

Chapitre 1**INTRODUCTION A LA BIOLOGIE CELLULAIRE****Objectifs principaux**

- Quelques définitions utiles
- Caractères généraux des cellules
- Cellules procaryotes et eucaryotes
- virus

1. Définitions

1.1. Biologie cellulaire : c'est la science des lois qui régissent les phénomènes communs aux diverses unités élémentaires d'organisation de la matière à l'état vivant (A. Thomas). Nous savons aujourd'hui que ces unités élémentaires sont les **cellules**.

Les progrès de la biologie cellulaire au fil des années ont permis de montrer que des lésions cellulaires, ou encore des anomalies des phénomènes de reconnaissance et de communication entre les cellules, jouent un rôle déterminant dans les mécanismes physiopathologiques de très nombreuses maladies.

1.2. Cellule : c'est l'unité fondamentale du monde vivant, elle représente la forme de vie la plus simple capable de croître de façon autonome. Elle utilise les éléments de son environnement pour synthétiser l'ensemble ou presque des constituants nécessaires à sa division. Pour cela, la présence simultanée de deux systèmes moléculaires est indispensable :

- Le système de transfert de l'information
- Le système de production de l'énergie.

Grace à ces deux systèmes, la cellule :

- se nourrit.
- respire.
- se reproduit.
- meurt.

Remarque : les virus peuvent être dépourvus en partie ou en totalité de ces deux systèmes mais se reproduisent grâce à des cellules hôtes qui fournissent les conditions manquantes.

2. Composition chimique globale des cellules

La composition chimique des cellules est caractérisée par la notion de sélectivité. Les mêmes éléments composent la matière inerte et la matière vivante, mais cette dernière accumule sélectivement un petit nombre d'entre eux. Quatre éléments constituent la structure de base des macromolécules de la matière vivante et y sont très largement représentés (99% du poids total) : le carbone l'hydrogène, l'oxygène et l'azote (Tableau 1).

Tableau 1. Comparaison de la composition élémentaire des tissus mous d'un organisme vivant et de la croûte terrestre (en % du poids total)

	H	C	O	N	Ca/Mg	Na/K	P	Si	Autres
Etres vivants	49	25	25	0.6	0.6	0.03	0.03	0.03	0.05
Croûte terrestre	0.6	0.6	47	0.6	0.6	0.5	0.03	28	13.5

L'analyse des cellules du point de vue de leur composition moléculaire a permis de faire l'ensemble de remarques suivantes :

- L'eau représente la plus grande partie de la matière vivante : environ 75% ;
- Les sels minéraux sont très peu abondants mais leurs rôles sont capitaux ;
- Les molécules : regroupées selon leur masse moléculaire (MM) en 3 familles :
 1. Les molécules minérales (eau et sels minéraux) de faible MM
 2. Les petites molécules organiques dont la MM varie de 100 à 750 Dalton
 3. Les macromolécules dont la MM varie de 10^4 à 10^{11} Dalton

Les molécules organiques et les macromolécules spécifiques des êtres vivants sont appelées

BIOMOLECULES

3. Les cellules procaryotes et les cellules eucaryotes

Sous le terme de « **cellule** », les biologistes regroupent deux types de cellules :

- Les cellules **procaryotes** qui furent les premières à apparaître sur terre, il y a environ 3,5 milliards d'années. Limitée par la membrane plasmique, la cellule procaryote ne possède pas de noyau. Un seul chromosome représente le matériel génétique ; aucune enveloppe ne le sépare du cytoplasme.

• Les cellules **eucaryotes**, qui apparurent 2 milliards d'années plus tard. Elles contiennent chacune un noyau limité par une enveloppe, renfermant le matériel génétique. La cellule peut constituer à elle seule un être vivant souvent capable de se mouvoir : c'est le cas des protozoaires (amibes et paramécies).

