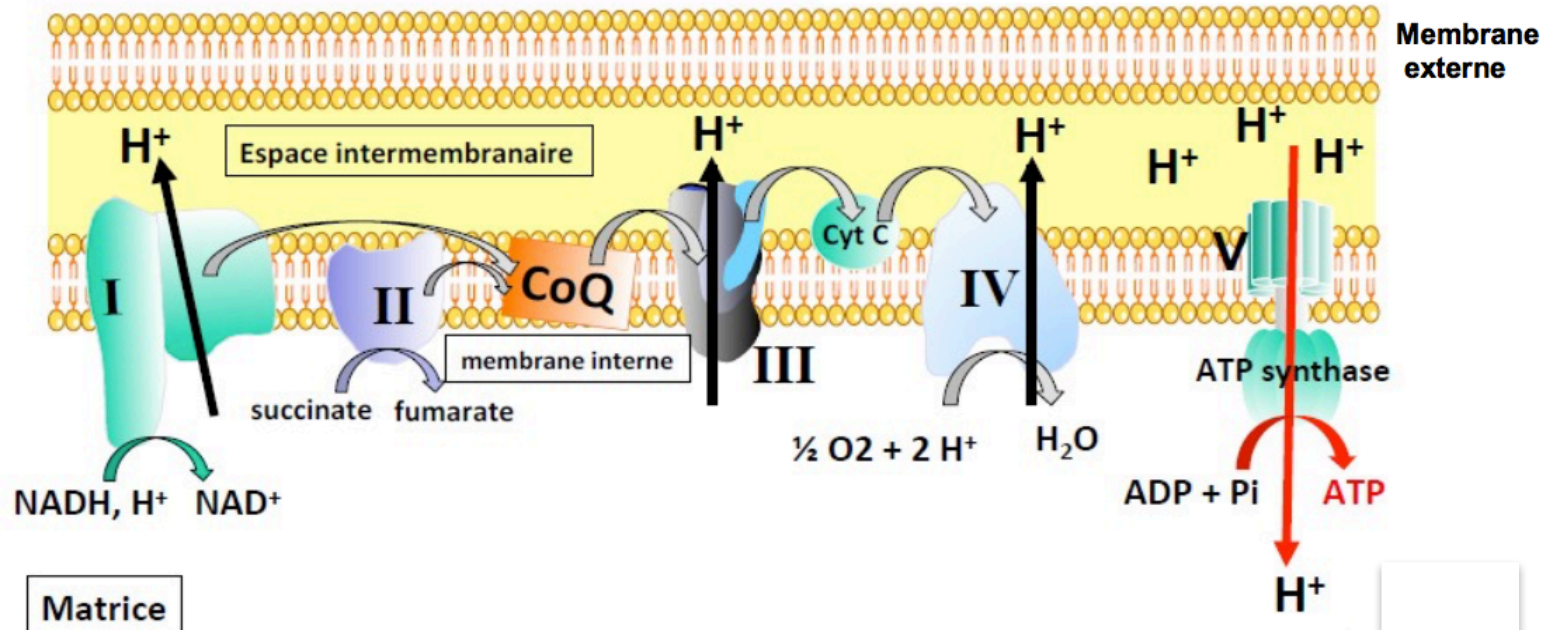
Étapes par étapes au sein de la CRM.

Synthèse d'ATP finale avec l'ATP synthase

a) Les complexes de la CRM :

4 complexes membranaires ordonnés séquentiellement de transport d'électrons reliés par deux transporteurs mobiles d'électrons.

- 1) Transfert d'électrons
- 2) Formation d'un gradient de protons
- 3) Utilisation du gradient par l'ATP synthase



