

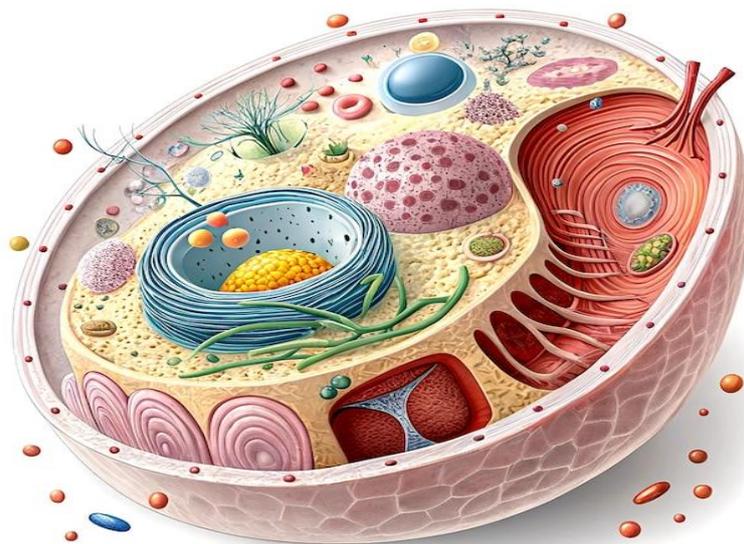
Cours en Biologie Physiologie cellulaire

La Biologie et Physiologie Cellulaire offre une solide formation pour l'acquisition de connaissances et de compétences générales, théoriques et pratiques, en biologie fondamentale et expérimentale, ainsi qu'en biologie appliquée (biotechnologies et santé). Le module s'intéresse au fonctionnement des organismes unicellulaires et multicellulaires, dont l'homme (de la molécule à l'organisme, du normal au pathologique), basés sur des enseignements de biologie cellulaire et moléculaire, physiologie animale et végétale, génétique, microbiologie, biologie du développement. En outre, l'utilisation des techniques de base permettant l'étude de la des cellules animales et humaines, et végétales. Maîtriser les concepts propres à l'étude du développement animal et végétal.

A l'issue de la formation, l'étudiant aura acquis un savoir-faire technique à travers les séances de travaux pratiques et dirigés envisagées, une approche quantitative, opérationnelle grâce à la pratique importante de l'outil informatique à travers l'utilisation de nombreux logiciels et un entraînement à la communication orale grâce aux langues enseignées ce qui va lui permettre une ouverture vers le monde professionnel.

Public cible

Destiné aux étudiants de 1^{ère} Année S1, spécialité de Valorisation et qualité des produits agroalimentaires -ISTA- Ain M'lila



Section 1 : Les cellules procaryotes et eucaryotes

Introduction

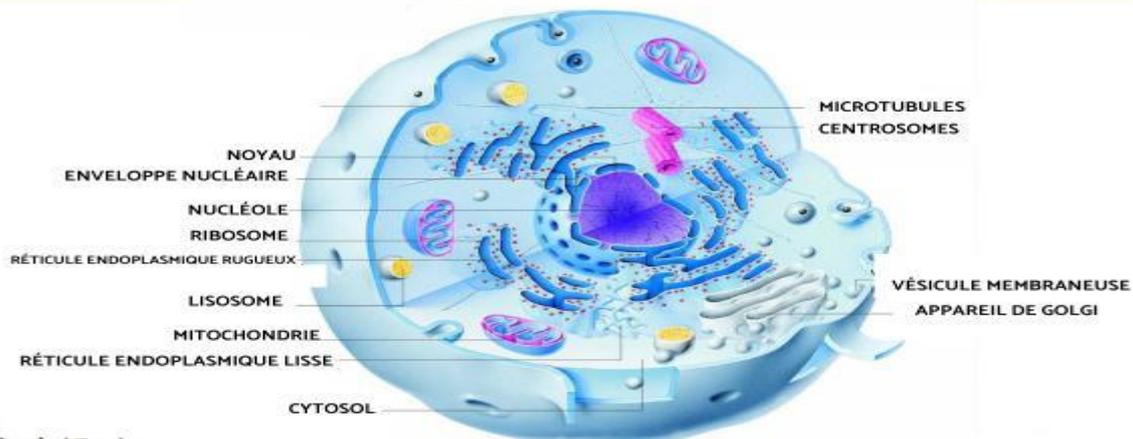
Elle s'intéresse à l'écosystème cellulaire, c'est-à-dire à l'équilibre dynamique et autorégulé des fonctions cellulaires, dans un contexte normal ou perturbé. Le champ de la biologie cellulaire concerne une multitude de réactions chimiques coordonnées et de mécanismes fins de régulation entre des millions de constituants micro et nanoscopiques. Ces constituants assurent durablement l'architecture et le fonctionnement de la cellule.



Description de l'unité

Les laboratoires font face à une gamme de risques aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des installations. Certains risques peuvent affecter principalement le laboratoire, le personnel, mais d'autres peuvent concerner l'ensemble de l'établissement et même le public suite à une manipulation incorrecte. Dans ce contexte, nous allons voir quelques conseils pour éviter le maximum des dégâts dans les laboratoires.

QU'EST-CE QU'UNE CELLULE EUCARYOTE ?

