

# 40 Fiches de Révision

# BTS BioRP

Expertise technologique pour la  
recherche au laboratoire de biologie

-  Fiches de révision
-  Fiches méthodologiques
-  Tableaux et graphiques
-  Retours et conseils



Conforme au Programme Officiel



Garantie Diplômé(e) ou Remboursé

**4,4/5** selon l'Avis des Étudiants



# Préambule

## 1. Le mot du formateur :



Hello, moi c'est **Laura Eloui** 🙌

D'abord, je tiens à te remercier de m'avoir fait confiance et d'avoir en choisissant [www.btsbiorp.fr](http://www.btsbiorp.fr).

Si tu lis ces quelques lignes, saches que tu as déjà fait le choix de la **réussite**.

Dans cet E-Book, tu découvriras comment j'ai obtenu mon **BTS BioRP (Biotechnologies en Recherche et en production)** avec une moyenne de **16.92/20** grâce à ces

**fiches de révisions.**

## 2. Pour aller beaucoup plus loin :

Si tu lis ces quelques lignes, c'est que tu as déjà fait le choix de la réussite, félicitations à toi.

En effet, tu as probablement déjà pu accéder aux **192 Fiches de Révision** et nous t'en remercions.

Vous avez été très nombreux à nous demander de créer une **formation 100% vidéo** axée sur l'apprentissage de manière efficace de toutes les informations et notions à connaître.



Chose promise, chose due : Nous avons créé cette formation unique composée de **5 modules ultra-complets** afin de vous aider, à la fois dans vos révisions en BTS BioRP, mais également pour toute la vie.

En effet, dans cette formation vidéo de **plus d'1h20 de contenu ultra-ciblé**, nous abordons différentes notions sur l'apprentissage de manière très efficace. Oubliez les "séances de révision" de 8h d'affilés qui ne fonctionnent pas, adoptez plutôt des vraies techniques d'apprentissages **totallement prouvées par la neuroscience**.

### 3. Contenu de la formation vidéo :

Cette formation est divisée en 5 modules :

1. **Module 1 – Principes de base de l'apprentissage (21 min)** : Une introduction globale sur l'apprentissage.
2. **Module 2 – Stéréotypes mensongers et mythes concernant l'apprentissage (12 min)** : Pour démystifier ce qui est vrai du faux.
3. **Module 3 – Piliers nécessaires pour optimiser le processus de l'apprentissage (12 min)** : Pour acquérir les fondations nécessaires au changement.
4. **Module 4 – Point de vue de la neuroscience (18 min)** : Pour comprendre et appliquer la neuroscience à sa guise.
5. **Module 5 – Différentes techniques d'apprentissage avancées (17 min)** : Pour avoir un plan d'action complet étape par étape.
6. **Bonus** – Conseils personnalisés, retours d'expérience et recommandation de livres : Pour obtenir tous nos conseils pour apprendre mieux et plus efficacement.

Découvrir Apprentissage Efficace

## E4 : Expertise technologique pour la recherche au laboratoire de biologie

### Présentation de l'épreuve :

S'effectuant sous forme de Contrôle en Cours de Formation (CCF) au travers de 1 situation d'évaluation, l'épreuve E4 "**Expertise technologique pour la recherche au laboratoire de biologie**" est l'épreuve la plus hautement coefficientée.

En effet, elle est coefficientée à hauteur de 6, ce qui représente **35 % de la note finale** du **BTS BioRP**.

Elle est divisée en 4 modules :

1. Travaux pratiques de biologie moléculaire et de génie biologique ;
2. Travaux pratiques de biochimie des protéines ;
3. Travaux pratiques de microbiologie et de génie fermentaire ;
4. Travaux pratiques de biologie cellulaire.

### Conseil :

Étant donné que **cette épreuve E4 représente 35 % de la note finale** à elle-seule, il ne faut donc surtout pas la négliger. Dans les différentes fiches de révision, nous verrons toutes les notions à connaître pour réussir les examens et tes différentes situations d'évaluation haut la main.

Bien sûr, essaye de suivre au mieux en cours et surtout de bien pratiquer lors des TP. Selon mon propre cas, **il s'agit d'une épreuve relativement "facile"** si tu maîtrise bien toutes les notions et si tu as bien suivi en cours.

Enfin, l'épreuve E4 est également une **épreuve "pilier"** : L'ensemble des points à maîtriser pour réussir cette épreuve te seront nécessaires pour réussir les autres épreuves du **BTS BioRP**.

## Table des matières

<b>Chapitre 1 :</b> L'eau .....	6
1. Qu'est-ce que l'eau ? .....	6
2. La structure et propriétés de l'eau .....	6
3. Le comportement des composés en présence d'eau .....	6
4. La détermination des volumes des différents secteurs hydriques .....	7
<b>Chapitre 2 :</b> L'action de la température et du pH sur la cinétique enzymatique .....	8
1. La Loi d'Arrhénius et les températures optimales.....	8
2. L'influence du pH sur l'activité.....	8

<b>Chapitre 3 :</b> La classification des êtres vivants .....	10
1. La place des microorganismes .....	10
2. Les liens évolutifs entre les 3 domaines des Phylogénèses.....	10
3. La classification des Procaryotes .....	11
<b>Chapitre 4 :</b> L'ultrastructure d'une cellule eucaryote.....	12
1. La cellule animale.....	12
2. Les différentes parties de la cellule.....	12
3. Les particularités des cellules végétales.....	13
<b>Chapitre 5 :</b> La membrane plasmique.....	14
1. La composition moléculaire de la membrane .....	14
2. L'organisation biologique.....	15
<b>Chapitre 6 :</b> Le fer.....	16
1. Introduction sur le fer .....	16
2. Les différentes utilisations du fer.....	16
<b>Chapitre 7 :</b> Les protéines.....	17
1. Introduction sur les protéines.....	17
2. La structure des protéines .....	17
<b>Chapitre 8 :</b> L'acide urique .....	19
1. Introduction sur l'acide urique .....	19
2. Les hyperuricémies et les valeurs usuelles de l'acide urique .....	19
<b>Chapitre 9 :</b> Les phosphates et le cholestérol .....	21
1. Introduction sur le cholestérol .....	21
2. Les méthodes et les difficultés du cholestérol .....	21
<b>Chapitre 10 :</b> Les dosages de glucose, de fructose et de saccharose.....	23
1. Le NADP.....	23
2. Le saccharose .....	23
3. La détermination des résultats et les réactions parasites .....	23
<b>Chapitre 11 :</b> Les cellules procaryotes et les bactéries .....	24
1. Généralités .....	24
2. La structure des bactéries.....	24
<b>Chapitre 12 :</b> La définition et les caractéristiques des virus.....	26
1. Préambule.....	26
2. Spécificités et classification des virus.....	26
<b>Chapitre 13 :</b> Les cellules eucaryotes.....	27
1. Définition et composition .....	27

2.	Ultrastructure de la cellule eucaryote animale.....	27
3.	Structure et propriétés de la membrane plasmique .....	28
4.	Le noyau interphasique.....	29
5.	Le cycle cellulaire et la réplication d'ADN.....	30
<b>Chapitre 14 : Le système endomembranaire .....</b>		<b>32</b>
1.	Définition et ultrastructure.....	32
2.	L'appareil de Golgi et les structures sphériques .....	32
3.	Le système endomembranaire et la synthèse des protéines.....	32
<b>Chapitre 15 : L'ultrastructure de la cellule eucaryote végétale.....</b>		<b>34</b>
1.	Structure et composition de la paroi pectocellulosique.....	34
2.	Les plasmodesmes et les modifications de la paroi pectocellulosique.....	35
3.	Les chloroplastes et la photosynthèse .....	36
<b>Chapitre 16 : La vacuole .....</b>		<b>37</b>
1.	Définition et rôle de la vacuole.....	37
2.	Les spécificités de la vacuole.....	37
<b>Chapitre 17 : Les cellules eucaryotes .....</b>		<b>39</b>
1.	Généralités et définition des cellules eucaryotes .....	39
2.	Les différences entre les cellules procaryotes et les eucaryotes.....	39

# Chapitre 1 : L'eau

## 1. Qu'est-ce que l'eau ?

### **L'eau : une substance vitale à l'existence des êtres vivants :**

L'eau est une substance indispensable à la vie et peut être trouvée en proportions variables chez les espèces vivantes. Chez les humains, cette substance représente environ 60% de l'organisme, avec des quantités différentes selon l'âge, le sexe et la nature des tissus. En effet, les reins contiennent 80% d'eau tandis que les os n'en contiennent que 10%.

### **La compartimentation des liquides dans l'organisme humain :**

L'eau présente dans l'organisme humain est répartie en plusieurs secteurs hydriques. Le liquide intracellulaire représente 40% du total tandis que le liquide extracellulaire représente 20%. En somme, les liquides totaux dans le corps humain représentent 60% de la masse corporelle. Les liquides extracellulaires comprennent le plasma, qui représente 4%, ainsi que la lymphe, qui en représente 16%.

### **Les propriétés physico-chimiques de l'eau :**

Le comportement des biomolécules dans l'organisme humain est déterminé par les propriétés physico-chimiques de l'eau. En effet, les propriétés de la molécule d'eau influencent la structure et la fonction des biomolécules dans l'organisme, telles que les protéines, les acides nucléiques et les glucides. Ainsi, l'eau joue un rôle crucial dans le fonctionnement de l'organisme humain.