❖ **Les virus échappent à cette classification : lorsqu'ils sont isolés, ils ne manifestent aucune activité vitale. Leur matériel génétique (ADN ou ARN), est incorporé dans les cellules eucaryotes ou procaryotes où il est répliqué et dirige la synthèse des protéines virales.**

3.1. Caractères distinctifs des cellules procaryotes et eucaryotes

<i>Comparaison</i>	<i>Procaryote</i>	<i>Eucaryote</i>
<i>Taille</i>	1 à 10 μm	10 à 100 μm
<i>Organismes</i>	Eubactéries Archéobactéries	Champignons Plantes Animaux
<i>Forme d'organisation</i>	Unicellulaire	Uni ou pluricellulaire
<i>Organites, compartimentation cellulaire</i>	Absent	Présent, complexe, spécialisé
<i>ADN</i>	Petit, circulaire, sans introns	Grand, dans le noyau cellulaire, nombreux introns
<i>ARN : synthèse et maturation</i>	Simple : dans le cytoplasme	Complexe : dans le noyau cellulaire
<i>Protéines : synthèse et maturation</i>	Simple : couplée à la synthèse de l'ARN	Complexe : dans le cytoplasme et le réticulum endoplasmique rugueux
<i>Métabolisme</i>	Anaérobie ou aérobie Grande capacité d'adaptation	Surtout aérobie
<i>Endo/exocytose</i>	Non	oui

3.2. Les cellules procaryotes (figure 1)

Elles possèdent une structure beaucoup plus simple que les cellules eucaryotes : elles ne sont pas compartimentées.

Etymologiquement, procaryote (ou protocaryote) signifie « à noyau primitif ». L'ADN, qui a la forme d'une boucle fermée, n'est jamais séparé du cytoplasme par une enveloppe. Il possède entre 1000 et 4000 gènes.

On distingue 2 groupes principaux : les **archéobactéries** et les **eubactéries**.

A. Les archéobactéries : elles sont considérées comme le groupe vivant le plus proche des premières cellules qui ont évolué sur terre. L'étude des archéobactéries ouvre des perspectives très importantes dans le domaine industriel et des biotechnologies.

B. Les eubactéries : bactéries modernes retrouvées dans le sol, l'eau et les organismes vivants.

Les bactéries peuvent posséder :

- ✓ Une capsule de nature polysaccharidique, amorphe et d'épaisseur variable ;
- ✓ Des inclusions (glycogène, lipides, soufre, etc.), qui sont des réserves de substances ;
- ✓ Des mésosomes (chez les bactéries aérobies) : ce sont des invaginations de la membrane plasmique qui pénètrent parfois profondément dans le cytoplasme et auxquelles s'attache l'ADN circulaire ;
- ✓ Des pili, expansions courtes, rigides et adhésives de la membrane plasmique ;
- ✓ Un ou plusieurs flagelles, expansions motrices du cytoplasme.

