

FRANÇOIS BONIN

INTRODUCTION À LA  
MÉCANIQUE CELLULAIRE

Études sur les composantes de la cellule

## Avant-propos

Par cette étude, nous allons tenter de démystifier un peu les différentes composantes d'une cellule humaine ainsi que leurs fonctions générales. Nous avons déjà pensé à écrire sur ce thème, mais la quantité d'informations nous semblait énorme et notre hésitation tenait aussi à notre capacité de comprendre et de résumer un domaine aussi complexe. Malgré que ces appréhensions soient encore présentes, nous avons décidé de foncer, car nous voulons mettre à jour nos notions de biologie en y incorporant les nouvelles découvertes.

Pour éviter de se perdre dans la panoplie d'informations, nous allons centrer notre étude sur les composantes de la cellule de base; une fois les composantes identifiées, nous allons tenter de préciser leurs structures et leurs fonctions principales.

Nous ne voulons pas embarquer dans l'analyse des différentes cellules qui composent nos organes, car il faudrait écrire un livre complet sur le sujet, ce que nous sommes évidemment incapable de faire. Néanmoins, nous espérons que l'analyse des fonctions des cellules de base nous permettra de comprendre un peu mieux aussi le processus de vieillissement des cellules ainsi que leur développement parfois anarchique.

Il y aura plusieurs termes médicaux qu'il faudra définir et ces termes seront expliqués dans le glossaire, lorsqu'ils seront suivis d'un astérisque (\*).

La grande partie des informations de cette étude sont des textes tirés du livre de Marc Thiry : Biologie cellulaire; livre publié chez Dunod en 2016.

La lecture de cette étude devrait faire travailler vos cellules...nerveuses.

## PARTIE 1

### COMPOSANTES DE LA CELLULE

## CHAPITRE 1.1 : Généralités.

Les cellules sont importantes car elles sont les unités de base de tout être vivant. Il y a deux grandes catégories de cellules vivantes; les microorganismes, comme les bactéries, sont composés de cellules procaryotes, qui ne possèdent pas de noyau et où l'ADN\* est alors libre dans le cytoplasme\*. Les cellules, qui composent les organismes du monde végétal et animal, sont des eucaryotes; ces cellules possèdent un noyau qui contient leur ADN.

Notre étude se concentre sur les cellules eucaryotes du règne animal, car l'homme est un animal, n'est-ce pas? Il y a de très nombreux types de cellules dans l'organisme humain et ces cellules spécialisées possèdent des particularités au niveau de leur structure et de leurs fonctions. Les grandes catégories sont : les gamètes (spermatozoïdes et ovules); les globules blancs (leucocytes et lymphocytes); les globules rouges (érythrocytes); les neurones (cellules nerveuses); les cellules hépatiques (cellules du foie); les cellules musculaires et les adipeuses ainsi que les cellules épithéliales (dans les parois du tube digestif et du système respiratoire).

Nous ne ferons pas la description des structures et des fonctions de chacune de ces catégories mais, comme spécifié antérieurement, nous allons nous en tenir aux constituants fondamentaux de la cellule de base, constituants qui sont déjà assez nombreux et qui présentent des fonctions complexes.

Dans les organismes vivants, l'oxygène (O), le carbone (C), l'hydrogène (H), et l'azote (N) représentent environ 95% de la masse de la plupart des cellules.

Toutes les réactions du métabolisme\* de l'être vivant se déroulent en milieux aqueux.

