

CHAPITRE 1

GENERALITES - NOTIONS ELEMENTAIRES SUR LA CELLULE

Très tôt, l'homme a pris conscience de l'existence de 2 types d'éléments dans le monde où il évolue :

- les éléments vivants
- les éléments inertes

Beaucoup plus tard, la mise au point du microscope a permis l'observation de l'unité structurale commune à tous les êtres vivants, la cellule, observée pour la première fois en 1656 par Robert HOOKE. La théorie cellulaire fut énoncée par Schleiden et Schwann en 1838.

Définitions

La cellule - unité biologique - est la plus petite quantité de matière vivante capable de subsister à l'état autonome et de se reproduire.

a - subsister - dans un milieu approprié - implique la conservation d'un minimum de fonctions cellulaires.

b - se reproduire, c'est donner naissance à un être semblable au précédent et former ainsi des générations.

Ces deux caractéristiques sont les deux propriétés fondamentales des êtres vivants.

La cellule étudiée tout au long de cet exposé est une cellule idéale possédant toutes les différenciations possibles : elle n'existe pas, c'est une modélisation.

I / APERCU GENERAL DE L'ORGANISATION CELLULAIRE

A / DU POINT DE VUE MORPHOLOGIQUE (Voir Fig. 1. 1.)

Le protoplasme, ensemble du noyau et du cytoplasme, est séparé du milieu extérieur par une membrane biologique, **la membrane plasmique**.

On y distingue : *Le cytoplasme et le noyau*

1°) Le cytoplasme

Dans un espace optiquement vide, le **hyaloplasme**, baignent des éléments figurés : organites et éléments figurés inertes.

a) - **Les organites cellulaires**, visibles à l'échelle de la microscopie électronique, peuvent être regroupés en trois grandes familles :

- **Les organites membranaires**, formés ou entourés de membranes biologiques telles que :

Le réticulum endoplasmique, formé de saccules ou de tubules membranaires inter communicants et disposés en réseau (= réticule). On en distingue deux formes dans la cellule :

- le réticulum endoplasmique rugueux (RER) ensemble de saccules aplatis associés à des ribosomes



- le réticulum endoplasmique lisse (REL) ensemble de tubules membranaires ne portant pas de ribosomes.

L'appareil de Golgi, formé d'empilements de saccules membranaires aplatis et de vésicules, les **dictyosomes**. L'ensemble des dictyosomes constitue l'appareil de Golgi.

Les lysosomes, sortes de vésicules membranaires contenant de nombreuses enzymes lytiques.

Les mitochondries, éléments de forme ovale ou longs et flexueux entourés d'une membrane externe les séparant du cytoplasme et d'une membrane interne se repliant pour former des crêtes. L'intérieur ou matrice contient des grains et un filament pelotonné.

- **Les organites granulaires**, représentés essentiellement par les ribosomes, grains denses aux électrons se présentant sous plusieurs aspects : épars dans le cytoplasme ou regroupés entre eux formant des **polysomes**. On les trouve aussi associés aux membranes du réticulum endoplasmique (R.E.) pour former le réticulum endoplasmique rugueux (R.E.R). On trouve aussi des ribosomes, plus petits, dans les mitochondries.

- Les organites filamenteux

L'ensemble des organites filamenteux forme le **cytosquelette**.

Les microfilaments dispersés ou formant des réseaux dans le cytoplasme.

Les microtubules, sortes de petits tubes très longs et flexueux, pouvant former

- des faisceaux
- l'**axonème** des cils et flagelles, composé de microtubules assemblés en doublets
- les **centrioles**, au nombre de deux par cellule, composés de triplets.

Les filaments intermédiaires spécifiques de certains types cellulaires.

b) - **Les éléments figurés inertes** ou enclaves : produits d'élaboration ou d'accumulation de la cellule. Ils sont de nature très diverse : réserves nutritives, pigments, déchets cellulaires, variables d'un type cellulaire à un autre et **forment le paraplasme**.