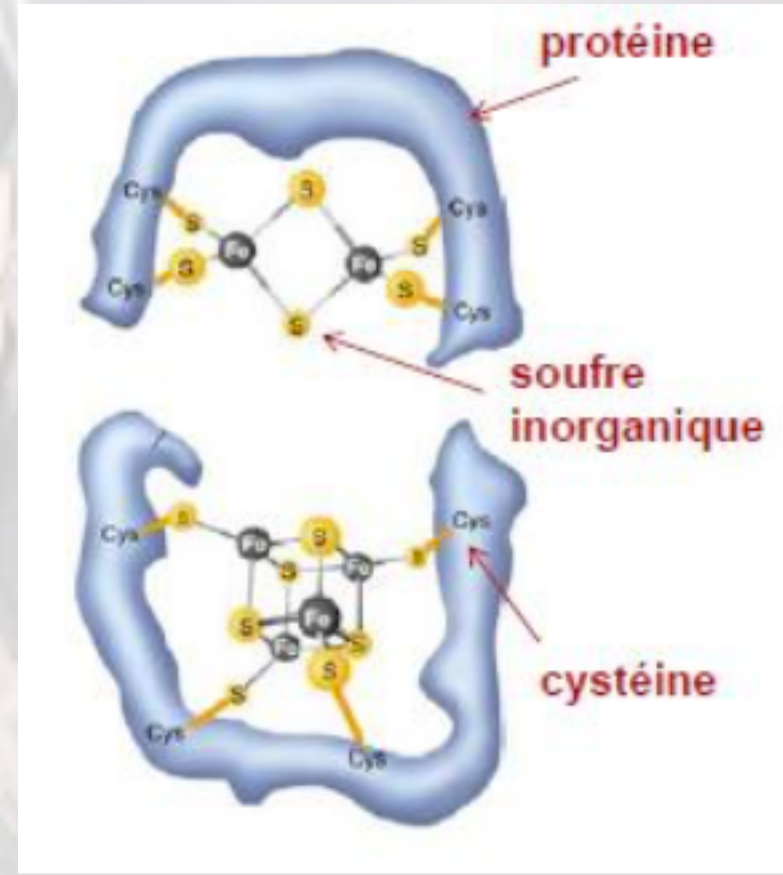
b) Protéines fer-souffre :

- Associées aux **flavoprotéines** avec du Fer et du Soufre
- **Non hémiques** (pas de fer dans une structure de type hème).
- **Petites et différentes** les unes des autres

→ Elles sont des **intermédiaires** pour le transfert des électrons **des complexes I et II vers le CoE Q.**

L'atome de fer change de valence en passant **du fer ferreux Fe^{2+} au fer ferrique Fe^{3+} .**

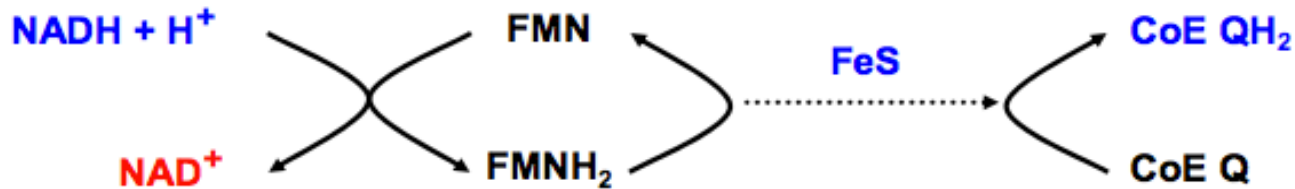
Les atomes de fer (\neq des atomes de soufre qui stabilisent le fer) permettent le transfert d' e^- .



