

Métabolisme *partie 2*

Nous allons parler de la **respiration** à l'échelle de l'organisme et de la mitochondrie. On fera de nouveau la différence entre oxydation et combustion et on descendra dans les mécanismes mitochondriaux (phosphorylation oxydative).

I. RESPIRATION A L'ÉCHELLE DE L'ORGANISME

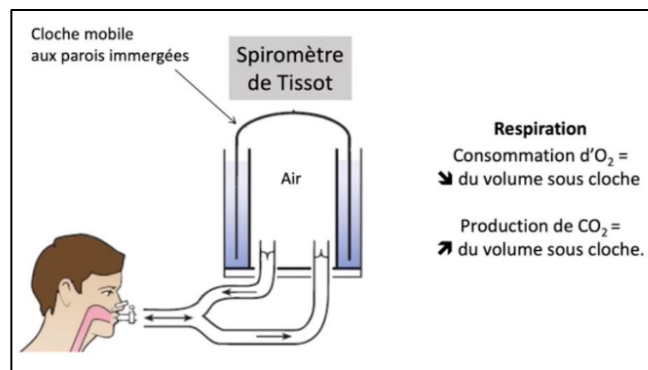
Comment mesure-t-on la consommation d'O₂ et la production de CO₂ à l'échelle de l'organisme ?

- ⇒ On utilise un **spiromètre** dont le volume sous la cloche va varier. (revu dans compartiment)
 - Ce volume est en circuit fermé avec l'individu.

Pour distinguer **oxygène** et **gaz carbonique** on utilise un **piège à CO₂** qui est de **la chaux sodée**.

Ainsi la **consommation d'oxygène** est responsable d'une **diminution** de volume sous la cloche avec le piège à CO₂ (=inspiration)

- La diminution est moindre si on ne met pas le piège, du coup la différence de volume nous donne les **deux paramètres**.



OXYGÉNATION DES NUTRIMENTS

≠ oxydation biologique : se produit dans l'eau chez les êtres vivants.

- Un composé **carboné R – COH** avec de l'eau va donner un composé **carboné oxydé** avec 2H et une certaine quantité de chaleur, puisque le rendement est inférieur à 1.



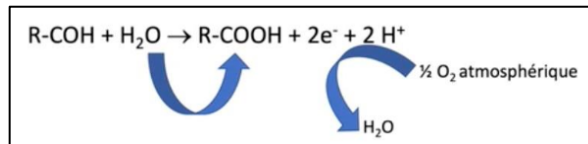
Elle correspond à une **déshydrogénation** qui n'est pas la soustraction d'une molécule hydrogène H₂ stable mais la soustraction de l'atome réactif H qui va se dissocier dans l'eau, qui est une molécule faiblement ionisée en e⁻ + H⁺.

Tut'rappel : lors d'une oxydation biologique, l'atome O₂ atterri dans la molécule d'H₂O

II. OXYDATION ET COMBUSTION

OXYDATION BIOLOGIQUE = DÉSHYDROGÉNATION

On peut donc écrire la réaction **d'oxydation biologique** :



On voit avec la première flèche que **l'oxygène** :

- Qui vient **oxyder** le **radical carboné** provient de **l'eau** de l'organisme

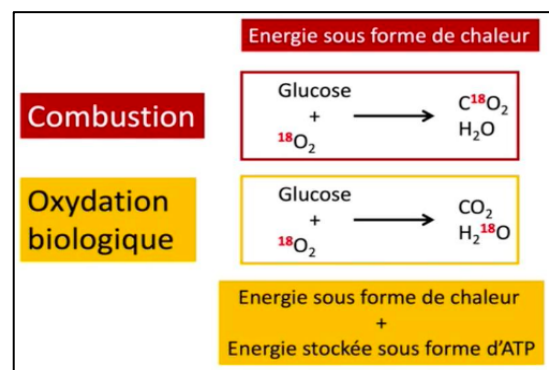
Et celui,

- Qui vient **fixer** les **protons** et **électrons** provient de l'atmosphère.

- La source **d'oxygène** pour **l'oxydation biologique** est bien **l'eau** et l'oxygène atmosphérique capte bien les **électrons** et les **protons**

C'est ce qu'on a vu dans la partie précédente, lorsqu'on trace l'atome lourd d'oxygène dans la **combustion** il atterri sur le **gaz carbonique**.