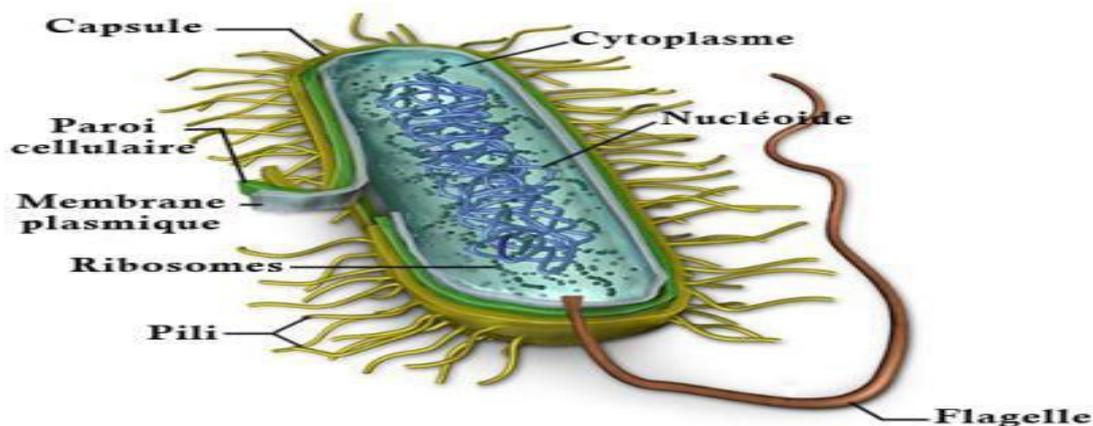


Les objectifs spécifiques de l'unité

1. Définir la cellule eucaryote.
2. Citer les composants de cytoplasme (notions de protoplasme et de hyaloplasme).
3. Indiquer les spécificités morpho- fonctionnelles des cellules eucaryotes animales en décrivant leurs (forme, taille, organites, mode de reproduction et organisation uni ou pluricellulaires).
4. Citer des exemples de cellules eucaryotes animales (Amibe, Paramécie, cellule épithéliale, myocyte, hépatocyte, neurone, adipocyte, fibroblaste, macrophage).

1. Les Procaryotes :

- Les cellules procaryotes (pro = primitif; caryon = noyau): cellules sans vrai noyau c'est-à-dire que le matériel génétique n'est pas enfermé dans une enveloppe nucléaire et sans organites à part des replis de la membrane plasmique dits mesosomes.
- Les cellules procaryotes correspondent essentiellement à des organismes unicellulaires. Il s'agit essentiellement des bactéries.



Caractéristiques Procaryotes

- Le cytoplasme

Le contenu de la cellule est diffus et granulaire, du fait des ribosomes (complexe macromoléculaire responsable de la synthèse des protéines).

- La membrane plasmique

Constituée par une bicouche lipidique dépourvue de cholestérol. Cette membrane isole l'intérieur de la cellule de son environnement, et sert de filtre et de porte de communication

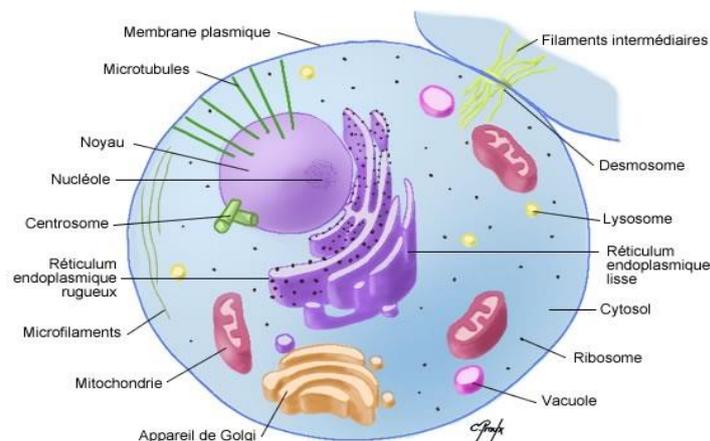
- **Une paroi cellulaire**
- Elle est résistante et formée chez les eubactéries de peptidoglycane un complexe de lipides, de polysaccharides et de polypeptides, et joue le rôle de barrière supplémentaire

contre les forces extérieures. Elle empêche également la cellule d'éclater sous la pression osmotique dans un environnement hypotonique.

- **Le chromosome** des procaryotes se compose d'une molécule circulaire super enroulée occupe le centre de la bactérie. Cet emplacement porte le nom de nucléoïde. Il **n'est pas séparé du cytoplasme par une enveloppe**.
- Les procaryotes peuvent posséder un ADN extra-chromosomal, organisé en molécules circulaires appelées **plasmides**. Ils peuvent avoir des fonctions supplémentaires, telles que la résistance aux antibiotiques.
- Certains procaryotes ont un flagelle leur permettant de se déplacer activement, plutôt que de dériver passivement

2. La Cellule eucaryote

La Eucaryote (eu =vrai, caryon= noyau) : dont le noyau est délimité par une enveloppe nucléaire. Des membranes internes délimitent des compartiments cytoplasmiques appelés organites. Les cellules eucaryotes peuvent constituer des organismes unicellulaires comme : *Spirogira.sp*, *Amoeba proteus*, *Arcella sp*, *Euglina clavata*. Les Eucaryotes sont les cellules pluricellulaires des plantes, les animaux et champignons ainsi que diverses espèces unicellulaires tels que les amibes ou les paramécies. Ils sont caractérisés par la présence d'organites intracellulaires.



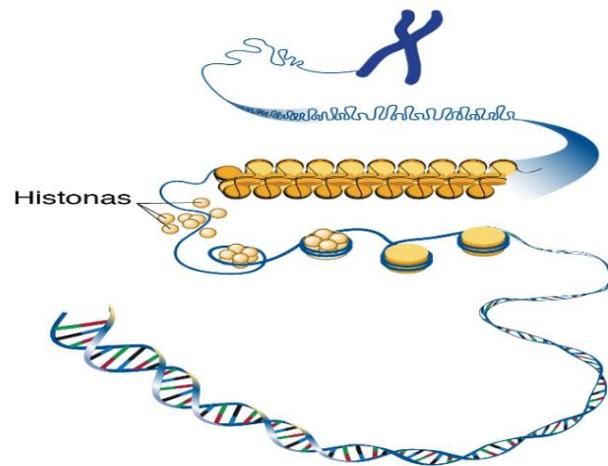
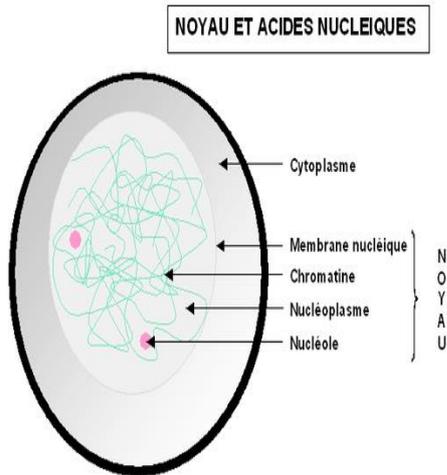
2.2. Caractéristiques Eucaryotes:

✓ Le noyau

Le noyau des eucaryotes est une structure sphérique ou ovoïde renfermant les chromosomes observé dans presque toutes les cellules dont il est un des éléments essentiels, caractériser par la présence d'une membrane nucléaire qui l'isole du reste de la cellule et la présence de nucléole.