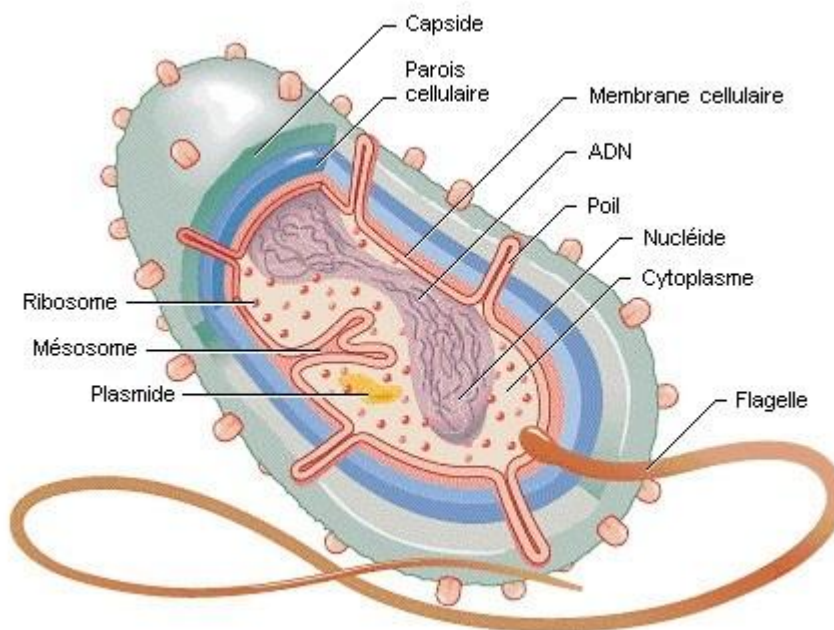


Figure 1. Organisation générale d'une cellule procaryote

3.3. Les cellules eucaryotes (figure 2)

La formation d'un organisme pluricellulaire résulte d'une organisation sociale où les cellules sont reliées entre elles. Les eucaryotes ont développé un certain nombre de mécanismes pour accomplir cette fonction. La différenciation des cellules s'accompagne d'une grande diversité de forme et de taille en relation avec la fonction assurée par la cellule (ex : neurones ; hématies ; ...). Cependant, il existe des cellules individuelles qui constituent un organisme complet autosuffisant (ex : les protozoaires : amibe, paramécie, ...).

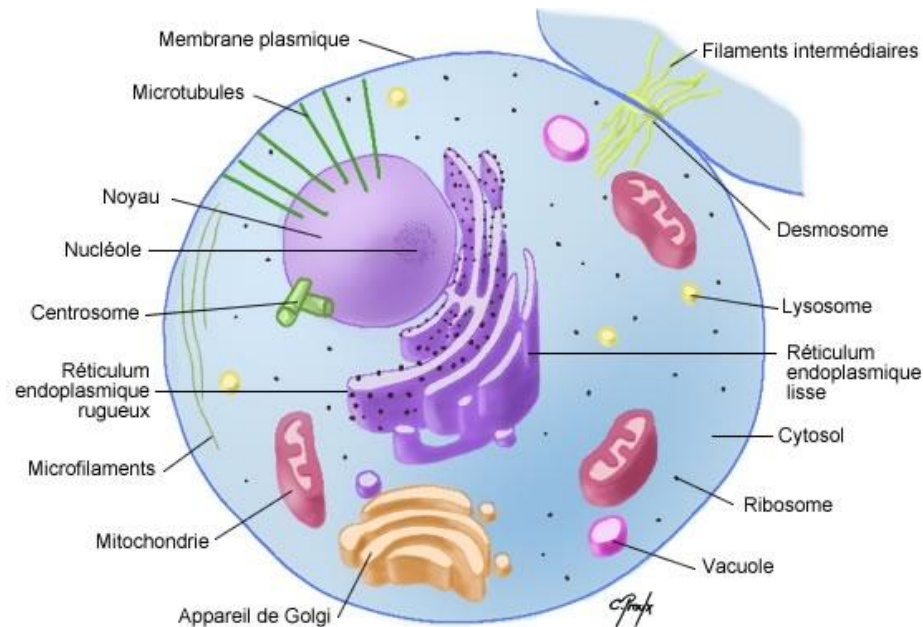


Figure 2 : Organisation générale d'une cellule eucaryote animale

4. Propriétés fondamentales des cellules

- 1. Les cellules sont éminemment complexes et organisées :** chaque type de cellule apparaît cohérent au microscope ; ses organites ont une forme et une localisation particulière, selon les individus ou les espèces. De même, chaque type d'organite possède une composition cohérente en macromolécules, qui sont disposées suivant un modèle prévisible.
- 2. Les cellules possèdent un programme génétique et les moyens permettant son utilisation :** les organismes sont construits selon une information codée par un ensemble de gènes portés sur des chromosomes.
- 3. Les cellules sont capables de se propager par elles-mêmes :** elles se reproduisent par division, processus par lequel le contenu d'une cellule mère est distribué entre 2 cellules filles. Avant la division, le matériel génétique est fidèlement dupliqué et chaque cellule fille reçoit une part complète et égale de l'information génétique. Le plus souvent, les 2 cellules filles résultant de la division ont à peu près le même volume. Dans certains cas cependant, par exemple lors de la division d'un ovocyte humain, une des cellules peut conserver presque tout le cytoplasme, alors que l'autre ne reçoit que la moitié du matériel génétique.
- 4. Les cellules acquièrent et utilisent l'énergie :** l'énergie lumineuse provenant du soleil est convertie, par photosynthèse, en énergie chimique emmagasinée dans des glucides, comme le saccharose ou l'amidon. Dans les cellules, le glucose est dégradé et l'énergie est stockée sous forme d'ATP.

