

I- Les cellules procaryotes

1. Définition de cellule procaryote :

Les cellules procaryotes sont caractérisées par un matériel génétique libre dans le cytoplasme non limité par une enveloppe nucléaire. Elles sont présentes chez les organismes unicellulaires, essentiellement représentés par les bactéries.

2. Définition et ultrastructure d'une bactérie :

Une bactérie est un organisme procaryote unicellulaire de taille très réduite (1 à 10µm). Les bactéries vivent isolées ou groupées en colonies. Elles ont différentes formes : en bâtonnet, sphérique, cylindrique...etc. Les bactéries se reproduisent par scissiparité ou étranglement. La cellule bactérienne est constituée de structures constantes (obligatoires) et inconstantes (facultatives) (Fig. 1).

2.1 Les structures constantes :

Les structures constantes sont des organites obligatoires qui se trouvent chez toutes les bactéries. Une cellule bactérienne vivante et fonctionnelle ne peut être dépourvue d'un de ces organites. Les structures constantes sont :

2.1.1 Matériel nucléaire ou nucléoïde :

C'est le chromosome bactérien, formé d'une seule molécule bi-caténaire d'ADN circulaire d'à peu près 1mm. Il est libre dans le cytoplasme, non séparé par une enveloppe nucléaire pour former un véritable noyau, d'où le nom Procaryote.

2.1.2 Plasmides :

Les plasmides sont des fragments d'ADN à double brins, circulaires. Ils sont extra-chromosomiques et localisés dans le cytoplasme. Un plasmide peut être présent en plusieurs copies dans une seule cellule bactérienne. Ils codent pour la synthèse de différentes enzymes conférant à la bactérie d'utiliser certains substrats ou de résister aux antibiotiques.

2.1.3 Les ribosomes :

Groupés en amas formant des Polyribosomes. Leur synthèse ne nécessite pas la présence de nucléole.

2.1.4 La membrane plasmique :

Composée de lipide et de protéines. Elle ne contient pas de cholestérol et est pauvre en glucides. Elle assure le transport des substances nutritives.

2.1.5 La paroi :

Epaisse de 20 à 80 nm, elle délimite extérieurement la bactérie et détermine sa forme. Elle joue un rôle de protection : une bactérie sans paroi meurt. Elle est séparée de la membrane plasmique par l'espace péri-plasmique.

L'ultrastructure de la paroi subdivise les bactéries en deux grands groupes :

2.1.5.1 Bactéries GRAM positives : leur paroi est dense formée de muréine épaisse.

2.1.5.2 Bactéries GRAM négatives : leur paroi est formée d'une muréine lâche.

2.2 Structures facultatives :

Les structures facultatives sont des organites qui peuvent se trouver ou non dans la bactérie. Ils se trouvent chez certains groupes et sont absents chez d'autres, selon les espèces et leurs milieux de vie. Il s'agit de :

2.2.1 La capsule :

Elle est souvent polysaccharidique ou polypeptidique. Elle joue essentiellement un rôle de protection. Sa présence est un signe de virulence car elle protège la bactérie de la phagocytose.

2.2.2 Les mésosomes :

Exclusifs aux bactéries aérobies, les mésosomes sont des invaginations membranaires qui pénètrent dans le cytoplasme. Ils renferment les enzymes de la chaîne respiratoire assurant ainsi un rôle similaire à celui des mitochondries.

2.2.3 Les flagelles :

Ce sont des expansions membranaires mobiles, au nombre de 1 à 8 situés dans des positions différentes. Les flagelles sont constitués d'une protéine contractile dite : Flagelline. Ils assurent la locomotion de la bactérie.

2.2.4 Les pili (poils) :

Ce sont des expansions membranaires comme les flagelles, mais plus courts encore. Ils assurent l'adhésion des bactéries aux substrats. Ils sont formés d'une protéine dite : Piline.

2.2.5 Les inclusions cytoplasmiques :

Il s'agit notamment des granules de réserves ou des vacuoles à gaz permettant le déplacement vertical de la bactérie qui les renferme.

Structures facultatives

Structures constantes

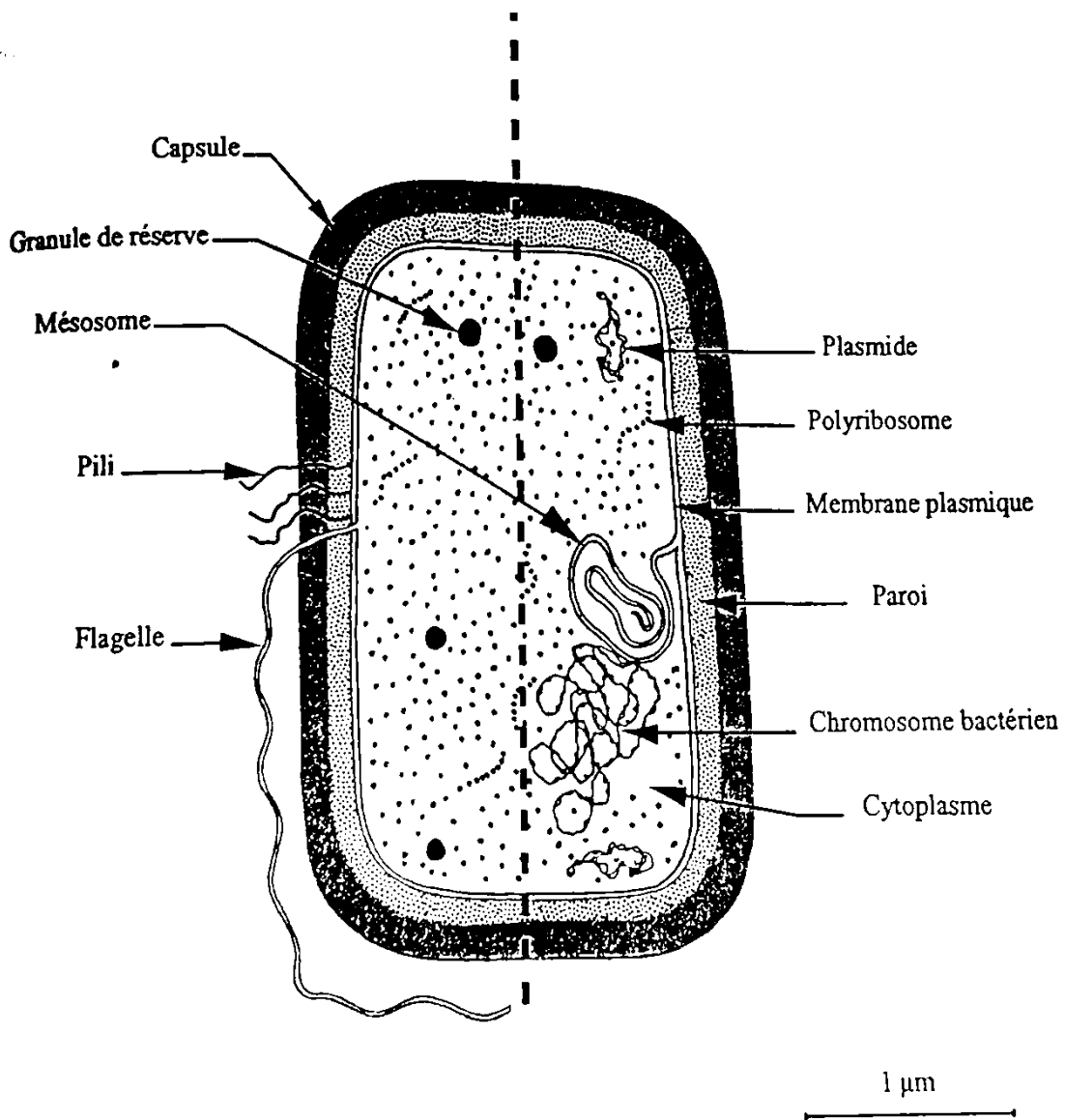


Fig. 1 : Schéma représentatif de l'ultrastructure d'une cellule bactérienne (Procaryote)

3. Les virus :

Le terme virus signifie en latin : Poison. Les virus sont les agents pathogènes d'un grand nombre de maladies virales, dont certaines sont, jusqu'à nos jours, mortelles et inguérissables.

3.1 Définition et caractéristiques des virus :

Les virus sont des parasites obligatoires d'hôtes spécifiques (eucaryote ou procaryote). Ils sont constitués de matériel génétique (ADN ou ARN jamais les deux), d'une capsidie à symétrie variable et potentiellement d'une enveloppe. Ils sont dépourvus de cytoplasme et de noyau et ne possèdent pas ni métabolisme propre ni capacité de réplication. Leur taille va de 15 à 300 nm.

