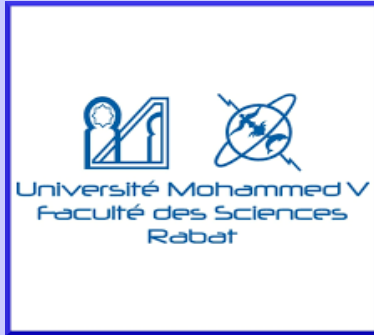




BIOLOGIE CELLULAIRE

S1

BENJELLOUN. J

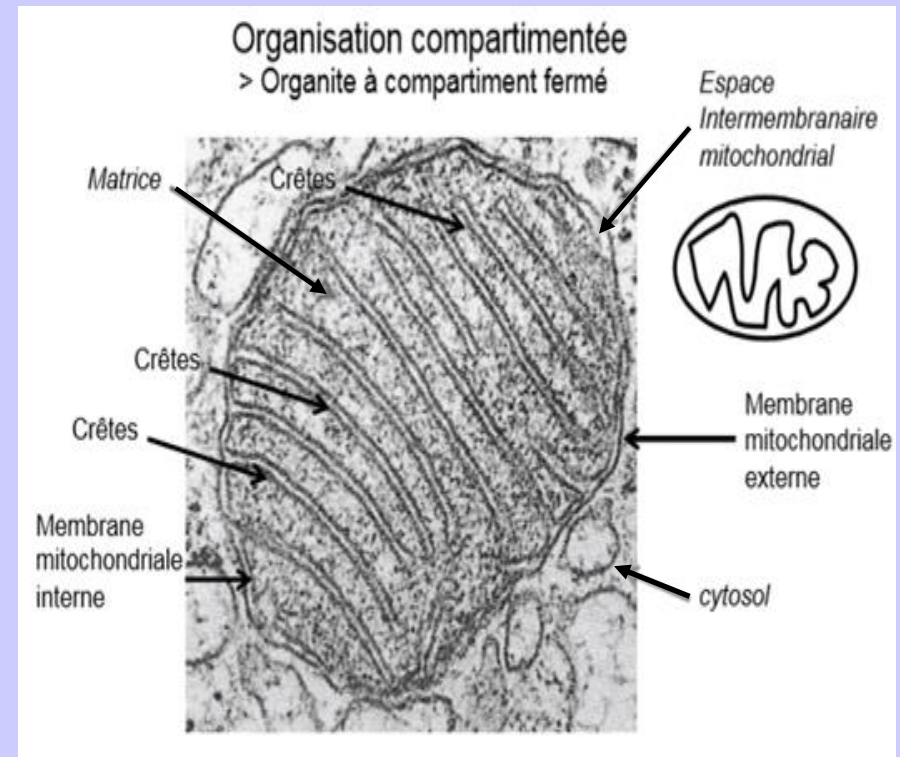
CHERKAOUI. S

LAYACHI. R

Mitochondrie

1.Caractéristiques

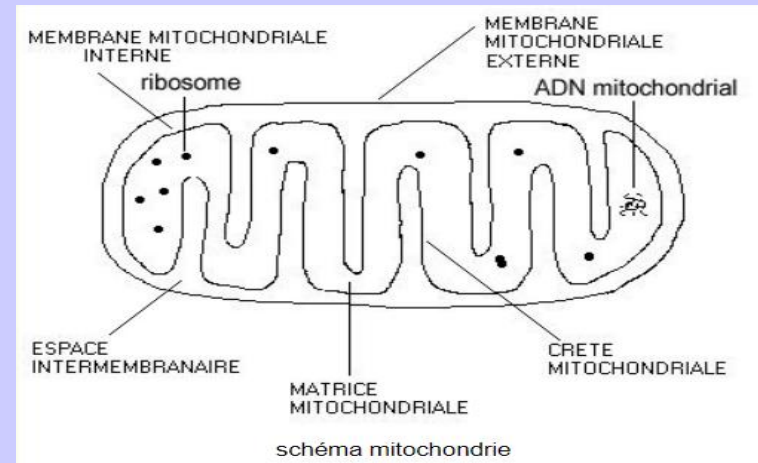
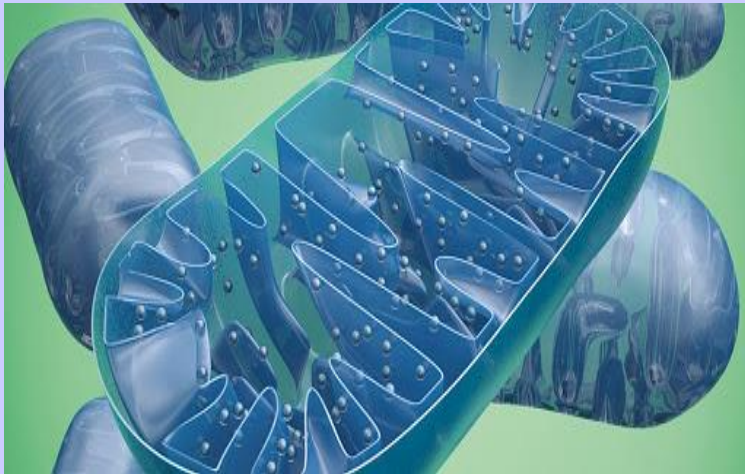
- forme: bâtonnet ou sphérique
- longueur: 1 à 4 μm
- diamètre: 0,3 à 0,7 μm
- localisation: dans toutes les cell des Eucaryotes
- 1000/cellule, en moyenne
- volume: 20% du cytoplasme