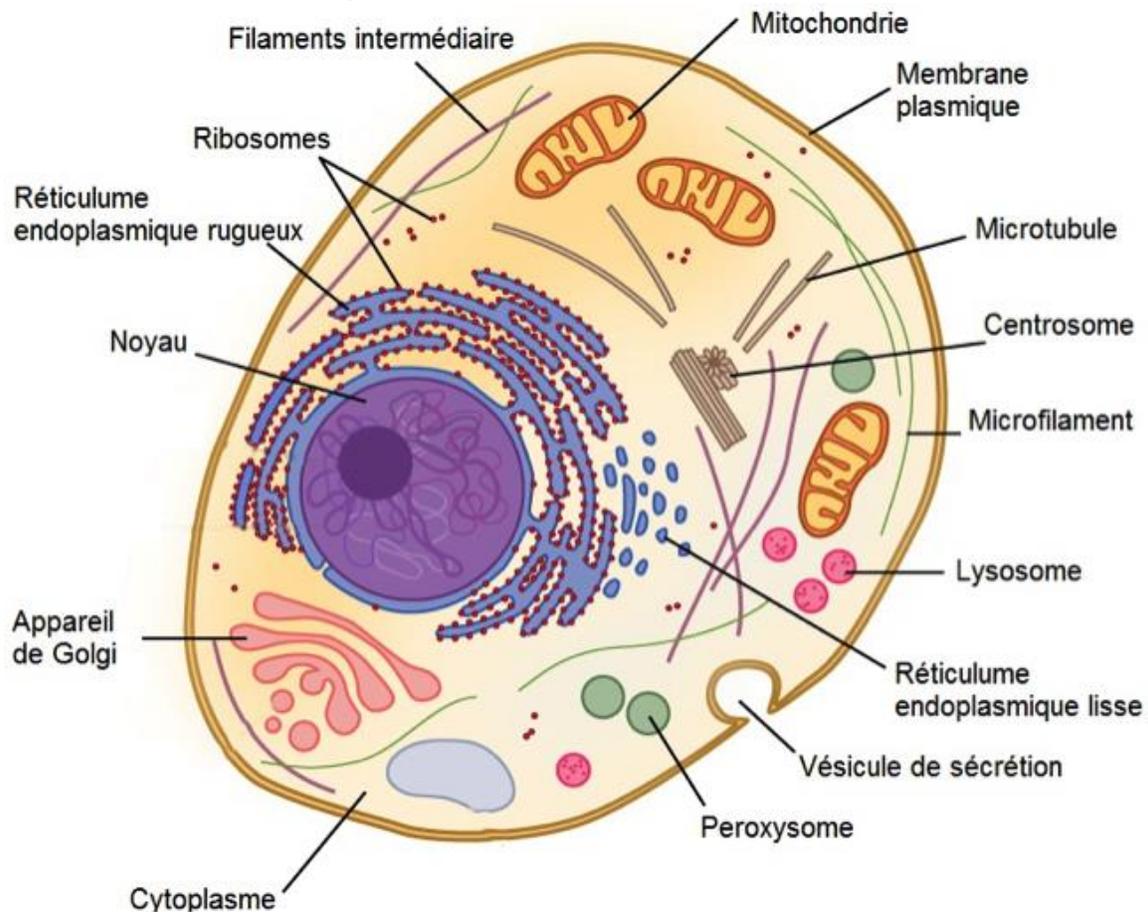
## CHAPITRE 1.2 : Constituants de la cellule animale.

Les cellules étant extrêmement petites, il faut un microscope pour les voir et différencier leurs composantes. L'œil humain ne peut distinguer des objets en dessous de 100 $\mu$ m. Le microscope photonique, on disait auparavant optique, permet de voir des éléments jusqu'à une taille de 0,2 $\mu$ m, alors que

le microscope électronique peut différencier des éléments aussi petits que 0,2nm, soit 1 000 plus petits. La taille moyenne d'une cellule eucaryote varie entre 10 et 100µm de diamètre alors que le diamètre de la molécule d'ADN n'est que de 2nm et nécessite l'utilisation d'un microscope électronique pour être observée.

La représentation graphique provient du site, [lacitec.on.ca](http://lacitec.on.ca).

Les éléments à l'intérieur de la cellule sont des organites; il y a des organites membraneux comme les mitochondries, le réticulum, l'appareil de Golgi, les lysosomes et les peroxysomes, tandis que les ribosomes, le cytosquelette et les centrosomes n'ont pas de membranes entourant leur structure.



## PARTIE 2

### STRUCTURES MAJEURES ET LEURS FONCTIONS

## CHAPITRE 2.1 : La membrane plasmique.

### A : Structures de la membrane plasmique.

Cette membrane est constituée de lipides\* et de protéines\*; elle est formée de deux couches lipidiques dont les parties hydrophobes sont disposées face à face et les parties hydrophiles sont en contact avec les milieux aqueux qui touchent la membrane. En plus des lipides et des protéines, cette membrane contient aussi des glucides\* qui sont liés aux protéines et aux lipides de la face extérieure de la cellule; ces glucides participent à la fabrication du glycocalyx, une enveloppe protectrice qui varie avec la sorte de cellules.

La membrane cytoplasmique, qui est surtout composée d'eau et de protéines, est à l'intérieur de la cellule et contient le noyau et les autres organites.

### B : Fonctions de la membrane plasmique.

Elle a comme fonction première de délimiter la cellule, séparant le cytoplasme du milieu extérieur. Même si elle entoure la cellule, elle permet, grâce à sa perméabilité sélective, le transport de certaines molécules entre le milieu intracellulaire et l'extérieur de la cellule. Les membranes cellulaires, que ce soit la membrane plasmique qui entoure la cellule ou une des membranes intracellulaires qui contient un organite, laissent passer facilement les petites molécules comme le gaz carbonique, l'oxygène et l'eau mais plus difficilement les molécules de glucose, sodium, potassium et les acides aminés\* à la base des protéines.

Le but de la perméabilité sélective de ces membranes est de tendre vers un équilibre de part et d'autre de la membrane; pour y parvenir, la membrane favorise le transfert des éléments, du milieu où la concentration de ces éléments est forte, vers l'espace où leur concentration est plus faible. Le processus est dynamique et peut facilement s'inverser lorsque la concentration change, car le but est de trouver l'équilibre.