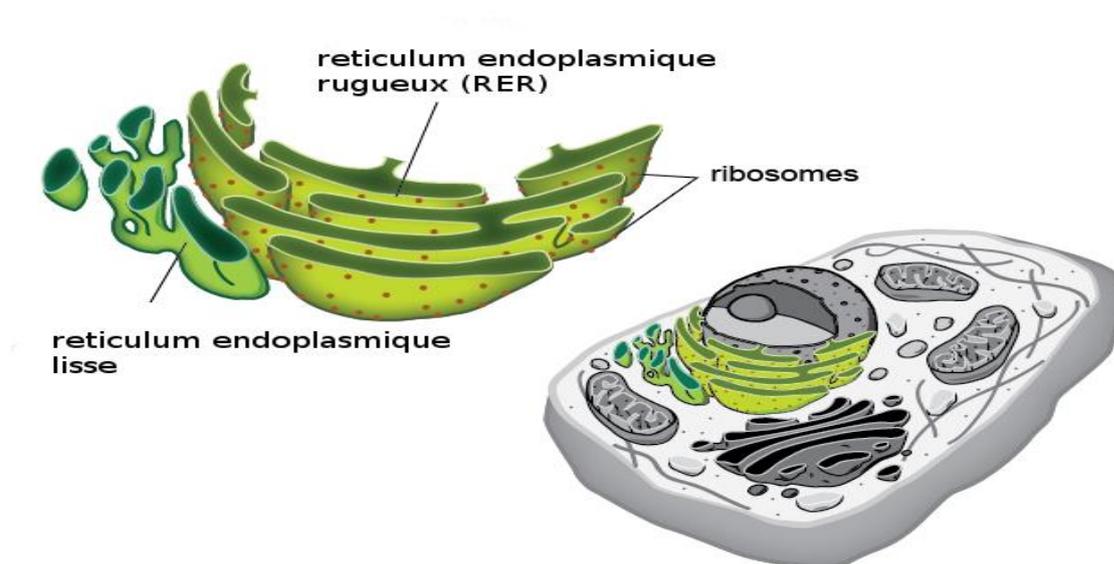
L'ADN des eucaryotes est organisé en une ou plusieurs molécules linéaires. Ces molécules se condensent en s'enroulant autour d'histones lors de la division cellulaire.

Les eucaryotes ne possèdent pas de plasmides : seuls quelques organites peuvent les contenir (mitochondrie et chloroplastes).



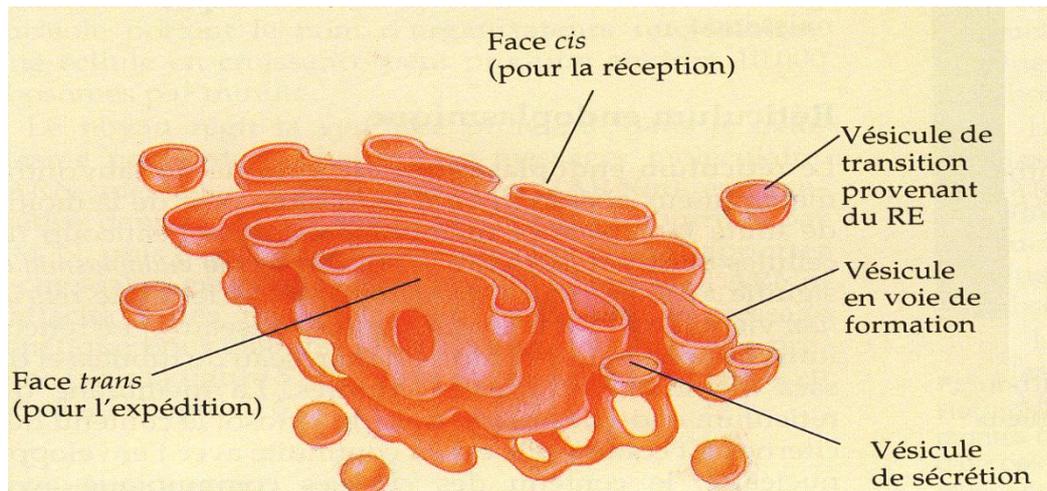
✓ Réticulum endoplasmique (RE)

Est une extension de la membrane du noyau. Il est divisé en RE lisse (REL) et RE rugueux (RER), en fonction de son apparence au microscope. Il est formé de feuillettes ou de tubules. Il contient des récepteurs permettant de lier les ribosomes impliqués dans la traduction de l'ARN messager pour la sécrétion des protéines et notamment de la majorité des protéines transmembranaires. Il est aussi le site de la synthèse lipidique. Du RE, les protéines sont transportées vers l'appareil de Golgi grâce à des vésicules.