Etant dépourvus d'organites cellulaire, les virus ne forment pas une vraie cellule, ce ne sont donc que des particules internes incapables d'évolution autonome. Ils parasitent les cellules vivantes, y introduisent leur matériel génétique et utilise ainsi les organites de l'hôte à leur propre intérêt.

3.2 Classification des virus :

Les virus peuvent être classés selon plusieurs critères comme suit:

- 3.2.1 La nature de l'acide nucléique :** Adénovirus (ADN) ou Rétrovirus (ARN)
- 3.2.2 La symétrie de la capsidie :** Hélicoïdale ou Cubique.
- 3.2.3 La présence ou absence de l'enveloppe :** virus enveloppé ou virus nu.

II- Les cellules Eucaryotes

1. Définition de cellule Eucaryote :

Les cellules eucaryotes sont caractérisées par un matériel génétique entouré par une enveloppe nucléaire qui l'isole du cytoplasme, formant ainsi un noyau vrai. Ce genre de cellule est présent chez d'innombrables êtres vivants unicellulaires libres et mobiles comme les amibes et les paramécies, ou pluricellulaires tels : l'homme, les animaux ou les végétaux.

Une cellule eucaryote est caractérisée par un cytoplasme composé de protoplasme et d'hyaloplasme :

Le protoplasme : il désigne les organites cellulaires.

Le hyaloplasme : il correspond au milieu dans lequel baignent tous ces organites.

Le protoplasme diffère d'un type de cellule à un autre selon qu'il s'agisse de cellule eucaryote animale ou cellule eucaryote végétale.

Toutefois, même au sein d'un même organisme, il existe plusieurs types de cellules selon la fonction. Chez l'homme par exemple, on constate près de 200 types cellulaires différents d'après le rôle du tissu en question.

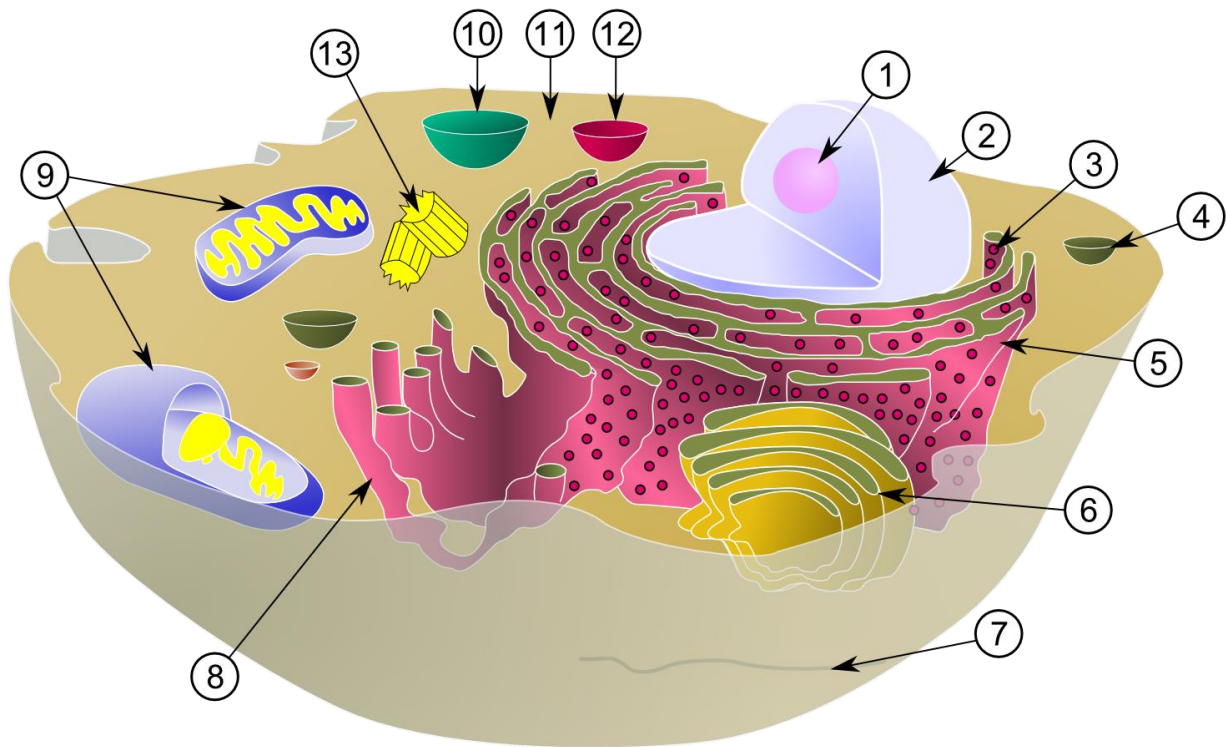
A-Ultrastructure de la cellule eucaryote animale

La cellule eucaryote animale est caractérisée par une forme plus ou moins sphérique, parfois irrégulière. Elle est entourée d'une membrane cytoplasmique délimitant un hyaloplasme et un protoplasme portant plusieurs organites cellulaires dont: la membrane cytoplasmique, le noyau, les ribosomes, les mitochondries, les vacuoles, l'appareil de Golgi, les centrioles, le réticulum endoplasmique (lisse et rugueux), les granules de réserve...etc. (Fig. 1, page 2).

1. La membrane plasmique :

1.1 Définition de la membrane plasmique :

La membrane plasmique est la structure qui délimite toutes les cellules. Elle sépare l'intérieur de la cellule (le cytoplasme) du milieu extérieur (matrice extracellulaire). La membrane est généralement composée de lipides (Phospholipides notamment), entre lesquels s'insèrent des protéines. Les membranes des cellules animales comprennent également des molécules de cholestérol qui les rendent rigides et augmentent leur imperméabilité vis-à-vis des molécules hydrophiles.



1. Nucléole
2. Noyau
3. Ribosomes
4. Vésicule
5. Réticulum endoplasmique rugueux
6. Appareil de Golgi
7. Microtubule
8. Réticulum endoplasmique lisse
9. Mitochondrie
10. Vacuole
11. Cytoplasme
12. Lysosome
13. Centrosome

Fig. 1 : Schéma représentatif de la structure tridimensionnelle d'une cellule animale

1.2 Structure et propriétés de la membrane plasmique :

La membrane plasmique est constituée de phospholipides à deux pôles : une tête hydrophile et une queue hydrophobe. Ce caractère amphiphile des phospholipides confère à la membrane plasmique la propriété d'auto-assemblage qui mène à une structure tri-stratifiée. (Fig. 2, page 3).

Les lipides de la membrane sont dotés de mouvements permanents et rapides qui lui confèrent la propriété de fluidité membranaire. Parmi ces mouvements :

- La diffusion latérale : mouvement très rapide au sein d'une monocouche.
- La rotation : le phospholipide tourne autour de son axe.
- La flexion : les chaînes hydrocarbonées sont flexibles.
- La bascule ou Flip-Flop : mouvement rare qui permet au phospholipide de passer d'une monocouche à l'autre.

Une troisième propriété de la membrane est celle de l'auto-fermeture des doubles couches membranaires pour former des micelles ou des liposomes servant à encapsuler ou protéger des protéines ou du matériel génétique.

Les phospholipides ne sont pas répartis régulièrement entre les deux feuilletts protoplasmique et endoplasmique, c'est pourquoi la membrane est asymétrique.

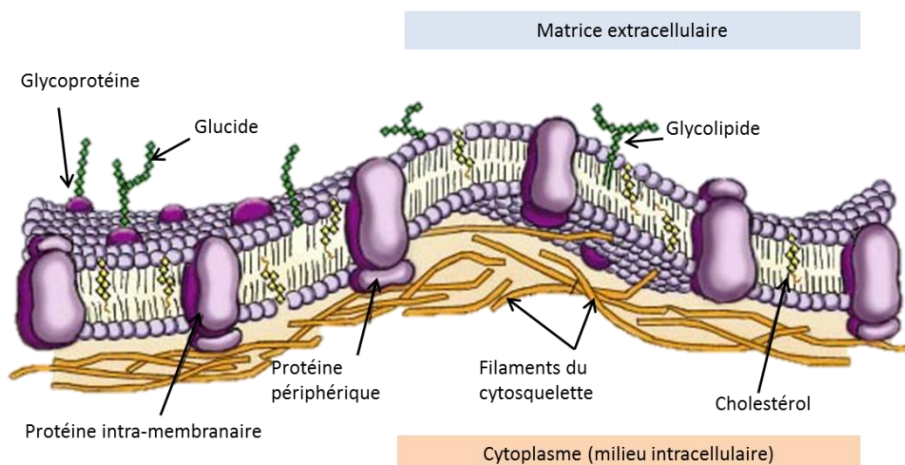


Fig. 2 : Schéma tridimensionnel représentatif d'une membrane plasmique

1.3 Perméabilité cellulaire :

La perméabilité cellulaire est attribuée à la cellule grâce à la membrane plasmique qui assure les échanges entre le milieu interne de la cellule et le milieu externe. Ceci est assuré de plusieurs façons.