5. Les cellules effectuent une grande variété de réactions chimiques grâce à leur système enzymatique développé : les **enzymes** augmentent la vitesse des réactions chimiques. L'ensemble des réactions chimiques qui se déroulent dans la cellule constitue le **métabolisme** de cette cellule.

6. Les cellules mettent en œuvre de nombreuses activités mécaniques : les cellules sont le siège d'une intense activité. Des matériaux sont transportés d'un endroit à un autre, des structures sont rapidement assemblées, puis rapidement détruites et, très souvent, la cellule entière se déplace elle-même d'un endroit à un autre. Ces types d'activités sont liés à des modifications survenant dans la cellule liées souvent à des modifications de forme de certaines protéines.

7. Les cellules sont capables de répondre à des stimuli : la plupart des cellules sont couvertes de **récepteurs** qui réagissent aux substances de l'environnement selon des voies très spécifiques. Les cellules possèdent des récepteurs pour les hormones, les facteurs de croissance, les matériaux extracellulaires,...

8. Les cellules sont capables d'une autorégulation : de nombreux mécanismes de contrôle différents opèrent dans toute cellule vivante. Par exemple, l'incapacité pour une cellule de corriger une erreur sur son ADN peut conduire à une mutation qui l'affaiblit ou la transforme en cellule cancéreuse.

5. Les virus (acaryotes)

Ce sont des entités biologiques pathogènes, plus petites que les bactéries (quelques dizaines de nm) dont la parenté avec le monde vivant est lointaine puisqu'ils sont incapables de se reproduire par leurs propres moyens. Leur incapacité à produire de l'énergie en fait des « **parasites intracellulaires obligatoires** ».

Leur importance tient au fait qu'ils peuvent être responsables de maladies virales très diverses (grippe, poliomyélite, sida,...) et de certains cancers. Les virus sont utilisés comme vecteurs lors d'expériences de transfection. Leur propriété d'infecter des cellules eucaryotes est aussi utilisée en thérapie génique chez l'homme pour la correction d'anomalies de gènes.

Le virus ne se reproduit jamais par lui-même et son parasitisme moléculaire consiste à introduire dans la cellule hôte une information génétique nouvelle qui exploite les capacités métaboliques de la **cellule hôte** infectée pour reproduire le matériel viral.

Le virus se compose d'une partie centrale contenant soit de l'ADN soit de l'ARN, entouré d'une capside constituée d'une ou de plusieurs variétés de protéines.

La classification des virus dépend :

- Du type d'acide nucléique (ADN ou ARN) simple ou double brin ;

- De la forme de la capside ;
- Du type de cellule infectée (bactérie, cellule animale, cellule végétale).

On distingue alors :

- ✓ Les virus bactériens (ou bactériophages) possédant pratiquement tous un génome à ADN
- ✓ Les adénovirus ou virus à ADN
- ✓ Les rétrovirus ou virus à ARN