## 2. La structure et propriétés de l'eau :

### **La polarité de la molécule d'eau :**

La molécule d'eau est polaire car les électrons des liaisons covalentes sont répartis différemment entre l'oxygène et l'hydrogène, créant une dissymétrie de charge. Cela la rend « un dipôle électrique » avec une charge partielle positive pour l'hydrogène et négative pour l'oxygène.

### **La capacité d'ionisation de l'eau :**

L'eau peut se dissocier en solution, la rendant à la fois acide et base. Cette ionisation faible crée une équation chimique en solution :  $2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{HO}^-$ .

### **Le rôle des liaisons hydrogènes dans l'eau :**

Les molécules d'eau participent à la création de liaisons hydrogènes, des liaisons faibles entre des molécules neutres ayant des charges partielles permanentes. Les atomes d'hydrogène sont partagés entre des atomes électronégatifs comme l'oxygène ou l'azote, créant ainsi un réseau de liaison.

## 3. Le comportement des composés en présence d'eau :

### **Les composés hydrophiles :**

Les gels d'agar et la cellulose sont des exemples de composés hydrophiles qui interagissent avec l'eau en formant des liaisons faibles électrostatiques. Cependant, une molécule hydrophile n'est pas nécessairement hydrosoluble.

**Les composés hydrosolubles (miscibles) :**

Les composés hydrosolubles forment avec l'eau un mélange stable et homogène, appelé solution aqueuse. Pour qu'une substance soit soluble dans l'eau, il faut que l'attraction entre ses propres molécules soit inférieure à celle exercée par les molécules du solvant, permettant ainsi sa dispersion. Les solutés peuvent s'insérer dans un réseau de liaisons ionique ou hydrogène, rendant ainsi une substance hydrosoluble ou miscible.

**Les composés hydrophobes :**

Les composés hydrophobes sont des substances non chargées et incapables de se lier à une molécule d'eau.

**4. La détermination des volumes des différents secteurs hydriques :**

**Les 3 types de compartiments hydriques :**

- Intracellulaire ;
- Extracellulaire ;
- Plasma.

**Le volume du secteur hydrique :**

Le volume du secteur hydrique exploré dépend de la possibilité de diffusion de la substance.

## Chapitre 2 : L'action de la température et du pH sur la cinétique enzymatique

### 1. La Loi d'Arrhénius et les températures optimales :

#### La loi d'Arrhénius :

La loi d'Arrhénius exprime la relation entre la constante de vitesse ( $k$ ) et la température ( $T$ ). Si la température augmente, la constante de vitesse et la vitesse de réaction augmentent également.

C'est pourquoi le contrôle de la température est crucial car il peut être la principale source d'erreur. La vitesse de réaction augmente de 100% pour chaque augmentation de 10°C.

#### Dénaturation des protéines :

Le phénomène de dénaturation des protéines se superpose à l'effet d'Arrhénius. La température optimale dépend de plusieurs facteurs, tels que le pH et la force ionique du milieu, ainsi que le temps de mesure de la réaction.

La méthode des deux points, qui consiste à mesurer  $V_m$  à 60°C avec un écart de 30 secondes, est utilisée pour déterminer la température optimale.

#### Températures optimales :

Les petites enzymes ont des températures optimales élevées (80 à 100°C), tandis que les enzymes à structure complexe ont des températures optimales faibles (40 à 50°C).

Certaines enzymes des micro-organismes thermophiles ont des températures optimales comprises entre 70 et 90°C, ce qui est d'un grand intérêt pour les industries du génie protéique, car ils recherchent des enzymes thermorésistantes.

### 2. L'influence du pH sur l'activité :

#### Influence de la température sur l'activité enzymatique :

La Loi d'Arrhénius permet de comprendre comment la température affecte la vitesse de réaction enzymatique.

En augmentant la température, la constante de vitesse ( $k$ ) augmente, ce qui conduit à une augmentation de la vitesse de réaction. Pour chaque augmentation de 10°C, la vitesse de réaction double. Il est donc essentiel de contrôler la température pour minimiser les erreurs expérimentales. La dénaturation des protéines peut également se produire si la température dépasse la température optimale.

#### Température optimale pour différentes enzymes :

La température optimale varie en fonction de la taille et de la complexité de l'enzyme. Les petites enzymes de 10 à 20 kDa ont des températures optimales élevées, allant jusqu'à 80-100°C.

En revanche, les enzymes plus complexes de 100 à 500 kDa ont des températures optimales plus faibles, allant de 40 à 50°C. Certaines enzymes thermophiles de micro-organismes ont des températures optimales comprises entre 70 et 90°C, ce qui est utile pour les industries du génie protéique.

### **Influence du pH sur l'activité enzymatique :**

Le pH affecte la charge des groupements ionisables des protéines, tels que les groupements -COOH et -NH<sub>2</sub> des acides aminés. Le pH optimal pour la plupart des enzymes se situe entre 6 et 8, mais certaines enzymes ont des pH optimaux extrêmes, comme la pepsine à pH 2-3 et la phosphatase alcaline à pH 10.

Mesurer la vitesse de réaction à pH optimal est important pour obtenir des résultats précis.

### **Effets de l'influence du pH sur l'enzyme et le substrat :**

Le pH peut modifier l'ionisation d'un groupement fonctionnel de l'enzyme, sa structure, son site de fixation du substrat et sa catalyse. Ces modifications peuvent entraîner des changements dans la constante de Michaelis-Menten ( $K_m$ ), qui reflète l'affinité de l'enzyme pour son substrat.

Le pH peut également affecter le substrat en le rendant ionisable, ce qui peut influencer sa capacité à se fixer sur l'enzyme. En général, l'effet du pH est plus complexe que la simple ionisation de l'enzyme ou du substrat.

### **Modèle de l'effet du pH :**

Le modèle de l'effet du pH peut être simplifié en considérant l'ionisation de l'enzyme et du substrat.

L'enzyme peut exister sous plusieurs formes ionisées, tandis que le substrat peut être protoné ou non. Les différentes formes de l'enzyme et du substrat peuvent interagir différemment pour influencer la vitesse de réaction enzymatique.

## Chapitre 3 : La classification des êtres vivants

### 1. La place des microorganismes :

#### Les êtres vivants et leurs fonctions de base :

Un être vivant remplit 3 fonctions, à savoir la nutrition, la régulation et la reproduction. Au début, seuls les êtres macroscopiques étaient connus et ont été classifiés en animaux et végétaux.

Avec la découverte de la microscopie, les microorganismes sont apparus, ce qui a posé un problème de classification, car les bactéries ne pouvaient pas être classées dans les règnes précédents.

#### Les structures de base des êtres vivants :

La cellule est l'unité de base du vivant. Elle se compose d'une membrane, d'un cytoplasme riche en protéines et souvent d'organites, mais surtout du matériel génétique, l'ADN.

Les virus sont des cas particuliers car ils n'ont pas d'organisation cellulaire et contiennent du matériel génétique (ADN ou ARN) enfermé dans une capsid. Incapables de se reproduire seuls et de se nourrir, les virus sont des parasites intracellulaires obligatoires.

#### Les 2 grands types de cellules :

Il existe 2 types de cellules, les procaryotes et les eucaryotes. Les cellules procaryotes sont les éléments de base d'une cellule vivante et leur matériel génétique est libre dans le cytoplasme.

La quasi-totalité des cellules procaryotes ont une paroi. Les cellules eucaryotes possèdent des organites dans leur cytoplasme et ces organites remplissent une fonction particulière dans les cellules.

#### Les 3 domaines du vivant :

Des études sur l'ARN ribosomal ont révélé que les procaryotes se composent de 2 types de cellules bien distinctes, à la fois les eubactéries (bactéries), qui comportent tous les caractères classiques des procaryotes, et les archéobactéries, qui sont classées parmi les procaryotes pour leur simplicité d'organisation, leurs caractères communs avec les eucaryotes et certains caractères qui leur sont propres.

### 2. Les liens évolutifs entre les 3 domaines des Phylogénèses :

#### Émergence des cellules Eucaryotes :

Les cellules Eucaryotes sont apparues il y a environ 1,4 milliards d'années. Il est supposé que des replis de la membrane aient piégé du matériel génétique qui s'est ensuite spécialisé pour donner naissance aux organites complexes des cellules Eucaryotes.

Une seconde hypothèse, connue sous le nom de « théorie endosymbiotique », suggère que des Archébactéries imposantes auraient englobé des Eubactéries par phagocytose, ce qui expliquerait la double membrane des organites eucaryotes.

#### **Arbre phylogénique selon Woese :**

Woese a travaillé sur le séquençage de l'ARN16s (ribosomes). Son arbre phylogénique a mis en évidence les 2 types de Procaryotes, à la fois les Eubactéries (bactéries) et les Archébactéries. Cet arbre a également montré que les Archébactéries ont des caractéristiques communes avec les Eucaryotes.

#### **Diversité de structure et de fonction des microorganismes :**

La diversité des microorganismes est considérable, avec des tailles allant de quelques nanomètres à plusieurs millimètres.

