



Master Biologie Médicale
Cours de Biologie Cellulaire (2021-2022_S2)



Leçon 6

Le cytosol et les autres organites intracellulaires indépendants du SEM

TOURE Dinkorma Ouologuem

Bamako 12 Octobre 2022

OBJECTIFS

- 1. Décrire la composition et les rôles du cytosol**
- 2. Décrire la structure des principaux organites cellulaires qui communiquent avec le cytosol**
- 3. Citer les fonctions des organites cellulaires qui communiquent avec le cytosol**



PLAN

- 1. Généralités**
- 2. Le cytosol**
- 3. Les mitochondries**
- 4. Les peroxysomes**
- 5. Conclusion**



1. Généralités

- ❑ La cellule eucaryote se distingue de la cellule procaryote par plusieurs caractéristiques telles que la présence d'organites cellulaires qui baignent dans un milieu liquide appelé cytosol.
- ❑ Les organites sont délimités par des membranes biologiques => **notion de compartimentation:**
 - Délimitation de différents compartiments intracellulaires qui présentent une **composition particulière**



1. Généralités

- Les différences de composition permettent de réaliser **des fonctions différentes**
- Chaque compartiment possède **un équipement enzymatique et des macromolécules spécifiques**
- Perméabilité sélective aux différentes molécules biologiques
- Les **transporteurs et canaux ioniques** présents au niveau de la membrane d'un organite définissent la composition de ce compartiment en petites molécules organiques et en ions



1. Généralités

- Le cytosol échange des molécules et ions avec certains organites cellulaires:
 - **Les mitochondries**
 - **Les peroxysomes**
 - Le noyau
 - Le Réticulum Endoplasmique (transport des ARNm, transfert des protéines qui ont un défaut de synthèse, etc..)



2. Le cytosol

- Le cytosol est la phase liquide du cytoplasme = milieu intracellulaire entre la membrane plasmique et l'enveloppe nucléaire à l'exclusion des organites et de leur contenu ainsi que du cytosquelette
- L'ensemble cytosol + cytosquelette = **Hyaloplasme**



2.1. Description du cytosol

- Compartiment fondamental
- Phase aqueuse qui n'a pas de structure stable
- C'est un **milieu réactionnel important** = carrefour entre les organites et les voies métaboliques



2.1. Description du cytosol

- Le cytosol peut prendre deux états physiques différents:
 - **Une consistance de gel** (état gel)
 - **Une consistance liquide** (état sol)
- Le passage entre ces deux états gel/sol intervient en particulier lors des déformations cellulaires
 - ex. mouvements cellulaires, développement de réseaux du cytosquelette (actine)



2.2. Fonction du cytosol

Le cytosol est impliqué dans:

- L'expression de l'information génétique
- La dégradation des protéines



2.2.1. Cytosol et expression de l'information génétique

- Les **ARNm** issus de l'expression de l'information génétique sont synthétisés et maturés dans le **noyau**, puis passent dans le cytosol grâce aux pores nucléaires
- La **traduction** s'initie dans le cytosol
- Les protéines destinées au **cytosol** lui-même, **au noyau**, **aux peroxysomes** et **aux mitochondries**, sont traduites intégralement dans le cytosol



2.2.1. Cytosol et expression de l'information génétique

- Pour les protéines non-cytosoliques, la présence d'une **séquence peptidique** particulière sur les protéines permet dans un deuxième temps leur entrée dans le **noyau**, les **peroxysomes** ou les **mitochondries**