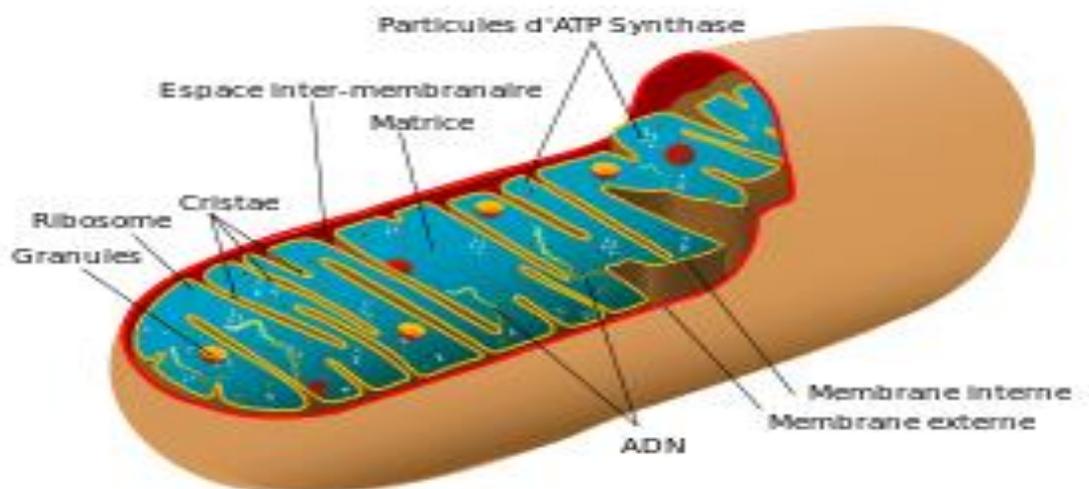
✓ L'appareil de Golgi

Il a pour équivalent «le dictyosome» chez les plantes et le «corps parabasal» chez les flagellés. L'appareil de Golgi est un empilement de vésicules membranaires où s'opèrent la glycosylation (ajout de chaînes glucidiques complexes) et l'encapsulation des protéines sécrétées.



✓ Les mitochondries

Jouent un rôle important dans le métabolisme de la cellule. Elles contiennent leur propre petite partie d'ADN (l'ADN mitochondrial). C'est là que se déroulent la respiration cellulaire et la fabrication de l'énergie, l'ATP (Adénosine Tri Phosphate). Cette énergie est indispensable aux réactions métaboliques.



✓ Le cytosquelette

Permet à la cellule de conserver sa forme et à se mouvoir. Il est également important lors de la division cellulaire, et dans le système de transport intracellulaire.

✓ Les chloroplastes

Sont présents dans les plantes et les algues (organismes photosynthétiques). Ils convertissent l'énergie lumineuse du Soleil en énergie chimique utilisée pour fabriquer des sucres à partir de dioxyde de carbone (phase sombre de la photosynthèse). Ils contiennent également de l'ADN.

✓ Lysosomes ou Peroxysomes

Organites intracellulaires qui, renfermant des enzymes hydrolytiques, sont responsables de la lyse cellulaire c'est à dire la dissolution d'éléments organiques (tissus, cellules, micro-organismes) sous l'action d'agents physiques, chimiques ou enzymatiques.

✓ **Vacuoles**

Enclaves inertes, parfois limitée par une membrane, présente à l'état physiologique ou pathologique dans le cytoplasme d'une cellule ou d'un organisme unicellulaire (bactérie, hématozoaire) et pouvant contenir des substances diverses.

✓ **Le cytoplasme**

N'est pas aussi granulaire que celui des procaryotes, puisque la majeure partie de ses ribosomes sont rattachés au réticulum endoplasmique.

✓ **La membrane plasmique**

Ressemble dans sa fonction, à celle des procaryotes, avec quelques différences mineures dans sa configuration. C'est une membrane à perméabilité sélective, siège des échanges entre le milieu interne et le milieu externe de la cellule.

Dans cette structure on trouve une double couche phospholipidique, au-dessus de laquelle se trouvent des protéines périphériques et dans laquelle sont enchâssées des protéines dites « intégrées. »

✓ **La paroi cellulosique**

Elle existe chez les végétaux, est composée de polysaccharides, principalement la cellulose.

De nombreuses cellules animales comportent à un de leurs pôles une paire de centrioles (diplosome). Ce sont des corpuscules cylindriques formés de tubules groupés par trois.

Généralement situés près du noyau, ils constituent avec le cytoplasme environnant le centrosome et jouent un rôle essentiel lors de la division cellulaire. Ainsi ils forment les pôles qui permettront la division cellulaire ; en général absent chez les plantes.

Comparaison entre la cellule Eucaryote et Procaryote

	Procaryotes	Eucaryotes
Organismes	Bactéries	Animal, plantes, champignons, protistes
Taille typique	1-10 µm	10-100 µm
Type de noyau	Nucléoïde; pas de véritable Noyau vrai	Noyau avec double Membrane
ADN	Circulaire	Molécules linéaires (chromosomes) avec des protéines histone
ARN/ synthèse des protéines	couplé au cytoplasme	synthèse d'ARN dans le noyau synthèse de protéines dans le cytoplasme
Ribosomes	23S+16S+5S	28S+18S+5,8S+5S
Structure cytoplasmique	très peu de structures	très structuré par des membranes intracellulaires et un cytosquelette
Mouvement de la cellule	flagelle fait de flagelline	flagelle et cils fait de tubuline
Métabolisme	anaérobie ou aérobie	habituellement aérobie
Mitochondries	aucune	de une à plusieurs douzaines
Chloroplastes	aucun	dans les algues et les plantes
Organisation	habituellement des cellules isolées cellules isolées,	colonies, organismes évolués avec des cellules spécialisées
Division de la cellule	division simple	Mitose (réplication de la cellule) Méiose (formation de gamètes)

Section 3 : La cellule animale et la cellule végétale

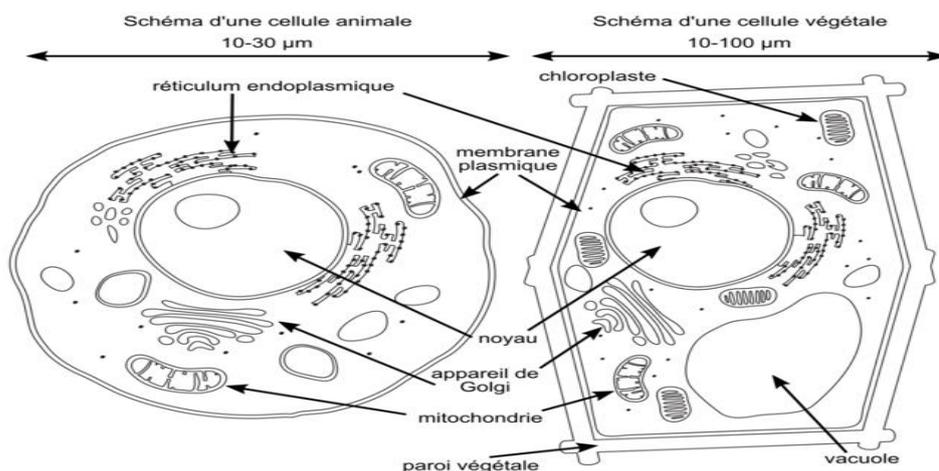
Description de l'unité

À la fois les cellules végétales et animales sont des eucaryotes, ce qui signifie qu'elles contiennent des organites membranaires, comme un noyau et des mitochondries.