Les microorganismes présentent des structures de base similaires aux cellules Eucaryotes et Procaryotes, bien que certains d'entre eux, tels que les virus, ne possèdent pas d'organisation cellulaire.

Les microorganismes remplissent des fonctions essentielles dans les écosystèmes, tels que la dégradation de la matière organique et la production de gaz à effet de serre. Ils sont également utilisés dans l'industrie alimentaire, la production d'antibiotiques et d'autres produits.

### **3. La classification des Procaryotes :**

#### **Niveau hiérarchique de la classification des Bactéries :**

- **Division :** Caractères pariétaux (de la paroi) ;
- **Classes :** Critères biochimiques et morphologiques ;
- **Ordres :** Critères biochimiques ;
- **Familles :** Critères biochimiques ;
- **Espèces :** Critères biochimiques, métaboliques, génétiques.

#### **Nomenclature :**

- Nom de Genre + Nom d'espèce = Nom de la bactérie (**Ex. :** Escherichia coli) ;
- La majuscule est utilisée pour le genre et la minuscule pour l'espèce.

## Chapitre 4 : L'ultrastructure d'une cellule eucaryote

### 1. La cellule animale :

#### La structure des cellules eucaryotes :

Les cellules eucaryotes ont une forme sphérique et un diamètre moyen de 10 à 30  $\mu\text{m}$ . Certaines cellules, comme les cellules musculaires, peuvent avoir une forme fusiforme. La membrane plasmique asymétrique, composée de phospholipides et de protéines, délimite ces cellules.

Elles ont un noyau vrai délimité par une enveloppe nucléaire caractérisée par des pores nucléaires. Les différents organites se trouvent dans le cytoplasme autour du noyau.

#### Les cellules particulières :

Les ovules et les neurones sont des cellules particulières. Les ovules sont des cellules géantes dont le diamètre est d'environ 0,1 mm chez les humains. Les neurones ont une taille plus grande en raison de la présence d'axones.

#### L'ultrastructure :

Pour observer l'ultrastructure, il est nécessaire d'utiliser une technique de marquage particulière et d'observer en microscopie électronique.

Les organites peuvent être observés de cette manière. Les organites sont des structures cellulaires qui assurent une fonction biologique, comme les mitochondries. Les organites des cellules eucaryotes peuvent être "nus" comme les ribosomes ou délimités par une membrane comme les mitochondries.

### 2. Les différentes parties de la cellule :

#### La membrane plasmique :

- **Fonction biologique** : Barrière d'échanges avec l'extérieur ;
- **Structure** : Mosaïque fluide, présence de cholestérol chez les Eucaryotes.

#### Le cytoplasme :

- **Hyaloplasme (ou cytosol)** : Gel colloïdal, pH régulé, constitue la substance fondamentale de la cellule ;
- **Organites** : Ribosomes, Centriole, Protéasome.

#### Organites "NUS" :

- **Ribosomes** : Synthèse des protéines, libre dans le cytosol ou associé au REG ;
- **Centriole** : Centre d'organisation du cytosquelette de microtubules ;
- **Protéasome** : Dégradation des protéines cytoplasmiques en fin de vie.

#### Organites délimités par une membrane :

- **Noyau** : Contient et protège l'information génétique, synthèse des ARN, réplication de l'ADN, synthèse des ribosomes, contient 95% de l'ADN cellulaire ;
- **Réticulum Endoplasmique** : Granuleux associé aux ribosomes pour la maturation des protéines, Lisse pour la maturation des lipides ;
- **Appareil de Golgi** : Maturation finale et triage des protéines non cytoplasmiques ;
- **Mitochondrie** : Production d'énergie, catabolisme final, délimité par une double membrane ;
- **Vésicules** : Réserves de métabolites, système de transport des molécules ;
- **Peroxisome** : Enzymes "redox" ;
- **Lysosome** : Enzymes hydrolase.

### 3. Les particularités des cellules végétales :

#### **La structure de la cellule végétale :**

La cellule végétale a une paroi rigide constituée de pectocellulose, ce qui lui donne une forme plus carrée que les cellules animales.

#### **L'ultrastructure de la cellule végétale :**

Les chloroplastes sont des organites de structure analogue aux mitochondries. Ils sont responsables de la photosynthèse, qui permet de convertir l'énergie lumineuse en énergie chimique.

Les vacuoles représentent environ 90% du volume de la cellule végétale et contiennent de l'eau et des sels minéraux. Ils contribuent à maintenir la forme de la cellule et peuvent donner de la couleur aux fleurs.

#### **Les réserves de la cellule végétale :**

Le stockage des réserves dépend des végétaux, mais il se fait souvent dans les chloroplastes qui subissent une modification structurale pour pouvoir stocker ces réserves.

## Chapitre 5 : La membrane plasmique

### 1. La composition moléculaire de la membrane :

#### **La composition de la membrane cellulaire :**

La membrane cellulaire est composée de 2 principaux constituants : les lipides membranaires et les protéines membranaires.

#### **Les différents types de lipides membranaires :**

Les lipides membranaires sont des substances ou molécules insolubles dans l'eau mais solubles dans le chloroforme. Il existe deux catégories de lipides : les lipides vrais, saponifiables, acides gras ou esters d'acides gras, et les lipides faux, non saponifiables mais présentant des propriétés communes avec les lipides vrais, tels que les stéroïdes, terpènes et caroténoïdes.

Les phospholipides sont les principaux constituants des membranes eucaryotes, on en distingue 2 groupes structuraux : les sphingolipides et les phosphoglycérides.

#### **La prédominance des phosphoglycérides dans les membranes :**

Les phospholipides sont les principaux constituants des membranes eucaryotes, on en distingue 2 groupes structuraux : les sphingolipides et les phosphoglycérides. Les membranes sont plus riches en phosphoglycérides qu'en sphingolipides.

#### **Les différentes structures des lipides membranaires :**

Les phospholipides peuvent être estérifiés avec différents alcools. Les molécules hydrophobes sont constituées d'acides gras et les molécules hydrophiles sont constituées de phosphore et d'alcool.

Ces molécules sont amphiphiles, c'est-à-dire qu'elles ont une tête hydrophile et une queue hydrophobe. On trouve également des glycolipides au sein des membranes eucaryotes mais peu abondamment. Ils se situent sur le feuillet externe de la membrane plasmique. Enfin, on trouve aussi des stéroïdes au niveau membranaire, qui dérivent du cholestérol.

#### **La variabilité de composition des lipides membranaires :**

La quantité qualitative en lipides varie selon le rôle biologique de la membrane. Chez les procaryotes du type Eubactérie, il n'y a pas de cholestérol au sein de leur membrane.

#### **Les protéines membranaires :**

Les protéines membranaires sont composées de deux catégories : les protéines transmembranaires et les protéines périphériques. Les protéines transmembranaires traversent la bicouche phospholipidique et sont constituées d'acides aminés apolaires.

Les protéines périphériques sont localisées à l'extérieur de la bicouche phospholipidique. Chaque membrane biologique a une quantité variable en protéines. Il y a d'autant plus de protéines que la membrane intervient dans des réactions biochimiques.

**Les protéines transmembranaires :**

Il existe 3 grandes familles de protéines membranaires : les protéines avec une seule hélice  $\alpha$ , les protéines avec 7 hélices  $\alpha$  transmembranaires et les protéines avec des feuillets  $\beta$  transmembranaires.

Ces protéines interagissent avec la bicouche phospholipidique par 2 types de liaisons : les liaisons hydrophobes et les liaisons hydrogène.

**Les protéines périphériques :**

Les protéines périphériques se trouvent sur le feuillet externe ou interne de la membrane cytoplasmique. On a mis en évidence 6 types de fixations différentes, telles que les protéines A, B et C, qui sont ancrées par la chaîne lipidique.

## 2. L'organisation biologique :

**Apport des membranes artificielles :**

Les membranes artificielles sont des membranes reconstituées "in vitro".

**Notion de fluidité membranaire :**

La fluidité membranaire est mise en évidence par 2 techniques, à la fois la photoextinction, et la fusion de cellules.

**La fluidité membranaire :**

La fluidité membranaire peut être due aux mouvements des protéines et des phospholipides. Elle est influencée par la proportion lipides-protides, la température, la présence de phospholipides et d'acides gras poly-insaturés, et par le cholestérol et ses dérivés.

**La structure asymétrique des membranes :**

Les phospholipides présentent une hétérogénéité de composition entre les feuillets interne et externe, tout comme les protéines.

**Le modèle de Sanger et Nicholson (1972) :**

Le modèle de la "mosaïque fluide" décrit les membranes comme étant composées de lipides et de protéines, avec une structure non figée.

## Chapitre 6 : Le fer

### 1. Introduction sur le fer :

#### **Le fer, un élément aux multiples facettes ;**

Le fer est un élément chimique très présent dans notre vie quotidienne. Il est utilisé sous forme pure ou en alliage dans de nombreux objets courants tels que les clous, les outils, les voitures, les ponts, etc.

#### **Les propriétés chimiques propres au fer :**

Le fer a des propriétés chimiques qui lui sont propres. Par exemple, combiné à l'oxygène, il s'oxyde en trois oxydes de fer : l'oxyde ferreux ( $\text{FeO}$ ), l'oxyde ferrique ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) et l'oxyde magnétique ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ).