2. Ultrastructure

2.1. Membranes

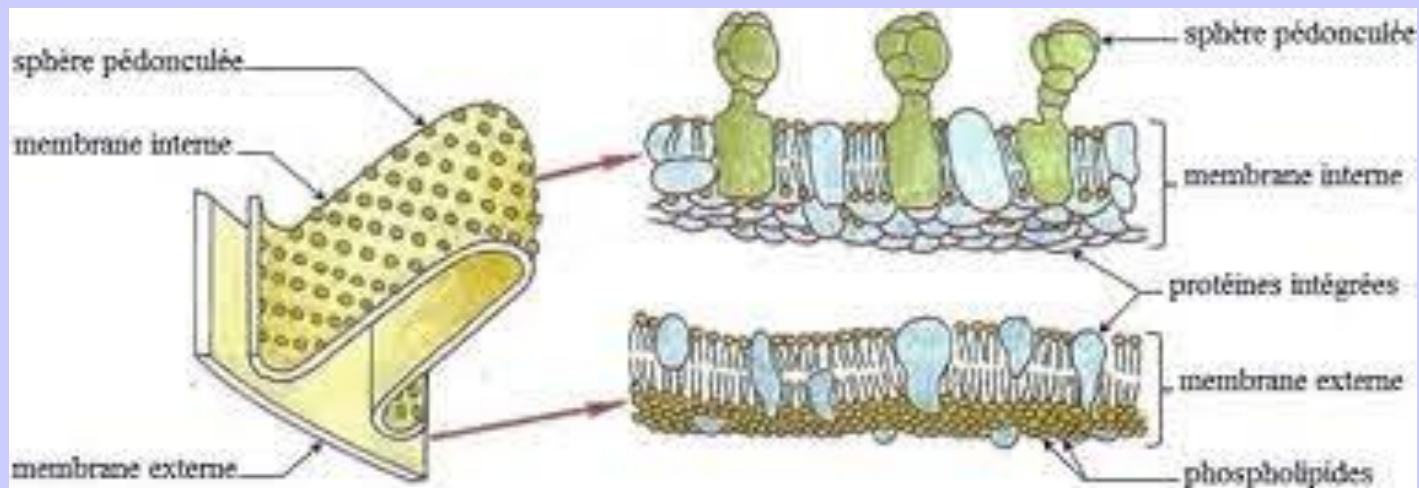
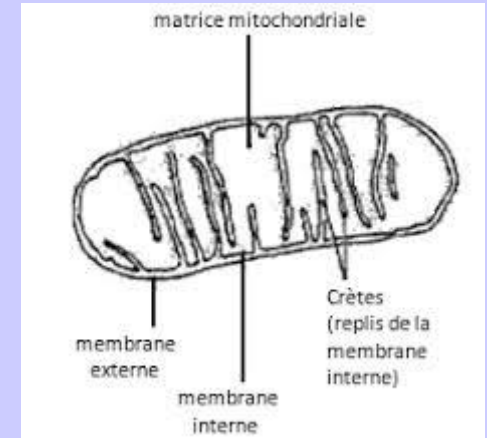
- Mb ext (60 Å d'épaisseur): 60% protéines et 40% lipides
- Espace intermembranaire (100 Å de largeur)
- Mb int (60 Å d'épaisseur): 80% protéines et 20% lipides



Caractéristiques de la membrane interne

- Forme des replis vers l'intérieur ce qui augmente sa surface: crêtes perpendiculaires au grand axe de la mitochond.
- Imperméable à la diffusion des H^+ (protons).
- La surface des crêtes est tapissée de **sphères** de 90 Å de diamètre reliées à la crête par un pédoncule.

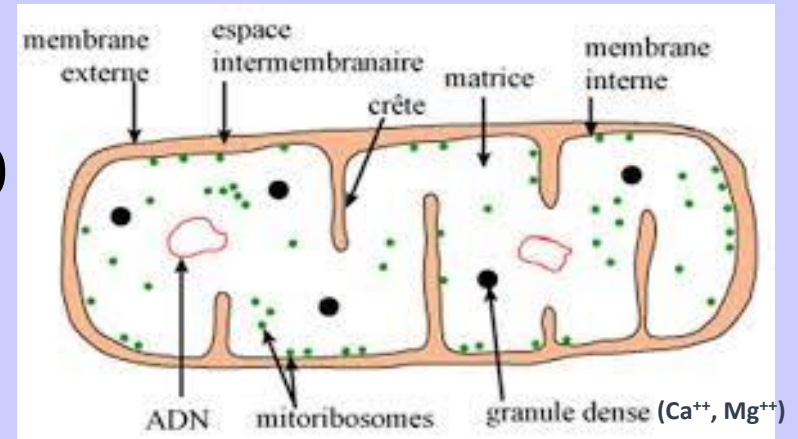
C'est l'**ATP synthase** qui catalyse la synthèse d'ATP



2.2. Matrice

Substance fondamentale où se produisent des réactions métaboliques. Elle renferme:

- des granules denses de 300Å environ (accumulations de cations)
- des mitoribosomes, plus petits que ceux du cytoplasme (synthèse protéique)
- ADNmt sous forme de chromosome circulaire qui permet à la mitochondrie de synthétiser certaines de ses protéines (environ 20%) .



La mitochondrie reste dépendante de l'ADN nucléaire pour la synthèse de la plupart de ses protéines ⇒ **organite semi-autonome.**

3. Respiration cellulaire (mitochondriale)

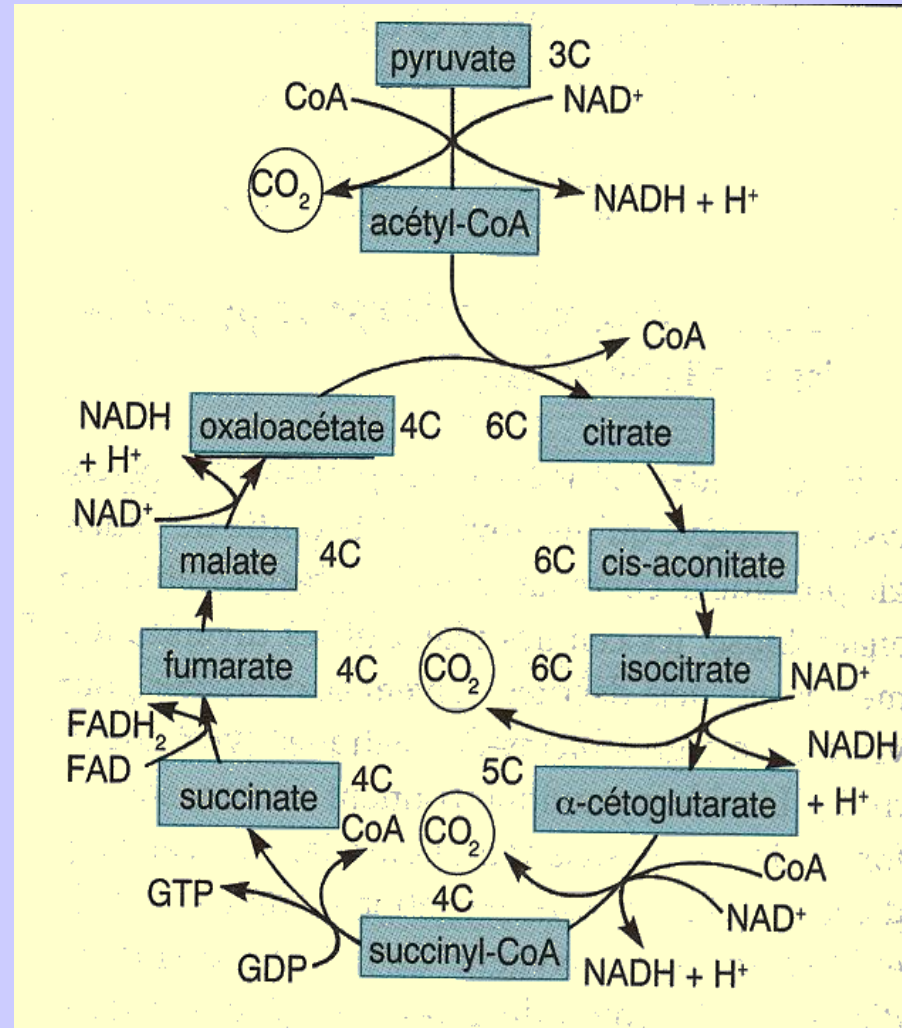
Ensemble de réactions complexes qui aboutissent à la formation d'**ATP** et qui sont accompagnées par des échanges gazeux respiratoires: absorption d'O₂ et dégagement de CO₂.

On peut la diviser en trois étapes qui fonctionnent simultanément.