1.3.1 Transport passif :

Ce transport se fait selon le gradient de concentration. Il ne nécessite pas d'énergie et se subdivise en (Fig. 3, page 4):

- **Transport simple ou libre:** Il permet un passage direct des molécules du milieu le plus concentré vers le milieu le moins concentré jusqu'à l'équilibre des deux concentrations. Ce transport se fait par simple passage à travers la membrane et concerne uniquement les molécules solubles dans la membrane plasmique.
- **Transport facilité :** Ce type de transport passif est facilité par des canaux ioniques (protéines de canal), celui-ci est très spécifique, rapide et contrôlé (les canaux peuvent se fermer) ou des transporteurs. En plus des canaux ioniques, des transporteurs permettent également ce genre de transport. Ces transporteurs changent de forme pour pouvoir transporter les molécules en question.

1.3.2 Transport actif :

Le transport actif se fait contre le gradient de concentration et fait intervenir des pompes spécifiques avec consommation d'énergie. Il y en a deux types :

- **Transport actif primaire :** assuré par des pompes.
- **Transport actif secondaire :** fait intervenir également des molécules co-transportées en plus de l'énergie.

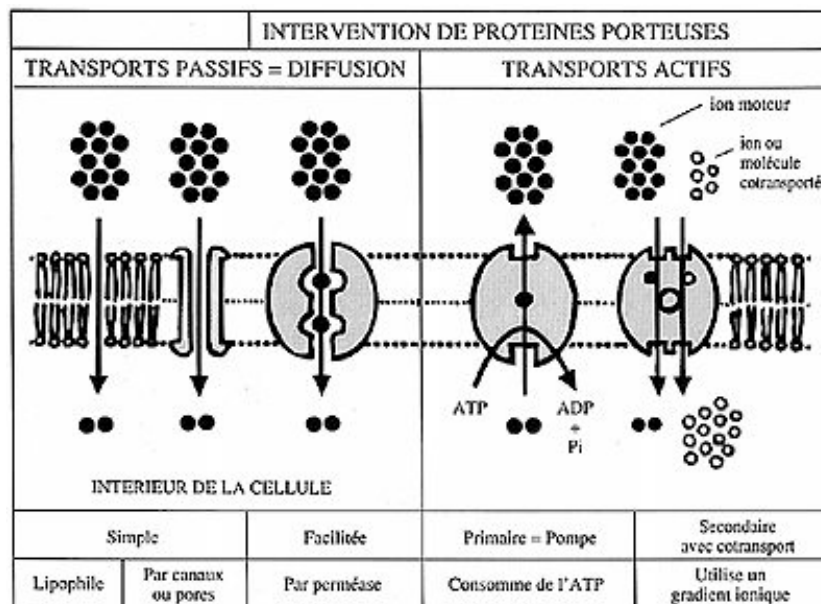


Fig. 3 : Schéma représentatif des différents types de transports membranaires

2. Le noyau interphasique:

2.1 Définition :

Le noyau est l'organite cellulaire délimité par une enveloppe nucléaire et contenant l'information génétique. Il est appelé interphasique car présent dans la cellule uniquement pendant l'interphase, il disparaît au cours de la mitose par dégénération de l'enveloppe nucléaire à partir de la prophase.

2.2 Structure :

Le noyau est l'organite qui a donné le nom aux eucaryotes (Eu=vrai, Caryos=noyau). C'est le centre organisateur de la cellule. Il est généralement unique sauf dans les cellules binucléées du foie, ou les cellules plurinucléées des muscles. Le noyau est absent chez certaines cellules comme les hématies et les Kératynocytes. Un noyau est structuré comme suit (Fig. 4, page 5):

2.2.1 Enveloppe nucléaire : c'est un ensemble membranaire complexe caractéristique des cellules eucaryotes qui sépare la chromatine du hyaloplasme durant l'interphase. Elle contrôle les échanges entre le noyau et le hyaloplasme. Elle est constituée de membrane nucléaire interne et membrane nucléaire externe. L'enveloppe nucléaire est séparée du nucléoplasme par la **Lamina nucléaire** présentée sous forme de réseau protéique fibreux.

2.2.2 Nucléoplasme : c'est le milieu où baignent la chromatine et le nucléole. Il contient de l'eau et des ions (Na^+ , K^+ , Mg^{++} , Ca^{++} ...).

2.2.3 Chromatine : C'est le support de l'information génétique : elle constitue la forme interphasique des chromosomes. On distingue : l'**Euchromatine** et l'**Hétérochromatine**.

2.2.4 Nucléole : c'est une masse sphéroïde à l'intérieur du noyau non séparé par une membrane. Généralement le noyau contient un seul nucléole (les anomalies permettent la détection de Cancer). Le nucléole est le centre de synthèse des sous unités ribosomales.

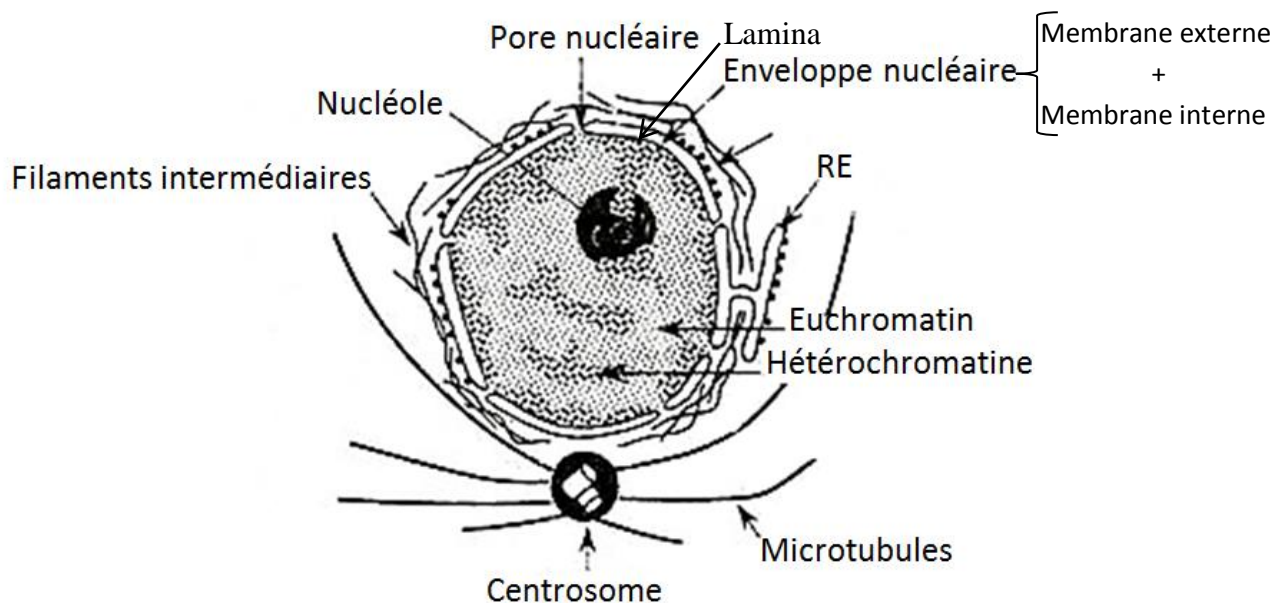


Fig. 4 : Schéma représentatif du noyau interphasique

2.3 Cycle cellulaire et réplication d'ADN :

Afin de mieux comprendre la notion de noyau interphasique, il est nécessaire de rappeler le cycle cellulaire pour situer l'interphase. On appelle cycle cellulaire la séquence ordonnée

d'évènement par lesquels une cellule duplique son contenu et se divise pour donner deux nouvelles cellules. Ce cycle peut être subdivisé en deux grandes phases : l'interphase et la mitose (Fig. 5, page 6).