À l'air libre en présence d'humidité, le fer se corrode en formant de la rouille. En solution aqueuse, l'élément chimique fer est présent sous forme ionique avec deux valences principales :  $\text{Fe}^{2+}$  (l'ion ferreux) et  $\text{Fe}^{3+}$  (l'ion ferrique). Ces ions peuvent être utilisés dans des réactions d'oxydoréduction et de complexation.

### 2. Les différentes utilisations du fer :

#### **Les utilisations pratiques et multiples du fer :**

Le fer a de nombreuses utilisations pratiques, notamment dans la fabrication d'objets du quotidien.

Cependant, il est également un élément important dans le domaine de la biochimie, car il est utilisé dans la formation de complexes bioinorganiques. Par exemple, l'hémoglobine du sang est une métalloprotéine constituée d'un complexe du fer (II), qui permet aux globules rouges de transporter l'oxygène des poumons aux cellules du corps.

Ce complexe est constitué d'un cation Fer (III) complexé par les quatre atomes d'azote d'une porphyrine et par l'azote d'un résidu histidine de la globine.

#### **Les utilisations du fer en chimie analytique :**

Enfin, le fer est également utilisé en chimie analytique pour les dosages colorimétriques. Les complexes du fer en solution aqueuse se forment facilement, par simple addition de ligand.

Parmi les complexes les plus courants se trouvent ceux impliquant les ligands cyanure, fluorure et 1,10-phénanthroline. Ces complexes permettent de préparer le bleu de Prusse, de marquer la couleur des ions fer (III) et de mettre en évidence de petite quantité d'ion fer (III) en solution grâce à leur couleur caractéristique.

# Chapitre 7 : Les protéines

## 1. Introduction sur les protéines :

### Les différentes formes des protéines :

Les protéines sont des molécules très importantes pour la cellule. Elles existent sous différentes formes qui assurent des fonctions spécifiques. Certaines sont des enzymes, d'autres sont des hormones, des récepteurs, des neurotransmetteurs, etc.

### Les 2 catégories principales des protéines :

Les protéines sont classées en deux catégories principales. Les holoprotéines sont des polypeptides constitués uniquement d'acides aminés. Elles peuvent être globulaires ou fibrillaires, solubles ou insolubles. Les hétéroprotéines sont constituées d'une partie protéique, l'apoprotéine, et d'une partie non protéique appelée groupement prosthétique.

### Le rôle des protéines :

Les protéines sont des molécules essentielles pour les organismes vivants. Elles existent sous différentes formes et assurent des fonctions spécifiques. La structure des protéines est très importante pour leur fonction. Les protéines peuvent être dosées selon différentes méthodes basées sur des réactions colorées détectées par spectrophotométrie dans le visible.

## 2. La structure des protéines :

### La constitution des protéines :

Les protéines sont constituées d'au moins 100 acides aminés qui sont liés par une liaison covalente appelée liaison peptidique. Cette liaison s'installe entre le groupe amine et le groupe carboxyl d'un acide aminé différent.

### La structure tridimensionnelle des protéines :

Les protéines ont une structure tridimensionnelle qui détermine leur fonction. L'un des acides aminés en bout de chaîne présente un groupe fonctionnel acide (extrémité C terminale) et l'autre un groupe fonctionnel amine (extrémité N terminale) qui pourront permettre l'association avec d'autres acides aminés.

### La dosimétrie des protéines :

Les protéines peuvent être dosées selon plusieurs méthodes telles que la méthode de Biuret, la méthode au bleu de Coomassie, la méthode de Bradford, la méthode de Folin-Lowry et la méthode au BCA.

Toutes ces techniques sont basées sur des réactions colorées détectées par spectrophotométrie dans le visible. La méthode de Biuret est basée sur une réaction entre les liaisons peptidiques et le cuivre en milieu alcalin. La méthode de Bradford utilise une réaction entre les protéines et le bleu de Coomassie. La méthode de Folin-Lowry est une

méthode plus complexe qui nécessite plusieurs étapes de réactions. La méthode au BCA est basée sur une réaction entre les protéines et un réactif à base de bicinchoninate.

## Chapitre 8 : L'acide urique

### 1. Introduction sur l'acide urique :

#### Qu'est-ce que l'acide urique ?

L'acide urique est un composé issu de la dégradation des purines, des molécules azotées hétérocycliques.

Les purines sont des composants de l'ADN, de l'ARN et d'autres biomolécules telles que l'ATP, l'AMP cyclique, le NADP et le coenzyme A. Les purines peuvent être synthétisées endogènement ou obtenues de l'alimentation carnée.

Dans le sang, l'acide urique est sous forme d'urate mono sodique, qui est principalement éliminé par voie urinaire. Cependant, une partie est également déversée dans l'intestin et dégradée par la flore bactérienne intestinale.

#### Les dosages enzymatiques de l'acide urique :

Les dosages enzymatiques de l'acide urique permettent de diagnostiquer des troubles métaboliques et rénaux et de suivre les patients recevant des médicaments cytotoxiques. Il est possible d'évaluer l'uricémie de deux manières différentes, soit par la méthode de Trinder, soit par la méthode de Haeckel.

Le dosage enzymatique de l'acide urique utilise la séquence uricase-catalase-aldéhyde déshydrogénase. Dans ce dosage, l'acide urique est converti en allantoiné et en CO<sub>2</sub>, puis en acétaldéhyde et finalement en acétate et NADH. L'absorption à 340 nm du NADH formé est alors proportionnelle à la concentration d'acide urique présente dans l'échantillon sérum.

### 2. Les hyperuricémies et les valeurs usuelles de l'acide urique :

#### Les hyperuricémies et leurs complications :

Les hyperuricémies peuvent être primitives ou secondaires. Dans le premier cas, le taux d'acide urique est élevé en raison de déficits enzymatiques innés du métabolisme. Dans le second cas, l'hyperuricémie résulte d'un excès de production ou d'un défaut d'élimination rénale, aggravée par des excès alimentaires.

Les complications des hyperuricémies sont liées au dépôt ou à la précipitation d'acide urique dans les tissus. Les complications peuvent être rhumatologiques, urologiques ou néphrologiques.

#### Les valeurs usuelles de l'acide urique :

Les valeurs d'acide urique peuvent varier selon l'âge, le sexe et l'état de santé. Chez les enfants et chez les femmes enceintes jusqu'au 6ème mois de grossesse, le taux d'acide urique est également plus bas.

L'insuffisance hépatique sévère et la maladie de Hodgkin peuvent également entraîner une diminution de l'uricémie. Les valeurs usuelles pour le sérum et le plasma sont de 150 à 420  $\mu\text{mol/L}$  pour les hommes et de 120 à 360  $\mu\text{mol/L}$  pour les femmes.

## Chapitre 9 : Les phosphates et le cholestérol

### 1. Introduction sur le cholestérol :

#### Les différentes sources de cholestérol dans le corps humain :

Le cholestérol, principal stéroïde du corps humain, provient en faible partie de l'alimentation et pour la plus grande partie d'une synthèse endogène. Cette synthèse est réalisée à partir de l'acétylcoenzyme A, avec une production de 90% dans tout l'organisme. Le cholestérol est également d'origine intestinale.

Les lipides présents dans le sérum sanguin sont majoritairement constitués de cholestérol libre et estérifié, de triglycérides, de phospholipides et d'acides gras libres. Le cholestérol est un constituant important des lipoprotéines plasmatiques et peut être dosé par différentes méthodes colorimétriques, enzymatiques ou chromatographiques.

#### L'utilisation du dosage du cholestérol en médecine

Le dosage du cholestérol est utilisé pour dépister les hypercholestérolémies et les troubles du métabolisme des lipides et des lipoprotéines. Il permet également d'évaluer le risque d'athérosclérose et d'effectuer le suivi de l'efficacité d'un traitement

#### Que signifie l'athérosclérose ?

L'athérosclérose désigne la perte d'élasticité des artères due à la sclérose provoquée par l'accumulation de corps gras (lipides, essentiellement cholestérol LDL) au niveau de l'intima, l'une des trois tuniques constituant la paroi des artères, et concerne avant tout les grosses et les moyennes artères.

### 2. Les méthodes et les difficultés du cholestérol :

#### La difficulté de définir une valeur normale pour la cholestérolémie :

Il est toutefois très difficile de définir une valeur normale pour la cholestérolémie, car les résultats varient selon la technique utilisée. Il est donc préférable de ne comparer que les valeurs obtenues avec une même technique de dosage.

D'autre part, pour définir un taux de cholestérol moyen au sein d'une population normale, il faut tenir compte de la race, du sexe, de l'âge, du mode d'alimentation et des conditions de vie de l'individu.

#### Les méthodes de dosage enzymatiques du cholestérol :

Les méthodes de dosage enzymatiques du cholestérol, basées sur l'utilisation d'enzymes de micro-organismes, sont apparues récemment. La méthode de dosage utilisée en TP fait appel à la réaction de Trinder.