3.1. Première étape: oxydation des substrats (Lieu: la matrice)

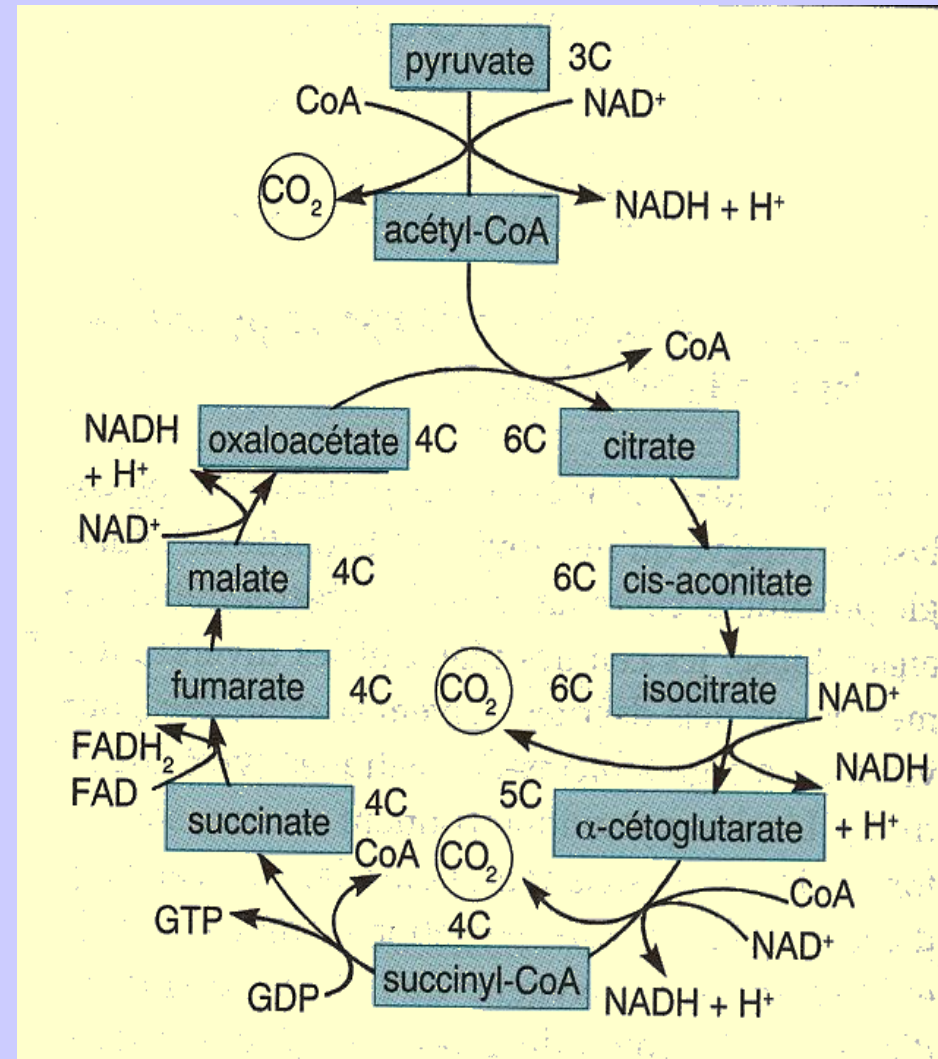
L'acide pyruvique et les acides gras sont oxydés par perte d' H_2 (déshydrogénation) qui sont captés soit par le NAD^+ pour devenir $NADH, H^+$ soit par le FAD pour devenir $FADH_2$.

Ces 2 substrats fournissent l'**acétyl-CoA** qui permet le fonctionnement du Cycle de Krebs (Cycle de l'acide citrique).



Bilan :

- Formation de 4 NADH, H⁺
- Formation d'1 FADH₂
- Formation d'1 GTP
- Dégagement de 3 CO₂.

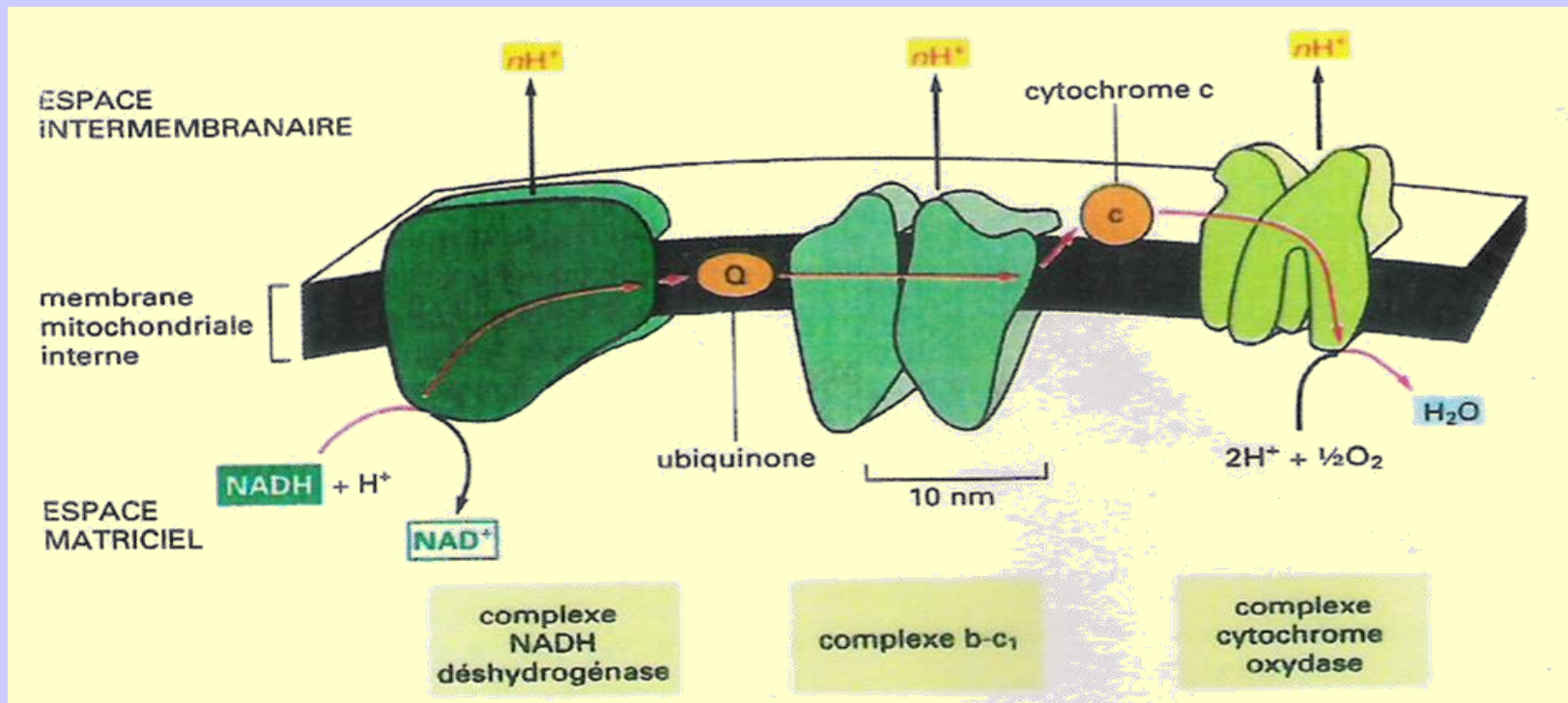


Les co-enzymes réduits vont participer à la chaîne respiratoire (2^{ème} étape) en tant que donneur d'H₂.

