Eléments de correction du TP n°12 : Les réactions au sein de la mitochondrie.

A partir de l'ensemble des documents, présente les réactions chimiques qui se déroulent dans les différents compartiments de la mitochondrie.

Document 1 : Organisation de la mitochondrie.

- A l'aide du document 1, nous pouvons remarquer que la mitochondrie est constituée de différentes membranes : une membrane interne qui forme des crêtes, une membrane externe, ces membranes délimitent différents compartiments :
  Le hyaloplasme à l'extérieur, , l'espace inter membranaire et la matrice. Ces différents compartiments n'ont pas les mêmes compositions chimiques.
- De plus, nous pouvons observer à l'aide du tableau que la membrane externe est constituée de 62 % de protéines et de 38 % de lipides. Il est précisé que ces protéines sont similaires à celle de la membrane plasmique.
  Or nous savons que la membrane plasmique ne joue aucun rôle dans la respiration.
  Donc nous pouvons en conclure que la membrane externe de la mitochondrie ne joue vraisemblablement aucun rôle dans la respiration.
- La membrane interne est constituée de 80 % de protéines ainsi que de 20 % de lipides. Il est précisé qu'il y a de l'ATP synthase (qui permet la production d'ATP) et des complexes d'oxydoréduction.
  Or nous savons que les ATP synthases permettent de fabriquer de l'ATP au cours de la photosynthèse, et que cette synthèse d'ATP est couplée à des réactions d'oxydoréduction.
  Donc nous pouvons en conclure que la membrane interne de la mitochondrie joue sans doute un rôle dans la production d'ATP et les réactions d'oxydo réductions qui se déroulent au cours de la respiration.
- La matrice est constituée de pyruvate, d'ATP, d'ADP et de Pi ainsi que de composé oxydés (R') ou réduits ($R'H_2$). La matrice contient en outre des complexes d'oxydoréduction et des enzymes qui vont catalyser des oxydations.
  Or nous savons que pour fabriquer de l'ATP nous avons besoin d'ADP et de Pi. L'ATP est donc sans doute synthétisé dans la matrice mais au niveau de la membrane interne. De plus la matrice joue vraisemblablement un rôle dans les oxydoréductions.

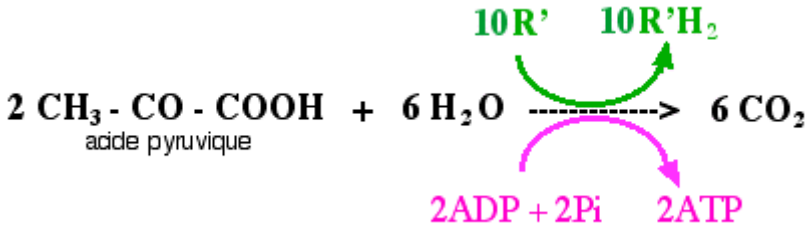
Les documents suivants vont nous permettre de préciser les réactions chimiques qui se déroulent au sein des mitochondries.

Document 2 : Les réactions chimiques dans la matrice.

- L'étude du dégagement du CO_2 par les différentes fractions mitochondriales montre que la matrice dégage du CO_2 à l'ajout de pyruvate et à l'ajout de pyruvate et de dioxygène alors que la membrane interne et externe ne produisent pas de CO_2 à la suite de ces ajouts.
  Nous pouvons constater que sans dioxygène il y a quand même dégagement de CO_2.
  Donc le dioxygène n'intervient pas pour le dégagement de CO_2 et l'oxydation du pyruvate.
  Or l'oxydation du pyruvate en CO_2 est due à un ensemble de réactions d'oxydoréductions formant une suite de réactions appelée cycle de Krebs.
  Donc nous pouvons en conclure que la matrice est l'endroit où se situe le dégagement du CO_2 et que les atomes d'O du CO_2 vient entièrement de l'oxydation du pyruvate et non du dioxygène.

