

CHAPITRE I : Compartimentation fonctionnelle de la cellule (vue d'ensemble)

I. La théorie cellulaire

Constituant l'un des fondements de la biologie, la théorie cellulaire est admise de manière quasi universelle par les scientifiques. Selon sa formulation la plus courante, elle stipule que tous les êtres vivants sont composés d'unités structurales et fonctionnelles, les cellules, et que chacune d'elles s'est formée à partir d'une cellule préexistante.

On peut faire remonter l'histoire de cette théorie au XVIII^e siècle, lorsque, peu après l'invention du microscope, on observa pour la première fois la structure des tissus végétaux et qu'on utilisa pour la décrire le mot de « cellules ». Mais l'idée d'une unité structurale et physiologique commune à l'ensemble des organismes n'émergea que plus tard et très progressivement, au cours du XVIII^e siècle et au début du XIX^e, et elle n'accéda au rang d'une véritable théorie unificatrice de la biologie que dans les années 1830, grâce aux travaux des Allemands Matthias J. Schleiden (1804-1881) et Theodor Schwann (1810-1882). R. Virchow (1821-1902) complète cette théorie en 1855 par une seconde affirmation : « Toute cellule provient d'une cellule ».

Contenus scientifiques sur la théorie cellulaire

- La cellule est l'unité constitutive et fonctionnelle des organismes vivants ;
- L'organisme dépend de l'activité des cellules isolées ou groupées en tissus pour assurer ses différentes fonctions ;
- Les activités biochimiques des cellules sont coordonnées et déterminées par certaines structures présentes à l'intérieur de celles-ci ;
- La multiplication des cellules permet le maintien des organismes et leur multiplication.

Cette théorie est formulée en 1838 par Schleiden et Schwann : « la cellule est l'unité de vie ».

II. Définition de la cellule

La cellule (en latin cellula signifie petite chambre) est l'unité structurale, fonctionnelle et reproductrice constituant tout ou partie d'un être vivant. Elle est la plus petite quantité de matière vivante qui puisse exister. Une cellule c'est une petite unité limitée par une membrane, remplies d'une solution aqueuse concentrée de substances chimiques. Chaque cellule est une entité vivante qui, dans le cas d'organismes multicellulaires, fonctionne de manière autonome, mais

coordonnée avec les autres. Les cellules de même type sont réunies en tissus, eux-mêmes réunis en organes.

III. Compartimentation cellulaire

III.1. Définition

C'est une séparation dans les cellules dues à la perméabilité sélective des membranes qui cloisonnent chacun des organites distincts, par exemple, mitochondries, lysosomes, noyau...etc.

La compartimentation intracellulaire est un domaine quasi réservé aux cellules eucaryotes. Pour un procaryote comme les bactéries, on peut de fait observer un seul compartiment isolé par une membrane plasmique. Ce compartiment est constitué d'un cytoplasme dans lequel on retrouve l'ADN chromosomique et toutes les machineries de réplication, transcription traduction nécessaires au maintien et à l'expression du génome procaryotique. C'est également dans ce seul compartiment que l'ensemble des réactions métaboliques auront lieu. Chez les eucaryotes, l'organisation diffère selon la nature de la cellule (animale, végétale...). Ces différences n'empêchent pas l'émergence d'une organisation similaire basée sur la compartimentation. Celle-ci va permettre d'observer des structures extrêmement organisées et spécialisées.

Au sein du cytoplasme, les différents compartiments membranaires sont des structures dynamiques qui se forment et se défont en fonction de ce flux membranaire. C'est ce même flux de membranes qui va permettre également la formation d'une membrane plasmique fonctionnelle.

III.2. Compartimentation : mise en place de micro chambres aux propriétés spécifiques

La présence d'une membrane biologique entourant un espace, que ce soit le cytoplasme ou la lumière d'un organite, va permettre, en contrôlant les échanges des macromolécules, des ions (et de toute autre molécule) l'établissement de conditions favorisant certaines réactions par rapport à d'autres en variant les différents facteurs physico-chimiques (pH, concentration en ions...), la nature des enzymes et des produits, leur nombre...etc. Cet environnement permet ainsi la biosynthèse et la dégradation de molécules organiques et le maintien d'une structure hautement organisée par un recyclage constant des molécules qui le forment.

III.3. Flux organisé de matière et d'énergie

La cellule n'est pas une structure stable mais plutôt une entité dynamique nécessitant un apport constant de matière et d'énergie pour permettre son fonctionnement et le maintien de sa structure. Cette structure de base (une membrane organisant les échanges entourant un compartiment, lieu de réactions chimiques spécifiques) va permettre la mise en place et le maintien de flux de matière, d'énergie, d'information traversant la cellule donc une réelle organisation des échanges cellule-extérieur existe, qui va permettre à la cellule de maintenir sa structure hautement organisée.