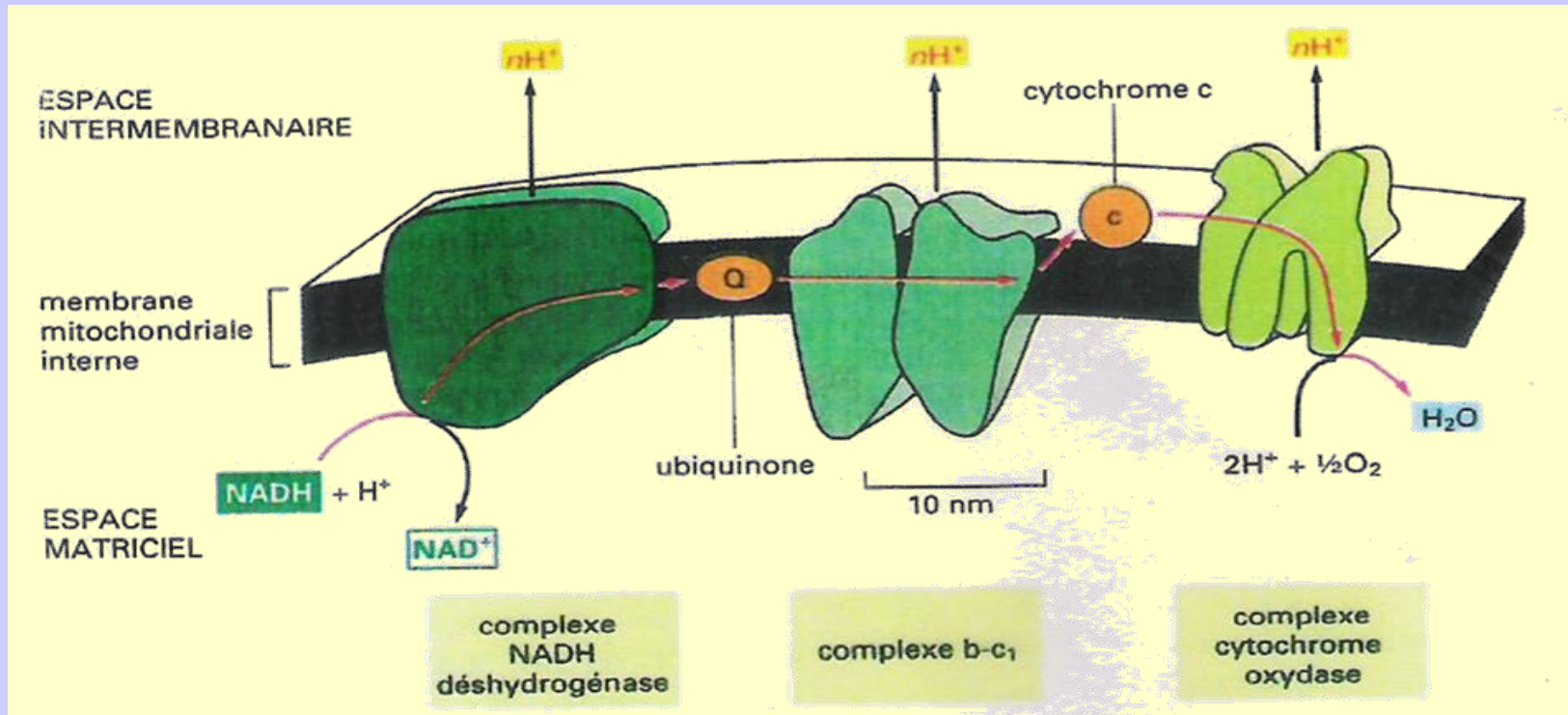
3.2. Deuxième étape: chaîne respiratoire

(Lieu: mb mitochond int crêtes)

Le NADH, H^+ subit une déshydrogénation au niveau du complexe NADH déshydrogénase dans la mb int mitochond.

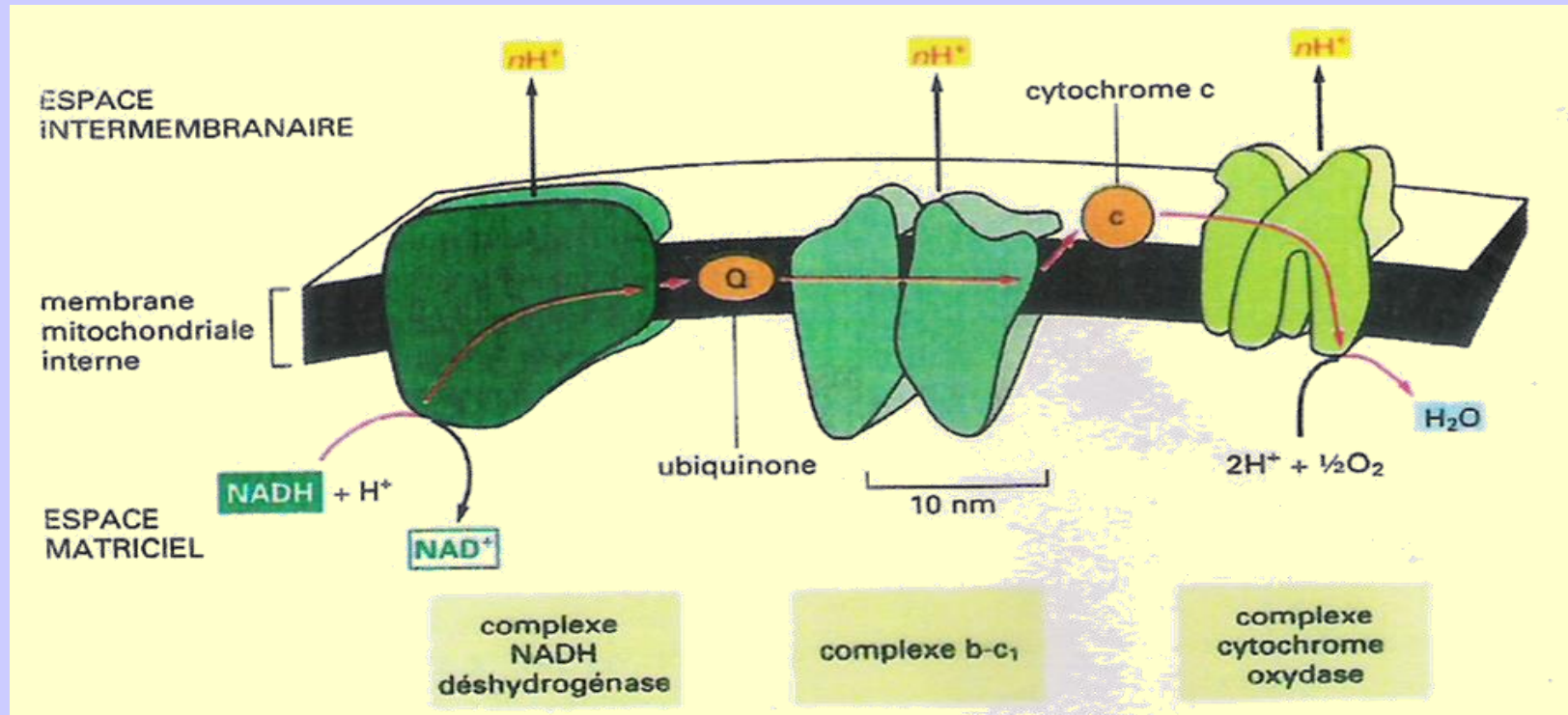


Seuls les e^- seront transportés le long de la chaîne respiratoire qui comporte 3 complexes enzymatiques respiratoires principaux et 2 transporteurs intermédiaires:



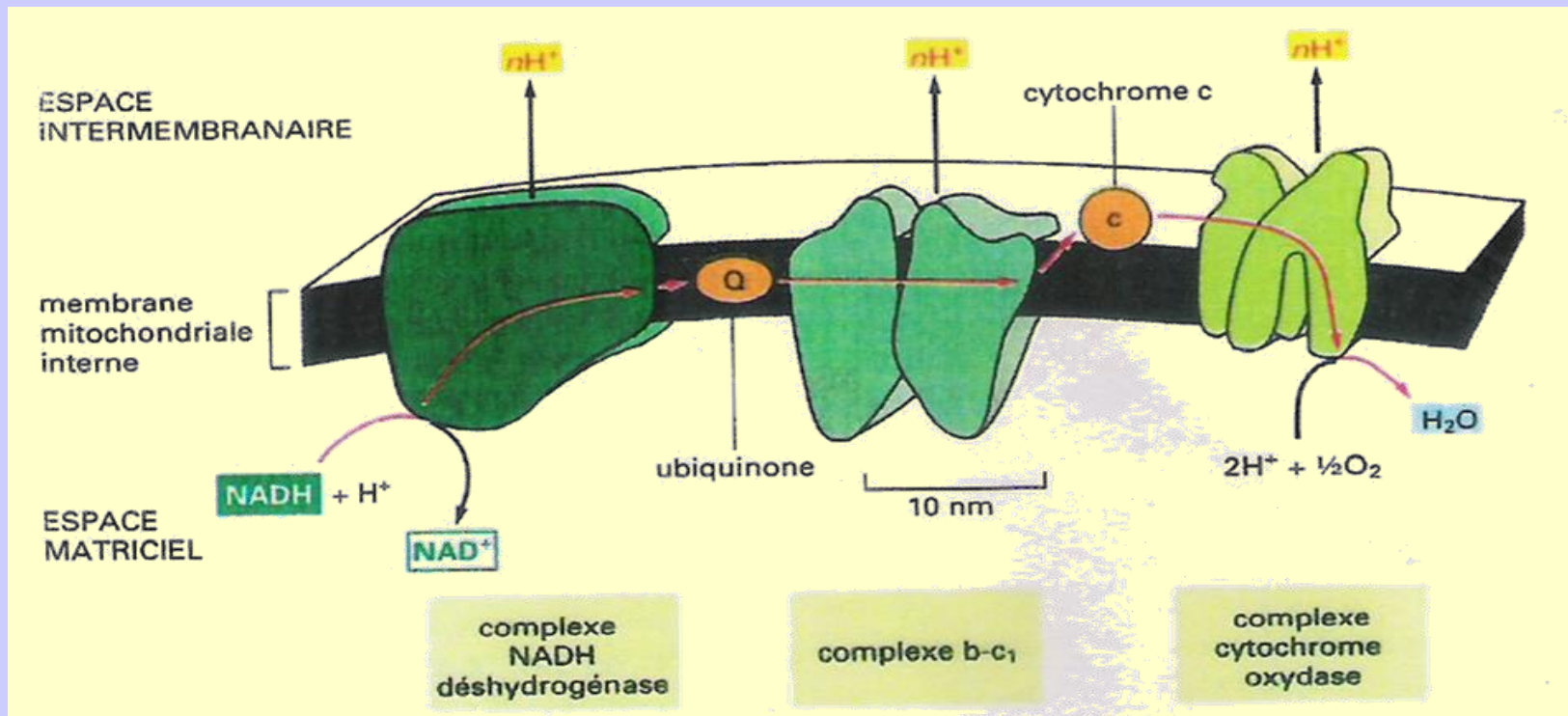
a- Complexe NADH déshydrogénase

- Plus de 22 chaînes polypeptidiques.
- Accepte des e^- du NADH, H^+ et les transmet à l'ubiquinone.



b- Complexe cytochrome b-c 1

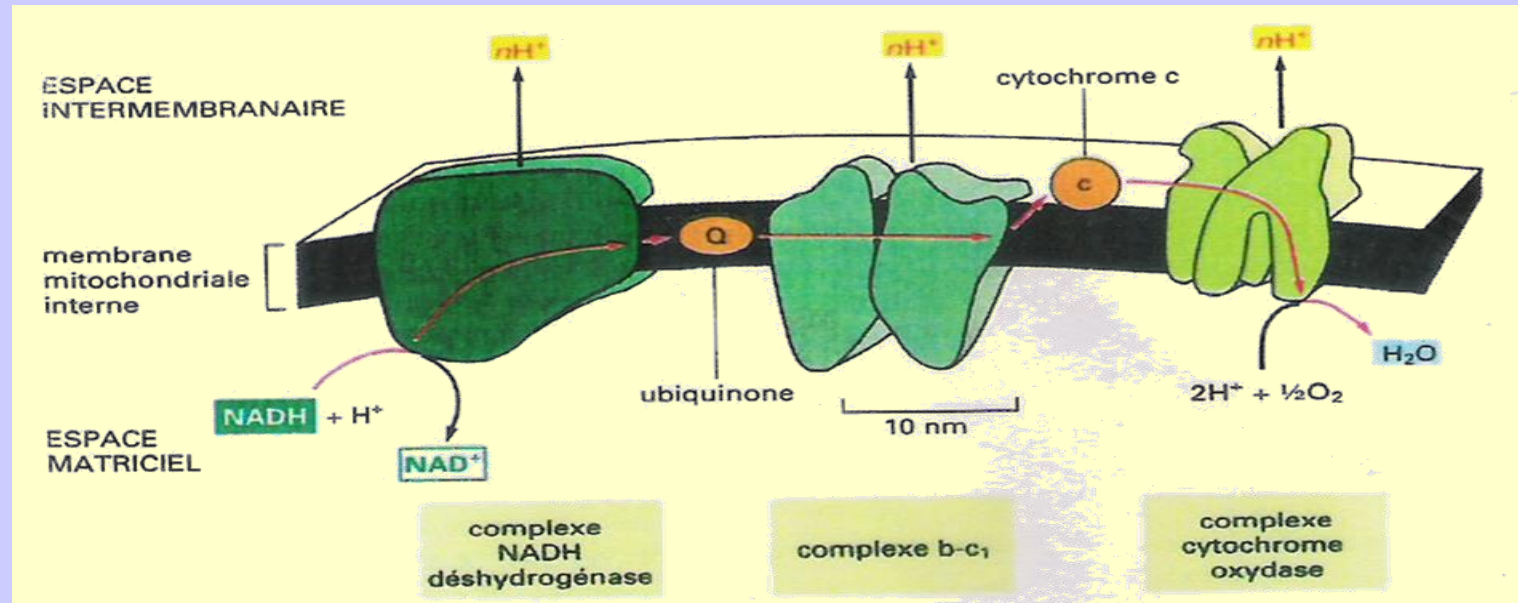
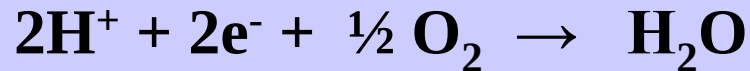
- 8 chaînes polypeptidiques
- Contient un atome de fer ou de cuivre qui permet le transport des e^- de l'ubiquinone vers le cytochrome c.