La pénétration de certaines substances au travers des biomembranes est souvent difficile et demande l'intervention de la perméase, qui est un complexe protéique.

Le glycocalyx, qui est sur la couche externe de la membrane plasmique, permet aux cellules de se reconnaître et d'adhérer entre elles. La reconnaissance et l'adhérence intercellulaire permettent la formation de tissus et favorisent la protection de la cellule contre les différentes attaques qu'elle peut subir.

La membrane cytoplasmique joue un rôle important dans la communication intercellulaire. Le transfert d'informations entre les cellules requiert une molécule de signalisation, le ligand, et une protéine sur laquelle le ligand peut se fixer, le récepteur. L'interaction, entre le ligand d'une cellule et le récepteur d'une autre cellule, déclenche un changement subtil de la structure du récepteur, ce qui provoque son activation.

## CHAPITRE 2.2 : Le noyau.

### A : Structures du noyau.

Le noyau est le centre de la cellule; il est limité par une double membrane appelée enveloppe nucléaire; la membrane externe est une continuité du réticulum endoplasmique\* et la membrane interne est séparée de la précédente par un espace de 30 à 50nm. Les deux membranes s'unissent au niveau des pores nucléaires, qui contiennent des copies d'une trentaine de protéines. Le noyau contient le nucléole\* ainsi que l'acide désoxyribonucléique, ADN, et les ARN.

Les chromosomes sont à l'intérieur du noyau; ils sont faits à partir de la chromatine, qui est une fibre constituée d'ADN et de protéines. Cette fibre, qui s'enroule sur elle-même, finit par former une hélice. Environ deux mètres d'ADN dans chaque cellule doivent être contenus dans un noyau de quelques  $\mu\text{m}$  de diamètre. La réplication de l'ADN débute par le déroulement et la séparation de la double hélice d'ADN. Chaque nouveau fragment est synthétisé à partir d'une amorce ARN; une polymérase remplace finalement les ribonucléotides de l'amorce par leur équivalent désoxyribonucléotidique.

La transcription de l'ADN consiste à copier des séquences d'ADN en molécules ARN de différents types; l'ARN<sub>m</sub> (messager), l'ARN<sub>t</sub> (transfert) et l'ARN<sub>r</sub> (ribosomique). Alors que l'ADN est le support universel de

l'information génétique, ce sont les ARN<sub>m</sub> qui sont reconnus par la machinerie de traduction puis transformés en protéines. Un ARN<sub>m</sub> correspond à un seul gène\* et code une seule protéine. La séquence de base azotée de l'ADN est reproduite, à l'exception de la thymine qui est remplacée par la base uracile dans l'ARN. L'ARN<sub>r</sub> n'est pas traduit en protéine mais constitue une des composantes des ribosomes\*.

B : Fonctions du noyau.

Il contient les chromosomes qui renferment l'ADN, notre code génétique. La membrane nucléaire est poreuse et permet des échanges avec le cytoplasme, grâce aux protéines contenues dans les pores nucléaires. Le nucléole, une structure nucléaire dépourvue de membrane, est impliqué dans la formation des ribosomes qui eux-mêmes participent à la fabrication des protéines.

CHAPITRE 2.3 : Le réticulum endoplasmique.

A : Structures du réticulum endoplasmique.

Le réticulum endoplasmique est un système de cavités limitées par une simple membrane comprenant deux compartiments qui communiquent l'un avec l'autre, soit le réticulum endoplasmique lisse, le REL, et le réticulum endoplasmique rugueux ou granuleux, le REG.

Le réticulum endoplasmique rugueux est en lien avec l'enveloppe du noyau par les ribosomes.

Les membranes du réticulum endoplasmique, comme les autres membranes de la cellule, sont des structures en équilibre dynamique, en ce sens que leurs constituants se renouvellent continuellement.

B : Fonctions du réticulum endoplasmique.

Le réticulum endoplasmique lisse synthétise et transporte des lipides; il se retrouve surtout dans les cellules synthétisant des stéroïdes\* et dans les cellules musculaires.

Le REG modifie, entrepose et transporte les protéines produites par les ribosomes liés au réticulum. Il permet le stockage des ions calcium, mais aussi leur libération lorsque les cellules se contractent. Le REG se concentre surtout dans les cellules séreuses, les globules blancs et les neurones.

Les cavités du réticulum emmagasinent et concentrent des substances qui peuvent servir ailleurs. Les membranes neutralisent les toxines provenant du milieu extérieur, comme des insecticides, des additifs alimentaires, des médicaments et autres. Cette détoxification se déroule surtout dans les cellules du foie.