2°) Le noyau

Il constitue un compartiment à part entouré d'une limite, l'enveloppe nucléaire (E. N.) qui est analogue à un saccule de réticulum plus ou moins sphérique et percé de pores. L'espace compris entre les membranes communique avec l'espace réticulaire. La membrane externe peut parfois s'associer à des ribosomes.

A l'intérieur, on observe :

- La chromatine, ensemble de filaments enchevêtrés plus ou moins dispersés ou compactés en mottes colorées au microscope optique.
- Les nucléoles (2 par cellule) formés de grains et de filaments, entourés ou non de chromatine.
- Le nucléoplasme, substance optiquement vide analogue au hyaloplasme cytoplasmique.



B / DU POINT DE VUE BIOCHIMIQUE

Il existe une immense variété de substances chimiques que l'on peut répartir en quelques grandes familles pour simplifier.

Tout d'abord, globalement, 3 composantes fondamentaux :

- eau 75 %
- matières minérales 1 %
- matières organiques 24 %

1°) L'eau :

Présente chez tous les êtres vivants en cellules. L'eau est indispensable à la vie à condition d'être liquide et non sous forme de cristaux de glace ou à l'état de vapeur. Une grande partie de ses propriétés qui la rendent indispensable sont dues aux liaisons hydrogène que ses molécules entretiennent entre elles et avec d'autres molécules telles que les protéines. (voir cours de chimie).

2°) Les substances minérales :

Elles sont présentes dissoutes ou associées à des molécules organiques. Les plus importantes :

- **les cations** : K⁺ ion intra cellulaire par excellence.
Na⁺ ion extra cellulaire.

Ca⁺⁺ qui ne joue pas seulement un rôle structural, mais intervient dans les transports de charges, dans de très nombreuses réactions métaboliques; en tant que signal, etc...

Mg⁺⁺ joue un rôle important dans certaines réactions chimiques.

- **les anions** : Cl⁻, SO₄⁻, CO₃H⁻, PO₄⁻⁻⁻ etc...

- **les oligo-éléments** : Fe⁺⁺ / Fe⁺⁺⁺, Mn⁺⁺, Cu⁺⁺ intervenant dans les phénomènes d'oxydoréduction au sein de molécules organiques (Hb, enzymes).

3°) Les substances organiques : produites par des organismes vivants à partir de substances inertes

Il en existe des variétés innombrables, d'où la nécessité d'une classification.

a) **glucides** : ou sucres (Voir Fig. 1. 2 a et b)

Ils sont caractérisés par la présence à la fois d'une fonction aldéhyde
$$\begin{array}{c} \text{R}-\text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{H} \end{array}$$
 (ou cétone $\begin{array}{c} \text{R}-\text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{R} \end{array}$) et de fonctions alcool -OH

oses simples :

trioses à 3 C

pentoses à 5 C par ex : ribose, désoxyribose

hexoses à 6 C par ex : fructose, glucose, galactose

et leur dérivés aminés (NH₂, glucosamine, galactosamine).

osides : enchaînements d'oses simples (ou dérivés d'oses) dans lesquels on distingue :

-holosides : diosides, par ex : le saccharose

-polyosides : polyholosides, polysaccharides, par ex le glycogène, l'amidon qui sont des polymères du glucose.

-hétérosides : ce sont des oses associés à d'autres substances dans la même molécule. Par ex : protéine + oses = glycoprotéine, lipide + oses = glycolipide

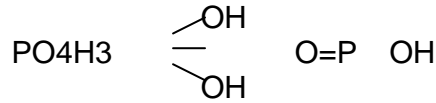


b) lipides : acides gras, alcools gras, et leurs dérivés (Voir Fig. 1. 2c et d)

- Acides gras sous forme libres

ou associés à un alcool, tel que le **glycérol** pour former des triglycérides

ou encore avec un acide phosphorique



pour former un phospholipide, constituant des membranes biologiques, de même que le

- Cholestérol, qui donne par ailleurs de nombreux dérivés biologiquement actifs (hormones, vitamines etc...)