III.4. Cellule vectrice de gène

La cellule peut être considérée non seulement comme l'unité structurale du vivant mais aussi comme un vecteur de gènes assurant leur transmission au fil des générations.

III.5. Interdépendance cellulaire de la cellule à l'organisme

La cellule, en constant échange avec l'extérieur dépend entièrement de lui et surtout des autres cellules avoisinantes, à plusieurs niveaux :

III.5.1. Êtres unicellulaires

L'être vivant ne comporte qu'une cellule qui doit assurer toutes les fonctions vitales (se nourrir, intégrer et réagir aux variations du milieu, proliférer...). Elle est donc en quelque sorte autonome mais dépend tout de même des autres cellules. Il peut donc exister une interdépendance cellulaire, même pour les êtres unicellulaires.

III.5.2. Organisme pluricellulaire : une communauté des cellules interdépendantes

Ses cellules sont totalement dépendantes du bon fonctionnement des autres cellules ou chacune d'entre elles exprime un programme génétique particulier qui la maintient dans une voie de différenciation. On a donc une forte interdépendance au sein même de l'organisme qui se superpose à la dépendance aux autres êtres vivants.

III.5.3. Evolution biologique des Procaryotes aux Eucaryotes : l'endosymbiose

La théorie endosymbiotique (théorie démontrée en ce qui concerne les mitochondries et les chloroplastes) énonce que les cellules eucaryotes se sont formées à partir d'une cellule procaryote ayant phagocyté puis domestiqué des bactéries qui seraient à l'origine des mitochondries. L'invagination de cyanobactéries aurait donné naissance aux chloroplastes.

La cellule eucaryote dérive donc de l'association symbiotique de bactéries qui sont devenues totalement interdépendantes au point de former une seule et même unité structurale et fonctionnelle.