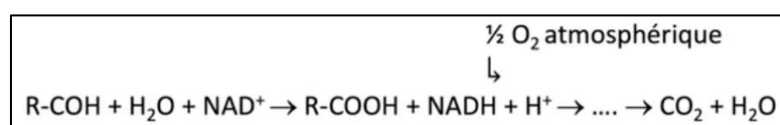
Alors que si on le trace dans **l'oxydation biologique** il atterri sur la molécule **d'eau**.



OXYDATION + RÉDUCTION + PHOSPHORYLATION

L'oxydation est couplée à une **réduction** et à une **phosphorylation** ainsi il y a des composés qui vont être capables d'être réduits en même temps que les composés organiques vont être oxydés.

Par exemple, le NADH, le FAD et finalement **l'O2** vont aboutir à du **CO2** associé à de l'eau à partir du radical carboné initial.



Donc ce transfert d'une paire d'électrons du composé organique $R-COH$ au FAD ou NAD^+ puis finalement à l' O_2 se produit dans les chaines respiratoires mitochondriales et libère l'énergie nécessaire à l'assemblage d'une molécule d'ATP.

Vous voyez tout ça en bioch ☺

EMPREINTE CARBONE

Le **gaz carbonique** est le produit final de l'**oxydation** des composés organiques par les êtres vivants ce qui nous permet de comprendre ce qu'est l'**empreinte carbone**.

⇒ Chaque organisme vivant qui a un **métabolisme** énergétique (donc qui consomme des nutriments) va avoir une **empreinte carbone** plus ou moins forte

De la même manière que les machines consommant des énergies fossiles vont produire du **gaz carbonique** qui auront une **empreinte carbone**.

III. OXYDATION PHOSPHORYLANTE

FONCTIONNEMENT MITOCHONDRIAL

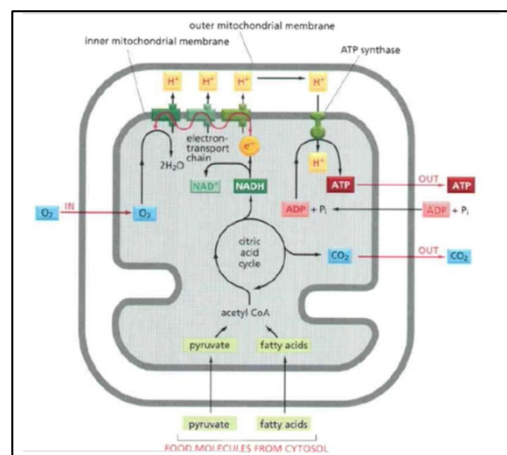
Si on regarde la **mitochondrie** de manière simplifiée,

on réalise qu'il y a dans le **cytoplasme** nos composés organiques qui entrent à l'intérieur et qui sont transformés en acétyl-CoA pour entrer dans le **cycle de Krebs** et être dégradés jusqu'au **gaz carbonique**.

Au cours de cette dégradation, la molécule **NADH** va intervenir et permettre aux chaînes des transport d'électrons de faire leur travail ;

- à l'**oxygène** de trapper les **électrons**
- les **protons** pour former de l'**eau**

Dans un même temps, nous avons la formation d'un gradient de concentration de protons qui est différent entre l'espace inter membranaire et le cytoplasme.



⇒ Cela va permettre la diffusion des protons à travers la **pompe ATP synthase**

± **pompe ATP synthase** : permet de synthétiser de l'ATP à partir d'ADP et de phosphate inorganique Pi

CHAINES RESPIRATOIRES

Les **chaines respiratoires** mitochondriales fonctionnent comme des convertisseurs électrochimiques.

On peut leur appliquer la théorie électrique qui dit que :

*le travail (joules) est **proportionnel** à la quantité d'électricité (coulombs) multiplié par la différence de potentiel (volts)*

Cette différence de potentiel est liée à l'accumulation de protons entre les **FEUILLETS membranaires** et pourrait théoriquement se mesurer entre l'intérieur de la **mitochondrie** et l'intervalle entre les deux feuillets.