En présence de 4-amino-antipyrine, de phénol et de peroxydase, il se forme une quinone imine (colorée en rose) qui présente un maximum d'absorption à 500 nm permettant ainsi

sa détermination. Ces méthodes sont en général très reproductibles, avec un coefficient de variation inférieur à 2%.

**Les valeurs usuelles pour la cholestérolémie :**

- **g.L<sup>-1</sup>** : Risque faible, en particulier si Cholestérol HDL > 0,6 g.L<sup>-1</sup> ;
- **- 2,5 g.L<sup>-1</sup>** : Risque modéré si Cholestérol HDL < 0,35 g.L<sup>-1</sup> ;
- **2,5 g.L<sup>-1</sup>** : Risque élevé, en particulier si Cholestérol HDL < 0,35 g.L<sup>-1</sup>.

## Chapitre 10 : Les dosages de glucose, de fructose et de saccharose

### 1. Le NADP :

#### **Le NADP, un coenzyme important en oxydoréduction :**

Le NADP (nicotinamide adénine dinucléotide phosphate) est un coenzyme d'oxydoréduction proche du NAD.

#### **La forme réduite du NADP :**

Sa forme réduite est désignée sous le nom de NADPH. Le NADP est associé à des oxydoréductases en tant que co-substrat libre. Il est utilisé dans les tests UV en enzymologie.

### 2. Le saccharose :

#### **Le saccharose, un diholoside non réducteur :**

Le saccharose est un diholoside non réducteur, le plus communément extrait de la canne à sucre et de la betterave. Il est formé de la condensation de deux oses, le glucose et le fructose, reliés par une liaison osidique  $\alpha$  (1-2)  $\beta$

#### **L'hydrolyse du saccharose :**

Le saccharose est hydrolysé par chauffage en milieu acide ou par l'action de deux enzymes : l' $\alpha$ -glucosidase et la  $\beta$ -fructosidase. Il est ensuite assimilé par l'organisme.

### 3. La détermination des résultats et les réactions parasites :

#### **La détermination des résultats :**

La concentration de chaque molécule inconnue est dosée selon la méthode au point final. Les variations d'absorbances du coenzyme lié à la réaction enzymatique permettent de déterminer la concentration de la molécule dosée.

Il peut y avoir des réactions parasites, qui peuvent être rectifiées par extrapolation graphique ou par calcul. Il est important de poursuivre les lectures d'absorbances jusqu'à stabilisation pour déterminer l'absorbance réelle.

#### **Les réactions parasites :**

Les réactions parasites peuvent se superposer à la réaction principale et entraîner une faible dérive. Ces réactions sont la conséquence de la présence de substances annexes dans les produits alimentaires, qui peuvent augmenter ou diminuer les absorbances.

Pour déterminer l'absorbance réelle, il faut prolonger la partie linéaire post-réactionnelle jusqu'à la droite parallèle à l'ordonnée passant au temps initial de la réaction. Le point d'intersection constitue alors l'absorbance réelle.

# Chapitre 11 : Les cellules procaryotes et les bactéries

## 1. Généralités :

### **Que sont les cellules procaryotes ?**

Les cellules procaryotes sont des organismes unicellulaires qui ne possèdent pas de noyau entouré par une enveloppe nucléaire. Les cellules procaryotes se retrouvent dans des organismes unicellulaires tels que les bactéries.

### **Comment se définissent des bactéries ?**

Les bactéries sont des organismes unicellulaires qui sont très petits, de l'ordre de 1 à 10 micromètres. Les bactéries peuvent vivre seules ou en groupes et présentent une variété de formes.

## 2. La structure des bactéries :

### **La structure des bactéries :**

La cellule bactérienne se compose d'organites obligatoires et facultatifs. Les structures constantes, que l'on trouve dans toutes les bactéries, sont le matériel nucléaire ou le nucléoïde, les plasmides, les ribosomes, la membrane plasmique et la paroi.

Les structures facultatives, qui peuvent être présentes ou non selon les espèces et les milieux de vie, comprennent la capsule, les mésosomes, les flagelles, les pili (ou poils) et les inclusions cytoplasmiques.

### **Les structures constantes des bactéries :**

Le matériel nucléaire des bactéries est constitué d'une seule molécule d'ADN circulaire libre dans le cytoplasme.

Les plasmides sont des fragments d'ADN extrachromosomiques qui peuvent être présents en plusieurs copies dans une seule cellule bactérienne. Les ribosomes sont groupés en amas, formant des polyribosomes, et leur synthèse ne nécessite pas la présence d'un nucléole.

La membrane plasmique est composée de lipides et de protéines et assure le transport des substances nutritives. La paroi est épaisse de 20 à 80 nanomètres et délimite extérieurement la bactérie.

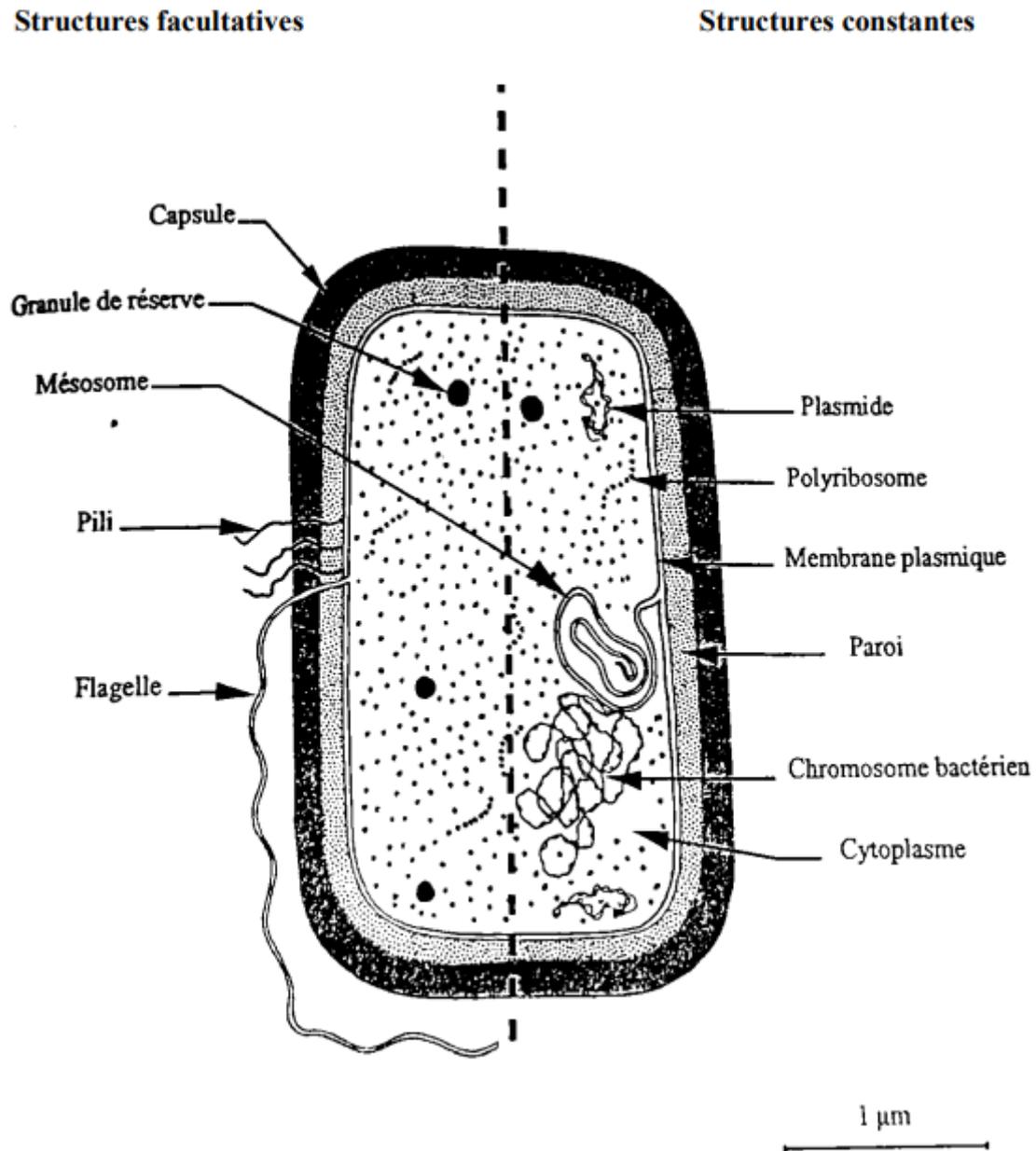
### **Les structures facultatives des bactéries :**

La capsule est une structure polysaccharidique ou polypeptidique qui joue un rôle de protection pour la bactérie.

Les mésosomes sont des invaginations membranaires exclusives aux bactéries aérobies, qui renferment les enzymes de la chaîne respiratoire. Les flagelles sont des expansions membranaires mobiles qui assurent la locomotion de la bactérie.

Les pili sont des expansions membranaires plus courtes que les flagelles, qui assurent l'adhésion des bactéries aux substrats. Les inclusions cytoplasmiques sont des organites facultatifs qui peuvent se trouver ou non dans la bactérie.