Cependant, les cellules végétales et les cellules animales ne sont pas exactement les mêmes et n'ont pas exactement les mêmes organites parce qu'elles ont chacune des besoins différents. Par exemple, les cellules végétales contiennent des chloroplastes puisqu'elles doivent effectuer la photosynthèse, mais pas les cellules animales.

Les objectifs spécifiques de l'unité

1. Connaître la structure et le contenu de la cellule animal et la cellule végétale
2. Prendre à faire la différence entre les deux cellules

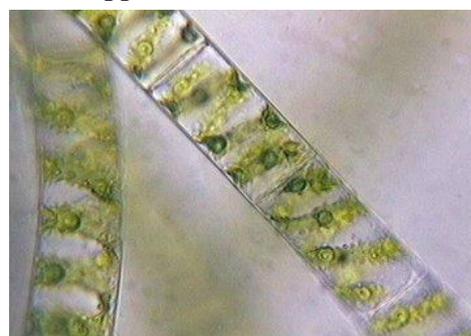


Parmi les êtres vivants constitués de cellules eucaryotes, deux grandes catégories se dégagent:

1. les êtres vivants formés d'une seule cellule. Ils sont appelés **unicellulaires**



Amoeba proteus



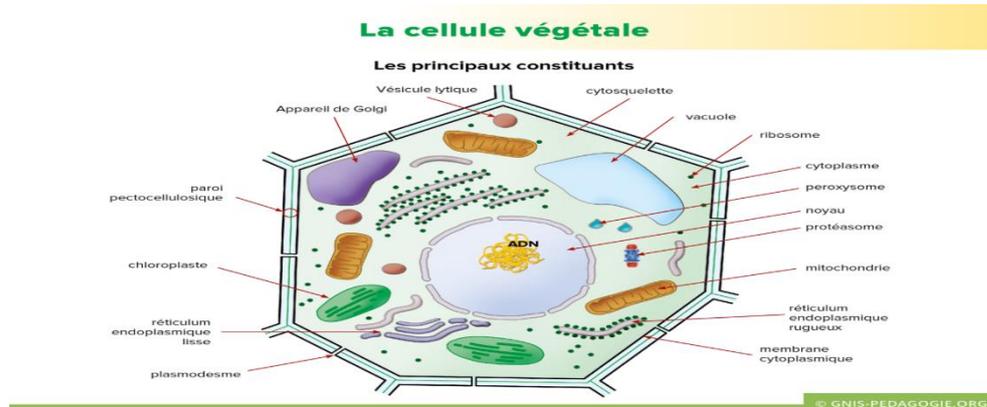
Spirogira.sp

2. les êtres vivants formés de plusieurs cellules regroupés en tissus pour former les différents organes d'un organisme. Ils sont appelés « pluricellulaires », et on distingue deux types: Animale et végétale.

1. Cellules végétal:

Les organites des cellules végétales comme le chloroplaste, la paroi cellulaire et les vacuoles les distinguent des cellules animales.

La taille des cellules végétales varie de 10 à 100 μm . La cellule végétale assure la fonction de photosynthèse, grâce à laquelle les plantes vertes sont appelées autotrophes. Cela se fait par la présence de chlorophylle dans le chloroplaste des cellules végétales. La paroi cellulaire est constituée de cellulose, qui apporte soutien et rigidité aux cellules.



1.1. Fonctions des organites cellulaires importantes

La membrane de plasma contrôle le mouvement des molécules à l'intérieur et à l'extérieur de la cellule et en assure également l'adhésion.

La paroi cellulaire est habituellement rigide, non vivante et perméable, entourant la membrane plasmique. Il en existe deux types : La paroi cellulaire primaire et la paroi cellulaire secondaire. La paroi cellulaire primaire est constituée de cellulose et se forme au moment de la division cellulaire.

La paroi cellulaire secondaire est composée de lignine et de cellulose et aide à donner forme et taille à la cellule.

Les chloroplastes sont des caractéristiques uniques des cellules végétales qui aident à la préparation des aliments au site de la photosynthèse. Les plastides désignent les chloroplastes (plastides verts contenant des chlorophylles), les chromoplastes (plastides de couleur jaune à rougeâtre) et les leucoplastes (plastides incolores).

Le chloroplaste contient les autres parties comme les thylakoïdes et le stroma, ce qui aide à capturer la lumière du soleil et aide à la synthèse des aliments.

Les vacuoles occupent 90% du volume total de la cellule. Ce sont les vésicules liées à la membrane, remplies de liquide. Les vacuoles contiennent une large gamme de sels dissous, sucres, pigments

et autres déchets toxiques. Ils apportent également un soutien physique et contribuent à donner de la couleur aux feuilles et aux fleurs.

2. Qu'est-ce qu'une cellule animale

Le corps humain est composé de 1014 cellules, dont la taille varie de 10-30 µm de diamètre. Les cellules animales n'ont pas de paroi cellulaire et de chloroplaste qui les distinguent principalement des cellules végétales.