#### CHAPITRE 2.4 : Les ribosomes.

##### A : Structures des ribosomes.

Les ribosomes sont des particules ribonucléoprotéines constituées d'ARN<sub>r</sub> couplées à des protéines. Certains sont liés à la membrane du réticulum ou bien à la membrane externe de l'enveloppe nucléaire; d'autres ribosomes sont cependant libres dans le cytosol\*. La taille des ribosomes varie entre 25 et 30 nm. La masse moléculaire moyenne d'un acide aminé est de 120 daltons; une protéine contenant 499 acides aminés aura alors une masse de 59 800 daltons (un dalton équivaut à 1/12 de la masse d'un atome de carbone 12).

##### B : Fonctions des ribosomes.

Les ribosomes assurent la synthèse des protéines en assemblant les acides aminés dans un ordre prédéterminé, suite à la lecture d'un ARN<sub>m</sub>. Les sites de synthèse des protéines cellulaires sont le cytosol, le réticulum endoplasmique granuleux, la membrane externe de l'enveloppe nucléaire et les mitochondries\*.

Pour synthétiser les protéines, il faut que les informations contenues dans l'ADN, qui est dans le noyau, soient transcrites sous la forme d'ARN<sub>m</sub>. Les ARN<sub>m</sub> sont ensuite exportés dans le cytoplasme et sont transformés en protéines par les ribosomes.

Notre fameux code génétique est un système qui permet la conversion d'une séquence de nucléotides (ADN puis ensuite ARN) en séquences d'acide

aminés qui sont transformés en protéines. L'ADN est composé de la succession de quatre types de base nucléotidiques soit Adénine (A), Cytosine (C), Guanine (G) et Thymine (T); lors de la transcription de l'ADN en ARN<sub>m</sub>, la Thymine (T) est remplacée par l'Uracile (U).

L'ARN<sub>m</sub> est donc composé de la succession de quatre types de base nucléotidiques soit Adénine (A), Cytosine (C), Guanine (G) et Uracile (U). Le code génétique est associé à des combinaisons de trois lettres parmi ces quatre lettres et chacune des combinaisons s'appelle un codon. Par exemple, AAA, AAC, AAG, etc., sont des codons. Avec les quatre lettres, il est possible de faire 64 combinaisons de trois lettres.

Dans le code génétique, les codons se succèdent et déterminent l'ordre des acides aminés dans la protéine. En fait, les codons participent à la codification des vingt acides aminés qui servent à la fabrication de nos nombreuses protéines. Un acide aminé peut être codé par un ou plusieurs codons. Par exemple, la Serine peut être codée par AGU et par AGC.

## CHAPITRE 2.5 : L'appareil de Golgi.

### A : Structures de l'appareil de Golgi.

Situé près du noyau, l'appareil de Golgi est constitué d'un ensemble de vésicules et de saccules aplatis et empilés. Ces empilements sont appelés des dictyosomes\*, ce sont des organites polarisés. Il y a des vésicules de transition et des vésicules de sécrétion.

### B : Fonctions de l'appareil de Golgi.

Les dictyosomes ont des fonctions de transport et de sécrétion. Le fait qu'ils soient polarisés, cela entraîne une polarisation fonctionnelle des différents saccules. Les saccules sont spécialisés; chacun contient des enzymes qui lui sont propres et alors chacun joue un rôle spécifique dans l'addition ou la soustraction de différents glucides, phosphates ou sulfates. Les produits, à différentes étapes de ces transformations, passent d'un saccule à un autre par l'intermédiaire des vésicules de transition.

En plus de son rôle de transformation des produits cellulaires, par addition ou soustraction, l'appareil de Golgi a aussi un rôle important dans la

sécrétion des protéines. Le transport intracellulaire des protéines s'effectue depuis leur lieu de synthèse, le réticulum endoplasmique granuleux (REG), jusqu'à l'extérieur de la cellule, en passant par l'appareil de Golgi.

Les protéines, destinées à la sécrétion, sont stockées dans les vésicules de sécrétion près de la membrane plasmique et la décharge des produits de sécrétion dans le milieu extracellulaire ne se fait qu'en présence d'un stimulus. La membrane de la vésicule de sécrétion, issue de l'appareil de Golgi, apporte aussi des lipides qui s'intègrent à la membrane plasmique.

L'appareil de Golgi intervient dans la modification des lipides produits par le réticulum endoplasmique lisse, REL, et donne naissance à des glycolipides. Ensuite, l'addition de courtes chaînes de sucres aux protéines, provenant du réticulum endoplasmique, donnent naissance à des glycoprotéines.