2.3.1 Interphase :

C'est la phase la plus longue dans un cycle cellulaire. Elle correspond au temps qui s'écoule entre deux mitoses successives. C'est cette phase que le noyau est représenté dans la cellule sous forme d'une masse entourée par une enveloppe. L'interphase est subdivisée en trois phases :

- La phase G1 : au cours de cette phase la cellule contrôle sa taille, sa forme et son environnement, afin de s'engager dans une division cellulaire selon son état, sa taille et les signaux environnementaux qui lui sont envoyés.
- La phase S : c'est la phase de la réplication d'ADN.
- La phase G2 : c'est la phase de contrôle de l'ADN (réplication complète).

2.3.2 Mitose : c'est la phase de la division cellulaire proprement dite. Elle s'articule en quatre phases : Prophase, Métaphase, Anaphase et Télophase (Fig. 5, page 5).

Remarque : la mitose est caractéristique des cellules du corps dites somatiques. Les cellules reproductrices, elles, se caractérisent par la méiose : une division cellulaire qui aboutit à deux cellules filles à $2n=1$, non identique à la cellule mère.

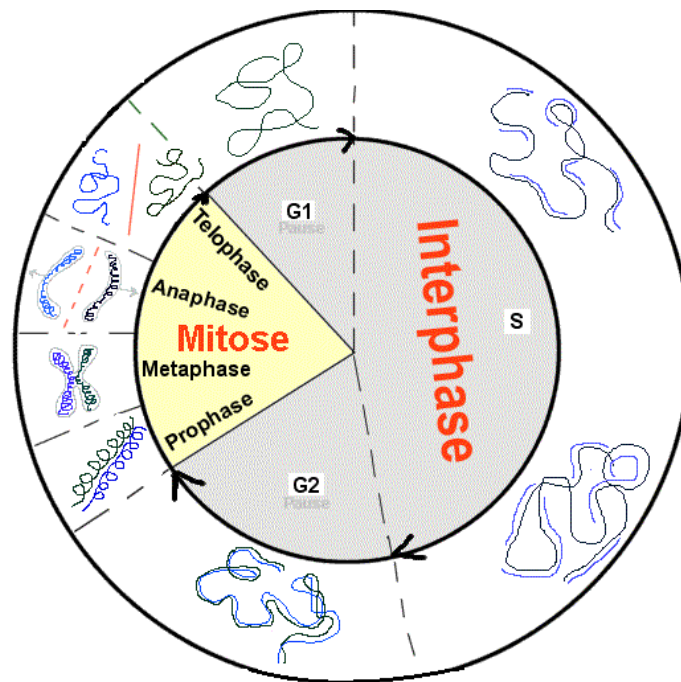


Fig. 5 : Schéma représentatif des différentes phases du cycle cellulaire

3. Le système endomembranaire :

3.1 Définition :

Le système endomembranaire correspond à l'ensemble des compartiments intracellulaires limités par une membrane (bicouche lipidique) à l'exception des peroxysomes, des mitochondries et des chloroplastes pour les cellules végétales.

3.2 Ultrastructure :

Le système endomembranaire correspond aux organites suivants (Fig. 6, page 8):

3.1.1 Enveloppe nucléaire : (voir paragraphe 2.2.1 de ce chapitre).

3.1.2 Réticulum endoplasmique : Il représente 50% des membranes cellulaires totales et forme la continuité de la membrane nucléaire externe. Il en existe deux types :

3.1.2.1 Le réticulum endoplasmique lisse : Il est responsable de la synthèse des lipides (phospholipides membranaires et stéroïdes) et joue un rôle important dans la détoxification de composés solubles. Il est relativement abondant dans les cellules hépatiques.

3.1.2.2 Le réticulum endoplasmique rugueux : Caractérisé par la présence de ribosomes sur sa surface, il joue un rôle important dans la synthèse des protéines membranaires et exportées, ainsi que dans le contrôle de la qualité des protéines et le maintien de la structure cellulaire.

3.1.3 Appareil de Golgi : C'est un réseau complexe de membranes lisses, classiquement composé par un empilement de citernes aplaties et parallèles : les saccules, auxquelles s'associent de nombreuses vésicules. L'appareil de Golgi assure les fonctions suivantes :

- Maturation des protéines synthétisées dans le RE.
- L'addition covalente (Glycosylation des protéines, glycosylation des lipides, sulfatation des protéines).
- Coupures protéolytiques.

3.1.4 Endosomes et Lysosomes :

3.1.4.1 Les endosomes : ce sont des structures sphériques (vésicules) provenant de l'endocytose de substances en provenance de l'espace extracellulaire afin de les véhiculer vers les lysosomes pour la dégradation.

3.1.4.2 Les lysosomes : ce sont des structures sphériques ou vésicules permettant la digestion des molécules intracellulaires (ou endocytées) grâce à des lipases et des enzymes de dégradation. Ils fonctionnent à des pH acides.

3.1.5 Vésicules, canicules et vacuoles : jouent un rôle important dans le stockage et le transport des molécules entre les différents compartiments du système endomembranaire.

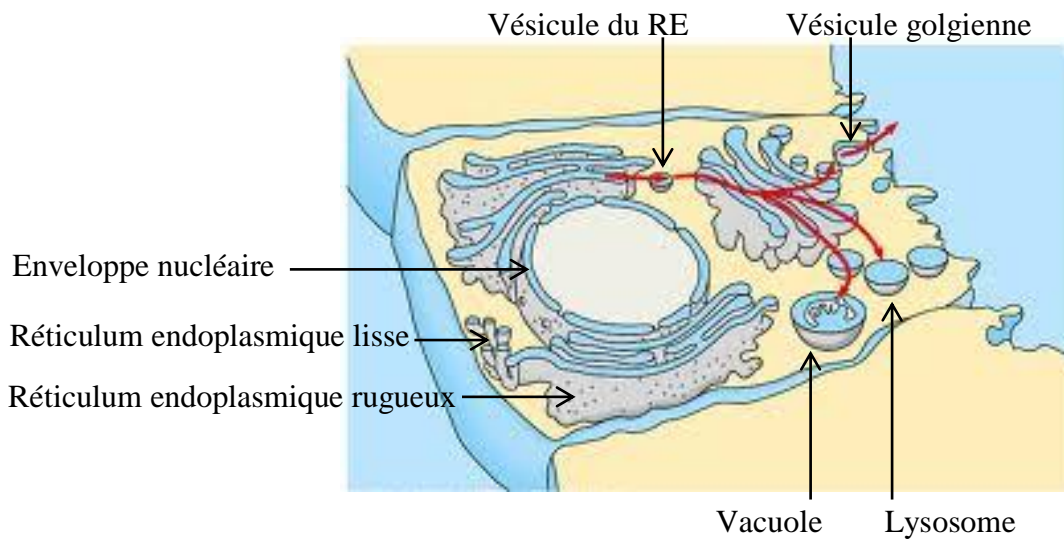


Fig. 6 : Schéma représentatif du système endomembranaire

3.3 Système endomembranaire et synthèse des protéines :

La synthèse des protéines débute dans le noyau et se termine au niveau du cytoplasme, passant par les étapes suivantes (Fig. 7, page 9):

3.3.1 Transcription : Elle permet de copier l'ADN en ARN messenger (ARNm). Elle se déroule dans le noyau (chez les eucaryotes). On parle de transcription car l'ADN est copié en ARNm sans changement de langage (langage de nucléotides). Elle est réalisée grâce à l'ARN polymérase. Elle nécessite des Nucléosides Triphosphates et progresse dans le sens 5'-3'. Elle se fait en trois étapes :

- Déroulement de la double hélice.
- Association des brins complémentaires d'ARNm sur l'ADN :
-A-T-C-A-G
-U-A-G-U-C
- Migration de l'ARNm dans le cytoplasme.

3.3.1 Traduction: Elle correspond au décodage de l'information portée par l'ARN messenger en protéines. A cette étape on passe du langage de nucléotides au langage des acides aminés grâce au code génétique. Elle fait intervenir les ribosomes (possédant deux sites : P et A) et les ARN de transport (ARNt). Elle se déroule en trois étapes également :

- **L'initiation :** Elle consiste en l'attachement de l'ARNm sur le ribosome. Elle débute au niveau du codon d'initiation AUG.
- **L'élongation :** L'ARNt reconnaît l'AUG et se fixe sur le site P du ribosome. Au site A se fixe l'amino-acyl ARNt qui correspond au codon qui suit AUG, et ainsi de suite jusqu'à la fin de la traduction du ARNm.