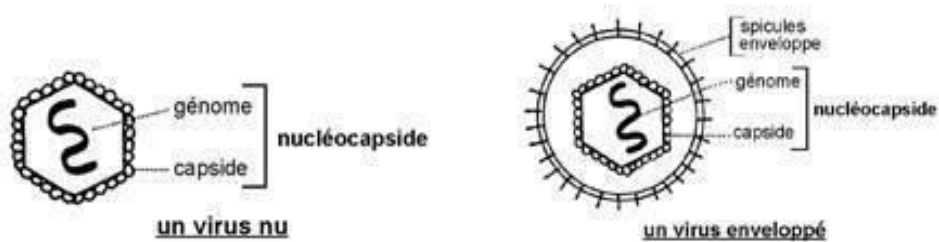


Figure 3 : Organisation générale d'un virus

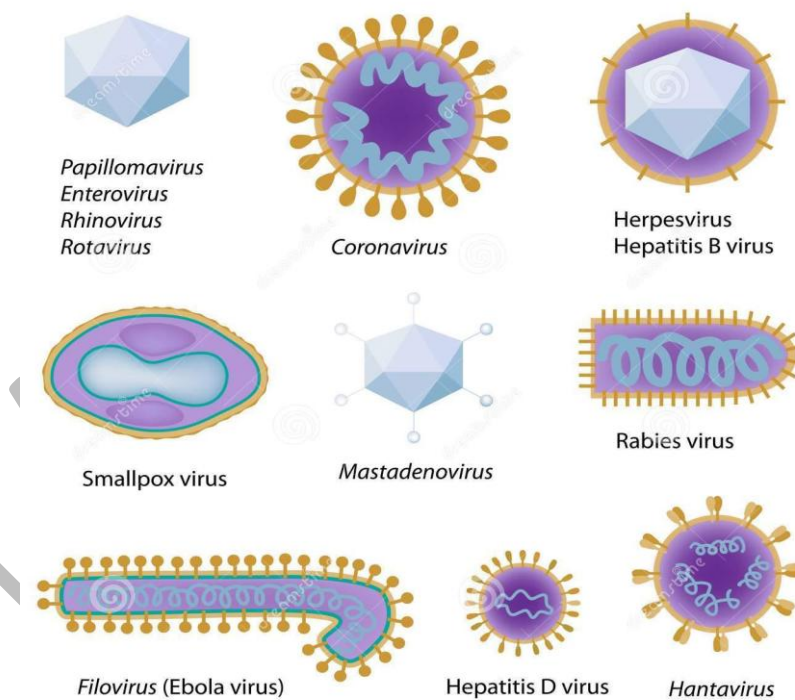


Figure 4 : Variabilité morphologique des virus : sphérique, polyédrique, filamenteux, complexe...

6. Agents pathogènes pour l'homme

Les agents pathogènes pour l'homme sont très divers

- Des organismes pluricellulaires comme les vers (ténia, ascaris,...) ;
- Des organismes unicellulaires eucaryotes (agent responsable du paludisme) ou procaryote (bactéries) ;

- Les virus (les viroïdes ou virus à ARN) ;
- La protéine **prion**. Cette protéine est présente à l'état normal dans les neurones mais l'accumulation de la forme pathogène de cette protéine est responsable de maladies neurologiques mortelles chez l'homme et les animaux (maladie de Creutzfeldt-Jacob, maladie de la vache folle,...).

7. Dimensions des cellules

Les cellules peuvent présenter des formes et des tailles très variables allant du millimètre au micron et ne peuvent donc être observées que par microscopie photonique, électronique ou autres microscopes plus performants.

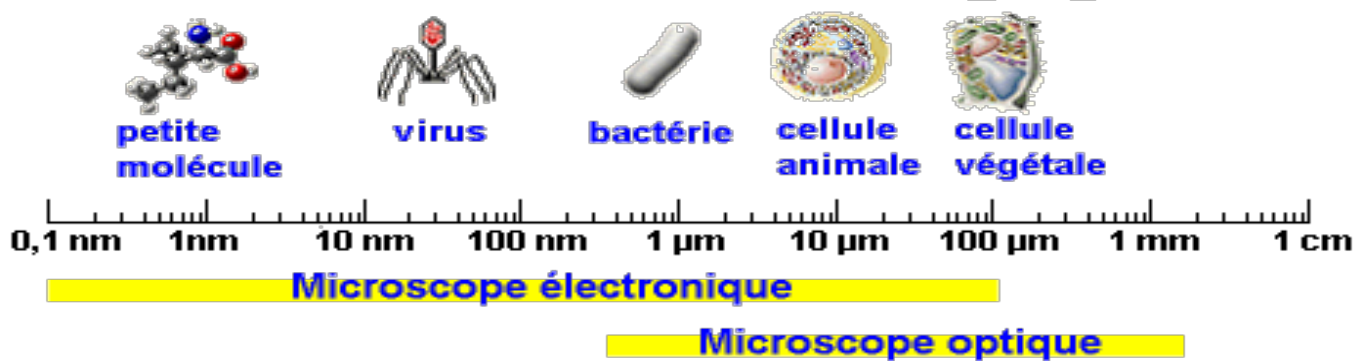


Figure 5. Dimensions des cellules