c) protides : aminoacides, peptides, protéines. (Voir Fig. 1. 2d)

Les constituants élémentaires en sont les acides aminés (20 différents)

dont certains sont biologiquement actifs individuellement

Ils ont la propriété de se lier les uns et les autres pour former des polymères ou peptides par une liaison spécifique -CO-NH-, la liaison peptidique

-aa1--aa2--aa3--aa4--aa5--aa6--aa7-.. **.chaîne d'acides aminés** ou **polypeptide** = protéine (holoprotéine)

Plusieurs chaînes polypeptidiques peuvent être reliées entre elles par différentes liaisons, faibles ou fortes. Parmi les liaisons fortes il faut signaler les ponts dissulfures, formés entre a.a. soufrés porteurs de fonctions thiols $\text{R-SH} + \text{HS-R}' = \text{R-S-S-R}'$

Par adjonction de glucides à la molécule on obtient une **glycoprotéine**

Par adjonction de lipides, une **lipoprotéine**.

d) nucléotides et acides nucléiques : (Voir Fig. 1. 2e)

Là encore des éléments de base, les nucléotides, peuvent s'enchaîner les uns aux autres pour former les acides nucléiques.

Un nucléotide est formé d'une base azotée (-NH₂), d'un ribose ou d'un désoxyribose (= nucléoside) et d'un, deux ou trois acides phosphoriques (= nucléotide).

Exemple, l'AMP, adénosine monophosphate impliqués dans le stockage et le transport d'énergie.

Leur polymérisation donne des polynucléotides dont certains sont des **acides nucléiques** ADN et ARN, dans lesquels **la séquence** (nature et position) des nucléotides constitue un code et correspond exactement à la séquence des acides aminés dans un polypeptide donné. Il s'agit d'un message porté par l'ADN ou **gène**. L'ADN et l'ARN sont des molécules informatives.

L'ADN et l'ARN sont associés à des protéines pour constituer des DNP et des RNP. Quelques une de ces formations sont des structures visibles.

ex : la chromatine = DNP, les ribosomes = RNP.



C / DU POINT DE VUE PHYSIOLOGIQUE

Les structures biologiques (**morphologie**) sont donc constituées de molécules (**biochimie**) et servent de support à une activité biologique (**physiologie**). Ces fonctions sont très nombreuses dans la cellule, mais elles peuvent être regroupées au sein de deux grandes rubriques :

1°) Maintenance de la structure cellulaire :

a) reproduction : en donnant naissance à une autre cellule, la reproduction pérennise les fonctions dévolues à un organe, un tissu, et assure le remplacement des cellules mortes. Elle caractérise le monde vivant.

b) dégradation : les molécules et organites arrivés à péremption sont dégradés par l'appareil lysosomal de la cellule.

c) activités de synthèse : pour renouveler les molécules et organites ainsi dégradés, les cellules doivent se livrer à leur remplacement. "La cellule remplace ainsi ses outils au fur et à mesure qu'ils servent."

d) production d'énergie : toute activité cellulaire réclamant de l'énergie, celle-ci lui est fournie par des réactions où interviennent entre autres les mitochondries.

2°) Echanges avec le milieu extérieur :

a) fonction de réception :

- de **nutriments**, donc de matières premières et **d'énergie**,
- **d'informations** : stimuli physiques, chimiques, indispensables à son activité.

b) a l'inverse, la cellule fournit, exporte :

- des **nutriments**, des **déchets**
- un **travail**, chimique, mécanique, etc... au milieu qui l'entourne, aux autres cellules.
- de **l'information** destinée à d'autres cellules ou d'autres systèmes.

II / LES DIFFERENTS TYPES D'ORGANISATION DES SYSTEMES VIVANTS

La cellule que nous venons de décrire n'est pas le seul mode sur lequel s'expriment les êtres vivants. On distingue :

A / LES EUCARYOTES

Le modèle est la cellule décrite, avec un cytoplasme et un **noyau vrai** (étymologiquement eu caryote), entouré d'une enveloppe nucléaire.