2.1. Fonctionnement de la cellule animale:

Cours précédent

3. Différence entre la cellule animale et la cellule végétale

1. Les **cellules végétales possèdent** certains **organites** comme la paroi cellulaire, le chloroplaste et les vacuoles qui sont **absents** dans les **cellules animales**.
2. Les **cellules végétales** sont généralement **plus grandes**, de forme fixe et **rectangulaire**, tandis que les **cellules animales** sont relativement plus **petites** en taille, irrégulières et **rondes**.
3. Un **noyau** est présent dans les **deux cellules**, mais dans la **cellule végétale** il se trouve d'un **côté** tandis qu'il est présent au **centre** de la **cellule animale**.
4. Les centrosomes/centrioles, cils, desmosomes, lysosomes sont les organites **absents** dans les **cellules végétales**, alors qu'ils existent dans les cellules animales.
5. Les plastides, glyoxysomes, le plasmodesme et le chloroplaste (pour la préparation des aliments) sont les **caractéristiques** présentes dans les **cellules végétales** mais **non présentes** dans les **cellules animales**.
6. Il y a une **vacuole énorme** présente dans les cellules **végétales**, mais de nombreuses et **petites vacuoles** sont présentes dans les cellules **animales**.
7. Les **mitochondries**, si elles sont présentes dans la cellule végétale sont **moins nombreuses**, Dans les cellules animales, elles jouent un rôle significatif et aident à la production d'énergie.
8. Le **stockage** de l'**énergie** se fait grâce au **chloroplaste** dans les **cellules végétales**, qui est **absent** dans les **cellules animales**.
9. La **matière alimentaire** de réserve est l'**amidon** dans les **cellules végétales** et le **glycogène** dans les **cellules animales**.
10. La **synthèse** des **nutriments** comme les **acides aminés**, les vitamines et les coenzymes est **effectuée** par les **cellules végétales**, mais les cellules **animales** sont **incapables** de le faire.
11. La **cytokinèse** se produit par **plaque** cellulaire seulement dans les cellules **végétales**, alors que dans les cellules **animales**, elle se produit par **sillons** ou **constrictions**.

4. Les points communs entre cellule animale et cellule végétale

Les cellules végétales et les cellules animales, bien que différentes à bien des égards, présentent quelques similitudes.

- Les cellules végétales et animales sont des cellules eucaryotes.
- Les deux possèdent une membrane cellulaire.
- Un noyau bien défini est présent.
- Les deux cellules contiennent un appareil de Golgi.

- Une des parties les plus importantes de la cellule est le cytoplasme, qui est aussi présent dans les deux.
- Les ribosomes se trouvent aussi bien dans les cellules végétales que dans les cellules animales.

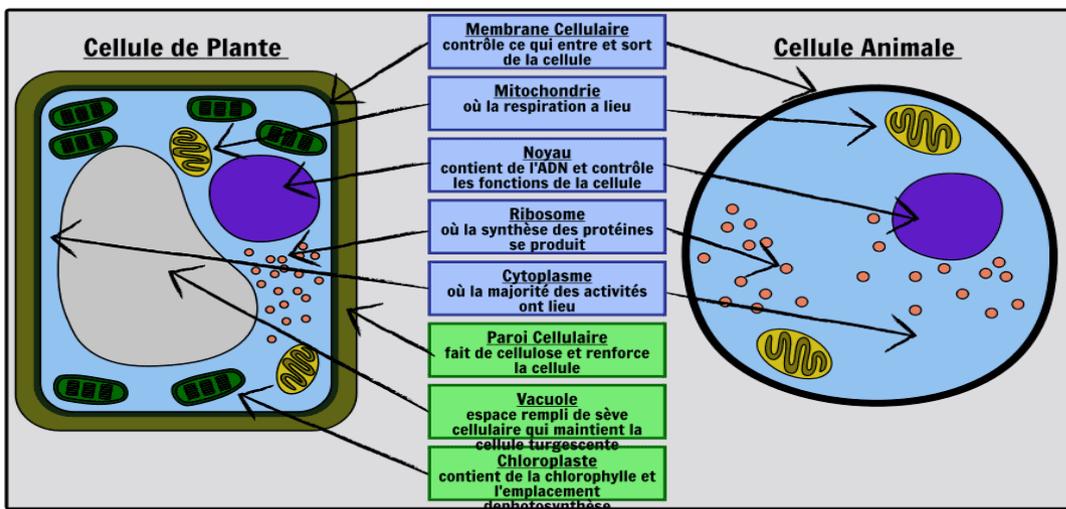
Conclusion

Dans cet article, nous avons exposé les structures et le fonctionnement des cellules végétales et animales, leurs types, ainsi que des points essentiels qui les distinguent.

Toutes les cellules eucaryotes, qu'il s'agisse d'une cellule végétale ou animale, contiennent un noyau et peu d'organites en commun ainsi que des similitudes dans leur fonction.

La raison de cette différence peut être le mode de nutrition puisque les plantes sont dites autotrophes, alors que les animaux sont les hétérotrophes.

Une autre raison est liée à l'évolution des cellules se sont développées selon les besoins.



Section 4 : Communication intercellulaire



Description de l'unité

La communication intercellulaire qualifie l'ensemble des modes de communication permettant aux cellules d'interagir entre elles et d'interpréter les différents signaux provenant de leur environnement afin d'y répondre de manière adaptée

Les objectifs spécifiques de l'unité

La communication cellulaire est essentielle pour le développement, la réponse immunitaire, et le maintien de l'homéostasie dans les organismes.

1. Communication intercellulaire par des signaux chimiques

La communication intercellulaire est l'une des caractéristiques des organismes pluricellulaires. Généralement, la cellule qui envoie le **message** produit un type particulier de **molécule de signalisation** qui est détectée par la **cellule cible**. Les cellules cibles possèdent des protéines réceptrices qui reconnaissent la molécule de signalisation et y répondent de manière spécifique. **La transduction du signal** commence quand la cellule cible reçoit un signal extracellulaire et le convertit en signaux intracellulaires qui modifient le comportement de la cellule.