- **Terminaison** : C'est l'arrêt de la traduction au niveau des codons stop : UAA-UAG-UGA, et la libération de la chaîne polypeptidique.

A la fin, un contrôle des protéines est réalisé, certaines modifications peuvent être réalisées au niveau de l'appareil de Golgi comme l'addition covalente ou les coupures protéoliques.

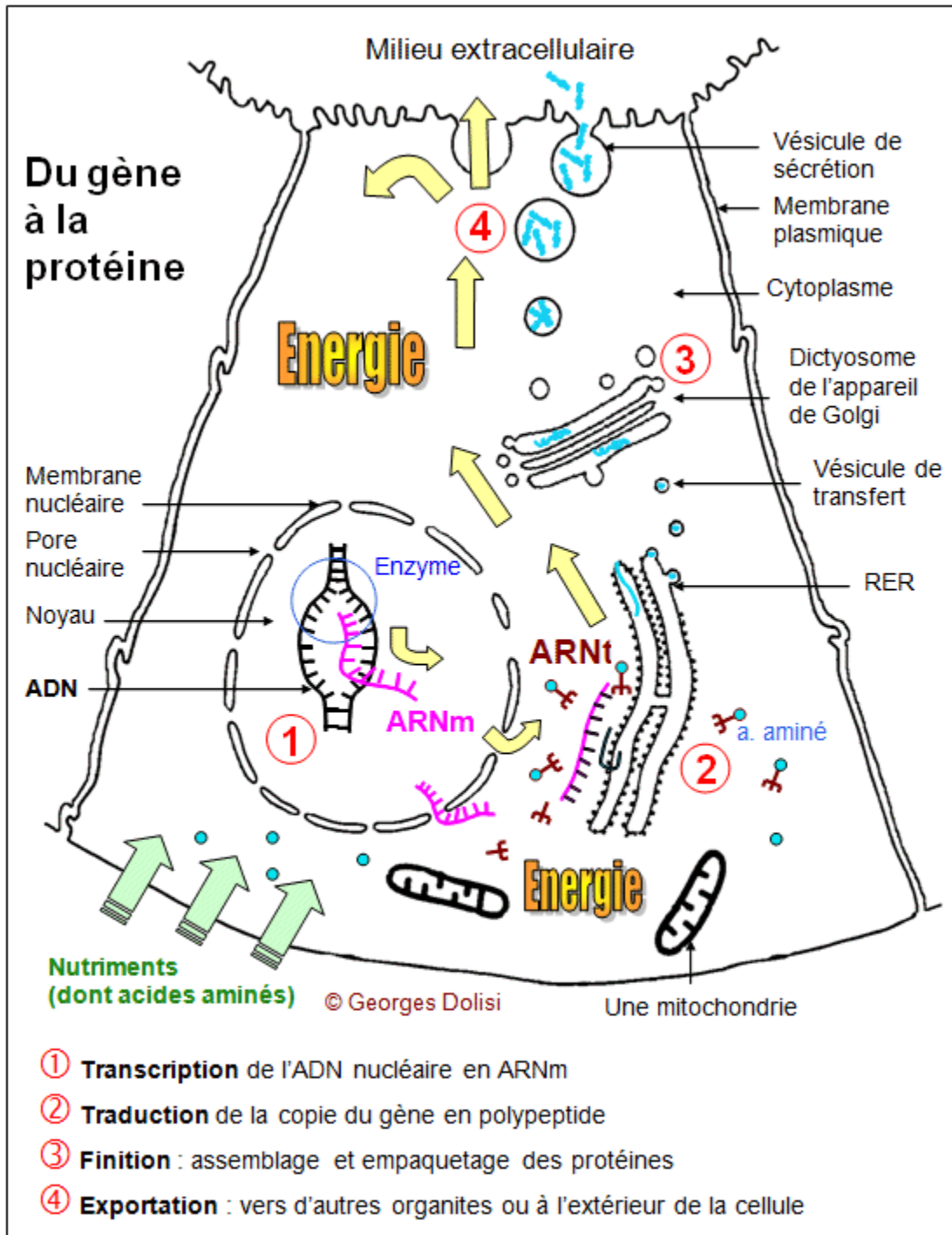


Fig. 7 : Schéma représentatif de la synthèse des protéines au niveau du système endomembranaire

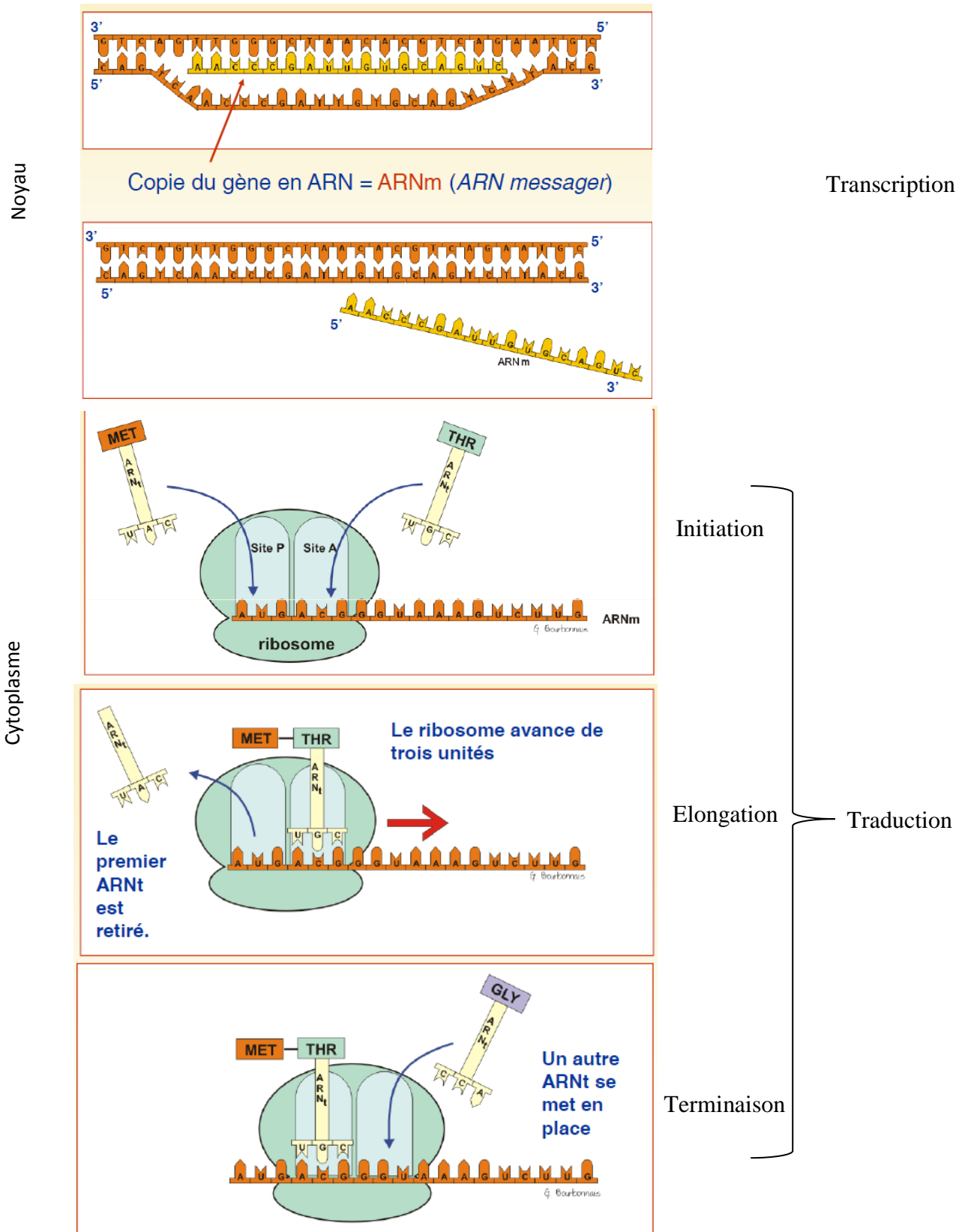


Fig. 8 : Schéma représentatif des étapes de la traduction de l'ARNm en protéine

4. Mitochondries et production d'énergie :

4.1 Généralités :

La mitochondrie est un organe clos des cellules eucaryotes aérobies. Elle joue un rôle très important dans la production d'énergie. L'ensemble des mitochondries d'une cellule est appelé **Chondriome**.