c- Complexe cytochrome oxydase

- 9 chaînes polypeptidiques au moins
- Accepte des e^- du cytochrome c et les transmet à O_2
- L'oxygène capte en même temps des protons ($2H^+$)

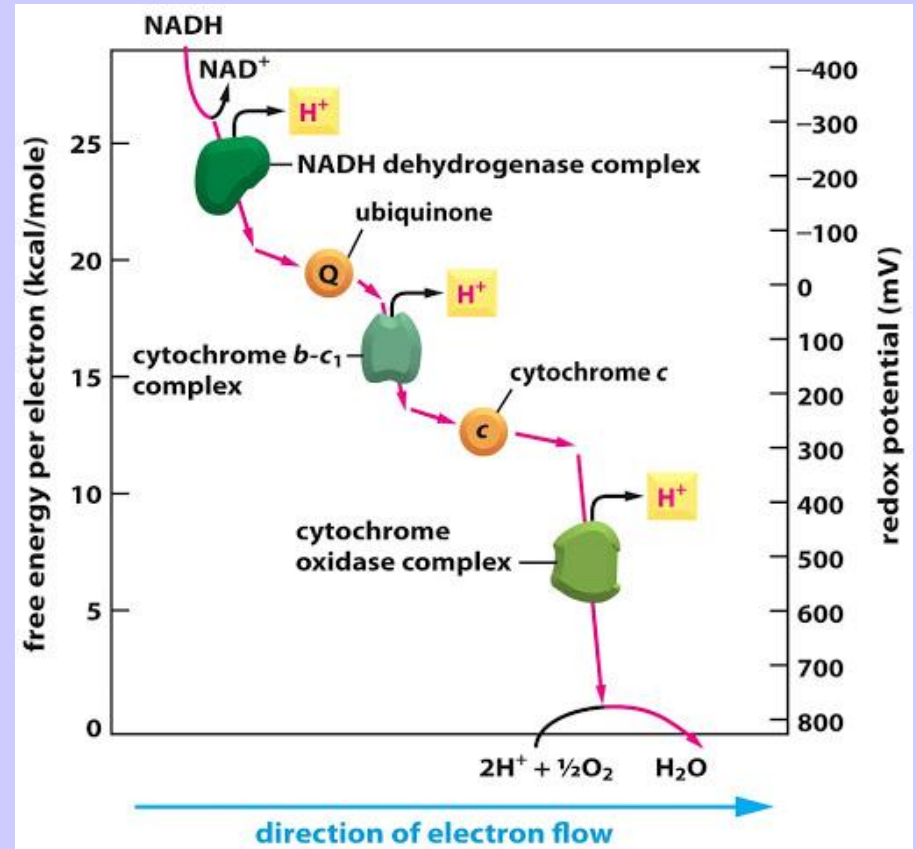
⇒ production d'eau:



3.3. Troisième étape: formation d'ATP(phosphorylation oxydative)

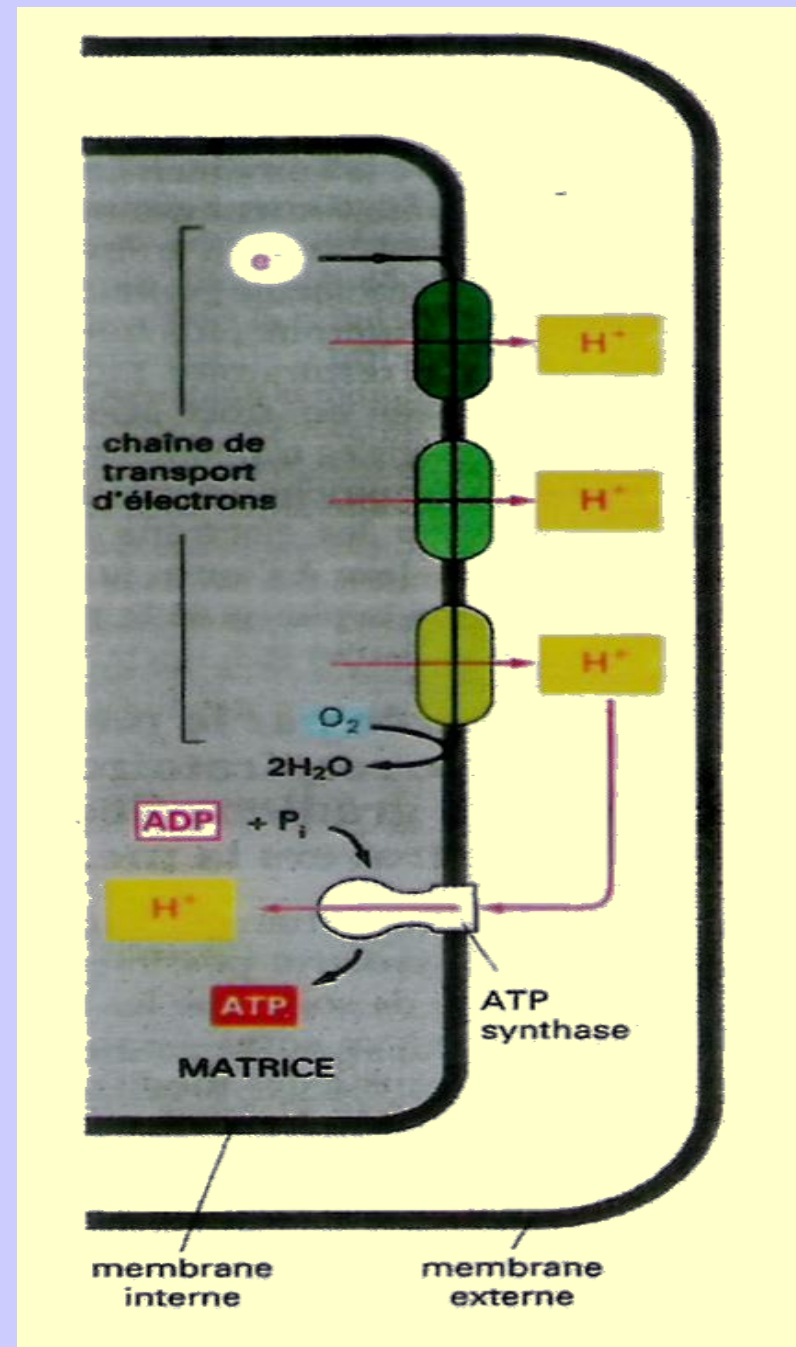
Transport d' e^- $\Rightarrow$ chute importante d'énergie qui est utilisée pour le pompage des protons (H^+) de la matrice vers l'espace intermembranaire.