## CHAPITRE 2.6 : Les lysosomes.

### A : Structures des lysosomes.

Les lysosomes sont des organites cytoplasmiques; ils sont délimités du reste de la cellule par une membrane phospholipidique. Le nombre, la taille et l'aspect de leur contenu varient selon la nature de la cellule. Les lysosomes se développent à partir d'organites appelés endosomes, organites qui proviennent du réticulum endoplasmique granuleux (REG). À mesure qu'ils s'enrichissent en enzymes lysosomales et qu'ils s'acidifient, les endosomes tardifs se transforment en lysosomes.

### B : Fonctions des lysosomes.

Les lysosomes renferment des enzymes lytiques qui peuvent hydrolyser l'ensemble des molécules organiques. Ces enzymes sont des glycoprotéines qui sont plus actives lorsque leur pH est de 5. L'acidification est assurée par une pompe à protons qui transporte les ions  $H^+$  du cytosol à la lumière lysosomale.

Grâce aux hydrolases acides qu'ils renferment, les lysosomes permettent la digestion, par les cellules, de substrats d'origines très variées. Lorsque l'origine est extérieure à la cellule, on parle d'hétérophagie et quand le matériel provient de l'intérieur de la cellule, on dit que c'est de l'autophagie.

L'hétérophagie sert de défense contre les infections microbiennes, mais cette digestion, à l'intérieur de la cellule, sert aussi à transformer des éléments pour nourrir des organismes primaires qui n'ont pas d'estomac. En outre, la production d'hormones par les cellules folliculeuses de la thyroïde provient de cette digestion.

L'autophagie existe lorsque les cellules sont capables de digérer des petites portions de leur propre substance. Les fonctions de cette digestion de matériel, qui est déjà dans la cellule, sert à remodeler certaines structures cellulaires, à favoriser la métamorphose des insectes, à réguler des sécrétions et même à devenir une réponse cellulaire à un manque de nourriture. L'autophagie, par ces actions, permet le rajeunissement et l'adaptabilité des cellules.

En plus de la digestion intracellulaire, il existe une digestion extracellulaire qui permet la dégradation de substrats qui sont encore à l'extérieur de la cellule. Les spermatozoïdes utilisent ce mécanisme pour dégrader les différentes enveloppes qui entourent l'ovule et pouvoir ainsi plus facilement y pénétrer; en outre, la digestion extracellulaire favorise le remodelage des os et des cartilages et est aussi parfois une première défense contre les pathogènes.

## CHAPITRE 2.7 : Les peroxysomes.

### A : Structures des peroxysomes.

Les peroxysomes sont des vésicules sphériques dont le diamètre est compris entre 0,1 et 2 $\mu$ m; ils sont limités par une membrane mais forment un réseau au sein du cytoplasme.

La membrane est pauvre en cholestérol et permet à des éléments d'entrer et de sortir des peroxysomes. Contrairement aux mitochondries et aux chloroplastes\*, les peroxysomes sont totalement dépourvus d'ADN et ne génèrent pas d'ATP.

### B : Fonctions des peroxysomes.

La fonction principale des peroxysomes est de métaboliser du peroxyde d'hydrogène ( $H_2O_2$ ). Cette molécule, très présente dans le foie et les reins, permet de neutraliser plusieurs molécules toxiques qui circulent dans le sang.

Les peroxysomes dégradent aussi certaines molécules qui seront utilisées comme source d'énergie pour la respiration cellulaire dans la mitochondrie. Ces vésicules transforment aussi des lipides en sucre pour certains organismes unicellulaires.

## CHAPITRE 2.8 : Les mitochondries.

### A : Structures des mitochondries.

Les mitochondries sont des organites d'environ  $1 \mu m$  de diamètre pour  $1$  à  $10 \mu m$  de longueur. Elles sont partout dans le cytoplasme, à l'exception de l'appareil de Golgi. Il y a une plus grande quantité de mitochondries dans les cellules qui demandent beaucoup d'énergie, comme les cellules musculaires.

Les mitochondries ont la possibilité de se multiplier par division des mitochondries préexistantes dans la cellule; en plus de cette capacité de se diviser pour se multiplier, elles peuvent fusionner entre elles et donner ainsi naissance à un réseau qui permet l'échange des composantes entre mitochondries.

Les mitochondries sont limitées par deux membranes qui séparent leur contenu du cytosol. La membrane externe est composée à environ 70% de protéines alors que la membrane interne en contient environ 80%. La matrice des mitochondries contient de l'ATP en solution et de nombreuses enzymes; elle renferme aussi des molécules d'ADN, des ARN et des ribosomes, différents de ceux contenus dans le cytoplasme.

### B : Fonctions des mitochondries.

Le fonctionnement cellulaire consomme en permanence de l'énergie. La cellule produit de l'énergie, sous forme d'ATP, par dégradation de molécules combustibles (sucres, graisses, protéines, etc.). C'est par la respiration cellulaire, qui s'effectue dans les mitochondries, que l'ATP est produite.

