

CHAPITRE.I COMPARTIMENTATION FONCTIONNELLE DE LA CELLULE

Introduction

La physiologie cellulaire est la branche de la science qui étudie la fonction de la cellule qui est l'unité structurale de base de tous les organismes vivants (végétaux et animaux). Elle explique le mode de fonctionnement intracellulaire qui assure le développement biologique de chaque cellule au sein d'un organisme vivant. Alors que l'anatomie étudie des structures figées, la physiologie cellulaire s'intéresse à des images animées, c'est-à-dire au déroulement des processus cellulaires au niveau du corps. En effet, La cellule n'est pas un système clos sans relations avec le milieu environnant : bien au contraire elle puise ou rejette dans le milieu extracellulaire des ions et des molécules, contracte des relations avec ses voisines et même peut recevoir et amplifier des signaux chimiques qui modulent son fonctionnement.

I. Historique du concept cellulaire

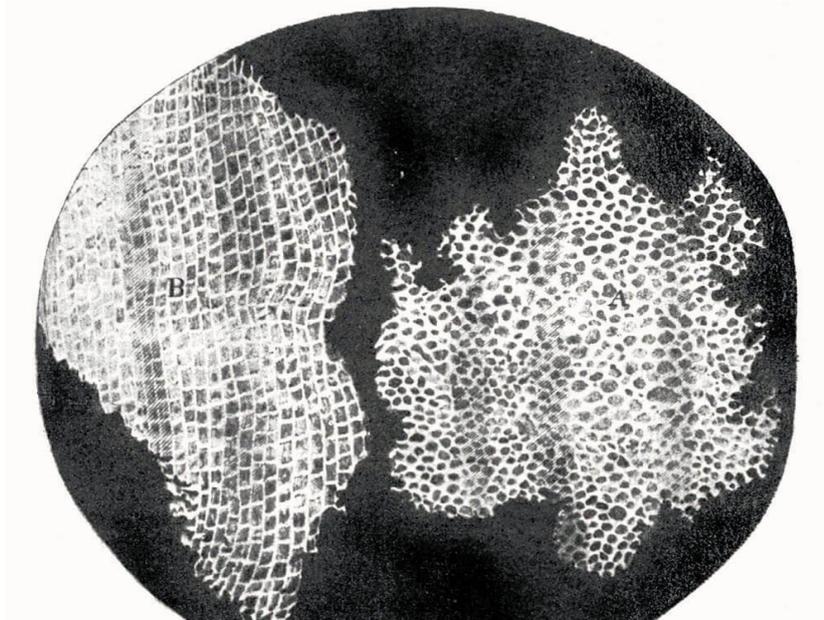


Figure I.1. La première cellule découverte par Hooke en 1665 [1].

- 1665 : Robert Hooke découvre des cellules mortes dans du liège, puis, en utilisant les premiers microscopes, il les observe dans des plantes vivantes.
- 1839 : Theodor Schwann découvre que les plantes et les animaux sont tous constitués de cellules, concluant ainsi que la cellule est l'unité commune de structure et de développement, ce qui fonda la théorie cellulaire (Il donna son nom aux *cellules de Schwann*).
- La croyance selon laquelle des formes de vie peuvent apparaître spontanément (*génération spontanée*) est réfutée par Louis Pasteur (1822-1895).
- 1855 : Rudolf Virchow affirma que les cellules naissent du résultat de la division cellulaire.

II. Théorie cellulaire

1. La cellule est l'unité constitutive et fonctionnelle des organismes vivants ;
2. L'organisme dépend de l'activité des cellules isolées ou groupées en tissus pour assurer ses différentes fonctions ;
3. Les activités biochimiques des cellules sont coordonnées et déterminées par certaines structures présentes à l'intérieur de celles-ci ;
4. 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. Cette théorie évoque également la présence d'organites à l'intérieur même de celles-ci.

Définition de la cellule

La cellule (en *Latin cellula* signifie petite chambre) est un compartiment cloisonné par une membrane renfermant un liquide visqueux appelé cytoplasme, composé de l'eau, de molécules dissoutes et de plusieurs organites (chez les eucaryotes). La cellule est la plus petite unité capable de manifester les propriétés d'un être vivant : se nourrir, croître et se développer. Elle est capable de fonctionner de manière autonome.

III. Compartimentation cellulaire

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

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, 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...etc.

Cette compartimentation se trouve particulièrement poussée dans le cas des eucaryotes chez lesquels elle permet la spécialisation fonctionnelle des différents organites.

IV. Evolution biologique des Procaryotes aux Eucaryotes : l'endosymbiose

La théorie endosymbiotique (théorie démontrée en ce qui concerne les mitochondries et les chloroplastes) énonce que la cellule eucaryote dérive de l'association symbiotique de bactéries qui sont devenues totalement interdépendantes au point de former une seule et même unité structurale et fonctionnelle.