4.2 Ultrastructure :

Les mitochondries peuvent se présenter sous forme de bâtonnet ou de sphère. Elles sont constituées de plusieurs sous-organites (Fig. 9, page 12) dont les plus importants sont:

4.2.1 La membrane externe: constitué de 30% de lipides polaires et 70% de protéines notamment la Porine (protéine en forme de canaux). Elle permet le passage des molécules.

4.2.2 La membrane interne : moins perméable que la membrane externe, la membrane interne est repliée formant des crêtes. C'est à son niveau que se fait la respiration cellulaire. Les deux membranes sont séparées par un espace inter-membranaire.

4.2.3 Les crêtes : ce sont des invaginations au niveau de la membrane mitochondriale interne. Elles portent les cytochromes et les ATP synthases responsables de la production d'ATP à partir d'ADP + Pi.

4.2.4 L'ADN mitochondrial : provenant dans son intégralité de la mère, l'ADN mitochondrial se présente sous forme de molécule circulaire qui code pour une partie de protéines et d'ARN spécifiques au fonctionnement de la mitochondrie.

4.2.5 Matrice : délimitée par la membrane mitochondriale interne, la matrice mitochondriale est le siège du **Cycle de l'acide citrique** ou **Cycle de Krebs**.

4.2.6 Mito-ribosomes : plus petits que les ribosomes de la cellule.

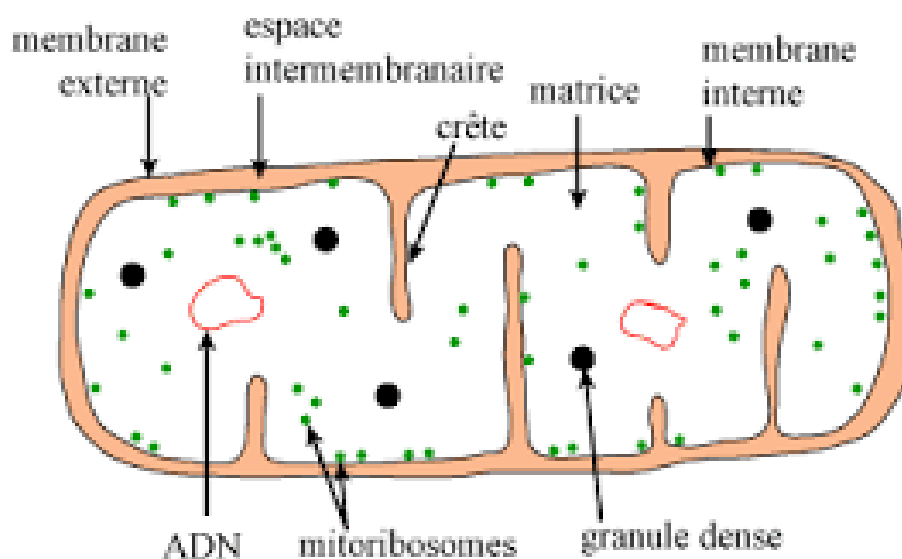


Fig. 9 : Schéma représentatif d'une mitochondrie

4.3 Production d'énergie :

Dans la cellule eucaryote la production d'énergie se fait par différents processus, qui ont majoritairement lieu dans la mitochondrie considérée comme la centrale énergétique de la cellule. La production d'énergie concerne donc les processus suivants :

4.3.1 Glycolyse : c'est une chaîne de réactions par lesquelles les sucres complexes (Glycogène) ou simple (Glucose) se transforme en Pyruvate avec libération d'énergie.

L'ensemble de ces réactions se déroulent dans le cytoplasme de la cellule, et le pyruvate produit a deux voies possibles selon l'organisme :

4.3.1.1 La fermentation : c'est la respiration anaérobie spécifique des organismes anaérobies vivant en milieux dépourvus d'oxygène. Chez ces organismes le pyruvate issu de la glycolyse entre dans une réaction de fermentation et aboutit soit à l'acide lactique (fermentation lactique ou lacto-fermentation) soit à l'éthanol (fermentation alcoolique). La fermentation produit en tout deux molécules d'ATP selon les réactions suivantes :

$\text{Glucose} + 2 \text{ADP} + 2 \text{Pi} \text{ ----> } 2 \text{Lactate} + 2 \text{ATP}$ (Fermentation lactique).

$\text{Glucose} + 2 \text{ADP} + 2 \text{Pi} \text{ ----> } 2 \text{Ethanol} + 2 \text{ATP} + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (Fermentation alcoolique).

4.3.1.2 La respiration aérobie: Chez les organismes aérobies, le pyruvate subit plusieurs transformations :

- **L'oxydation :** Elle se produit dans le cytoplasme et donne de l'Acétyl-Co-A et du CO_2 avec production de NADH, H^+ à partir de NAD^+ .

- **Le cycle de Krebs :** C'est un ensemble de réactions chimiques qui se déroulent dans la matrice mitochondriale à partir d'Acétyl-Co-A. Le cycle de Krebs donne le bilan suivant : 2 molécules de CO_2 + 3 molécules de NADH, H^+ + 1 molécule de GTP.

- **La chaîne respiratoire :** Elle a lieu au niveau de la membrane interne de la mitochondrie et sert notamment à la ré-oxydation des coenzymes NADH et FAD réduits au cours du cycle de Krebs.

- **Synthèse d'ATP :** Cette synthèse se fait au niveau des crêtes mitochondriales par les ATP synthases.

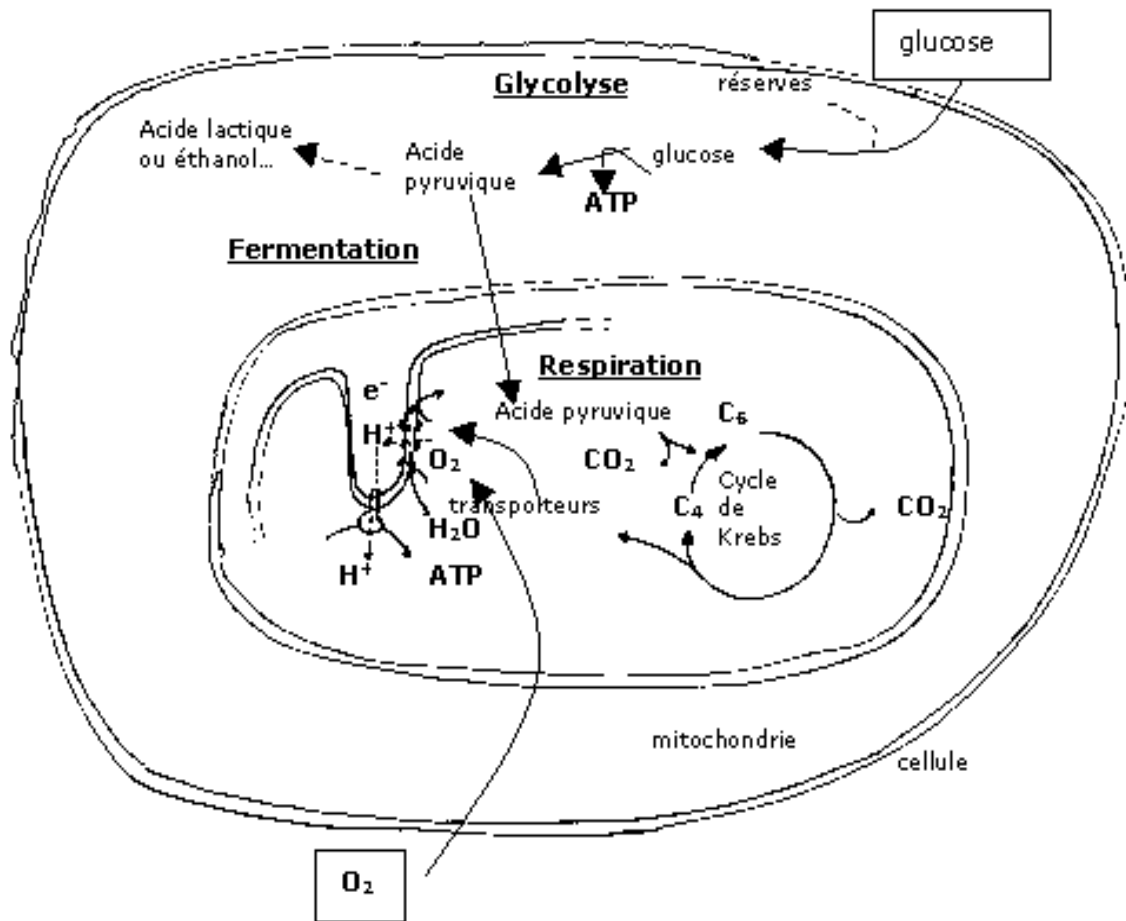


Fig. 10 : Schéma récapitulatif de la production d'énergie dans la cellule

B- Ultrastructure de la cellule eucaryote végétale

La cellule eucaryote végétale est caractérisée par une paroi pecto-cellulosique qui lui confère une forme plus ou moins régulière (hexagonale). Elle renferme les mêmes organites cellulaires d'une cellule eucaryote animale (membrane cytoplasmique, noyau, ribosomes, mitochondries, vacuoles, appareil de Golgi, centrioles, réticulum endoplasmique (lisse et rugueux), granules de réserve...etc. en plus de ces organites, les cellules végétales sont caractérisées par la présence de chloroplastes, et ont des vacuoles plus grandes et plus importantes que celles des cellules animales.