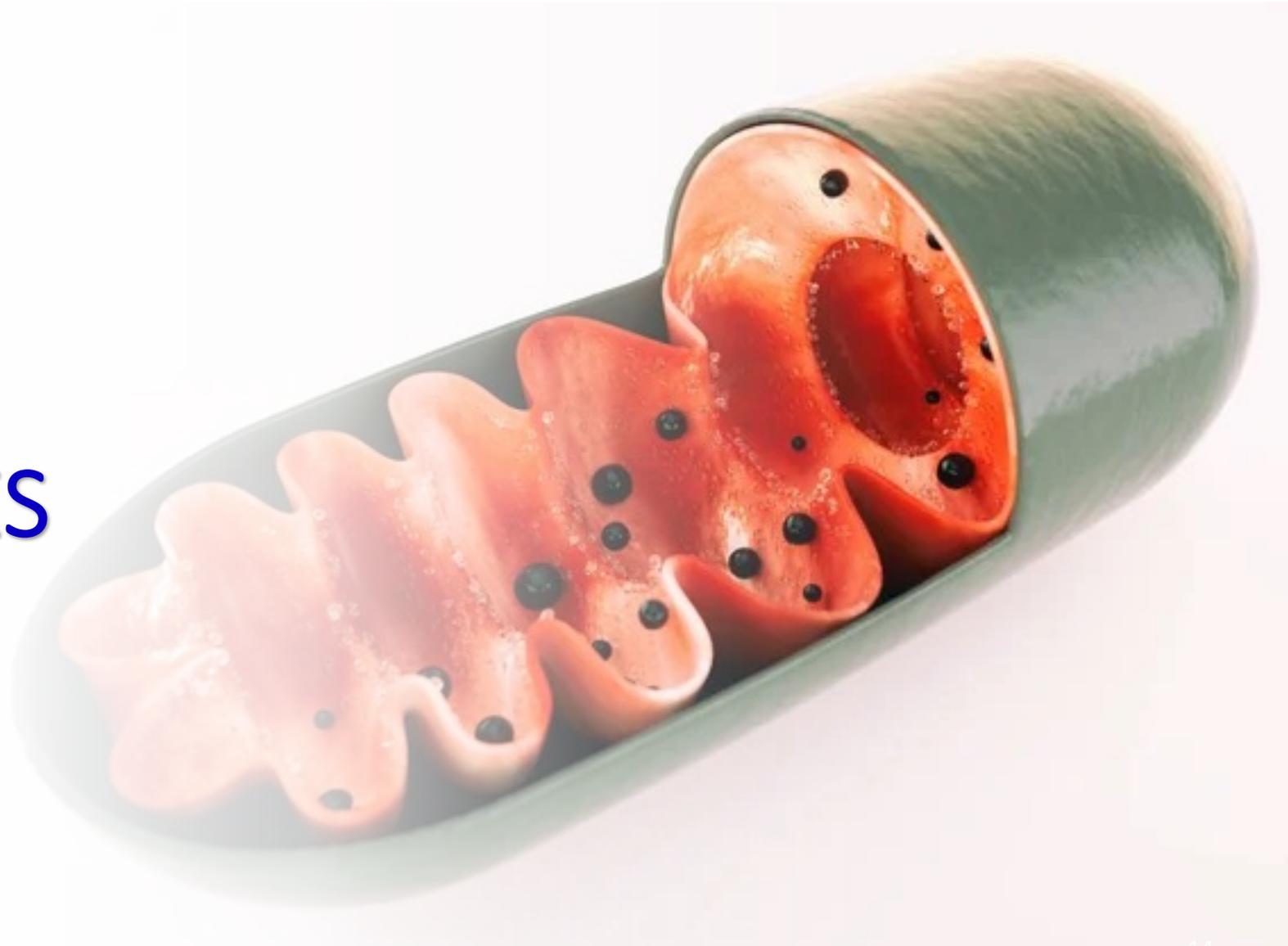


2.2.2. Cytosol et dégradation des protéines

- Les protéines présentant une **mauvaise configuration**, ou **endommagées** doivent être détruites afin de prévenir d'éventuelles conséquences cellulaires, et de permettre le renouvellement des protéines cellulaires
- L'essentiel des protéines cytosoliques est dégradé par une structure cytoplasmique, **le protéasome**



3. LES MITOCHONDRIES



3.1. Définition

La mitochondrie est un organe **semi-autonome**, spécifique des **eucaryotes aérobie**s qui est limité par une **double membrane** (paroi mitochondriale) et qui **contient de l'ADN (ADNmt)**.



3.2. Morphologie et distribution

- Chaque cellule contient **1000 à 3000 mitochondries**
- L'ensemble des mitochondries est appelé le **chondriome**
- Les mitochondries sont de forme variable: **globulaires** ou **Filamenteuses**
- Leur **taille et forme varient** en fonction: du type de cellule, de la phase du cycle cellulaire (ovoïde en S et réticulaire en G0), des conditions physiologiques
- Taille **~ 0,5 – 1 μm** de diamètre et une longueur **~ 1-10 μm** .
- Le chondriome **correspondent ~ au 1/4 du volume cellulaire**



3.2. Morphologie et distribution



Mitochondrie en microscopies optique (coloration de Altmann).
Forme arrondie ou filamenteuse des mitochondries



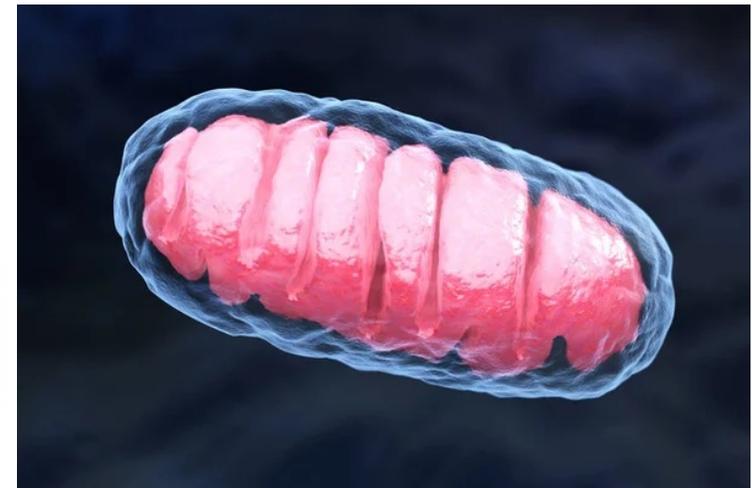
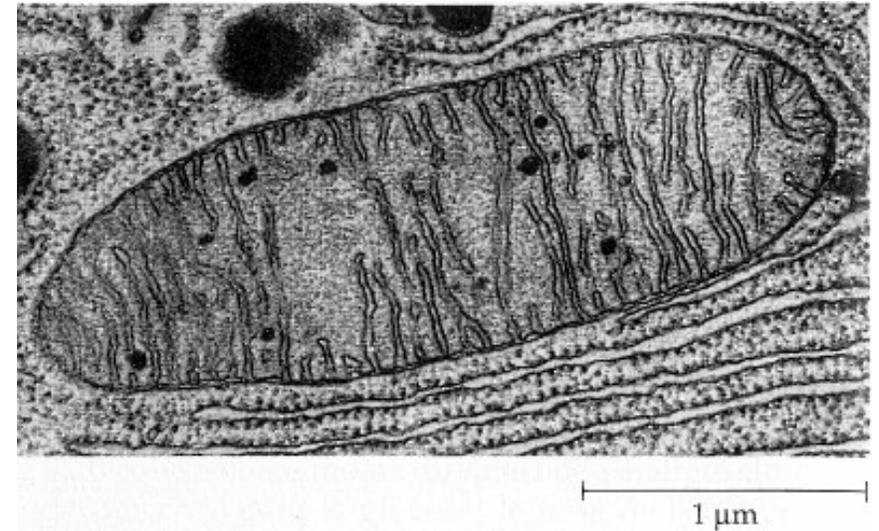
3.2. Morphologie et distribution