**Schéma représentatif d'une cellule procaryote :**



*Schéma représentatif de l'ultrastructure d'une cellule bactérienne procaryote*

## Chapitre 12 : La définition et les caractéristiques des virus

### 1. Préambule :

#### **Les virus en tant qu'agents pathogènes mortels :**

Le terme virus, qui signifie poison en latin, est utilisé pour décrire les agents pathogènes responsables de nombreuses maladies virales, dont certaines sont mortelles et incurables.

#### **Définition de "virus" :**

Les virus sont des parasites obligatoires qui infectent des hôtes spécifiques, qu'ils soient des cellules eucaryotes ou procaryotes.

Leur structure est constituée de matériel génétique (ADN ou ARN, jamais les deux), d'une capsid dont la symétrie peut varier, et éventuellement d'une enveloppe. Ils ne possèdent ni cytoplasme, ni noyau, ni organites cellulaires et ne peuvent pas se répliquer seuls.

### 2. Spécificités et classification des virus :

#### **Comment les virus se reproduisent ?**

Les virus ne sont pas considérés comme des cellules vivantes car ils ne peuvent pas évoluer de manière autonome. Ils pénètrent dans une cellule hôte, y introduisent leur matériel génétique et utilisent les organites de l'hôte pour se répliquer et se propager.

#### **Classification des virus :**

Les virus peuvent être classés selon plusieurs critères, notamment la nature de leur acide nucléique (ADN ou ARN), la symétrie de leur capsid (hélicoïdale ou cubique) et la présence ou l'absence d'enveloppe (virus enveloppé ou virus nu).

Cette classification permet aux scientifiques de mieux comprendre et de combattre les maladies virales.

## Chapitre 13 : Les cellules eucaryotes

### 1. Définition et composition :

#### **Définition de la cellule eucaryote :**

Les cellules eucaryotes sont des cellules qui possèdent un noyau distinct entouré par une enveloppe nucléaire.

Cette caractéristique permet une organisation spatiale de l'ADN et une régulation fine de l'expression des gènes. Ces cellules se retrouvent chez un grand nombre d'êtres vivants, qu'ils soient unicellulaires ou pluricellulaires.

#### **Composition du cytoplasme :**

Le cytoplasme est composé de 2 parties, le protoplasme et l'hyaloplasme. Le protoplasme désigne l'ensemble des organites cellulaires, tandis que l'hyaloplasme correspond au milieu dans lequel baignent ces organites.

La composition du protoplasme varie selon le type de cellule, que ce soit une cellule eucaryote animale ou végétale.

#### **Différenciation cellulaire :**

Dans un même organisme, il existe plusieurs types de cellules en fonction de leur rôle et de leur fonction.

Chez l'homme, par exemple, on dénombre près de 200 types cellulaires différents. Cette différenciation cellulaire permet une spécialisation des tissus et des organes, et permet l'accomplissement de fonctions diverses.

### 2. Ultrastructure de la cellule eucaryote animale :

#### **Structure de la cellule eucaryote animale :**

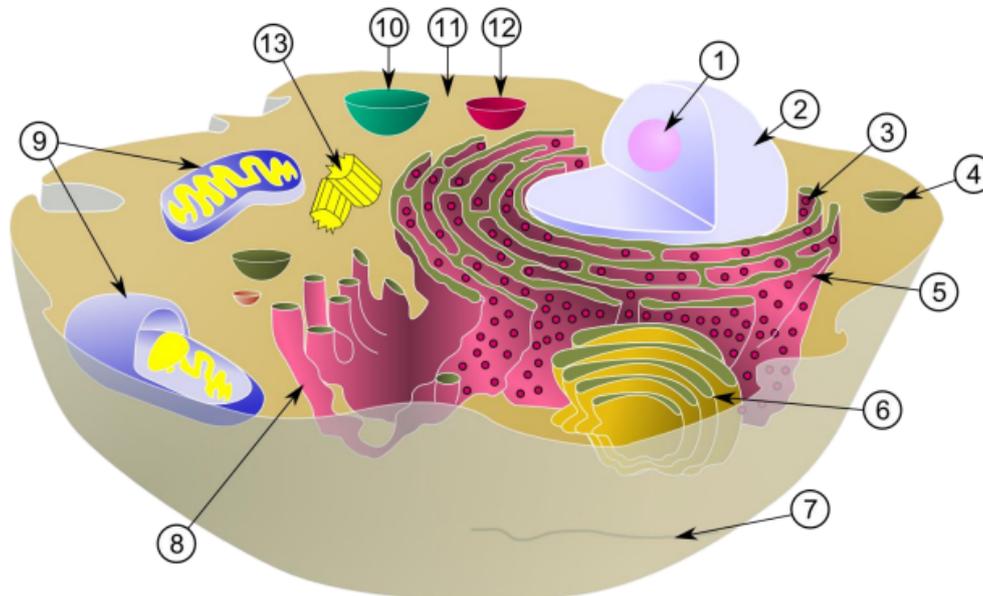
La cellule eucaryote animale se caractérise par une forme sphérique ou irrégulière, entourée d'une membrane cytoplasmique.

Cette membrane délimite l'hyaloplasme et le protoplasme, qui contiennent plusieurs organites cellulaires tels que la membrane cytoplasmique, le noyau, les ribosomes, les mitochondries, les vacuoles, l'appareil de Golgi, les centrioles, le réticulum endoplasmique lisse et rugueux, ainsi que les granules de réserve.

#### **La membrane plasmique :**

La membrane plasmique est la structure qui délimite toutes les cellules et sépare l'intérieur de la cellule (le cytoplasme) du milieu extérieur (matrice extracellulaire). Elle est principalement composée de lipides, notamment de phospholipides, entre lesquels s'insèrent des protéines.

Les membranes des cellules animales contiennent également des molécules de cholestérol qui les rendent rigides et augmentent leur imperméabilité vis-à-vis des molécules hydrophiles.



Représentation de la structure tridimensionnelle d'une cellule animale

- 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

### 3. Structure et propriétés de la membrane plasmique :

#### Structure de la membrane plasmique :

La membrane plasmique est constituée de phospholipides amphiphiles, qui ont une tête hydrophile et une queue hydrophobe. Cette structure tri-stratifiée permet à la membrane de s'auto-assembler. Les mouvements permanents et rapides des lipides confèrent à la membrane la propriété de fluidité membranaire.

#### Propriétés des mouvements lipidiques :

Parmi les mouvements lipidiques, on trouve la diffusion latérale très rapide au sein d'une monocouche, la rotation du phospholipide autour de son axe, la flexion des chaînes

hydrocarbonées et la bascule rare permettant au phospholipide de passer d'une monocouche à l'autre.

**Auto-fermeture de la membrane :**

Une troisième propriété de la membrane est 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.

**Asymétrie de la membrane :**

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

## 4. Le noyau interphasique :

**Définition et rôle du noyau :**

Le noyau est un organite cellulaire important qui contient l'information génétique de la cellule. Il est présent uniquement pendant l'interphase de la cellule et disparaît au cours de la mitose.

**La structure du noyau :**

Le noyau est l'organelle qui a donné son nom aux eucaryotes. Il est généralement unique, mais il peut y en avoir plusieurs dans les cellules binucléées ou plurinucléées. Chez certaines cellules, le noyau est absent.

La structure du noyau se compose de plusieurs parties, notamment l'enveloppe nucléaire, le nucléoplasme, la chromatine et le nucléole.

**L'enveloppe nucléaire :**

L'enveloppe nucléaire est un ensemble membranaire complexe qui sépare la chromatine du cytoplasme pendant l'interphase.

Elle contrôle les échanges entre le noyau et le cytoplasme. Elle est constituée de membrane nucléaire interne et externe et est séparée du nucléoplasme par la Lamina nucléaire.

**Le nucléoplasme :**

Le nucléoplasme est le milieu où baignent la chromatine et le nucléole. Il contient de l'eau et des ions comme  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Ca}^{++}$ , etc.

**La chromatine :**

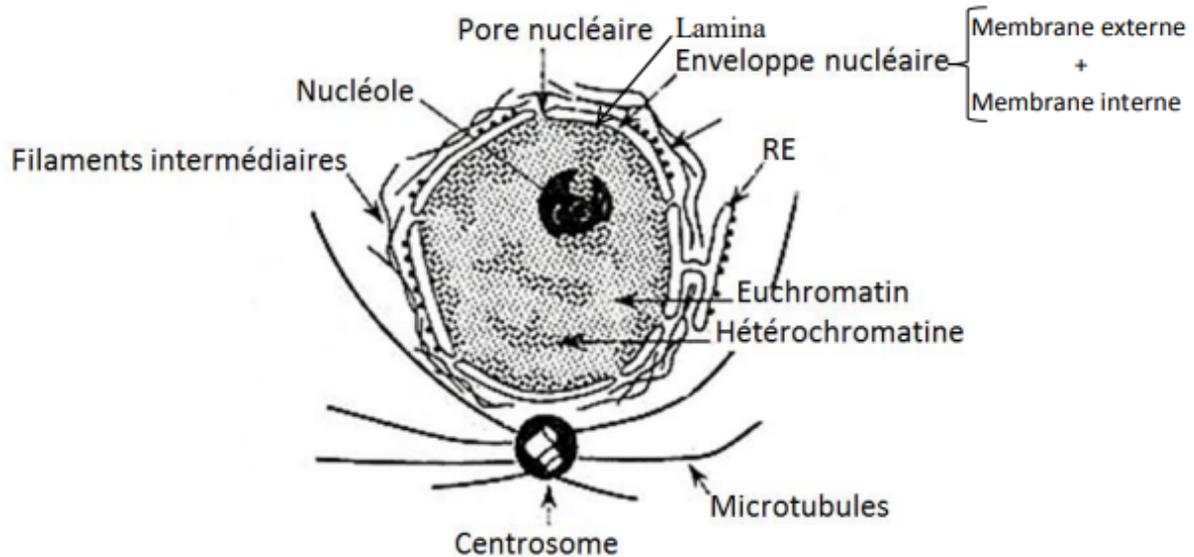
La chromatine est le support de l'information génétique et constitue la forme interphasique des chromosomes. On distingue l'euchromatine et l'hétérochromatine.