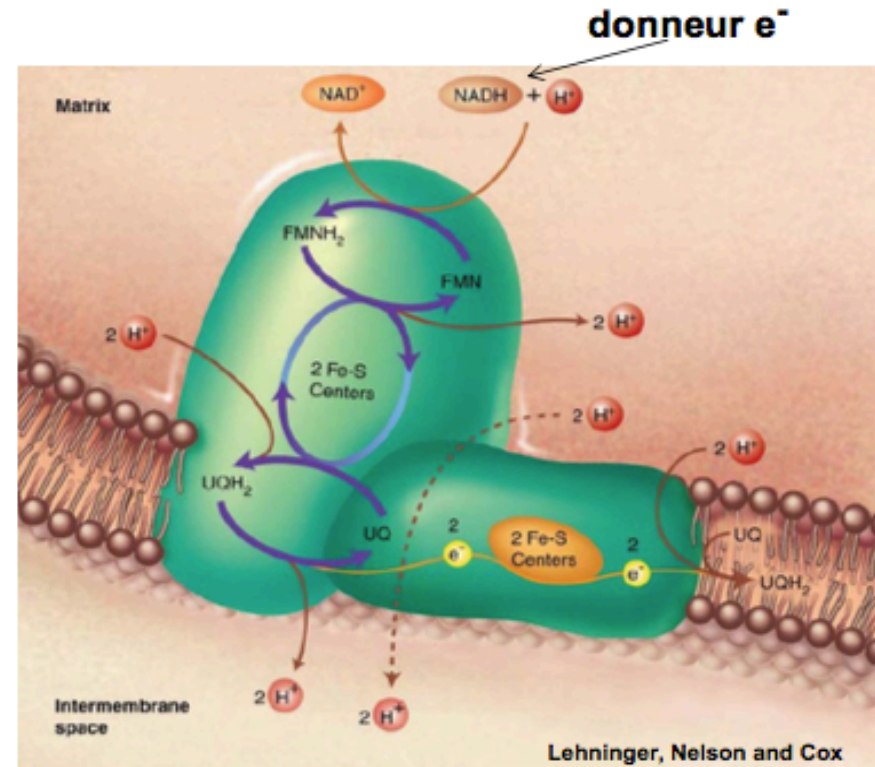
c) Les étapes de la CRM

COMPLEXE I : NADH UBIQUINONE RÉDUCTASE

Catalyse le transfert des électrons du $\text{NADH} + \text{H}^+$ à l'ubiquinone

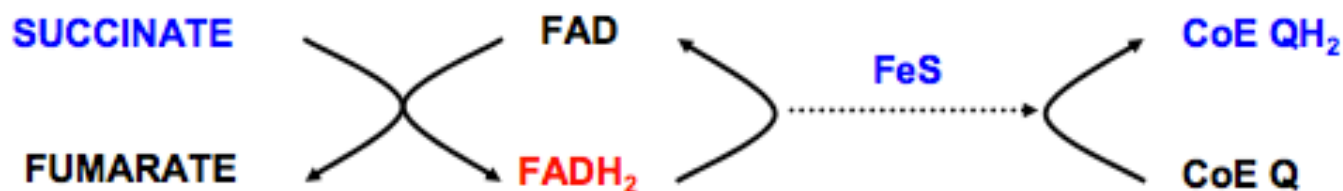


Structure protéine :	16 à 25 chaînes
Couple redox	→ FMN FeS
donneur e^-	→ NADH + H⁺
accepteur e^-	→ CoE Q (Ubiquinone)
fonction	→ Réductase
autre nom	→ NADH déshydrogénase