- Le cytosquelette (microtubules) permet aux mitochondries de se déplacer rapidement là où la cellule a besoin d'énergie
- Les mitochondries sont invisibles en **microscopie optique** lorsqu'elles ne sont pas teintées par des colorants biologiques (**rhodamine 123** et **vert Janus B, supra vital**).
- Leur étude détaillée (ultrastructure) fait appel au **microscope électronique** qui possède une bien meilleure résolution

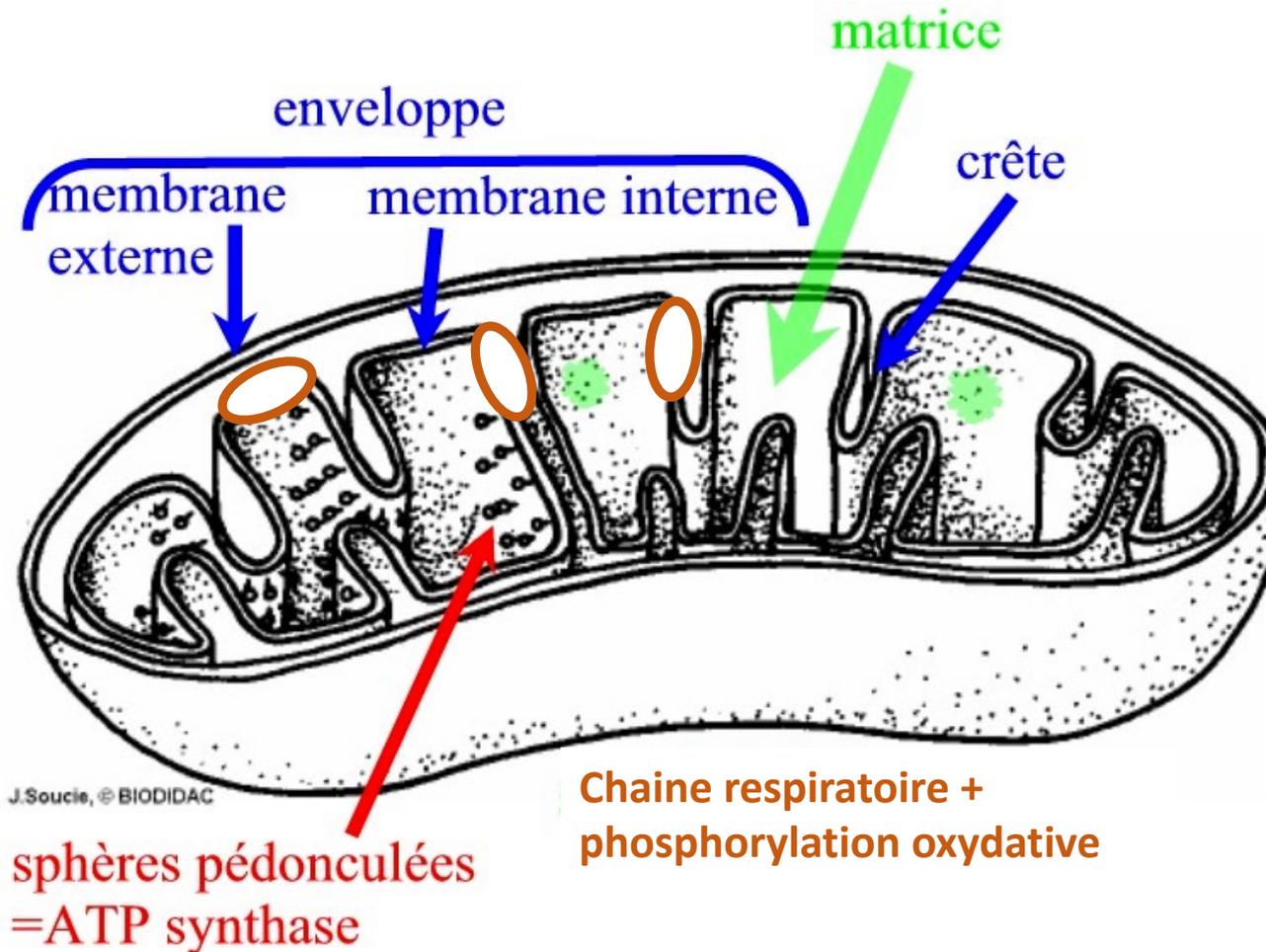


3.3. Ultrastructure et composition biochimique

- La mitochondrie comprend :
 - Une membrane externe
 - **Un Espace intermembranaire**
 - Une membrane interne
 - **Une matrice**



3.3. Ultrastructure et composition biochimique



3.3. Ultrastructure et composition biochimique

- **La membrane externe** est très perméable grâce à la présence de **porines** qui permettent le passage de toutes molécules d'une **masse moléculaire inférieure à 5 kDa**
- **L'espace intermédiaire**: Sa **composition** est similaire à celle du cytosol (en terme de petites molécules)