1.1. Les quatre types de signalisation

On peut classer ces modes de communication en fonction de la distance qui sépare la cellule émettrice du signal de la cellule cible. De la distance la plus longue à la plus courte on trouve:

1.1.1. Endocrine

- **Les molécules de signalisation** peuvent être : des protéines, des peptides, des acides aminés, des nucléotides, des stéroïdes, des dérivés d'acides gras et même des gaz dissous – mais elles s'appuient seulement sur un petit nombre de mécanismes de base pour faire passer le message.
- Dans les organismes pluricellulaires, le système de communication le plus utilisé consiste à envoyer des signaux dans tout le corps en les sécrétant dans le **courant sanguin** (pour les animaux) ou la **sève** (pour les plantes). Les molécules de signalisation utilisées de cette manière sont appelées **hormones** et, chez les animaux, les cellules qui les produisent sont appelées **cellules endocrines**. Le meilleur exemple est la régulation glucidique, une glande endocrine qui sécrète l'insuline, une hormone qui assure la captation du glucose par les cellules dans tout l'organisme.

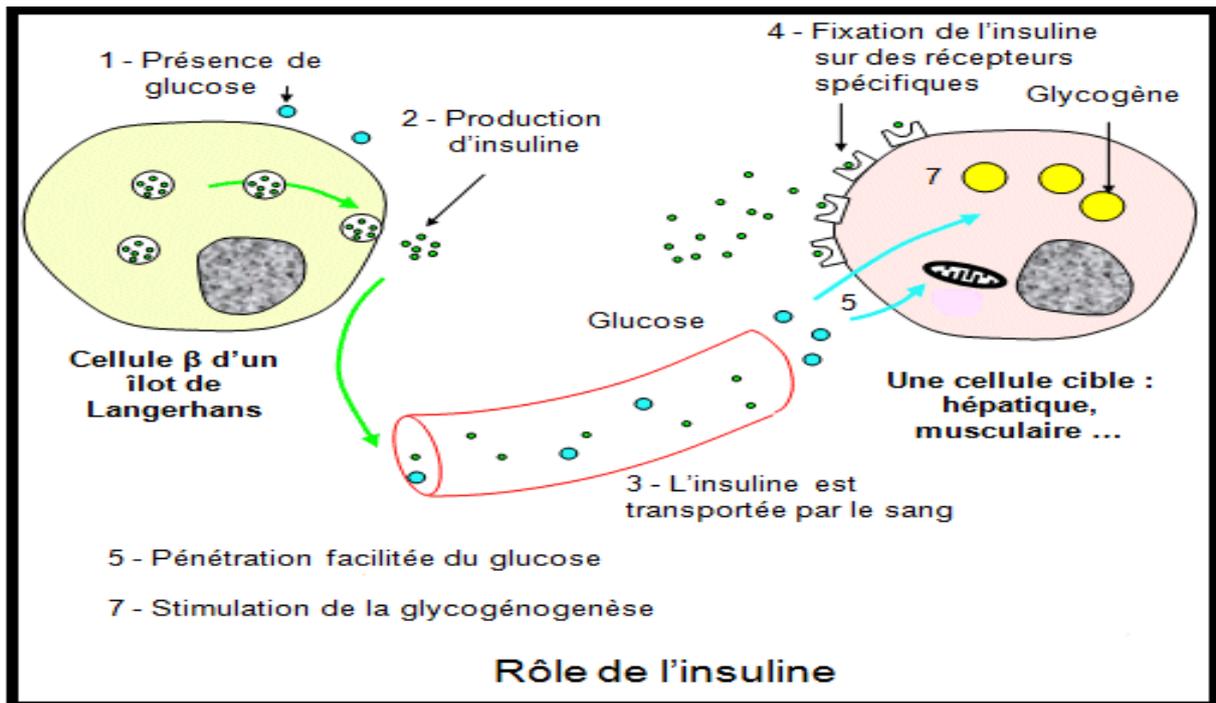


Fig.14: Signalisation endocrinienne : cas de l'insuline

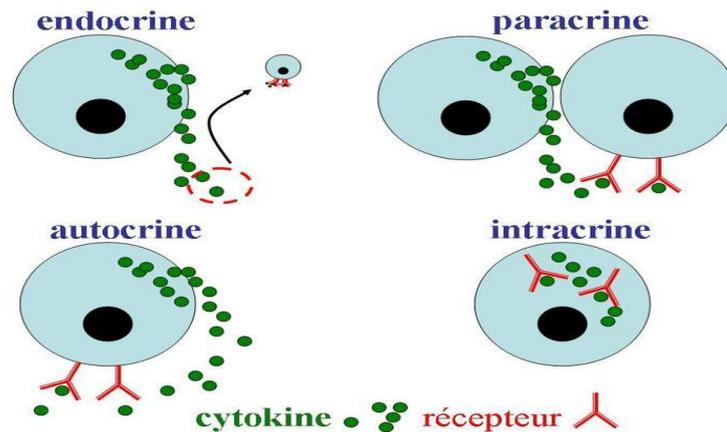
1.1.2. Paracrine

Les molécules de signalisation **n'entrent pas dans le courant sanguin**, mais diffusent localement, à travers le milieu extracellulaire, restant au voisinage des cellules qui les ont sécrétées. Elles agissent comme **des médiateurs locaux** sur les cellules voisines. Parmi les molécules de signalisation qui contrôlent **l'inflammation sur le site d'une infection**, ou contrôlent **la prolifération cellulaire d'une blessure en train de cicatriser**, beaucoup agissent de cette manière.

Dans certains cas, les cellules peuvent répondre à des médiateurs locaux qu'elles produisent elles-mêmes, c'est une forme de **communication paracrine appelée signalisation autocrine**. De cette manière, les cellules cancéreuses favorisent parfois leur propre survie ou leur prolifération.

La communication **intracrine** est un mode de signalisation cellulaire impliquant des messagers chimiques (hormones, cytokines) qui agissent à l'intérieur même de la cellule où ils ont été synthétisés et non à travers des récepteurs situés à la surface de la cellule.

Les hormones stéroïdiennes agissent ainsi à travers des récepteurs intracellulaires (essentiellement nucléaires) et peuvent ainsi être considérés comme des messagers intracrines.



1.1.3. Dépendant du contact

Dans la signalisation dépendant du contact, une molécule de signalisation à la surface d'une cellule se lie à un récepteur protéique sur la cellule adjacente (juxtacrine = par contact direct). Les mêmes types de molécules de signalisation peuvent être utilisés pour la signalisation endocrine, paracrine et neuronale. Les principales différences tiennent à la vitesse et la sélectivité avec laquelle elles délivrent leur message à leurs cibles.