**Le nucléole :**

Le nucléole est une masse sphéroïde à l'intérieur du noyau non séparé par une membrane. Généralement, le noyau contient un seul nucléole, et c'est le centre de

synthèse des sous-unités ribosomales. Les anomalies du nucléole peuvent permettre la détection du cancer.

### Représentation schématique du noyau interphasique :



Représentation schématique du noyau interphasique

## 5. Le cycle cellulaire et la réplication d'ADN :

### Le cycle cellulaire :

Le cycle cellulaire est une séquence ordonnée d'évènements par lesquels une cellule duplique son contenu et se divise pour donner deux nouvelles cellules. Il se divise en deux grandes phases : l'interphase et la mitose.

L'interphase est la phase la plus longue dans un cycle cellulaire et 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. La mitose, quant à elle, est la phase de la division cellulaire proprement dite.

### Qu'est-ce que l'interphase ?

L'interphase est subdivisée en trois phases : la phase G1, la phase S et la phase G2. La phase G1 est la phase de contrôle de la cellule où elle vérifie 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 est la phase de la réplication de l'ADN où l'ADN est synthétisé et répliqué. La phase G2 est la phase de contrôle de l'ADN où l'ADN est entièrement répliqué et vérifié avant la mitose.

### Qu'est-ce que la mitose ?

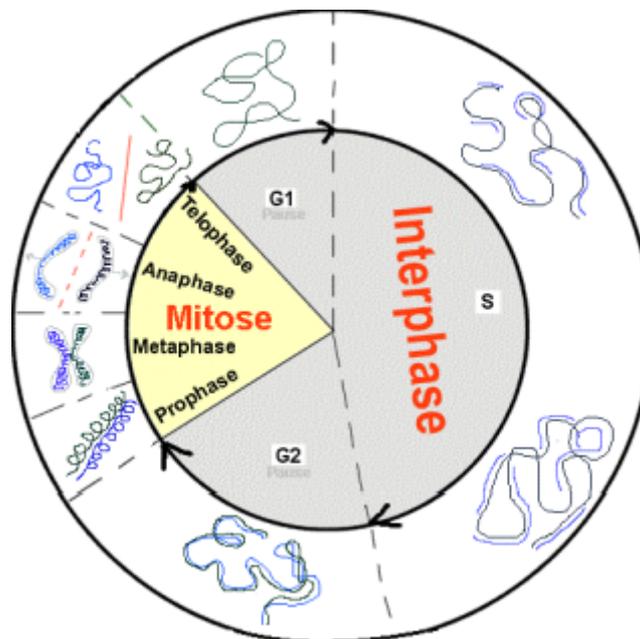
La mitose est la phase de la division cellulaire proprement dite qui s'articule en quatre phases : Prophase, Métaphase, Anaphase et Télaphase. Durant la prophase, la chromatine se condense en chromosomes et le fuseau mitotique se forme.

Durant la métaphase, les chromosomes s'alignent au milieu de la cellule et se lient aux microtubules du fuseau mitotique. Durant l'anaphase, les chromatides sœurs se séparent et sont tirées vers les pôles opposés de la cellule. Enfin, durant la télaphase, les deux noyaux se forment et la cellule se divise en deux nouvelles cellules.

### Différence entre mitose et méiose :

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

### Schéma représentatif des différentes phases du cycle cellulaire :



Représentation schématique des différentes phases du cycle cellulaire

## Chapitre 14 : Le système endomembranaire

### 1. Définition et ultrastructure :

#### **Définition du système endomembranaire :**

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

#### **Qu'est-ce que l'ultrastructure ?**

Le système endomembranaire comprend plusieurs organites. On peut citer l'enveloppe nucléaire et le réticulum endoplasmique qui représente 50% des membranes cellulaires totales.

Il en existe 2 types : le lisse et le rugueux. Le premier est responsable de la synthèse des lipides et joue un rôle important dans la détoxification de composés solubles. Le second, caractérisé par la présence de ribosomes sur sa surface, joue un rôle dans la synthèse des protéines membranaires et exportées.

### 2. L'appareil de Golgi et les structures sphériques :

#### **Appareil de Golgi :**

L'appareil de Golgi est un réseau complexe de membranes lisses, composé d'un empilement de citernes aplaties et parallèles.

Il assure plusieurs fonctions, dont la maturation des protéines synthétisées dans le RE, l'addition covalente (glycosylation des protéines, glycosylation des lipides, sulfatation des protéines) et les coupures protéolytiques.

#### **Endosomes et Lysosomes :**

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

Les lysosomes 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.

#### **Vésicules, canicules et vacuoles :**

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

### 3. Le système endomembranaire et la synthèse des protéines :

### **Qu'est-ce que la synthèse des protéines ?**

La synthèse des protéines est un processus qui débute dans le noyau et se termine dans le cytoplasme. Elle se déroule en plusieurs étapes, dont la transcription et la traduction.

### **Que signifie la transcription ?**

La transcription permet de copier l'ADN en ARN messager (ARNm) sans changement de langage. Elle nécessite l'ARN polymérase, des Nucléosides Triphosphates et se déroule dans le noyau chez les eucaryotes

Elle se fait en 3 étapes, dont le déroulement de la double hélice, l'association des brins complémentaires d'ARNm sur l'ADN, et la migration de l'ARNm dans le cytoplasme.

### **Qu'est-ce que la traduction ?**

La traduction correspond au décodage de l'information portée par l'ARN messager en protéines. Elle fait intervenir les ribosomes et les ARN de transport (ARNt) et se déroule en trois étapes, dont l'initiation, l'élongation, et la terminaison.

### **Le contrôle des protéines :**

Une fois la synthèse des protéines terminée, un contrôle est réalisé pour détecter d'éventuelles modifications. Certaines modifications peuvent être effectuées au niveau de l'appareil de Golgi, comme l'addition covalente ou les coupures protéoliques.

### **Le système endomembranaire :**

Le système endomembranaire est un réseau complexe de membranes qui permettent la synthèse, la modification, et le transport des protéines.

Il se compose du réticulum endoplasmique lisse, du réticulum endoplasmique rugueux, de l'enveloppe nucléaire, des vésicules du RE, des lysosomes, des vésicules golgiennes, et des vacuoles.

## Chapitre 15 : L'ultrastructure de la cellule eucaryote végétale

### 1. Structure et composition de la paroi pectocellulosique :

#### **La structure et la composition de la cellule végétale :**

La cellule végétale est caractérisée par une paroi pectocellulosique qui lui confère une forme régulière, hexagonale.

Elle renferme les mêmes organites que les cellules animales, mais possède également des chloroplastes et des vacuoles plus grands et plus importants. La paroi pectocellulosique typique des végétaux supérieurs est d'épaisseur variable, très fine chez les cellules juvéniles et très épaisse chez les cellules différenciées.

#### **La composition de la paroi pectocellulosique :**

La paroi pectocellulosique est principalement constituée de pectine et de cellulose. Elle est composée essentiellement de trois groupes de glucides : les pectines, la cellulose et les hémicelluloses.

Les pectines constituent un ensemble complexe de macromolécules, tandis que la cellulose est le matériau le plus important de la paroi des cellules végétales. Les hémicelluloses sont une classe de polymères très variés et mal définis.

#### **La structure et la formation de la paroi pectocellulosique :**

La paroi végétale évolue en fonction de l'âge des tissus végétaux. On distingue une étape de paroi dite primaire (jeune) et une étape de paroi secondaire (âgée). Elle comporte plusieurs parties mises en place successivement.

La lamelle moyenne est la partie la plus externe de la paroi, constituée de matières pectiques seulement. La paroi primaire, de nature pectocellulosique, n'existe seule que dans les cellules juvéniles et est extensible, ce qui permet la croissance cellulaire (élongation).

La paroi secondaire, constituée de cellulose et d'hémicellulose, apparaît lors de la différenciation de la cellule.

#### **Constituants inconstants de la paroi pectocellulosique :**

Outre les constituants principaux que sont la pectine et la cellulose, la paroi pectocellulosique est également composée de glycoprotéines synthétisées dans l'appareil de Golgi et d'autres constituants inconstants.

Les cellules différenciées, telles que les cellules des vaisseaux conducteurs, ont des parois épaisses et sont enrichies en composés phénoliques tels que la lignine, la cutine et la subérine, pour renforcer leur rigidité et les imperméabiliser.