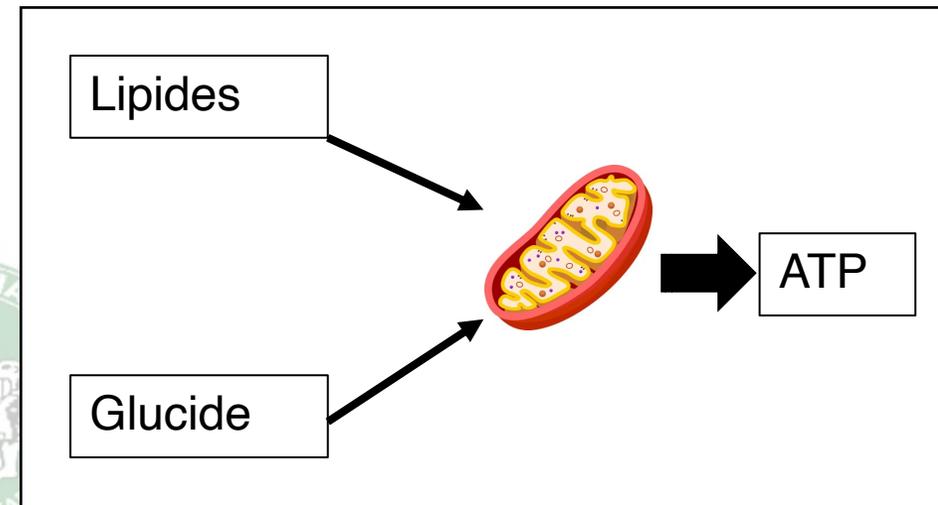
3.3. Ultrastructure et composition biochimique

- **La membrane interne** est très imperméable aux ions et aux petites molécules du fait de la présence de **phospholipides spécifiques** appelés **cardiolopines**
- **La matrice**: c'est le milieu intérieur de la mitochondrie. On y trouve l'**ADNmt**, les mitoribosomes, les ARNt, des globules lipidiques, les enzymes du cycle de Krebs

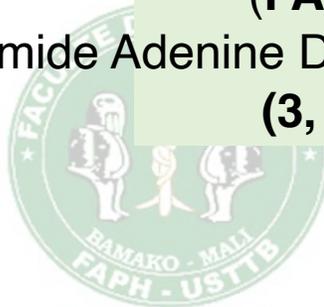
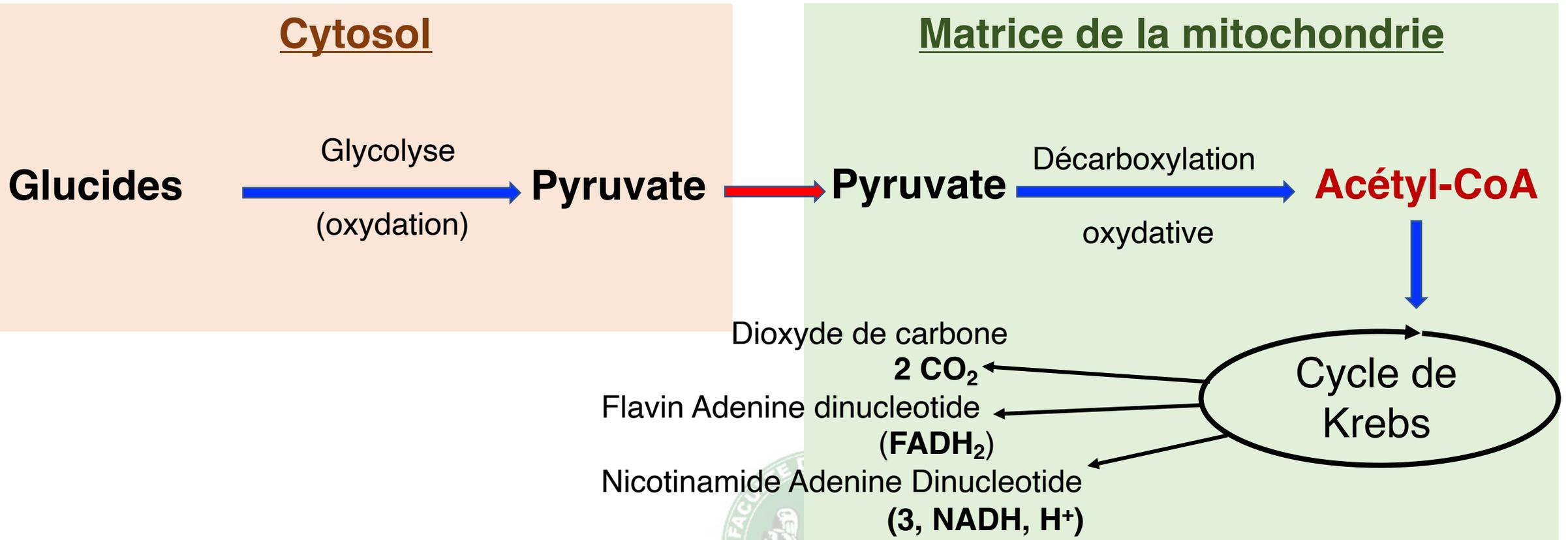


3.4. Les fonction de la mitochondrie

- Les mitochondries sont souvent décrites comme les « **centrales énergétiques** » des cellules
- Les mitochondries sont le lieu du catabolisme oxydatif en condition aérobie:
 - **Oxydation des glucides**
 - **Oxydation des acides gras**
 - **La phosphorylation oxydative**

