Les mitochondries

Publié le 22.05.17 | Par Laurent Chatre

Présentation de quelques caractéristiques des mitochondries : organisation, structure et rôles dans la cellule.

Les mitochondries sont des organites essentiels au fonctionnement des cellules et constituent mon domaine d'étude en tant que chercheur au CNRS à l'Institut Pasteur. Dans cet article, nous allons voir quelles sont les caractéristiques des mitochondries et les fonctions qu'elles remplissent dans les cellules.

1. La mitochondrie, une structure si importante dans les cellules

Chacune de nos cellules peut contenir jusqu'à plusieurs centaines de mitochondries. Celles-ci sont des organites de plusieurs centaines de nanomètres à quelques micromètres qui contiennent leur propre ADN (16 569 paires de bases chez l'espèce humaine et de 200 000 à 2 500 000 paires de bases chez les plantes). Chaque mitochondrie contient plusieurs dizaines de copies de cet ADN mitochondrial empaqueté avec des protéines dans un complexe appelé nucléoïde. Les protéines clés de cet empaquetage sont TFAM pour la protection de l'ADN, sa réplication et son expression (transcription) ; POLG, l'ADN polymérase pour sa réplication ; mtSSB et Twinkle pour son changement de structure.

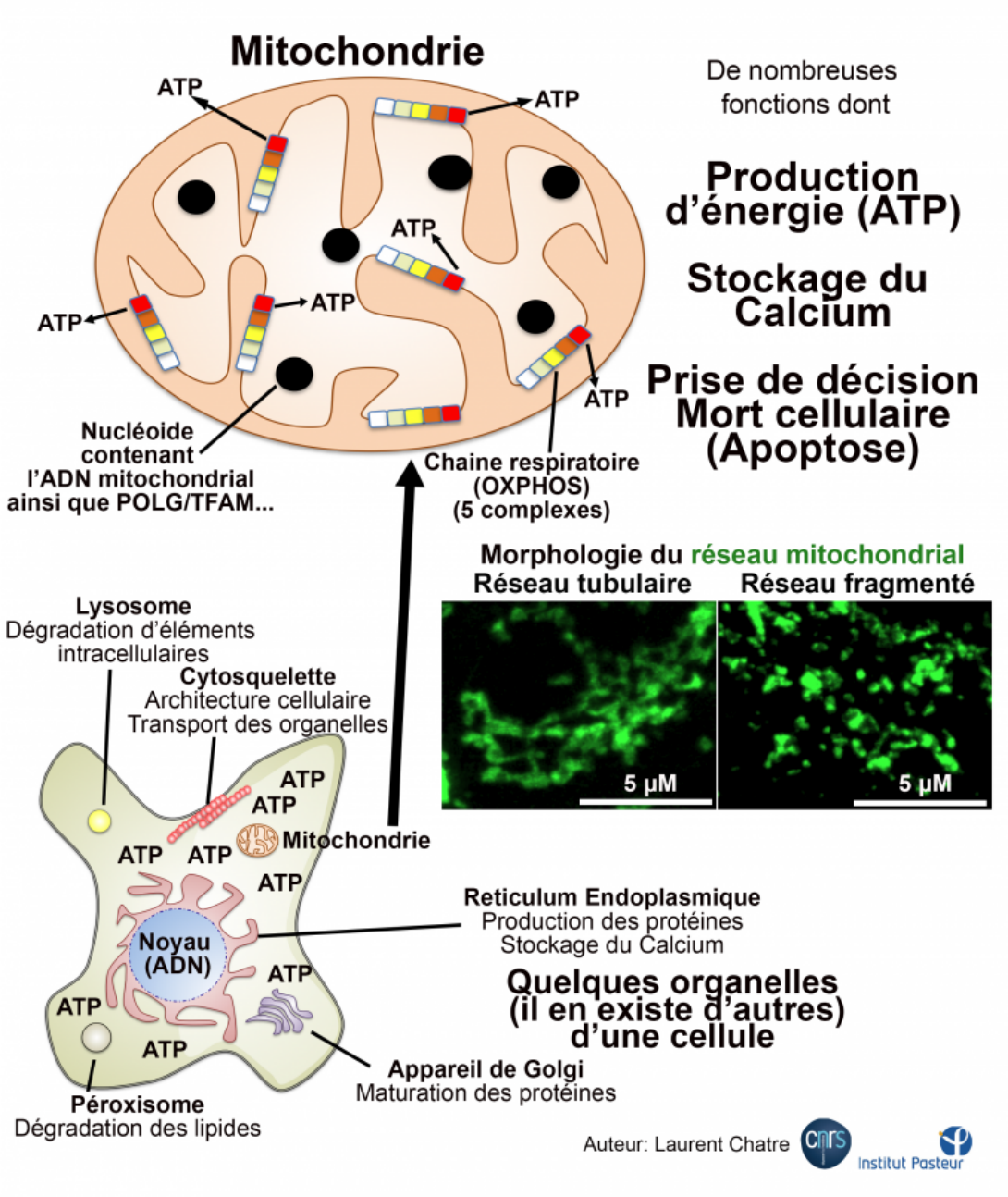


Figure 1 - Les mitochondries

Auteur(s)/Autrice(s) : Laurent Chatre – Licence : CC-BY-NC

Une mitochondrie possède plusieurs dizaines de nucléoïdes contenant chacun une ou plusieurs copies de l'ADN mitochondrial. Chaque copie peut être légèrement différente d'une autre en termes de séquences : si certaines de ces mutations sont silencieuses, d'autres ne le sont pas et l'on parle alors d'hétéroplasmie.