Le rôle principal des mitochondries est la production d'ATP, mais elles participent aussi à la synthèse de stéroïdes, à l'homéostasie cellulaire du calcium et elles jouent aussi un rôle dans la régulation du processus de mort cellulaire (apoptose).

La respiration cellulaire est un processus complexe. Le départ provient des molécules combustibles, qui sont en partie dégradées dans le cytosol puis transportées vers les mitochondries. À l'intérieur de la matrice mitochondriale, ces molécules sont oxydées par un cycle de réactions (cycle de Krebs) qui produit alors du CO<sub>2</sub>, des protons et des électrons.

Les électrons perdent progressivement leur énergie lors de leur transport dans la membrane interne; cette énergie sert à exporter des protons H<sup>+</sup> de la matrice à l'espace intermembranaire où ils s'accumulent. Ces protons sont utilisés pour produire de l'ATP à partir de l'ADP et d'un P<sub>i</sub>, c'est ce que l'on appelle la phosphorylation oxydative. L'ATP met en réserve l'énergie et peut la libérer grâce à la réaction inverse.

La formule pour la production d'ATP grâce à la respiration cellulaire est :  
Glucose + 6 O<sub>2</sub> + 38 ADP + 38 P<sub>i</sub> = 6 CO<sub>2</sub> + 6 H<sub>2</sub>O + 38 ATP.

## CHAPITRE 2.9: Les filaments cellulaires.

### A: Structures des filaments cellulaires.

Les filaments cellulaires se répartissent en trois grands groupes, soit les microfilaments dont le diamètre est d'environ 7nm et dont la protéine majeure est l'actine; les microtubules, d'environ 25 nm, composés surtout de tubulines et les filaments intermédiaires, environ 10 nm de diamètre, et constitués de protéines de nature variable selon le type cellulaire.

Les microfilaments se présentent sous la forme d'une double chaîne enroulée et l'actine représente jusqu'à 20% des protéines dans les cellules musculaires. Les microfilaments d'actine, et leurs protéines associées, montrent trois types majeurs d'organisation dans les cellules, soit le cortex cellulaire et les systèmes contractiles dans les cellules musculaires et non musculaires.

Les microtubules sont de petites structures cytoplasmiques tubulaires. Un microtubule comporte 13 protofilaments formant un cylindre. Chaque protofilament est un polymère constitué de tubuline, une protéine globulaire.

Les filaments intermédiaires sont présents dans le cytosol et le nucléoplasme, ce sont des polymères de protéines fibreuses.

B : Fonctions des filaments cellulaires.

Les filaments cellulaires assurent une armature souple et mouvante appelée le cytosquelette. Ces filaments participent, entre autres, aux mouvements, à l'endocytose\* et à l'exocytose\*, à la circulation intracellulaire et à l'organisation du cytoplasme.

Les microfilaments, dont la composante majeure est la protéine actine, servent surtout à produire les mouvements de la membrane plasmique ainsi que les contractions dans les cellules. L'actine et la myosine sont les deux protéines les plus actives lors de la contraction musculaire.

Les microtubules interviennent dans le maintien et le développement des cellules ainsi que dans les transports intracellulaires de certains éléments. Les cils et les flagelles des cellules eucaryotes sont des expansions de la membrane plasmique parcourues par un ensemble de microtubules.

Contrairement aux microfilaments et aux microtubules, les filaments intermédiaires présentent une grande spécificité vis-à-vis d'un type de cellules donné et ils ne jouent pas de rôle dans les transports intracellulaires.

Il y a quatre types de filaments intermédiaires, soit les filaments de cytokeratine qui sont caractéristiques des cellules épithéliales, les neurofilaments qui constituent l'armature des axones des neurones et participent au contrôle de leur diamètre, les filaments de vimentine qui participent à la charpente du cytosquelette et les filaments de lamine qui forment le nucléosquelette.

## PARTIE 3

### CYCLE CELLULAIRE ET DÉVELOPPEMENT ANARCHIQUE

#### CHAPITRE 3.1 : Cycle cellulaire et multiplication normale.

Le cycle cellulaire décrit la vie d'une cellule depuis le moment où elle est formée, à partir d'une cellule-mère, jusqu'à sa propre division en deux cellules-filles. L'étape de la division cellulaire s'appelle la mitose. Entre la naissance d'une cellule et sa division, il y a normalement trois phases.

Lors de la première phase, la cellule-mère vient de se diviser et de former deux cellules-filles. Durant cette période, la taille de chacune des cellules-filles va doubler pour atteindre presque celle de la cellule-mère. La cellule-fille va synthétiser des protéines pour répondre à la fonction pour laquelle elle est programmée et elle met en place la mécanique nécessaire à la réplication de l'ADN.