Comme la mb interne est imperméable aux protons, il se crée un gradient de pH entre la matrice et l'espace intermembranaire.



-Après l'entrée des protons dans l'espace intermembranaire, cet espace sera plus concentré en H^+ (gradient chim) et en e^- (gradient électrique) que la matrice.

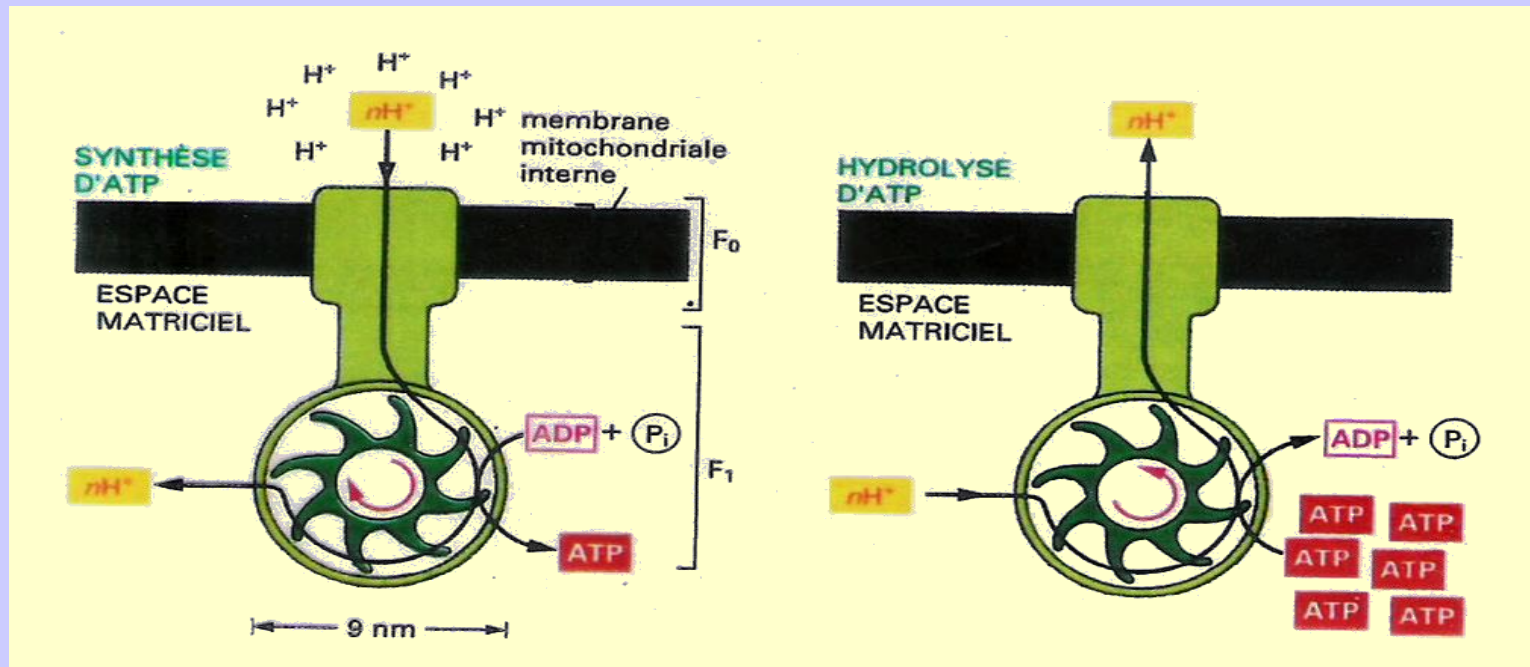
-Pour rétablir l'équilibre $\Rightarrow$ retour des H^+ dans la matrice à travers les canaux à protons au niveau des sphères (ATP synthase).