B/ LES PROCARYOTES



Ce sont des êtres beaucoup plus petits que les cellules eucaryotes : 2 µm x 0,8 µm, sans noyau ni compartiments membranaires (organites membranaires)

Principales caractéristiques :

Ils sont unicellulaires à quelques exceptions près.

Ils possèdent un cytoplasme limité par une membrane plasmique

Pas de compartiments membranaires : **Pas de noyau**, ...

Sans véritables organites hormis les ribosomes, et un ADN baignant directement dans le cytoplasme. (Voir Fig.1. 3.)

Le type en est la bactérie. Exemple : le Colibacille, *Escherichia coli*

C / LES ACARYOTES : (LES VIRUS)

Beaucoup plus petits encore que les procaryotes : 20 à 300 nm. A la frontière entre mode vivant et inerte, ce sont des particules inertes qui s'activent et « redeviennent vivantes » en parasitant une cellule. Plusieurs classifications morphologiques peuvent être proposées : ainsi les virus peuvent d'abord se partager en deux grands groupes, les virus enveloppés (Voir Fig. 1. 4.) et les non enveloppés. (Voir Fig. 1. 5.)

A l'intérieur de ces deux groupes les virus peuvent être à symétrie cuboïdale, comme ceux des schémas précédents, à symétrie hélicoïdale, comme le virus de la mosaïque du tabac (TMV). (Voir Fig. 1. 6.) ou à symétrie mixte comme les **bactériophages** (Fig. 1. 7.)

Ces derniers sont des parasites obligatoires des bactéries (Fig. 1. 8.)

Les acaryotes, de par leur parasitisme obligatoire sont probablement des formes "régressées" de vie plutôt que les précurseurs des êtres vivants.

III / PLURICELLULARITE ET UNICELLULARITE

Les êtres vivants se répartissent en deux grands groupes selon qu'ils soient restés à l'état de cellule unique ou que leurs cellules se soient associées pour former des tissus, puis des organes, des organismes

On distingue donc :

1) Les pluricellulaires

- Les animaux sont appelés **Métazoaires**, ils peuvent comporter plusieurs centaines de cellules ou plusieurs milliards (entre 10 000 et 100 000 milliards environ chez l'homme).

- Les végétaux sont appelés **Métaphytes**.

2) Les unicellulaires, ou protistes

animaux : protozoaires

végétaux : protophytes

IV / ORGANISATION SYNCYTIALE

Chez les pluricellulaires la règle générale veut que les cellules conservent leur individualité au sein des organismes.



Toutefois des cellules peuvent fusionner pour donner des tissus, où dans une masse cytoplasmique commune on peut trouver quelques noyaux ou des milliers de noyaux, ce sont les syncytia, alors que les plasmodesmes sont issues de divisions cellulaires incomplètes.

Ex : cellules géantes pulmonaires (tuberculose), syncytiotrophoblaste, cellules musculaires striées (syncytium), plasmodesmes végétaux, ostéoclastes (plasmode), etc...

V / FORME ET VOLUME CELLULAIRE

1) **Forme** : elle est très variable dans le même organisme, cellule sanguine plus ou moins sphérique, G. R. discoïde, fusiforme (fibroblaste, cellule musculaire lisse), neurone, cellule épithéliale, glandulaire etc...

2) **Dimension** :

G. R.	7,5 μm
G. B. :	entre 10 et 20 μm
ovocyte :	100 – 300 μm ou quelques mm, cm etc...
la plupart des cellules :	entre 10 et 20 μm

VI / PARTICULARITE DE LA CELLULE VEGETALE (voir Fig. 1. 9.)

Chez la plupart des métaphytes les cellules vivent immobiles enfermées dans un cadre rigide, la membrane squelettique (exosquelette) de nature pecto-cellulosique :

Elle possède les mêmes organites que la cellule animale sauf :

en moins : les centrioles

en plus : une grande vacuole

les plastes (chloroplastes, amyloplastes)

les plasmodesmes qui font communiquer les cytoplasmes de cellules voisines.