1. La paroi pectocellulosique :

La paroi pectocellulosique typique des végétaux supérieurs est d'épaisseur variable. Elle est très fine chez les cellules juvéniles (jeunes) et très épaisses chez les cellules différenciées (âgées) tel que les cellules des vaisseaux conducteurs (phloème et xylème).

1.1 Principaux constituants de la paroi pectocellulosique :

La paroi pectocellulosique est, comme son nom l'indique, principalement constituée de pectine et de cellulose. Elle est composée essentiellement de trois groupes de glucides : les pectines, la cellulose, les hémicelluloses.

1.1.1 Pectine : Les pectines constituent un ensemble complexe de macromolécules. Elles sont constituées d'une chaîne principale et de chaînes secondaires branchées. Elles jouent un rôle **structural** qui peut dépendre des conditions ioniques du milieu.

1.1.2 Cellulose : La cellulose est le matériau le plus important de la paroi des cellules végétales. La molécule de cellulose est un polymère constitué de cellobiose (= 2 glucoses liés en bêta 1-4). L'association de nombreuses molécules de cellulose permet la formation d'une micro-fibrille aux propriétés de résistance remarquables.

1.1.3 Hémicellulososes : ce sont une classe de polymères très variés et donc mal définis. Ils sont constitués d'une chaîne de glucose (bêta 1-4) et de courtes chaînes latérales de xylose, galactose et fucose.

La paroi pectocellulosique est composée également de glycoprotéines synthétisées dans l'appareil de Golgi et d'autres constituants inconstants.

1.2 Structure et formation de la paroi pectocellulosique :

La paroi végétale est une structure qui évolue en fonction de l'âge des tissus végétaux. On considère donc une étape de paroi dite primaire (jeune) et une étape de paroi secondaire (âgée). Elle comporte plusieurs parties mises en place successivement (Fig. 11, page 15).

1.2.1 Lamelle moyenne : c'est la partie la plus externe de la paroi et elle est commune à deux cellules contiguës. C'est elle qui se forme la première et elle est constituée de matières pectiques seulement.

1.2.2 Paroi primaire : de nature pecto-cellulosique, la paroi primaire n'existe seule que dans les cellules juvéniles. Elle est extensible, ce qui permet la croissance cellulaire (élongation).

1.2.3 Paroi secondaire : elle apparaît lors de la différenciation de la cellule. Elle est constituée de cellulose et d'hémicellulose et est enrichie en composés phénoliques : lignine (pour renforcer la rigidité), cutine et subérine (pour l'imperméabiliser). Cette différenciation s'observe pour les cellules conductrices de sève du xylème (le bois) et pour différents tissus de soutien (sclérenchyme) ou de protection (liège).

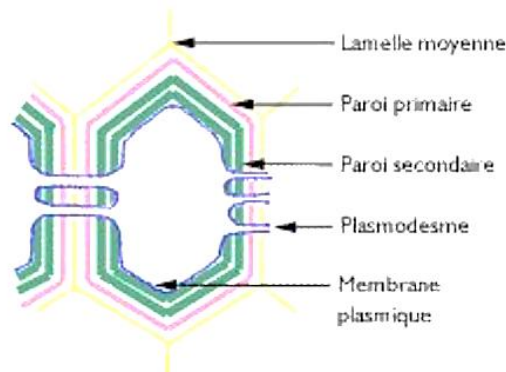


Fig. 11 : Schéma représentatif des différentes couches de la paroi pectocellulosique d'une cellule végétale

1.2.4 Les plasmodesmes :

Un plasmodesme est un tunnel à travers la paroi pecto-cellulosique des cellules végétales qui met en relation les membranes plasmiques et les cytoplasmes des cellules. Reliées par cette connexion cellulaire, les cellules forment un compartiment continu : **Le symplaste**.

1.3 Principales modifications de la paroi pectocellulosique :

Au cours de l'évolution de certaines cellules, les parois peuvent subir des modifications plus ou moins importantes ; certaines en une transformation chimique en gommés ou mucilages ; d'autres en une incrustation de la paroi.

1.3.1 L'incrustation :

Les substances d'incrustations se déposent dans la trame cellulosique, c'est-à-dire entre les microfibrilles de cellulose, aussi bien dans la paroi primaire que secondaire.

Les substances d'incrustations peuvent permettre une lignification, une minéralisation, ou bien même une gélification.

1.3.1.1 La lignification : Elle correspond à un dépôt de lignines plus particulièrement dans la lamelle secondaire, mais également dans la paroi primaire et secondaire et effectuent à ce niveau-là des soudures irréversibles entre les cellules. En effet les liaisons sont non hydrolysables par la plante elle-même.

1.3.1.2 La minéralisation : Elle correspond à un dépôt de silice (SiO_2) ou alors à un dépôt de calcaire (carbonate de calcium, CaCO_3) au niveau de tissus spécifiques de la plante.

1.3.1.3 La gélification : correspond à une hypertrophie de la lamelle moyenne, par des gommés ou des mucilages. Les gommés et les mucilages sont des polysaccharides hétérogènes qui ont la propriété de gonfler au contact de l'eau et de former des masses gélatineuses.

1.3.2 L'adcrustation :

Les substances d'adcrustation sont des substances déposées à l'extérieur de la membrane. Elle forme une couche sur la paroi secondaire qui peut disparaître. Cette couche est imperméable, empêchant tout échange de gaz et d'eau. Les substances d'adcrustation sont les suivantes :

1.3.2.1 La cutine : La cutine se dépose sur l'épiderme, formant un film protecteur, appelé la cuticule.

1.3.2.2 Les cires : Ce sont des esters d'acide gras et d'alcool gras à longue chaîne, qui forment un dépôt sur ou dans la cuticule.

1.3.2.3 La sporopollénine : Constituant principale de l'exine. Elle procure une résistance à la dégradation et n'est dégradée par aucune enzyme connue.

1.3.2.4 La subérine : imprègne la paroi des cellules, la rendant imperméable.

2. Chloroplastes :

2.1 Définition :

Les chloroplastes sont des organites cellulaires spécifiques des cellules végétales des plantes vertes (et algues). Ils sont responsables de la photosynthèse car ils permettent de capter la lumière à l'origine de la photosynthèse, par l'intermédiaire de la chlorophylle qu'ils possèdent et de leurs ultrastructures.

2.2 Ultrastructure :

Les chloroplastes sont isolés du cytoplasme par une double membrane (deux membrane séparées par un espace intermembranaire). Ils sont constitués de plusieurs éléments qui baignent dans le stroma. Les plus importants sont les thylacoïdes dont l'ensemble forme les granums (Fig. 12).