COMPLEXE II : SUCCINATE UBIQUINONE RÉDUCTASE

Catalyse l'oxydation du succinate en fumarate



Structure protéine : 4 chaînes

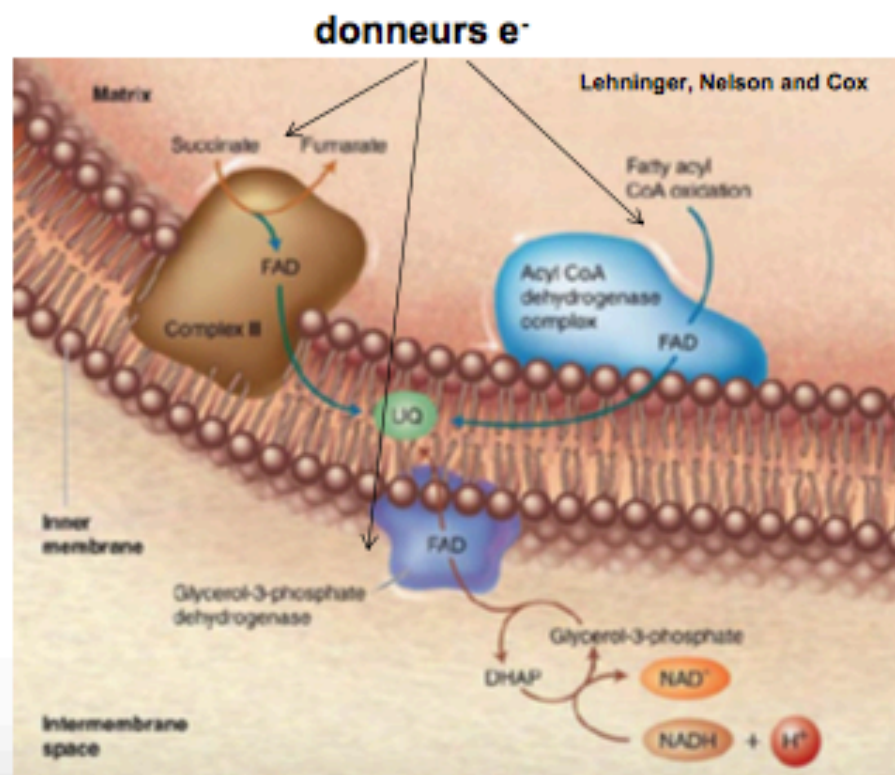
Couple redox → FAD / FeS

donneur e⁻ → Succinate

accepteur e⁻ → CoE Q (Ubiquinone)

fonction → Réductase

autre nom → Succinate déshydrogénase



COMPLEXE III : UBIQUINONE CYTOCHROME C RÉDUCTASE

Catalyse le transfert des électrons au cytochrome C



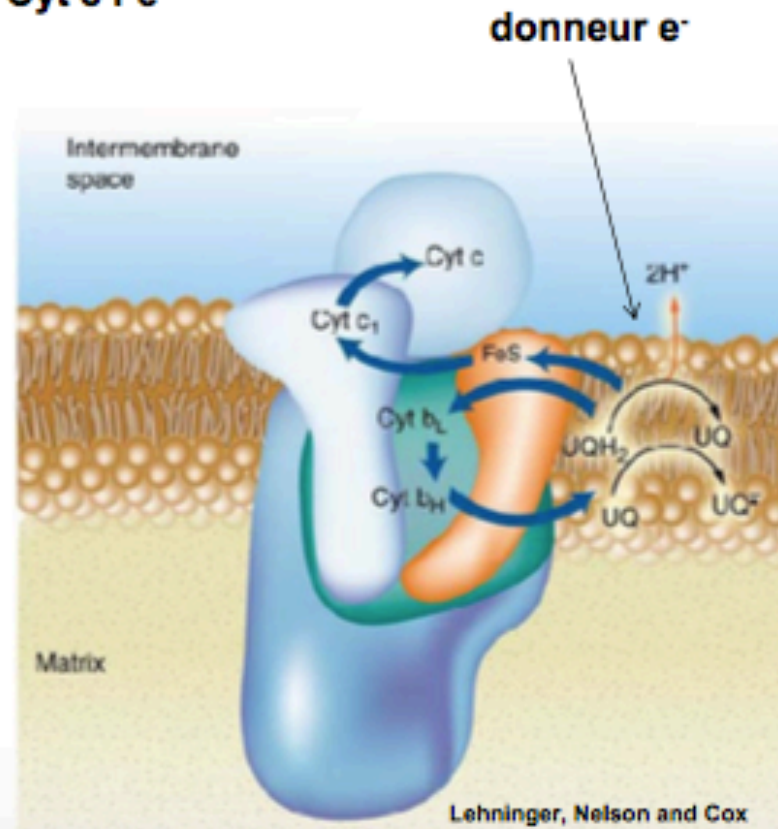
Structure protéine : 8 chaînes

Couple redox → **Cytochromes b et C1**

donneur e⁻ → **CoE QH2 (Ubiquinol)**

accepteur e⁻ → **Cytochrome C**

fonction → **Réductase**



Le cytochrome n'accepte **qu'1 e-** alors que l'ubiquinole en a 2 donc :

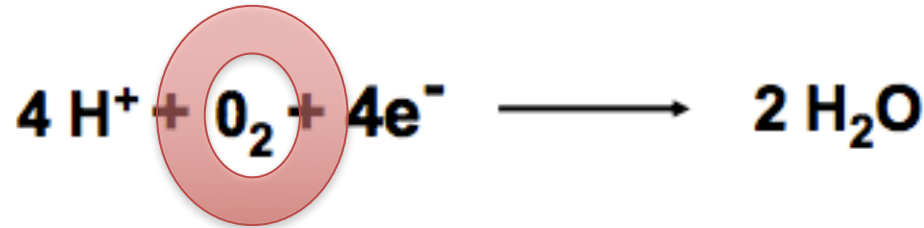
Ubiquinole → 1 e- à cyt C1
→ 1 e- à cyt b