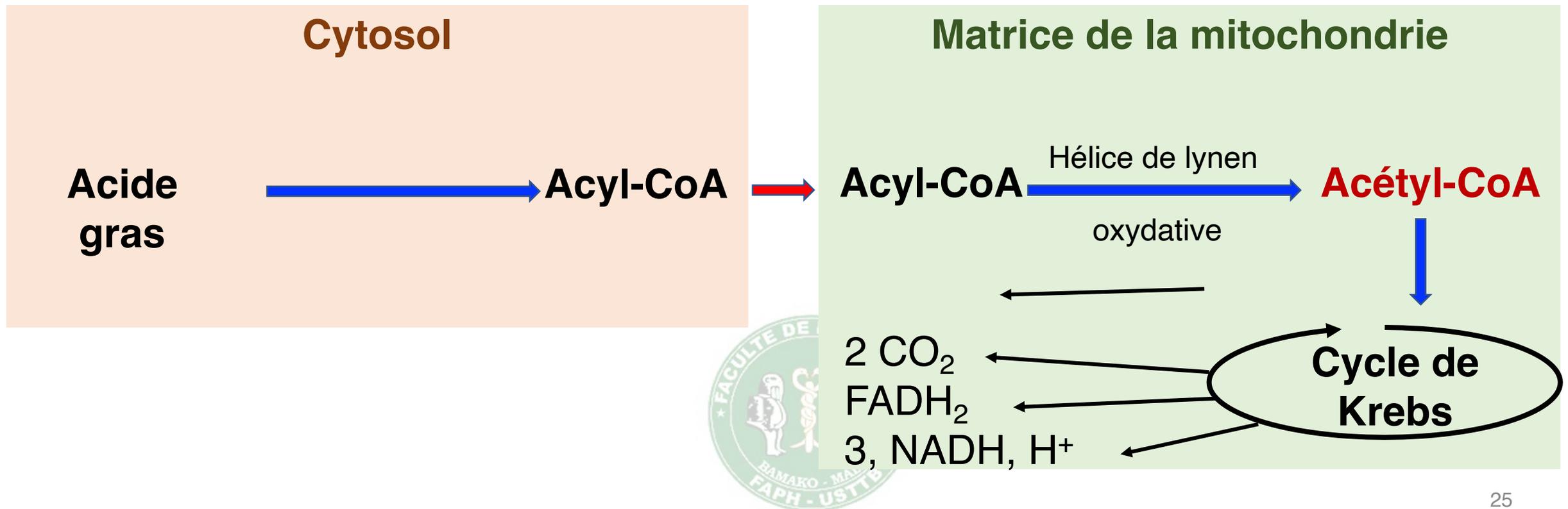


3.4.1. Oxydation des glucides



3.4.2. Oxydation des acides gras

Oxydation des acides gras: (hélice de Lypen) => Dégradation des acides gras et production d'Acétyl-CoA qui va ensuite alimenter le Cycle de Krebs



3.4.3. Phosphorylation oxydative et production d'ATP

- La membrane interne de la mitochondrie est riche en protéines et très imperméable aux ions et petites molécules organiques
- Plusieurs **transporteur actifs** permettent **l'entrée de molécules à dégrader** (pyruvate, acyl-CoA) et **la sortie de l'ATP produit** dans la mitochondrie



3.4.3. Phosphorylation oxydative et production d'ATP

- La membrane interne est aussi le lieu de **phosphorylation oxydative**:

Les coenzymes réduites (NADH, H^+ et FADH_2) --> **chaîne de réactions d'oxydoréduction** couplée à **un transport de protons H^+** de la matrice vers l'espace intermédiaire (formation d'un gradient électrochimique de protons) qui va aboutir à la **formation d'ATP**



3.4.4. Autres fonctions

Outre leur rôle dans le métabolisme énergétique cellulaire, les mitochondries interviennent également dans:

- Le début de synthèse des hormones stéroïdes,
- Production des précurseurs des acides aminés
- Régulation du calcium cytosolique (signalisation cellulaire)
- la différenciation et la mort des cellules (apoptose),
- le contrôle du cycle cellulaire
- la croissance de la cellule



3.5. Le devenir des mitochondries

- La mitochondrie se reproduit indépendamment de la division cellulaire
- Le chondriome doit rester présent dans chaque cellule et le nombre de ses organites doit globalement doubler à chaque division cellulaire.
- Deux modes de reproduction existent:
 - **la scissiparité:** la mitochondrie se divise en deux parties égales.
 - **le bourgeonnement:** Il apparaît à la surface de la mitochondrie une petite hernie qui, après une phase de croissance, devient une mitochondrie fonctionnelle et capable de se reproduire.