The Endosymbiotic Theory

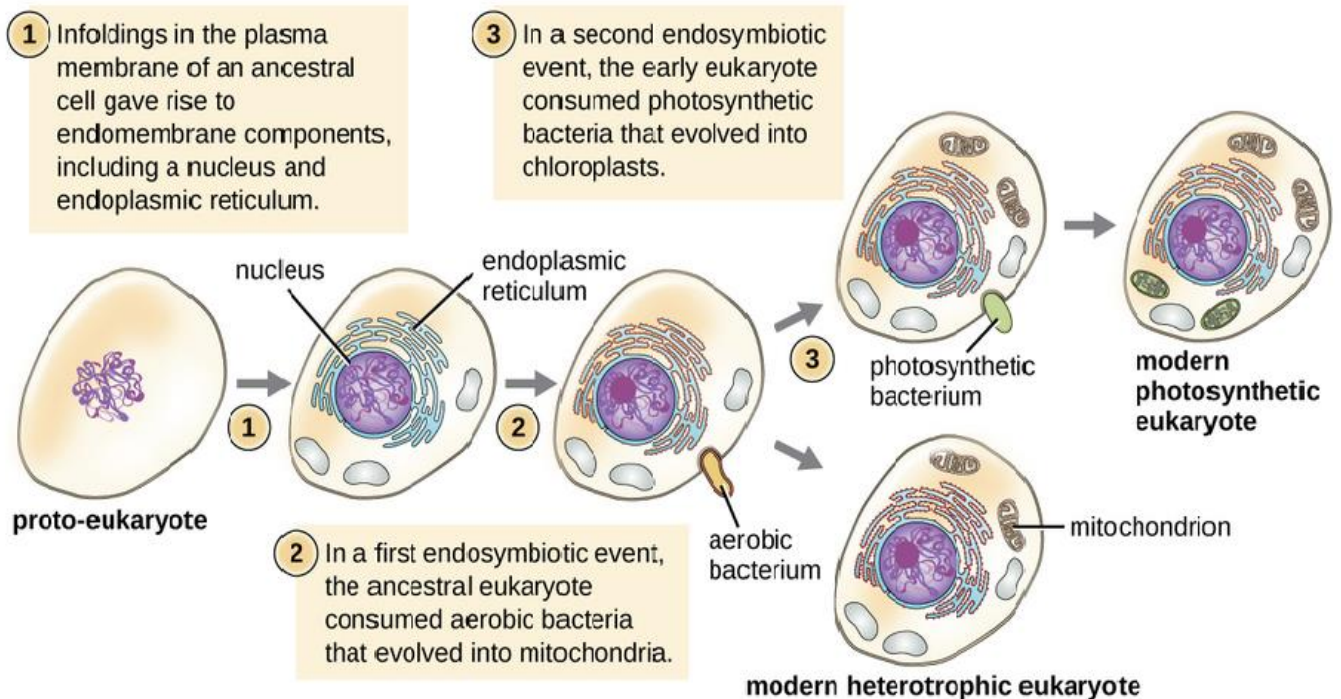


Figure I. 1. La théorie endosymbiotique, les mitochondries et les chloroplastes sont chacun dérivés de l'absorption de bactéries. Ces bactéries ont établi une relation symbiotique avec leur cellule hôte qui a finalement conduit les bactéries à évoluer vers des mitochondries et des chloroplastes [1].

IV. Principales structures cellulaire

Il existe deux types fondamentaux de cellules selon qu'elles possèdent ou non un noyau :

IV.1. Les procaryotes dont l'ADN est libre dans le cytoplasme. Ils comprennent les eubactéries et les archéobactéries ;

IV.2. Les eucaryotes qui ont une organisation complexe, de nombreux organites et dont le noyau est entouré d'une membrane nucléaire.

IV.3. Caractéristiques des cellules eucaryotes et procaryotes

IV.3.1. Caractéristiques des cellules procaryotes

- Les cellules procaryotes ne possèdent pas de noyau ;

- Possèdent un ADN circulaire ou linéaire ;
- La transcription et la traduction de l'ADN se fait directement dans le cytoplasme ;
- Les procaryotes n'ont pas des cloisonnement cytoplasmique ;
- Leurs membrane ne possèdent pas des stérols ; les procaryotes ne possèdent ni organites ni cytosquelette.

IV.3.1. Caractéristiques des cellules eucaryotes

- La cellule eucaryote possède de noyau ;
- Le noyau est délimité par une double membrane (enveloppe nucléaire)
- La réplication et la transcription de l'ADN se réalise au noyau
- La traduction se fait dans le cytoplasme ;
- Les eucaryotes possèdent des organites de de cytosquelette ;
- La membrane plasmique d'une double paroi pour les végétaux ;
- La membranes plasmiques ne sont pas doublées pour les animaux.

Les principales différences entre les cellules procaryotes et eucaryotes sont illustrées dans les figures I.2 et I.3 ci-dessous.

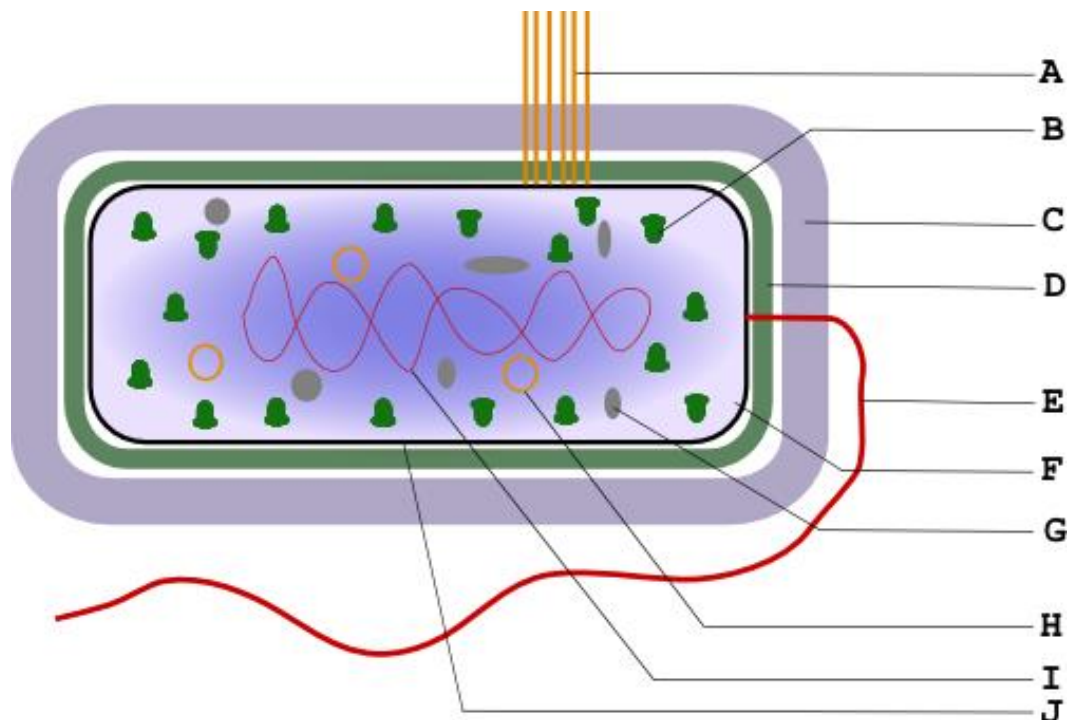


Figure I.2. Schéma d'une cellule procaryote typique : (une bactérie). [A] Pili, [B] Ribosome, [C] Capsule, [D] Paroi, [E] Flagelles, [F] Cytoplasme, [G] Vacuoles, [H] Plasmide, [I] ADN bactérien, [J] Membrane plasmique [2].