Le C1 va donner au cyt C

Le b va donner au C1 qui va donner au C

COMPLEXE IV : CYTOCHROME C OXYDASE

Catalyse la réduction de O_2 par 4 électrons



Structure protéine : 7 chaînes

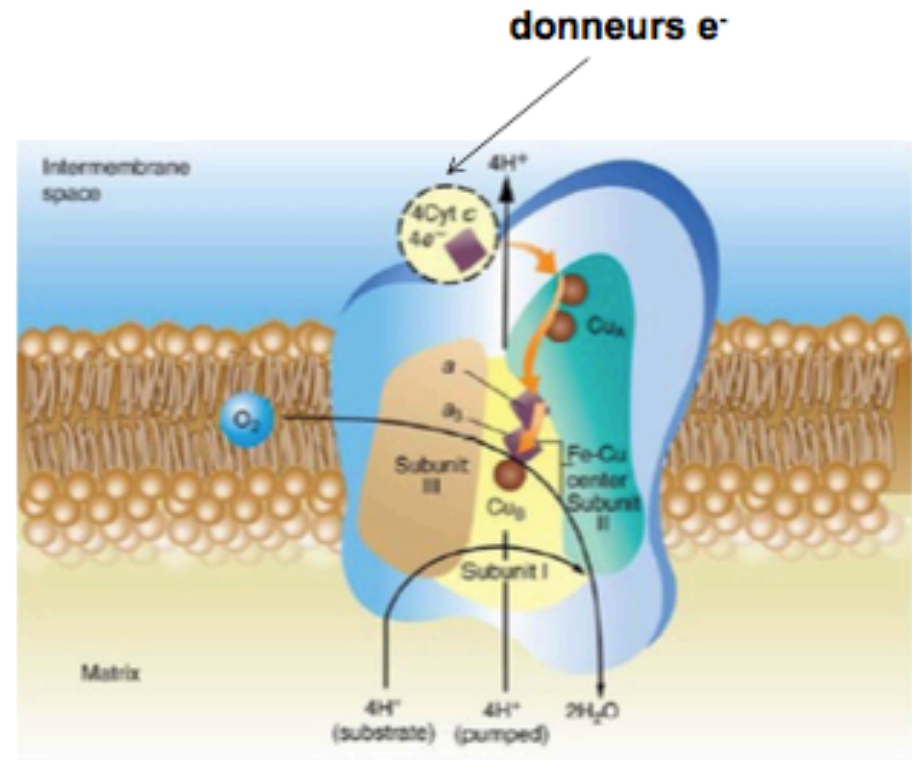
Couple redox \longrightarrow **Cytochromes a, a3 et 2 Cu^{++}**

donneur e^- \longrightarrow **Cytochrome C**

accepteur e^- \longrightarrow **Oxygène moléculaire**

fonction \longrightarrow **Oxydase**

autre nom \longrightarrow **Cytochrome oxydase**





Les cytochromes ne transportent qu'un seul e- donc :

Utilisation du cyt a et a3

Cyt c → cyt a et a3 avec atomes de cuivre

Avant on disait : cyt a et a3 puis atome de cuivre puis O2

BILAN :