L'ADN mitochondrial produit 13 protéines toutes dédiées à la production d'énergie dans les mitochondries. Les autres protéines nécessaires au fonctionnement de ces organites, plus de 3 000, sont codées par l'ADN nucléaire. Une bonne partie de ces gènes nucléaires a d'ailleurs été transférée, au cours de l'évolution, du génome mitochondrial au génome nucléaire. En plus de ces gènes, l'ADN nucléaire contient d'autres fragments d'ADN d'origine mitochondriale : les NUMT (*New might* ou *Nuclear Mitochondrial DNA segment*). Ces séquences ont longtemps été considérées comme de l'ADN mitochondrial « poubelle » dans le génome nucléaire jusqu'à ce que nous apportions récemment un premier élément de fonction chez la levure *Saccharomyces cerevisiae*. Nous avons en effet démontré que les NUMT modifient l'activité de réplication de l'ADN nucléaire [1].

Concernant l'origine des mitochondries, la théorie la plus admise est celle de l'endosymbiose : les mitochondries seraient en fait d'anciennes bactéries (des alpha-protéobactéries) qui auraient infecté une cellule eucaryote entre – 2 et – 1,5 milliards d'années.

2. Les rôles des mitochondries

Les mitochondries présentent une dynamique et une mobilité spectaculaires : elles sont capables de s'organiser en un gigantesque réseau (le réseau mitochondrial tubulaire) ou en un ensemble de mitochondries individuelles. Cette organisation dépend de l'état de la cellule. Lorsque celle-ci a besoin de beaucoup d'énergie, pour préparer la mitose par exemple, les mitochondries fusionnent entre elles. À l'opposé, lorsqu'une cellule est proche de l'entrée en mitose ou lorsqu'elle subit un stress, les mitochondries se séparent, c'est la fragmentation mitochondriale. Ainsi la morphologie du réseau mitochondrial est un bon indicateur des activités des mitochondries.

Les mitochondries présentent en effet différents types d'activité. Elles sont notamment la principale source de production d'ATP. Cette molécule est produite en quantité particulièrement importante lors d'une activité physique ou lorsqu'on a froid. Dans ces conditions, un facteur de transcription appelé PGC1a active l'expression de nombreux gènes nucléaires qui vont provoquer une augmentation de la quantité de mitochondries (biogenèse mitochondriale) et de l'activité mitochondriale. Ceci permettra de produire de l'énergie qui sera transformée en chaleur. Cet effet explique l'intérêt de la cryothérapie pour les sportifs : elle permet de stimuler la production de mitochondries dans leurs muscles et permet également une meilleure régénération et réparation des muscles après un dur effort. Saviez-vous qu'une activité sportive régulière permet également d'activer régulièrement PGC1a, ce qui a pour effet d'entretenir vos mitochondries, votre métabolisme et votre santé ?

Les mitochondries ont également d'autres fonctions. Elles sont un lieu de stockage du calcium, de catabolisme des acides gras (tout comme les peroxysomes avec lesquels elles communiquent) pour la production d'énergie et elles sont impliquées dans l'apoptose, une forme de mort cellulaire programmée. Ce dernier processus est particulièrement important puisque chaque jour de 50 à 70 milliards de cellules humaines, soit près de 2 000 cellules par seconde, meurent naturellement. L'apoptose peut se produire lorsque les mitochondries sont endommagées. Dans ce cas elles peuvent entraîner la mort de la cellule directement par un ensemble de signaux protéiques mitochondriaux (AIF, cytochrome C, peroxydation de la cardiolipine, endonucléase G qui va détruire l'ADN nucléaire) et de signaux protéiques intracellulaires en lien avec les mitochondries (caspases) ou indirectement en arrêtant la production d'énergie.

3. Référence

Chatre, Ricchetti. 2011, PLoS One, 6(3):e17235

CRÉDITS

AUTEUR(S)/AUTRICE(S)

Laurent Chatre

Chargé de recherche à l'Institut Pasteur. Il travaille sur les mitochondries, le métabolisme et le stress.

MISE EN LIGNE

Pascal Combemorel

Agrégé de SVT, il est le responsable éditorial du site Planet-Vie depuis septembre 2016.

LICENCE DU TEXTE DE L'ARTICLE



Creative Commons - Attribution - Pas d'utilisation commerciale