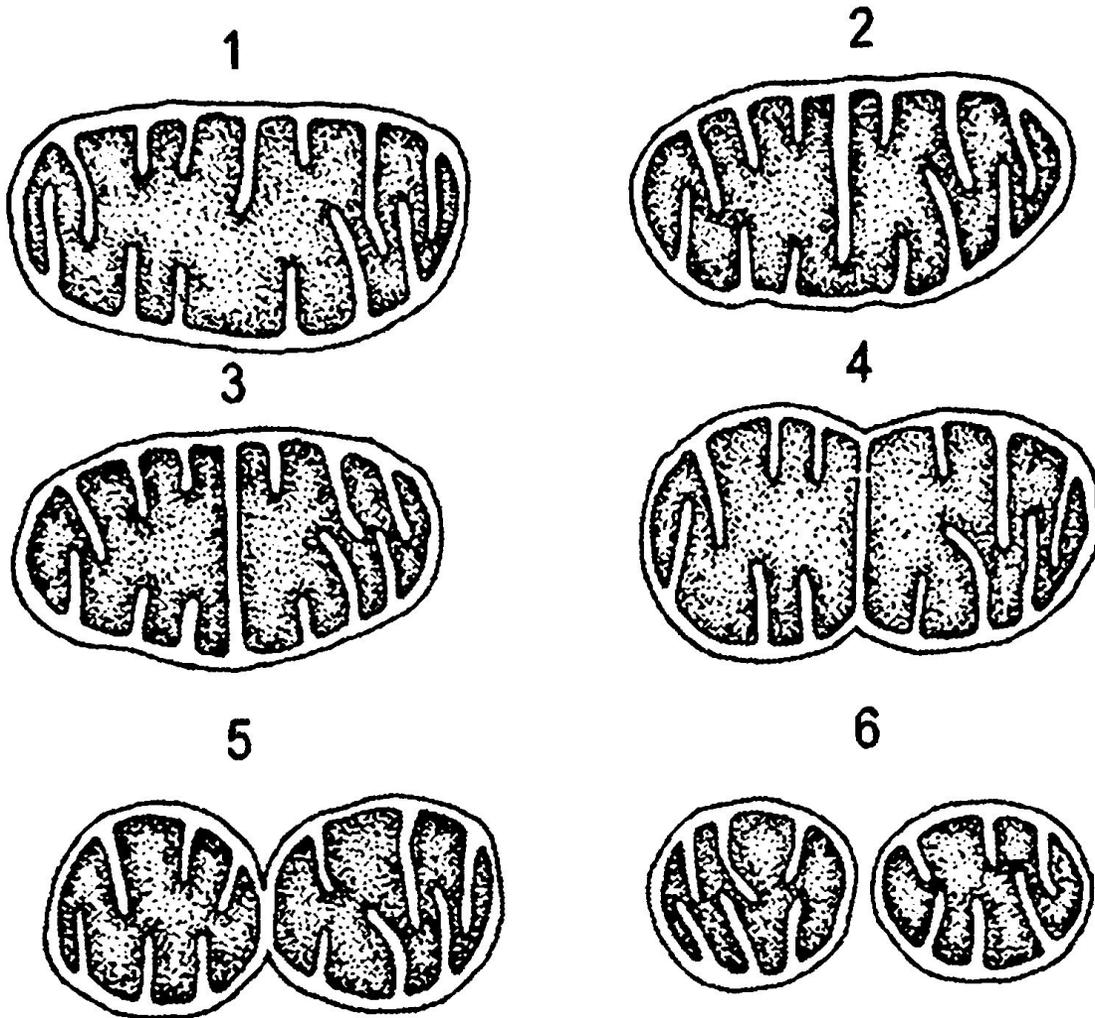


3.5. Le devenir des mitochondries

- La multiplication des mitochondries comprends 2 evenements:
 - La duplication de l'ADNmt (peut produire jusqu'à 50 à 100 copies)
 - La mitochondriodièrese
- Lorsque les dommages mitochondriaux sont trop importants, et souvent irréparables, la cellule met en place un processus pour éliminer ces mitochondries devenues défailantes.
- Les mitochondries défailants sont détruit **par autophagie**



3.5. Le devenir des mitochondries



Division d'une mitochondrie

Formation d'une crête qui partage la mitochondrie puis mitochondriogenèse par striction au niveau de la crête néoformée