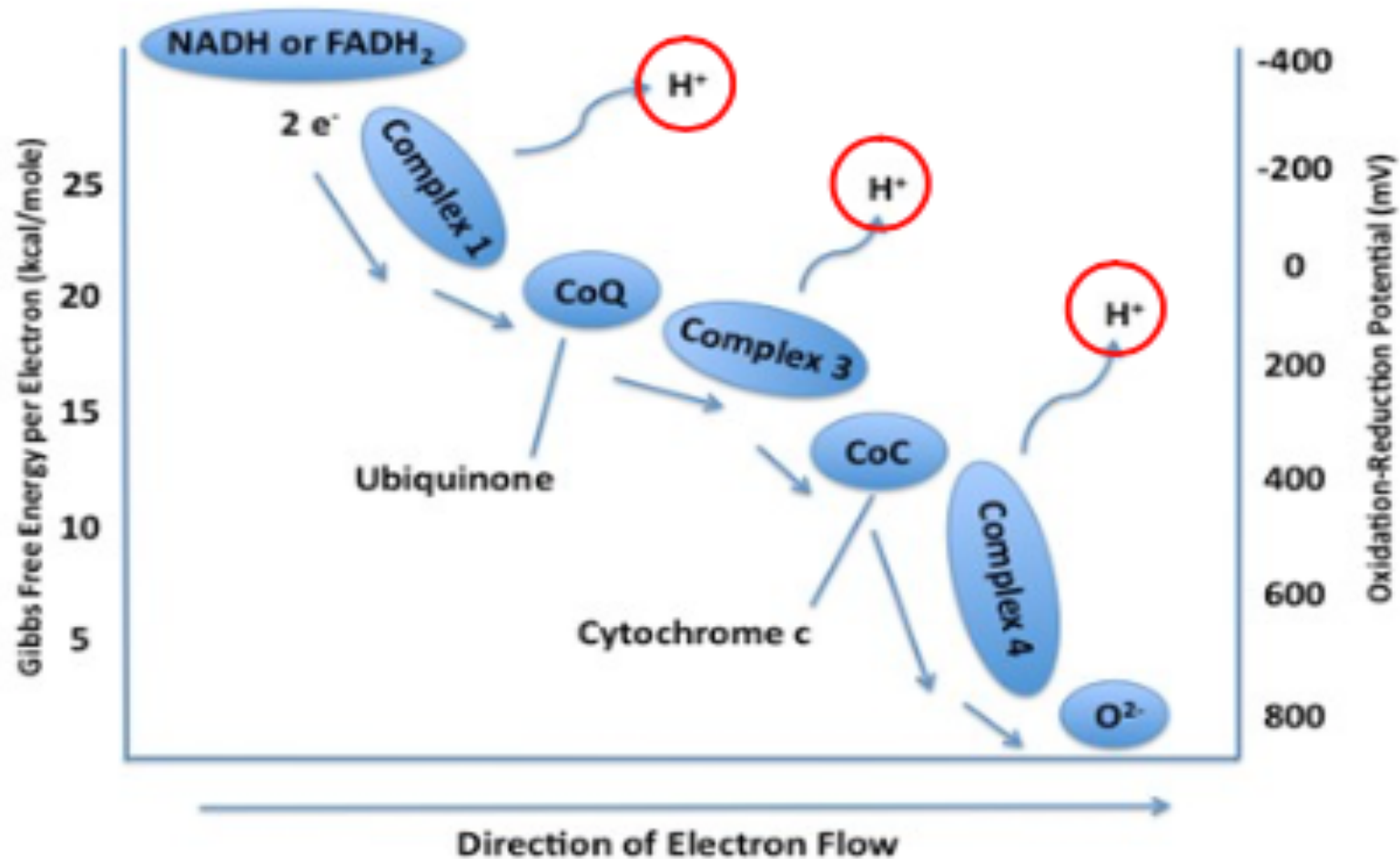
Chaîne Respiratoire Mitochondriale (CRM)

Complexes	Composants			Énergie	Inhibiteurs
	Complexes	Fe-S	Cytochromes		
C I	NADH déshydrogénase	oui	--	oui	roténone
C II	Succinate déshydrogénase	oui	--	non	--
C III	Ubiquinone cytochrome C réductase	oui	b ; c ₁	oui	Antimycine A
C IV	Cytochrome C oxydase	non	a ; a ₃	oui	CN ; CO

CN: cyanure

CO: monoxyde de carbon

Transfert d'électrons et de protons



Variation d'énergie libre des systèmes redox

ΔG = variation d'énergie libre

- Energie disponible pour un travail
- Tend vers l'équilibre
- Permet de prédire si la réaction est possible
- Exprimée en **KJ/mole**