## 2. Les plasmodesmes et les modifications de la paroi pectocellulosique :

### Qu'est-ce qu'un plasmodesme ?

Un plasmodesme est un tunnel à travers la paroi pectocellulosique 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 symplasme.

### Les 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 gommages ou mucilages ; d'autres en une incrustation de la paroi.

### Qu'est-ce que 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.

### Qu'est-ce que 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.

### Qu'est-ce que la minéralisation ?

Elle correspond à un dépôt de silice ( $\text{SiO}_2$ ) ou alors à un dépôt de calcaire (carbonate de calcium,  $\text{CaCO}_3$ ) au niveau de tissus spécifiques de la plante.

### Qu'est-ce que la gélification ?

Correspond à une hypertrophie de la lamelle moyenne, par des gommages ou des mucilages. Les gommages et les mucilages sont des polysaccharides hétérogènes qui ont la propriété de gonfler au contact de l'eau et de former des masses gélatineuses.

### Qu'est-ce que 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 la cutine, les cires, la sporopollénine et la subérine.

### Qu'est-ce que la cutine ?

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

### **Que sont 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.

### **Qu'est-ce que la sporopollénine ?**

Constituant principale de l'exine, elle procure une résistance à la dégradation et n'est dégradée par aucune enzyme connue.

## **3. Les chloroplastes et la photosynthèse :**

### **Définition des chloroplastes :**

Les chloroplastes sont des organites cellulaires spécifiques des cellules végétales, responsables de la photosynthèse. Ils permettent de capter la lumière nécessaire à ce processus, grâce à la chlorophylle qu'ils contiennent et à leurs ultrastructures.

### **Qu'est-ce que l'ultrastructure ?**

Les chloroplastes sont délimités du cytoplasme par une double membrane, qui les isole. Ils sont constitués de différents éléments, dont les plus importants sont les thylacoïdes. Ces thylacoïdes forment des empilements appelés granums, présents dans le stroma.

### **La fonction des chloroplastes :**

La principale fonction des chloroplastes est de réaliser la photosynthèse, qui permet aux plantes de produire leur propre nourriture. Lors de ce processus, la lumière est captée par les chloroplastes, puis convertie en énergie chimique qui permet de synthétiser des molécules organiques à partir du dioxyde de carbone et de l'eau.

### **L'évolution des chloroplastes :**

Les chloroplastes sont des organites d'origine endosymbiotique, c'est-à-dire qu'ils ont été intégrés à l'intérieur des cellules végétales au cours de l'évolution.

Ils proviennent d'une ancienne bactérie photosynthétique, qui a été englobée par une cellule hôte et a finalement évolué en un organe fonctionnel. Cette théorie est appelée la théorie endosymbiotique.

### **La diversité des pigments photosynthétiques**

Les chloroplastes contiennent différents pigments photosynthétiques, en plus de la chlorophylle.

On peut citer les caroténoïdes, qui sont responsables de la couleur jaune-orange de certaines plantes, et les phycobiliprotéines, présentes chez les algues rouges. Ces pigments permettent aux plantes de capter la lumière dans différentes parties du spectre visible, ce qui augmente leur capacité à réaliser la photosynthèse.

## Chapitre 16 : La vacuole

### 1. Définition et rôle de la vacuole :

#### **Définition de la vacuole :**

Une vacuole est une structure unique délimitée par une membrane lipidique appelée tonoplaste.

Elle est présente dans les cellules végétales et concentre 80 à 90 % du volume et du poids de la cellule. Elle contient principalement de l'eau ainsi que des molécules organiques et inorganiques comme des glucides, des ions et des pigments.

#### **Rôle de la vacuole :**

La vacuole a un rôle essentiel dans le maintien de l'homéostasie cellulaire. Elle stocke sélectivement les éléments au sein de sa membrane pour maintenir les bonnes concentrations dans le cytoplasme.

Elle joue également un rôle 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 comme la tige.

### 2. Les spécificités de la vacuole :

#### **La vacuole et le 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.

#### **La plasmolyse limite :**

La plasmolyse limite 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.

#### **La turgescence cellulaire :**

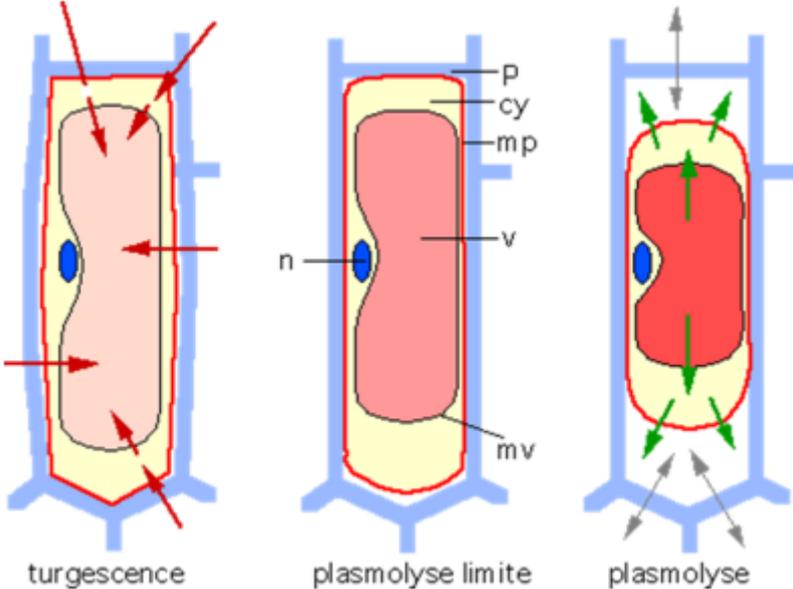
La turgescence cellulaire correspond au gonflement de la vacuole suite à l'entrée d'eau du milieu extracellulaire hypotonique vers le milieu intracellulaire hypertonique.

Le gonflement de la vacuole exerce une pression sur la paroi de la cellule, et pour éviter l'explosion de la cellule, la paroi pectocellulosique exerce à son tour une contre-pression.

#### **La plasmolyse cellulaire :**

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

**Représentation schématique de la plasmolyse et de la turgescence cellulaire :**



*Représentation schématique de la plasmolyse de la turgescence cellulaire*

# Chapitre 17 : Les cellules eucaryotes

## 1. Généralités et définition des cellules eucaryotes :

### Les composants de la cellule eucaryote :

Les organismes multicellulaires, tels que les animaux, les plantes et les champignons, sont des exemples de cellules eucaryotes.

La cellule eucaryote est constituée d'éléments du système endomembranaire et des organites clos, tels que les chloroplastes, les mitochondries et les peroxyosomes.

### Le système endomembranaire :

Le système endomembranaire est un ensemble de membranes qui divisent la cellule en compartiments appelés organites. Parmi les organites endomembranaires, on trouve l'appareil de Golgi, les lysosomes, les vacuoles et le réticulum endoplasmique.

### Les organites clos :

Les organites clos sont des structures qui permettent la formation d'énergie. Les chloroplastes sont des organites clos dans les cellules végétales, tandis que les mitochondries se trouvent dans toutes les cellules eucaryotes. Les peroxyosomes sont des organites clos qui ont un rôle dans la dégradation des acides gras.

### Le cytosquelette :

Le cytosquelette est un réseau de protéines qui donne à la cellule sa forme et sa structure. Il a la propriété de transporter les composants cytoplasmiques, de maintenir la morphologie cellulaire et la position des organites dans la cellule.

### L'homéostasie :

Les cellules eucaryotes multicellulaires baignent dans la portion interstitielle du liquide extracellulaire. Pour que ces cellules fonctionnent normalement, le liquide doit être constant.

La constance du liquide fait intervenir plusieurs mécanismes, dont l'homéostasie, qui est un mécanisme physiologique intervenant dans une cellule pour rétablir son fonctionnement après une perturbation.

## 2. Les différences entre les cellules procaryotes et les eucaryotes :

### Les différences majeures entre les cellules procaryotes et eucaryotes :

Les procaryotes et les eucaryotes sont deux types de cellules très différents l'un de l'autre. Les procaryotes ne possèdent pas de noyau, tandis que les eucaryotes possèdent un noyau.

En outre, les procaryotes ont de l'ADN circulaire ou linéaire, tandis que les eucaryotes ont de l'ADN linéaire.

Dans les procaryotes, la réplication, la transcription et la traduction de l'ADN se font directement dans le cytoplasme, alors que dans les eucaryotes, ces processus se font dans le noyau.

**Les caractéristiques de la cellule procaryote :**

La substance fondamentale du cytoplasme dans les procaryotes est le cytosol, qui est beaucoup plus simple que celui des eucaryotes.

Les procaryotes ne possèdent pas de cloisonnements cytoplasmiques pour former des organites, car ils n'ont que des organites simples et peu nombreux tels que les ribosomes, les plasmides et les flagelles.

**Les caractéristiques de la cellule eucaryote :**

Les cellules eucaryotes ont un noyau qui est séparé du reste de la cellule par une enveloppe nucléaire.

Dans le noyau, la réplication et la transcription de l'ADN se font. Les organites des eucaryotes sont formés par des cloisonnements cytoplasmiques, tels que le réticulum endoplasmique, l'appareil de Golgi, les lysosomes, les peroxysomes et les vésicules.