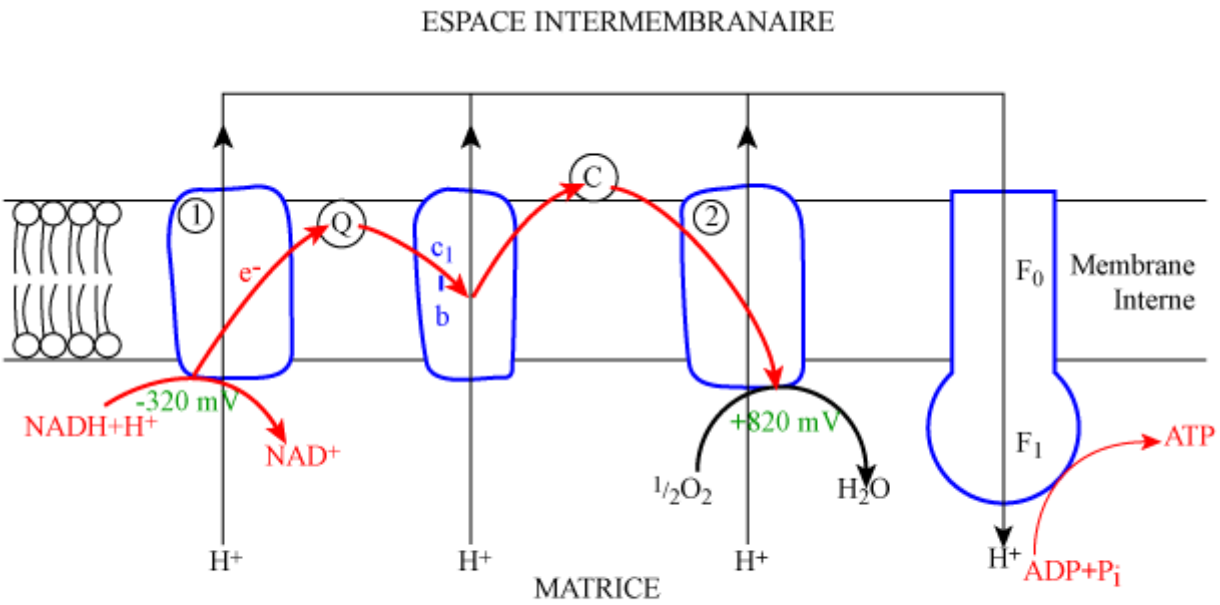
- Nous pouvons observer que dans le tableau de mesure d'absorbance, le composé oxydé R' n'absorbe pas à 350 nm ni les protéines de la matrice +R' ni les protéines de la matrice + glucose + R' tandis que le composé réduit $R'H_2$ absorbe 0,35 à 350 nm.
  Or nous savons que c'est le composé réduit qui absorbe à 350 nm ;
  Ces résultats sont donc tout à fait cohérents.

- Par contre les protéines de la matrice + pyruvate + R' absorbent 0,25 à 350 nm.
  Cela signifie d onc qu'il y a une réduction des composés R' en $R'H_2$
  Donc nous pouvons en conclure que pour réduire R' en $R'H_2$ il faut être dans la matrice (présence des protéines de la matrice) et en présence de pyruvate.
- Les deux réactions : oxydation du pyruvate en CO_2 et réduction des transporteurs R' en $R'H_2$ sont donc couplées.



Document 3 : Le rôle de la membrane interne mitochondriale.

- Dans ce document il nous est montré un graphique qui représente la concentration en O_2 et en ATP en fonction du temps. Nous pouvons observer qu'à t3 il est ajouté de l'ADP et du phosphate et à t4 il est ajouté de la roténone.
- En ce qui concerne la concentration en O_2, au cours du temps elle est constante (100 % de saturation) de 0 à t3, mais dès l'instant qu'on injecte de l'ADP et du phosphate t3, la concentration en O_2 diminue fortement, tandis que pour la concentration en ATP, qui était faible (25) et constante de 0 à t3 mais dès l'injection d'ADP et de phosphate, augmente fortement (100).
  Or je sais qu'une diminution de la concentration en O2 correspond à la respiration. La respiration s'accompagne donc d'une production d'ATP.
  C'est au niveau de la membrane interne des mitochondries qu'il y a réduction du dioxygène en H_2O grâce aux composés réduits $R'H_2$, et synthèse d'ATP grâce aux ATP synthases.
- Dès l'injection de roténone, il n'y a plus absorption de dioxygène (25 % de saturation) ni synthèse d'ATP
  Or nous savons que la roténone bloque le métabolisme respiratoire.
  Cela confirme donc que la production d'ATP est couplée avec la respiration.
- Les réactions chimiques au niveau de la membrane interne des mitochondries peuvent donc être résumées sur le schéma suivant :



- ♥ Nous pouvons observer que l'O_2 est transformé en H_2O au niveau de la membrane interne.
- ♥ Le pouvoir réducteur de R'H_2 (NADH+H^+) est utilisé pour la réduction du dioxygène en H_2O.

- ♥ La membrane interne contient de plus la chaîne d'oxydoréduction (en bleu les transporteurs d'e^- et H^+ de la chaîne respiratoire) qui permet la réoxydation du R'H_2 en R' (NAD+).
- ♥ Les ions H+ se concentrent dans l'espace intermembranaire.
- ♥ C'est le flux d'ions H^+ aux travers des ATP synthases qui produit l'énergie pour la synthèse d'ATP.