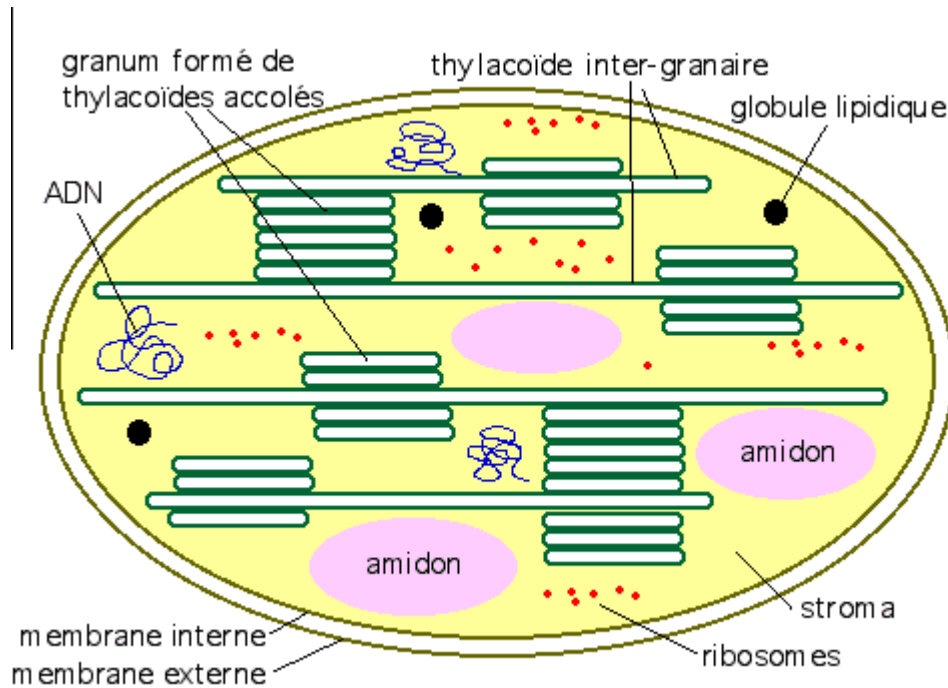


Fig. 12 : Schéma représentatif d'un chloroplaste

2.3 Chloroplastes et photosynthèse :

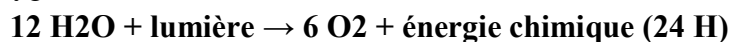
2.3.1 Définition de la photosynthèse :

La photosynthèse est le processus bioénergétique qui permet aux plantes, algues et certaines bactéries, dites photo-autotrophes, de synthétiser de la matière organique en utilisant la lumière du soleil. Elle a pour but de créer de l'énergie (sous forme de glucide) à partir de l'énergie lumineuse provenant du soleil. Les organismes pourvus de chloroplaste et donc capables de photosynthèse sont dits **autotrophes**.

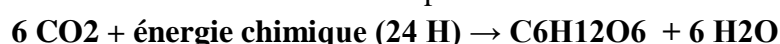
2.3.2 Etapes de la photosynthèse :

La photosynthèse s'articule en deux phases importantes, une phase claire et une phase sombre.

2.3.2.1 La phase claire : les réactions photochimiques (phase claire), qui se déroule exclusivement en présence d'une source d'énergie lumineuse, comporte une succession d'étapes depuis l'oxydation de l'eau (qu'on appelle aussi "photolyse") jusqu'à la production d'oxygène, suivant la réaction ci-dessous :



2.3.2.2 La phase sombre : La seconde phase est aussi appelée la phase sombre. Cette phase ne nécessite pas l'obscurité : le terme de phase sombre indique qu'elle n'est pas directement conditionnée par la lumière. En réalité, elle est indirectement conditionnée par la lumière: les coenzymes nécessaires à sa réalisation font vite défaut en l'absence de lumière. Elle se fait suivant la réaction ci-après :



La phase sombre se résume dans le cycle de Calvin ou phase de fixation du carbone (Fig. 13, page 18).

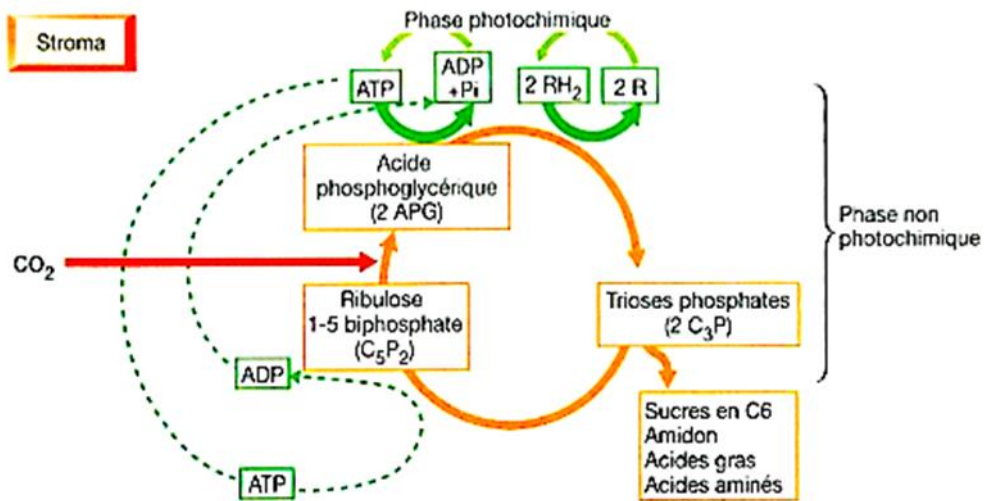


Fig. 13 : Schéma représentatif des principales étapes du cycle de Calvin (Phase sombre de la photosynthèse)

3. La vacuole :

3.1 Définition :

Une vacuole est une grosse structure unique, de forme variable selon les cellules, délimitée par une membrane lipidique appelée tonoplaste. La vacuole concentre 80 à 90 % du volume et du poids de la cellule végétale. Elle contient surtout de l'eau, mais aussi des molécules organiques et inorganiques (comme des glucides, des ions, des pigments...).

3.2 Rôle de la vacuole :

- La vacuole a surtout un rôle de maintien de l'homéostasie cellulaire, c'est-à-dire qu'elle permet un maintien des bonnes concentrations des éléments dans le cytoplasme, en stockant sélectivement des éléments au sein de sa membrane.
- Elle joue aussi un rôle important dans la turgescence des cellules végétales, en assurant une pression suffisante à l'intérieur de la cellule, pour maintenir une rigidité de certaines structures anatomiques (tige).

3.3 Vacuole et phénomène d'osmose :

Le phénomène d'osmose est le passage de l'eau du milieu le moins concentré (hypotonique) vers le milieu le plus concentré (hypertonique) à travers une membrane semi-perméable. Grâce à ce phénomène, la cellule peut se trouver dans trois états : plasmolyse limite, plasmolyse ou turgescence (Fig. 14, page 19).

3.3.1 La plasmolyse limite : c'est le cas limite dans lequel se trouve la cellule lorsque les concentrations du milieu intracellulaire et intercellulaire sont égales. Toute variation de concentration peut causer la plasmolyse ou la turgescence cellulaire.

3.3.2 La turgescence cellulaire :

La turgescence cellulaire correspond au gonflement de la vacuole suite à l'entrée d'eau du milieu extracellulaire hypotonique vers le milieu intracellulaire hypertonique. Le gonflement de la vacuole exerce une pression sur la paroi de la cellule, ainsi, pour éviter l'explosion de la cellule, la paroi pectocellulosique exerce à son tour une contre pression.

3.3.3 La plasmolyse cellulaire :

La plasmolyse cellulaire correspond au rétrécissement de la vacuole suite à la sortie d'eau d milieu intracellulaire hypotonique vers le milieu extracellulaire hypertonique. Ce rétrécissement cause la mort de la cellule si les plasmodesme sont altérés.

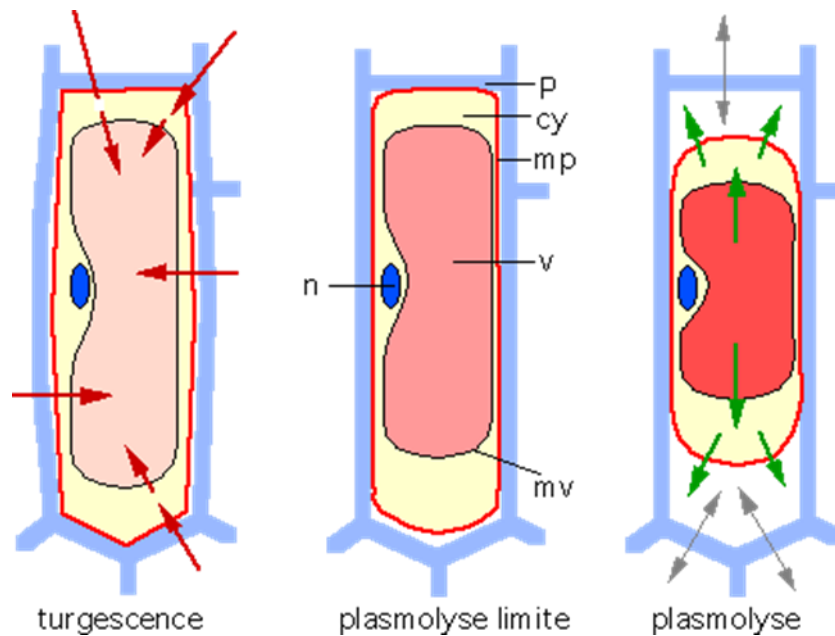


Fig. 14 : Schéma représentatif de la plasmolyse et la turgescence cellulaire