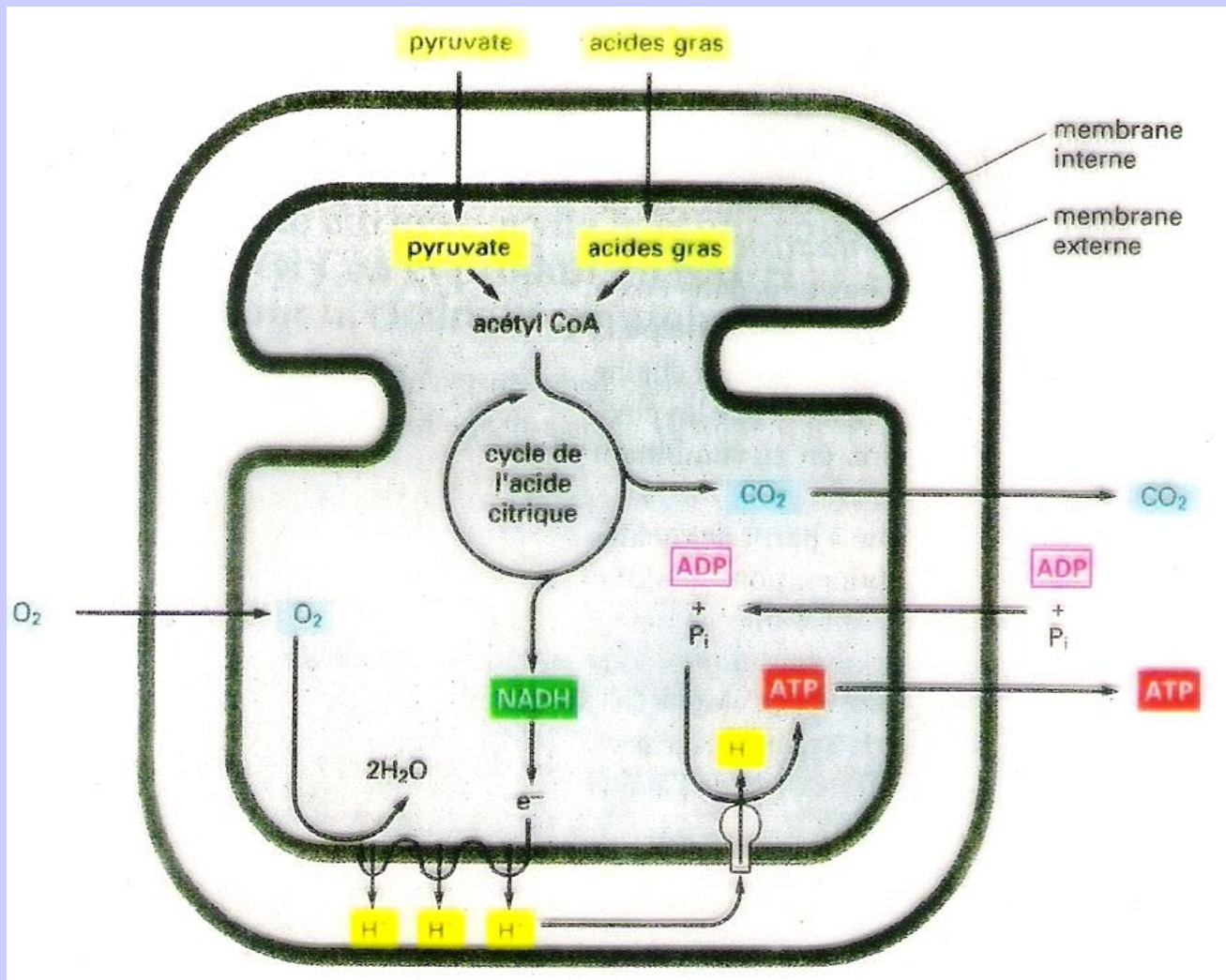


L'ATP synthase utilise l'énergie du flux protonique pour synthétiser l'ATP à partir d'ADP et P_i dans la matrice.



C'est la phosphorylation oxydative puisque l'énergie provient des H_2 des substrats par oxydation (1^{ère} étape).





Métabolisme énergétique mitochondrial

Bilan énergétique de la respiration cellulaire/molécule d'acide pyruvique :

Coenzymes réduites	ATP formé
4 NADH + H ⁺ 1 FADH	4×3 ATP=12 1×2 ATP=2
1 GTP	1 ATP=1

15 ATP/ acide pyruvique

30 ATP/ 2 acides pyruviques

3.4/ Bilan énergétique de la respiration cellulaire/ molécule de glucose

1 NADH, H^+ permet la fabrication de 3 ATP, contre 2 ATP pour $FADH_2$.

- Glycolyse (glucose $\rightarrow$ 2 pyruvates) : $2 \text{ NADH} + 2 \text{ ATP}$
- 2 pyruvates $\rightarrow$ 2 acétyl-CoA : 2 NADH
- Cycle de Krebs (2 acétyl-CoA $\rightarrow$ $CO_2 + H_2O$) : $\frac{6 \text{ NADH} + 2 \text{ FADH}_2 + 2 \text{ ATP}}{10 \text{ NADH} + 2 \text{ FADH}_2 + 4 \text{ ATP}}$

Bilan: $10 \text{ NADH} \times 3 = 30 \text{ ATP}$

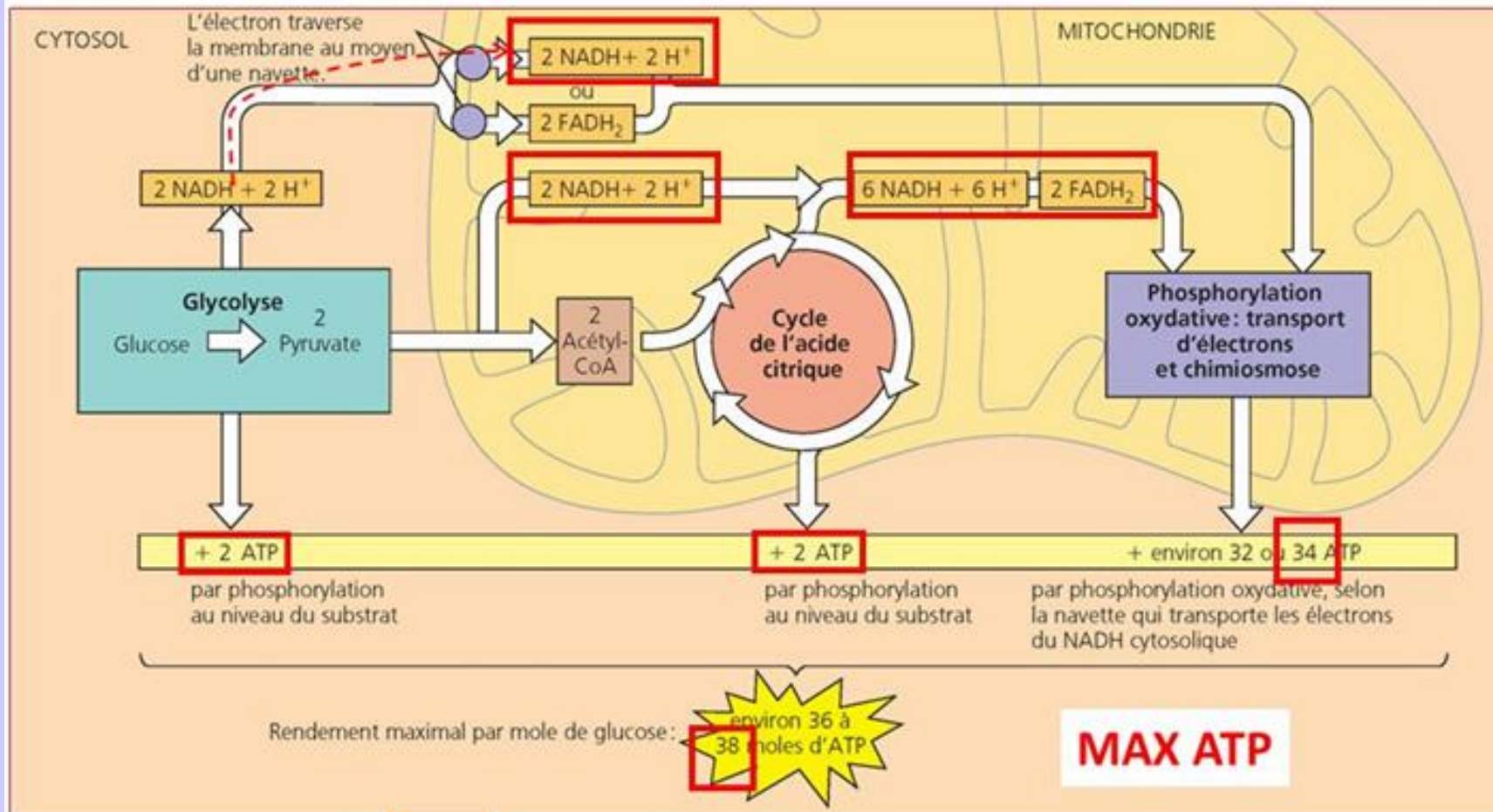
$2 \text{ FADH}_2 \times 2 = 4 \text{ ATP}$

4 ATP

38 ATP

Pour le catabolisme du glucose, les 2 NADH produits durant la glycolyse cytoplasmique, devront être transportés par la navette du glycérol phosphate et généreront 2 ATP (au lieu de 3 ATP générés par le NADH mitochondrial). Donc, avec 2 ATP en moins, on aura 36 ATP/ molécule de glucose.

Bilan énergétique de la respiration cellulaire



- $\text{NADH} \rightarrow (2,5) \sim 3$ mol d'ATP/mol $\text{NADH} + \text{H}^+$
- $\text{FADH}_2 \rightarrow (1,5) \sim 2$ mol d'ATP/mol FADH_2