Cette théorie s'appuie entre autre sur les éléments suivants :

- La taille des mitochondries et des chloroplastes est semblable à celle des bactéries ;
- Chacun de ces organites possède un matériel génétique (ADN) qui lui est propre ;
- Chacun de ces organites possède le matériel nécessaire pour la synthèse protéique (ARNt, ribosomes, polymérase) ;
- Chacun de ces organites peut se diviser par étranglement médian (après avoir dupliqué le matériel génétique).

La théorie endosymbiotique de l'origine de la cellule Eucaryote postule que :

- La mitochondrie dérive d'une bactérie respirante.
- Le chloroplaste dérive des cyanobactéries.

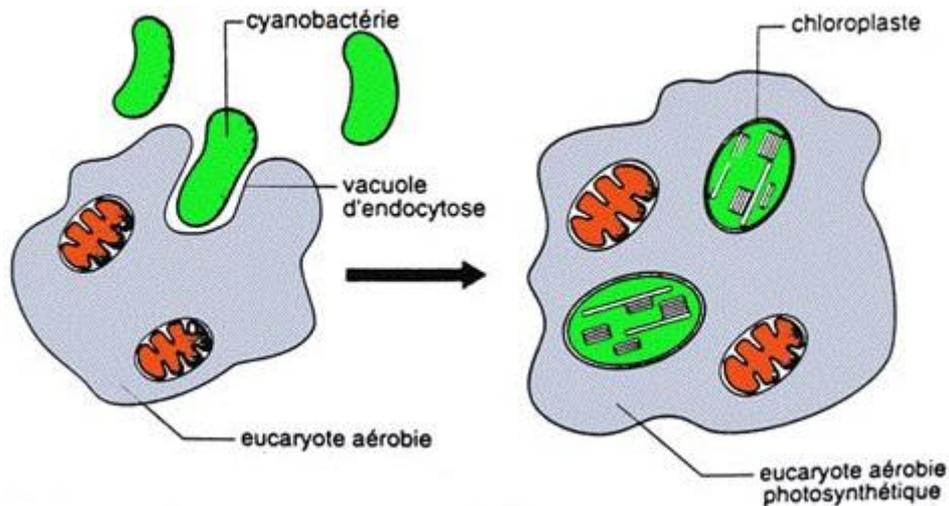


Figure I.2. Origine des Eucaryotes selon la théorie d'une symbiose entre Procaryotes aérobie et anaérobies [2].

V. Les variétés cellulaires

V.1. Les cellules eucaryotes : (du grec *eu*, propre) sont généralement de plus grande taille, avec un noyau et bordés d'une membrane.

- Unicellulaires (les protistes) et Pluricellulaires (les algues, les champignons, les végétaux et les animaux).

V.2. Les cellules procaryotes : (du grec *pro*, avant et *karyon*, noyau) sont des êtres unicellulaires, dépourvus de noyau et bordés d'une membrane.

- Eubactérie : bactéries « vraies » ;
- *Archéobactérie* : vivent dans des milieux extrêmes (température élevée, milieu acide, milieu salé, température très basse...).

Les principales différences entre les cellules procaryotes et eucaryotes sont illustrées dans le tableau I.1 et la figure I.3 ci-dessous.

Tableau I. 1. Comparaison entre la cellule Eucaryote et Procaryote

	Procaryotes	Eucaryotes
représentants	bactéries, archées	protistes, champignons, plantes, animaux
Taille typique	~ 1-10 μm	~ 10-100 μm
Type de noyau	nucléoïde; pas de véritable noyau	vrai noyau avec une enveloppe
ADN	circulaire (chromosome), avec des protéines HU pour eubactéries	molécules linéaires (chromosomes) avec des protéines <i>histone</i>
ARN/synthèse des protéines	couplé au cytoplasme	synthèse d'ARN dans le noyau synthèse de protéines dans le cytoplasme
Ribosomes	23S+16S+5S	28S+18S+5,8S+5S
Structure cytoplasmique	très peu de structures	très structuré par des membranes intracellulaires et un cytosquelette
Mouvement de la cellule	flagelle fait de flagelline	flagelle et cils fait de tubuline
Métabolisme	anaérobie ou aérobie	habituellement aérobie
Mitochondries	aucune	de une à plusieurs milliers
Chloroplastes	aucun	dans les algues et les plantes chlorophylliennes
Organisation	habituellement des cellules isolées	cellules isolées, colonies, organismes complexes avec des cellules spécialisées
Division de la cellule	division simple	Mitose (multiplication conforme de la cellule) Méiose (formation de gamètes)

VI. Description et fonction des constituants de la cellule

L'observation microscopique des cellules a mis en évidence de nombreuses molécules internes appelées organites intracellulaires (voir figure I.3). Chacun de ces organites apporte sa propre contribution à la vie cellulaire. Nous pouvons ainsi citer :