BILAN :

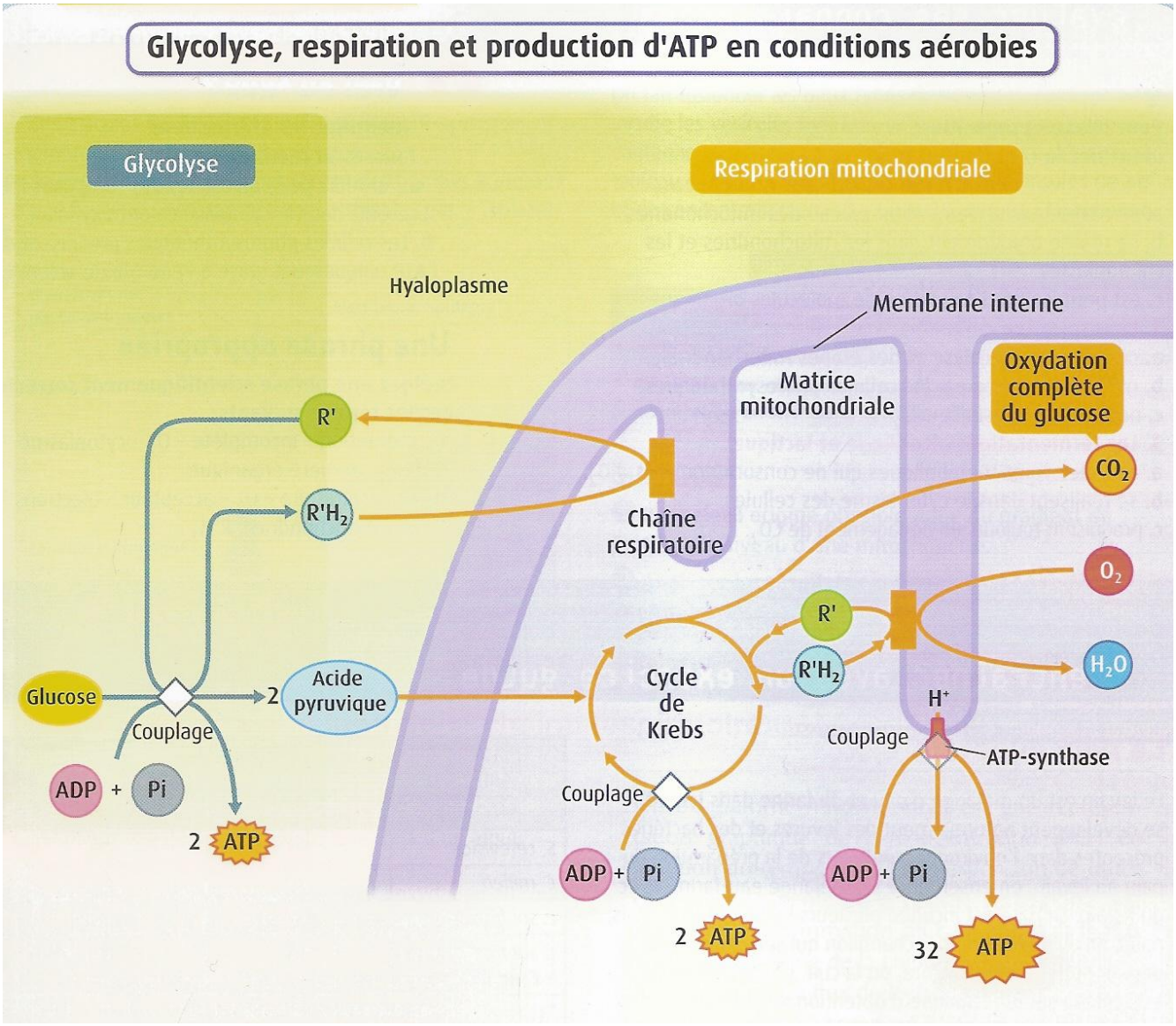
La membrane externe de la mitochondrie ne joue aucun rôle dans la respiration alors que la membrane interne et la matrice jouent un rôle dans celle-ci.
La matrice est l'endroit où se situe une décarboxylation : du CO_2 est arraché au pyruvate.

- ❖ Cette oxydation du pyruvate en CO_2 est couplée à une deshydrogénation du pyruvate et une réduction de composés R' en R'H_2.

Au niveau de la membrane interne des crêtes :

- ❖ Le pouvoir réducteur des composés R'H_2 est utilisé pour la réduction du dioxygène en H_2O au niveau de la chaîne respiratoire.
- ❖ Au niveau des ATP synthases, il y a synthèse de molécules d'ATP.

La mitochondrie est l'organite clé de la respiration. Elle est responsable de l'oxydation complète de la matière organique, grâce au dioxygène et produit des composés minéraux: dioxyde de carbone CO_2 et eau.
Elle permet également la synthèse d'une grande quantité de molécules d'ATP.


Glycolyse, respiration et production d'ATP en conditions aérobies
Glycolyse
Respiration mitochondriale
Hyaloplasme
Membrane interne
Matrice mitochondriale
Oxydation complète du glucose
R'
R'H2
Chaîne respiratoire
CO2
O2
H2O
Glucose
2
Acide pyruvique
Couplage
ADP + Pi
2 ATP
Cycle de Krebs
R'
R'H2
H+
Couplage
ATP-synthase
Couplage
ADP + Pi
2 ATP
ADP + Pi
32 ATP