Pendant la deuxième phase, c'est la synthèse de l'ADN nucléaire dont la quantité est exactement doublée à la fin de l'étape. En phase trois, la croissance de la cellule est terminée, mais la cellule continue à remplir ses fonctions, dont une des principales est la synthèse des protéines. Les centrosomes\* terminent leur duplication et leur maturation. C'est finalement la division de la cellule, mitose, et la création de deux cellules identiques à la cellule-mère.

La durée du cycle varie selon le type de cellules et c'est à la première phase qu'il y a variation, car pour les phases deux et trois, ainsi que pour la mitose, la durée est semblable d'un type de cellules à un autre. Par exemple, la phase un, pour des cellules de la peau, atteint un peu plus de 80 heures alors que cette phase ne dure pas plus d'une heure pour des cellules de la moelle osseuse.

La division cellulaire, des cellules eucaryotes, comprend la division du noyau, caryocinèse et la division du cytoplasme, cytokinèse. La division du cytoplasme complète la mitose. Les deux cellules-filles ont alors exactement le même nombre et les mêmes types de chromosomes que la cellule-mère.

Toutes les cellules d'un organisme issues d'une cellule unique, le zygote, possède des chromosomes identiques. C'est par le processus de différenciation cellulaire que les cellules embryonnaires se spécialisent en de nombreux types cellulaires (musculaires, nerveux, hépatiques, etc.). La différenciation consiste à exprimer certains gènes et à en réprimer d'autres; cela entraîne de nombreux changements physiologiques dans la cellule, mais ils restent tous présents.

Une cellule souche est caractérisée par sa double capacité : multiplication à l'identique et différenciation en cellules spécialisées.

### CHAPITRE 3.2 : Développement anarchique de la cellule.

Dans les cellules cancéreuses, le niveau d'activité de la télomérase\* est augmenté, contribuant ainsi à la prolifération et à l'immortalisation des cellules cancéreuses.

Dans le développement normal des cellules, des points de contrôle entre chaque phase du cycle cellulaire permettent de vérifier que le processus se déroule de façon normale. La cellule peut ainsi identifier la survenue d'éventuelles anomalies dans son cycle et déclencher une action de correction de ces erreurs ou son autodestruction, apoptose.

Dans le cas d'une cellule cancéreuse, il semble que certaines protéines ne puissent plus agir sur un point de contrôle, qui devient alors déficient et laisse se produire des divisions répétées de la cellule anormale.

## PARTIE 4

### PROCESSUS DU VIEILLISSEMENT ET DE MORT CELLULAIRES

## CHAPITRE 4.1 : Vieillesse et mort de la cellule.

La cellule somatique eucaryote ne peut se diviser indéfiniment, car ses chromosomes raccourcissent lors de chaque mitose, par érosion des télomères. Lorsque les télomères sont trop abimés, la cellule devient sénescence.

Dès après la naissance et dans la plupart des tissus, beaucoup de cellules ne se divisent plus; ce manque d'activité de la télomérase dans les cellules somatiques induit leur entrée en sénescence.

La mort cellulaire programmée s'appelle apoptose alors que la mort cellulaire accidentelle est dite nécrose. L'apoptose est une modalité indispensable au développement normal d'un organisme; elle joue un rôle dans l'élimination de certains membres durant le développement, permet le remodelage des tissus, assure la limitation de la multiplication cellulaire et élimine des cellules malformées et/ou infectées.

La nécrose est le résultat d'une agression sévère subie par la cellule; l'agression provoque le gonflement de la cellule puis la rupture de la membrane plasmique, qui est la première manifestation visible de la nécrose; suite à cette rupture, le contenu du cytoplasme se répand et déclenche une réaction inflammatoire modifiant l'architecture du tissu.

## CONCLUSION

Cette étude n'est pas véritablement une recherche mais c'est plutôt le résumé d'une lecture captivante du livre de Marc Thiry (Biologie cellulaire). En effet, après avoir fait l'achat de ce livre, nous n'avions plus besoin de fouiller sur internet pour répondre à nos questions vu que ce livre couvre l'essentiel et explique très bien les différentes composantes de la cellule eucaryote.

Nous espérons que la lecture de cette synthèse vous a apporté une meilleure connaissance de la cellule et même un peu de plaisir à découvrir les différentes fonctions des organites cellulaires.

## GLOSSAIRE

Acide aminé : molécule organique possédant un groupement amine (-NH<sub>2</sub>), un groupement carboxylique (-COOH), un atome d'hydrogène et une chaîne latérale. Ils sont les constituants des protéines.

ADN : acide désoxyribonucléique. C'est un acide nucléique caractéristique des chromosomes, constitué de deux brins enroulés en double hélice et formés chacun d'une succession de nucléotides.

ARN : acide ribonucléique, formé d'une seule chaîne de nucléotides, indispensable à la synthèse des protéines à partir du programme génétique porté par l'ADN.