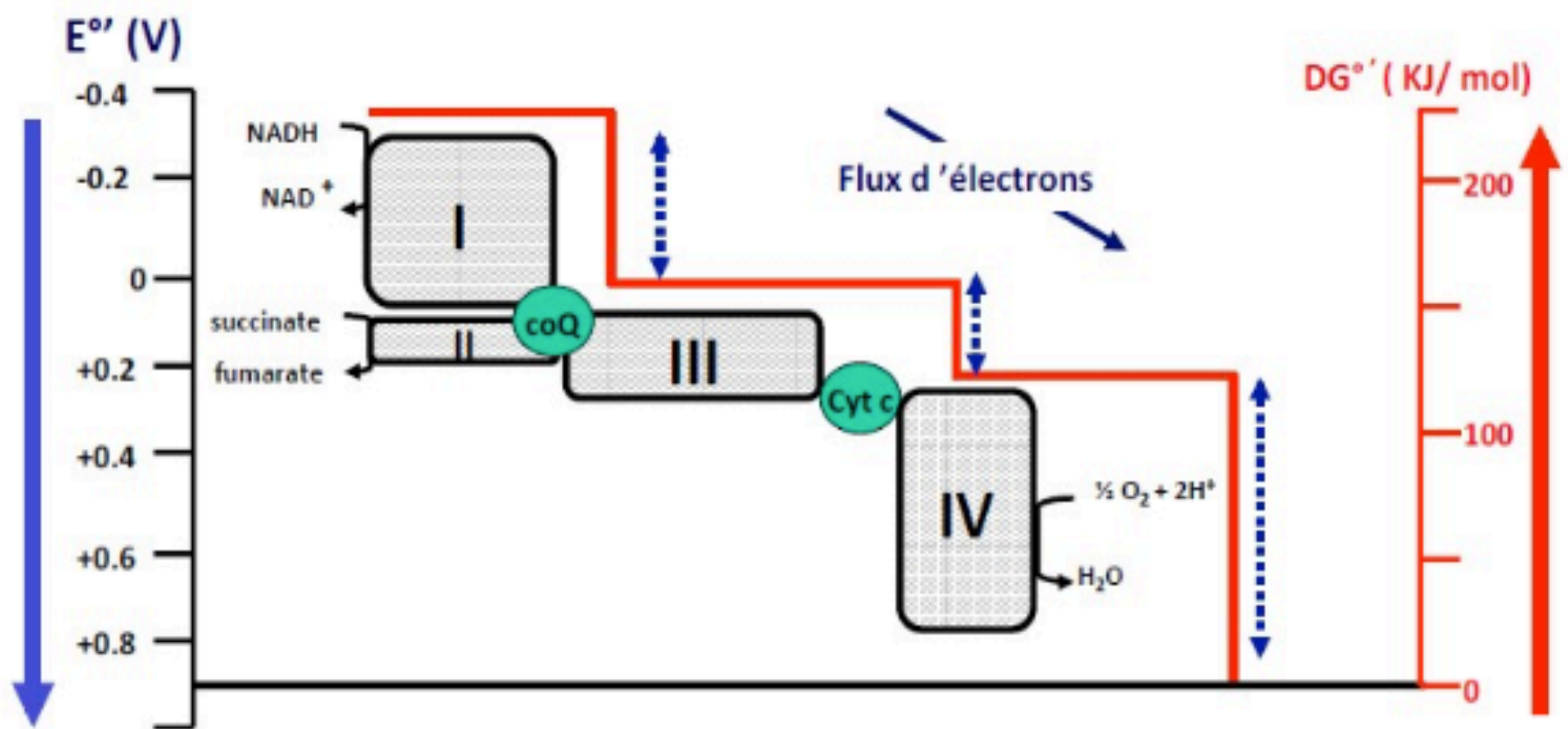
F : Représente le Faraday soit 96 500
Coulomb/mole (KJ/volt/mole)

$$\Delta G = - n F \Delta E$$

ΔE : Différence entre les
potentiels redox des 2
systèmes

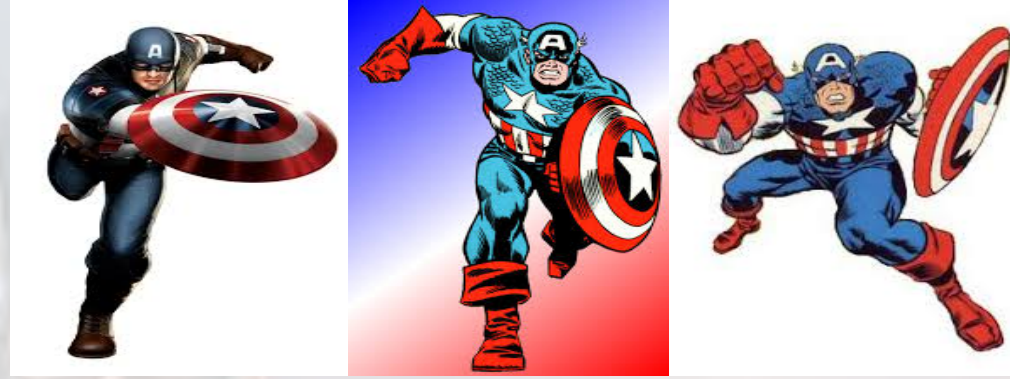
n : nombre d'électrons transférés

Energie libre et transfert d'électrons



Passage des électrons à des niveaux d'énergie de plus en plus bas

d) Le circuit des protons :