Point'tut : vous allez le revoir dans potentiel de repos mais la différence de potentiel est bien au niveau des **feuillets** et non de la membrane, attention !

On parle de **théorie chimio – osmotique** car on ne le mesure pas directement, on considère que les choses se passent comme ça mais on n'en a pas la confirmation directe.

⇒ Cependant, on a des confirmations indirectes

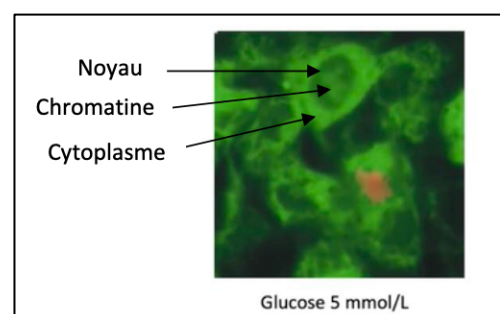
ACTIVITÉS DES CHAINES RESPIRATOIRES

Exemple de confirmations indirectes ;

Ici on utilise une sonde qui va s'accumuler dans le **cytoplasme** des **mitochondries** proportionnellement à la **différence de potentiel**.

Au début, nous avons une cellule dont le noyau apparaît en noir avec sa chromatine un peu verte claire et un cytoplasme vert foncé (image 1).

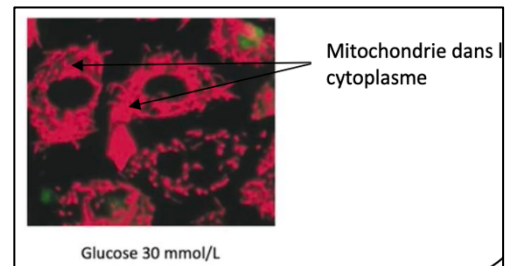
- Dans le cytoplasme se trouvent les mitochondries.



On va exposer ces cellules endothéliales à une concentration de glucose de **5 mmol/L** et on mesure une fluorescence puisque, la sonde qui s'accumule dans les **mitochondries** peut absorber une longueur d'onde particulière.

Lorsqu'on fait la même chose mais avec **6 fois plus de glucose** (image 2) dans le milieu de culture, on s'aperçoit que la sonde fluorescente s'est **accumulée** dans les **mitochondries**.

⇒ Elles deviennent alors rouges et très visibles.



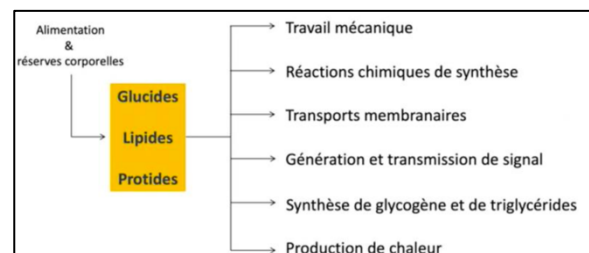
Ainsi, l'augmentation de la **fabrication d'ATP** liée à l'arrivée importante de **glucose** est mesurable indirectement par cette sonde fluorescente.

Tut'help : Le glucose est une molécule précurseur du cycle de Krebs.

UTILISATION ATP

Dans l'organisme, l'ATP va servir à faire

- un **travail mécanique**,
- des réactions chimiques de synthèse,
- des transports membranaires,
- va générer des signaux,
- permettre leur transmission,
- la **synthèse** de molécules de stockage,
- la **production de chaleur**.



Cet ATP provient de la **dégradation** des nutriments qui sont soit d'origine alimentaire, soit d'origine corporelle, soit les deux.

CONCLUSION

- L'énergie libre des nutriments est transformée en **ATP** au cours de la **respiration**. (cf biochimie)
- **L'ATP** est en permanence synthétisé par toutes les cellules et **n'est pas stocké**, c'est un peu comme l'électricité : on ne se sait pas la stocker.
- **L'ATP** diffuse selon son **gradient chimique** à l'intérieur de la cellule vers les zones actives pour être **consommé** (donc le transfert de l'ATP est favorable dans ces zones) et permettre les fonctions cellulaires.

Le cours peut paraître dur mais c'est pas du tout le cas, faites des qcms vous verrez qu'ils sont vraiment simples ! <3