ATP : adénosine triphosphate. Molécule produite par la phosphorylation de l'adénosine diphosphate (ADP) et destinée à l'apport d'énergie pour les synthèses moléculaires dans une cellule vivante.

Centrosome : organite situé près le noyau dans la plupart des cellules, constitué de deux centrioles perpendiculaires entre eux, qui interviennent dans la division cellulaire et dans les battements des cils et des flagelles.

Chloroplaste : organite de la cellule végétale contenant de la chlorophylle et assurant la photosynthèse.

Cytoplasme : partie interne de la cellule, composée surtout d'eau et de protéines, charpentée par le cytosquelette et qui contient le noyau et les autres organites.

Cytosol : contenu d'une cellule, à l'exception du cytosquelette et des organites, dont le noyau.

Dalton : unité de mesure qui équivaut à 1/12 de la masse d'un atome de carbone 12.

Dictyosome : ensemble de saccules empilés les uns sur les autres; le dictyosome est l'unité fonctionnelle de l'appareil de Golgi.

Endocytose : processus de transport de molécules, voire de particules, vers l'intérieur de la cellule par déformation de la membrane cellulaire et la formation d'une petite cavité.

Exocytose : lorsque la membrane des vésicules de sécrétions fusionne avec la membrane plasmique, libérant le contenu des vésicules dans le milieu extérieur à la cellule.

Gène : segment d'ADN transmis héréditairement et participant à la synthèse d'une protéine, correspondant à un caractère déterminé.

Glucide : composant fondamental de la matière vivante, constitué de carbone, d'hydrogène et d'oxygène et jouant un rôle énergétique dans l'organisme.

Lipide : composant fondamental de la matière vivante constitué d'acides gras et jouant un rôle énergétique.

Métabolisme : ensemble des réactions chimiques de transformation de matière et d'énergie, catalysées par des enzymes, qui s'accomplissent dans tous les tissus de l'organisme vivant.

Mitochondrie : organite cytoplasmique de la cellule, limité par une double membrane, qui synthétise l'adénosine triphosphate (ATP), source universelle d'énergie pour les être vivants.

Mitose : division de la cellule en deux cellules filles identiques.

Nucléole : corps sphérique très riche en ARN, situé à l'intérieur du noyau des cellules.

Protéine : macromolécule constituée par une très longue chaîne d'acides aminés.

Réticulum endoplasmique : organite intracellulaire formé par un réseau complexe de replis membranaires.

Ribosome : organite cytoplasmique corpusculaire des cellules vivantes, assurant la phase de traduction lors de la synthèse des protéines.

RubisCO : ribulose biphosphate carboxylase/oxygénase.

Stéroïde : hormone dérivée des stérols et sécrétée notamment par les glandes endocrines (corticosurrénales, glandes génitales, placenta).

Téломérase : enzyme qui permet le maintien de la longueur des télomères lors de la division des cellules.

## BIBLIOGRAPHIE

Lacasse, Denise. Introduction à la biologie alimentaire. Éditions St-Martin, 1995.

Mader, Sylvia S. Biologie, évolution, diversité et environnement. Éditions du Trécarré, 1988.

Marieb, Elaine N. Biologie humaine. ERPI, 2000.

Thiry, Marc. Biologie cellulaire. Dunod, 2016.

## SITES INTERNET

[Alloprof.qc.ca](http://Alloprof.qc.ca)

[Atlasgeneticsoncology.org](http://Atlasgeneticsoncology.org)

[Lacitec.on.ca](http://Lacitec.on.ca)

[Wiktionary.org](http://Wiktionary.org)

## TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos.....	2
PARTIE 1 : Composantes de la cellule.....	2
Chapitre 1.1 : Généralités.....	3
Chapitre 1.2 : Constituants de la cellule animale.....	3
PARTIE 2 : Structures majeures et leurs fonctions.....	5
Chapitre 2.1 : La membrane plasmique.....	5

Chapitre 2.2 : Le noyau.....	6
Chapitre 2.3 : Le réticulum endoplasmique.....	7
Chapitre 2.4 : Les ribosomes.....	8
Chapitre 2.5 : L'appareil de Golgi.....	9
Chapitre 2.6 : Les lysosomes.....	10
Chapitre 2.7 : Les peroxysomes.....	11
Chapitre 2.8 : Les mitochondries.....	12
Chapitre 2.9 : Les filaments cellulaires.....	13
PARTIE 3 : Cycle cellulaire et développement anarchique.....	15
Chapitre 3.1 : Cycle cellulaire et multiplication normale.....	15
Chapitre 3.2 : Développement anarchique de la cellule.....	16
PARTIE 4 : Processus du vieillissement et de mort cellulaires.....	17
Chapitre 4.1 : Vieillissement et mort de la cellule.....	17
Conclusion.....	18
Glossaire.....	18
Bibliographie.....	20
Sites internet.....	20
Table des matières.....	21