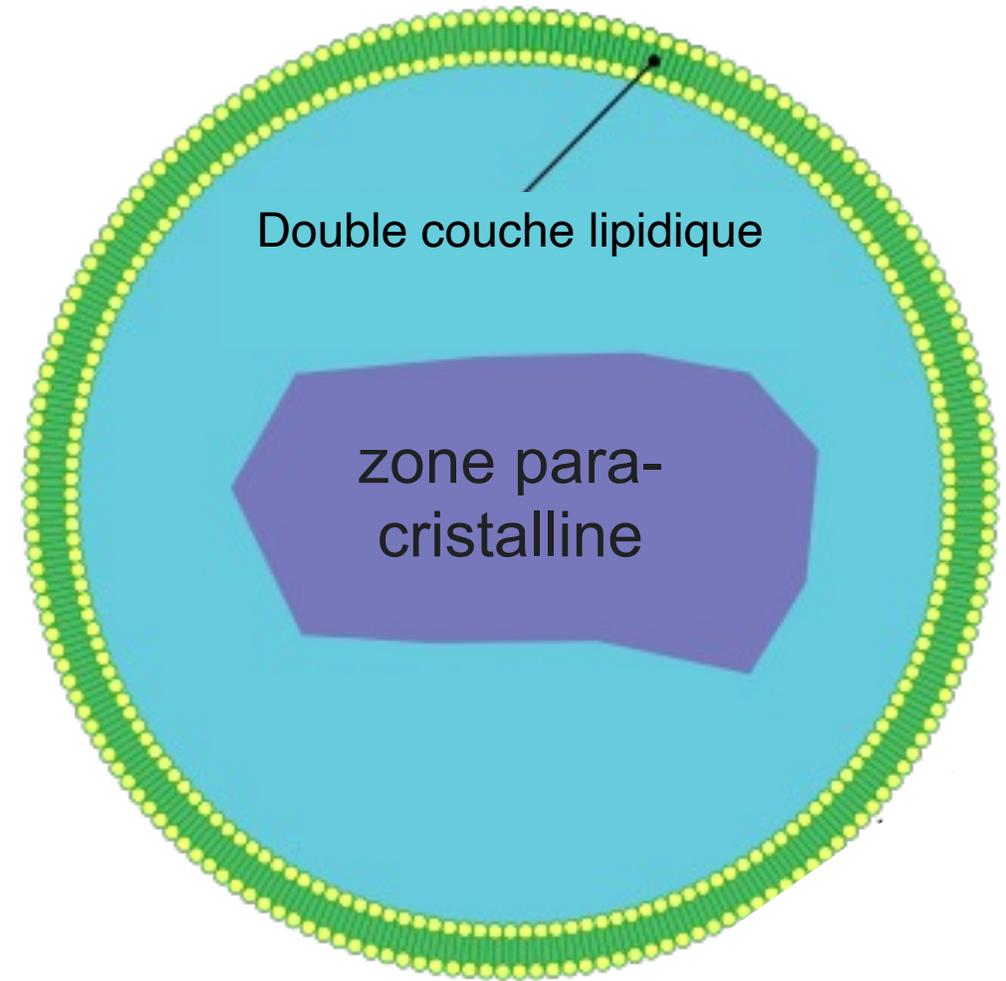


3.6. Les maladies mitochondriales

- Les mitochondries, dès le stade foetal ont rôle essentiel
- Tout dysfonctionnement mitochondrial peut donc avoir des effets délétères
 - => induction des maladies neurologiques
 - => aggravation des conséquences et de la morbidité d'autres anomalies (ex autisme ou schizophrénie)
- Au cours de la vie, l'accumulation de dommages mitochondriaux contribue au **vieillessement** et aux **maladies neurodégénératives**



4. LES PEROXYSONOMES



4.1. Définition

Le peroxysome est un **organite sphérique** délimité par une membrane lipidique, **présente par centaines** dans le cytoplasme de la grande majorité des **cellules eucaryotes** et qui a pour rôle de **détoxifier** la cellule en **dégradant certaines molécules** grâce à la β -oxydation.



4.2. Structure et distribution

- Organites sphériques de 0,1 à 1 μm
- Entourés d'une membrane simple, sous la forme **d'une bicouche lipidique.**
- Ils sont présents dans la majorité des cellules eucaryotes
- Très abondant dans les cellules du foie (hépatocytes) et des reins
- Ils proviennent soit du réticulum endoplasmique soit des mitochondries, soit par scission binaire des peroxysomes parentaux.
- Ils sont détruits par autophagie



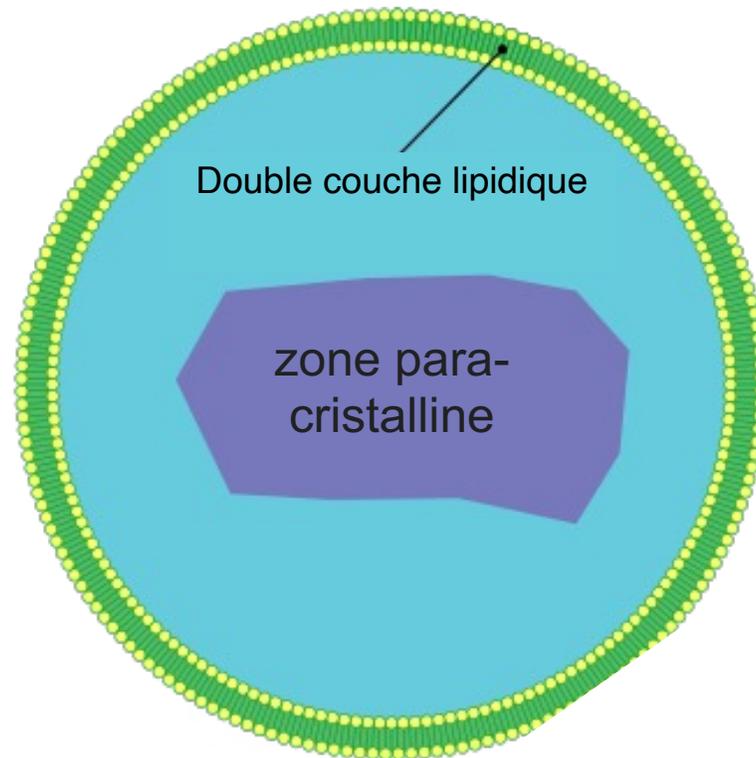
4.3. Composition

- La membrane contient des **protéines membranaires non glycosylées** appelées **peroxines** qui vont importer les enzymes nécessaires au fonctionnement du peroxysome
- La membrane contient des **protéines** qui vont également assurer le **transport des métabolites** (importation et exportation)= **Transporteurs ABC**
- Le peroxysome contient plusieurs enzymes: les oxydases et les catalases (pour les réactions de finalisation de la consommation d'O₂)



4.3. Composition

- Les peroxysomes possèdent un nucléoïde, qui est une région para-cristalline protéique (**urate-oxydase**), sauf chez les primates.