- **La membrane plasmique (MP)**

Forme un réseau qui permet de délimiter différents compartiments dans la cellule. La MP malgré leur diversité possède une structure identique :

- Une bicouche phospholipidique composée de lipides amphiphiles, qui constitue un filtre de base permettant le passage des petites substances hydrophobes, freinant celui des hydrophiles.
- Des protéines transmembranaires et périphériques aux rôles divers (transferts, transport, transduction de signaux...).
-

- **Le cytoplasme**

Le cytoplasme est défini comme le matériel biologique contenu entre la membrane plasmique et l'enveloppe nucléaire. Il s'agit d'une phase liquide plus exactement d'une émulsion colloïdale qui comporte de nombreux organites et structures en suspension dans une phase liquide appelée cytosol.

- **Le noyau**

Le noyau apparaît souvent de forme sphérique et de taille variable, il est visible quand la cellule ne se divise pas (interphase). Le noyau est limité par l'enveloppe nucléaire constituée de deux membranes externe et interne. Il est le centre vital de la cellule et il contrôle grâce à l'ADN toutes les activités de la cellule.

- **Nucléole**

C'est une structure plus ou moins sphérique située dans le noyau, non délimitée par une membrane contenant les acides nucléiques (ARN) et des protéines et qui est le lieu de la synthèse de l'ARN ribosomale.

- **Cytosquelette**

Le cytosquelette est une structure filamenteuse de soutien de la cellule qui traverse tout le cytoplasme formant un véritable squelette intracellulaire. Il assure les fonctions suivantes :

- Responsable de la forme des cellules, des expansions de leur membrane plasmique (cils, flagelles, microvillosités) ;
- Responsable de la position du noyau et des organites dans la cellule ;
- Responsable des mouvements de la cellule (endocytose) et des organites (vésicules).
-

- **Réticulum endoplasmique (RE)**

Le RE est un ensemble de membranes délimitant des cavités sous forme de citernes ou de tubules. Il peut être dépourvu de ribosomes, c'est le cas du réticulum endoplasmique lisse (REL) ou porteur de ribosomes, c'est le réticulum endoplasmique granulaire (REG) qui est en relation avec l'enveloppe nucléaire.

- **Ribosomes**

Les ribosomes sont de petites particules compactes présentes dans toutes les cellules, en très grand nombre. Ce sont des complexes ribonucléoprotéiques majeurs de la cellule aussi bien procaryote qu'eucaryote. Ils catalysent l'assemblage des acides aminés au cours de la synthèse protéique.

- **Appareil de Golgi**

L'appareil de Golgi est constitué d'un empilement de saccules. Cet empilement est appelé dictyosome, unique dans les cellules animales, mais multiples dans les cellules végétales. La fonction principale de l'appareil de Golgi est de servir de lieu de transit et de réservoir pour les protéines et lipides fabriqués dans le réticulum endoplasmique.

- **Mitochondries**

La mitochondrie est un organite cellulaire à enveloppe formée de deux membranes. La membrane interne forme des plis (crêtes). L'intérieur de la mitochondrie est constitué d'une substance (matrice) contenant du DNA, du RNA, des protéines. La mitochondrie est le site des réactions d'oxydation de la respiration. Il en résulte une production d'énergie stockée sous forme d'ATP dans les cellules.

- **Lysosomes**

Organites intracellulaires qui renferment des enzymes hydrolytiques, ils sont responsables de la dégradation de l'ensemble des molécules biologiques (ADN, protéines, oses, lipides...etc.).

- **Les peroxysomes**

Les peroxysomes sont de petits organites limités par une membrane qui se trouvent à l'intérieur de chaque cellule. On les appelle ainsi, car ils neutralisent le peroxyde cellulaire, très toxique, pour produire de l'eau.

- **Centrioles**

Le centriole est une structure cylindrique creuse, composée de neuf triplets de microtubules, entourés de nombreuses autres protéines. Il forme les pôles qui permettent la division cellulaire ; en général absents chez les plantes.

- **Vacuoles**

Cavités contenant des substances de réserve (glycogène, lipides) ou des déchets à éliminer.

- **Chloroplastes**

Les chloroplastes sont des organites présents dans le cytoplasme des cellules eucaryotes photosynthétique (plantes, algues). Les chloroplastes sont caractérisés par leurs pigments (chlorophylles) qui assurent l'absorption de l'énergie solaire qu'ils transforment en énergie chimique au cours de la photosynthèse.

- **Paroi cellulosique**

La paroi pecto-cellulosique est une matrice extracellulaire qui protège chaque cellule végétale. Elle est essentiellement composée de polysaccharides ; cellulose et pectine d'où l'appellation « paroi pecto-cellulosique ».