Les protons expulsés par les complexes I, III et IV, s'accumulent dans l'espace intermembranaire



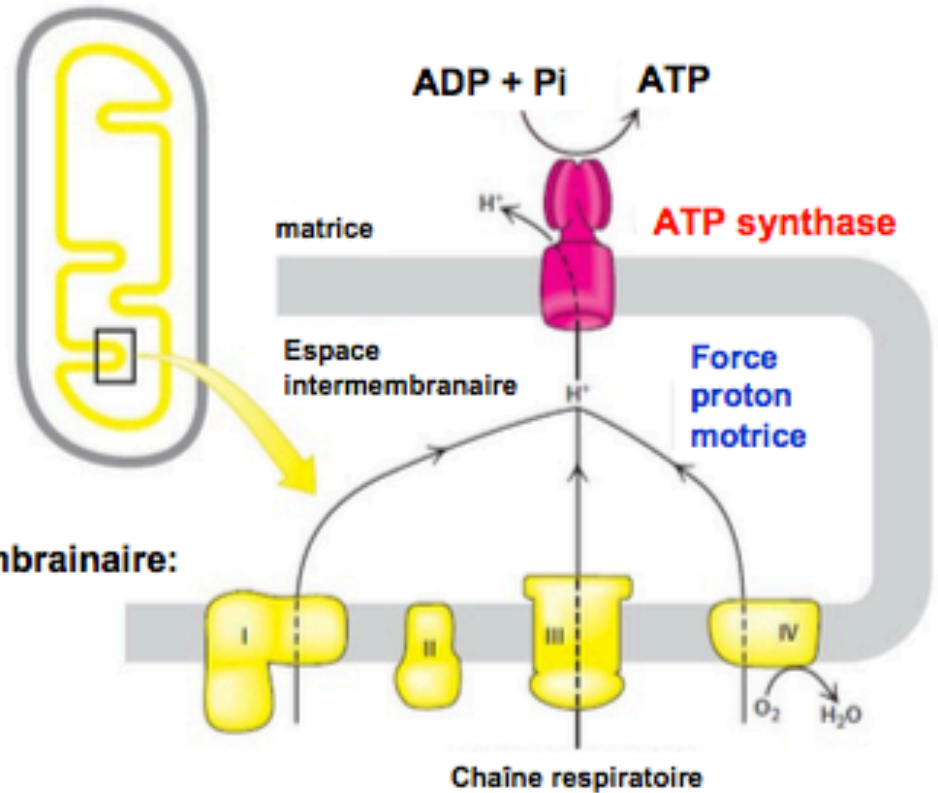
Les protons s'accumulent dans l'espace intermembranaire:

- Il devient plus acide
- Il acquiert un excès de charges positives



Création d'un gradient électrochimique

Les protons H^+ ne peuvent pas regagner la matrice par simple diffusion



QCM TIME :

QCM 1 : au sujet de la CRM donnez la ou les réponses vraie(s) :

- A) Couplée à la phosphorylation oxydative, elle permet de générer de l'ATP par la réoxydation du NADPH + H⁺ et du FADH²
- B) Le complexe 2, inhibé par la roténone, est le seul complexe ne libérant pas d'énergie
- C) Le calcul de la variation de l'énergie libre tient compte des potentiels redox.
- D) La mitochondrie fonctionnant en présence d'O₂ est un organite à double membrane présent dans tous les cellules afin de générer l'ATP nécessaire à son fonctionnement.

CORRECTION : C

A) F c'est le $\text{NADH} + \text{H}^+$

B) F Le complexe 2 n'a pas d'inhibiteur

C) V cf équation

D) F hématies (=cellules sanguines) sans mitochondries.



La bioch c'est fini !

**Bossez bien ça rapporte gros !
(C'est la meilleure des matières en plus)**

La team Bioch est derrière vous !

**CAPTAIN
AMERICA**