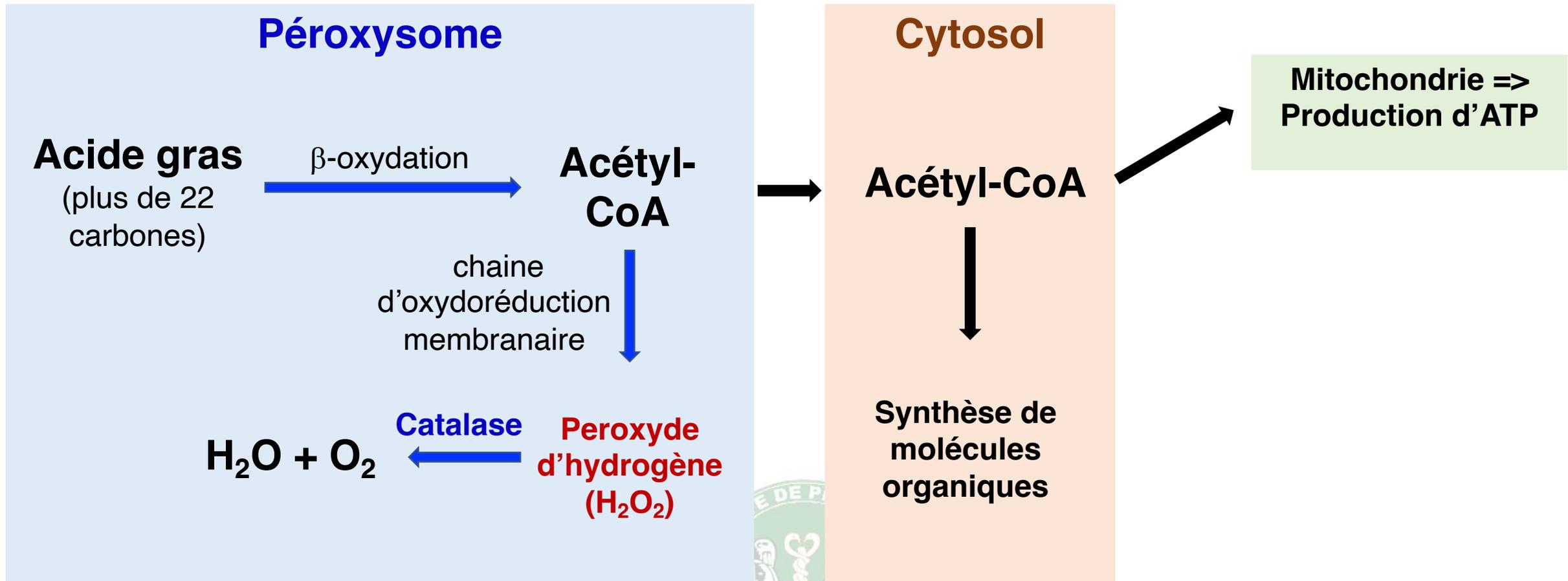


4.4. Fonction des peroxysomes

- On les appelle peroxysome car ils neutralisent le **peroxyde cellulaire**, très toxique, pour produire de l'eau
- Les peroxysomes sont des sites essentiels pour l'utilisation du dioxygène O₂ (**réactions d'oxydation**)
- La lumière du peroxysome contient plusieurs enzymes impliquées dans:
 - la **β -oxydation** (dégradation des acide gras à longues chaines),
 - la détoxification des molécules oxydantes (alcool,), etc.



4.4.1. Le peroxysome et l'oxydation des acides gras



4.4.2. Le peroxysomes et la détoxification des molécules oxydantes

- Le peroxysome intervient ainsi dans de nombreuses réactions de détoxification (grâce aux **oxydases**) dans la cellule et en particulier dans la détoxification des molécules oxydantes.
- Le peroxysome a donc **un rôle antioxydant fondamental**



4.4.3. Autres fonctions

Les peroxysomes exercent toutefois des fonctions précises dans les différents tissus:

- dans le foie, ils contiennent des enzymes qui produisent **la bile**, laquelle est transportée dans l'intestin pour y dégrader la nourriture.
- Dans le cerveau, les peroxysomes jouent un rôle essentiel dans la **production d'un lipide** protecteur particulier appelé **plasmalogène** (= 70% de la gaine de myéline qui recouvre les neurones)



4.5. Les maladies peroxysomales

- Il existe de nombreuses maladies rares caractérisées par l'impossibilité, pour les peroxysomes, de prendre naissance ou de remplir leur rôle;
- Les organismes accumulent donc de nombreux métabolites toxiques, comme le peroxyde et les acides gras:

ex. Syndrome de Zellweger (ou syndrome cérébro-hépatorenal), une maladie liée au dysfonctionnement des peroxysomes;

Adrénoleucodystrophie;



5. CONCLUSION

5. Conclusion

- Le cytosol est un milieu réactionnel et le carrefour intracellulaire
- La mitochondrie est un organite clos, limité par une double membrane, dont l'organisation morphologique et moléculaire est semblable chez tous les eucaryotes.
- La mitochondrie est responsable du stockage de l'énergie libérée par le catabolisme de glucides, des protéines et des lipides sous forme d'ATP
- La mitochondrie intervient dans plusieurs autres aspects de la cellule



5. Conclusion

- Les peroxysomes sont des organites clos, dépourvu de génome qui interviennent dans la dégradation du peroxyde d'hydrogène et neutralise de nombreuses substances nuisibles ou toxiques.



RÉFÉRENCES

1. Abrégés de Biologie Cellulaire de Marc Maillet, 9^{ème} ou 10^{ème} Edition; chez MASSON
2. Molecular Biology of the Cell, 6th Edition de Bruce Alberts
3. Pass Biologie cellulaire **EDISCIENCE**