Cellule animale

Cellule végétale

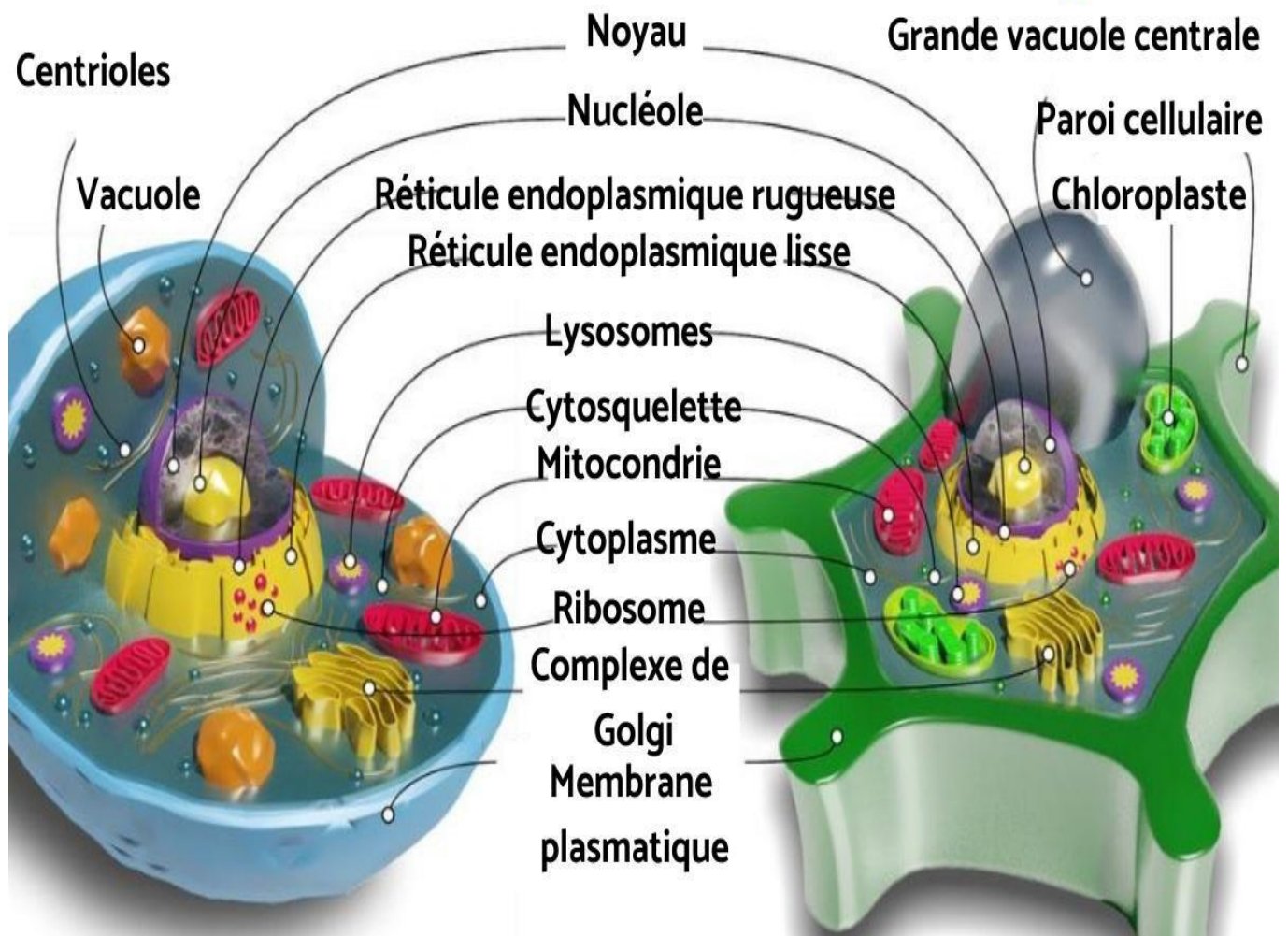


Figure I.3. Différence entre cellule animale et végétale [3]