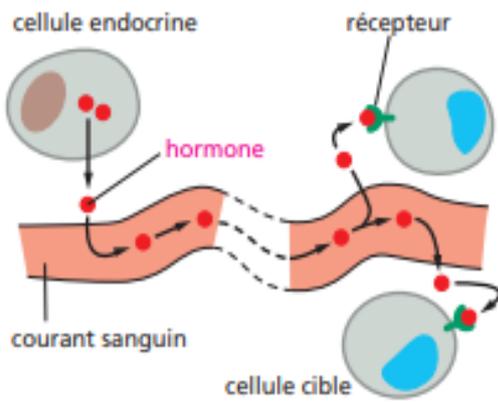
Le plus discret et celui qui voyage **le moins loin**, ne nécessite pas la libération d'une molécule sécrétée. Au contraire, les cellules entrent **directement** en contact par l'intermédiaire de **molécules de signalisation qui font partie de la membrane plasmique de la cellule émettrice et de récepteurs protéiques inclus dans la membrane plasmique de la cellule cible**. Au cours du développement embryonnaire, par exemple, ce type de signalisation par contact permet à des cellules adjacentes, initialement semblables, de se spécialiser pour donner des types cellulaires différents.

1.1.4. Neuronale

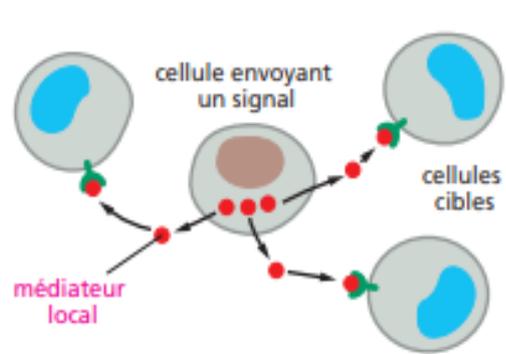
Dans le cas de la signalisation neuronale, le message n'est pas diffusé très largement, mais délivré **très rapidement** et de manière spécifique par une ligne privée, à **une cellule cible particulière** : l'axone **d'un neurone** se termine au niveau de jonctions spécialisées (**synapses**), sur des cellules cibles qui se trouvent loin du corps cellulaire du neurone.

Les axones qui relient la moelle épinière d'un individu et son gros orteil, par exemple, peuvent avoir plus de 1 m de long. Quand il est activé par des signaux provenant de l'environnement ou d'autres cellules nerveuses, un neurone envoie des signaux électriques qui courent le long de son axone à une vitesse qui peut atteindre 100 m/s. Quand ils atteignent l'extrémité de l'axone, ces signaux sont convertis en une forme chimique : chaque impulsion électrique stimule la libération pulsatile, par la terminaison nerveuse, d'un signal chimique extracellulaire, appelé **neurotransmetteur**. Ces neurotransmetteurs diffusent ensuite entre la membrane terminale de l'axone et la membrane de la cellule cible.

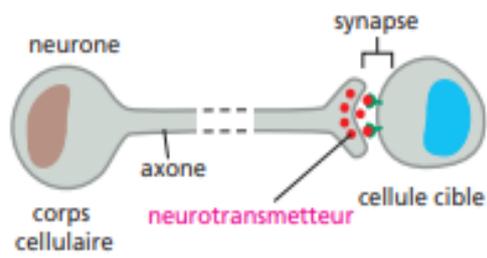
(A) ENDOCRINE



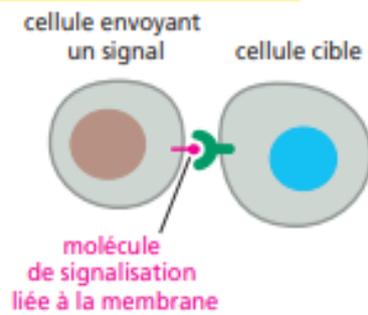
(B) PARACRINE



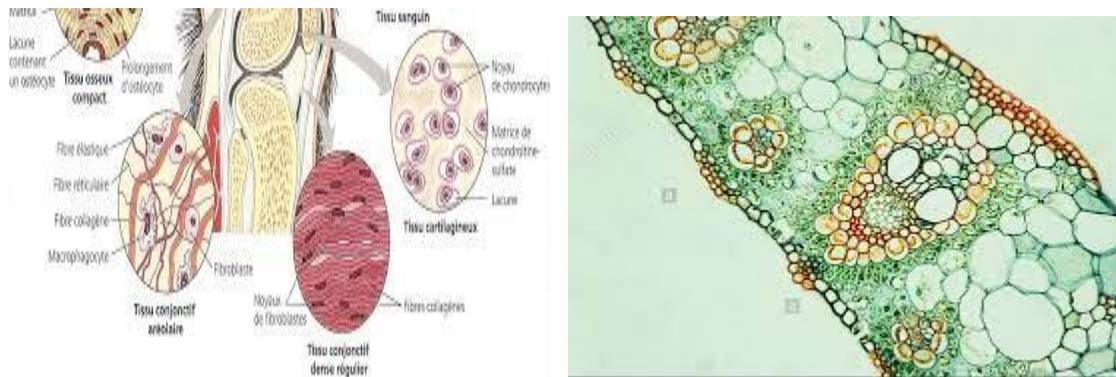
(C) NEURONALE



(D) DÉPENDANTE DU CONTACT



Section 8 : Tissus animaux et végétaux : structure et fonctions



Description de l'unité

Dans cette unité nous définissons communément un tissu comme un groupe de cellules qui agissent ensemble pour remplir une fonction spécifique. Les cellules constituent les tissus, qui composent les organes, qui forment des systèmes d'organes (appareil), qui composent les organismes. Comme les tissus sont constitués de cellules, ce sont les types de cellules contenues dans un tissu qui déterminent le rôle que joue ce tissu. De la même manière, le type de tissu qui compose un organe particulier détermine la fonction de cet organe.

Les objectifs spécifiques de l'unité

Etudier les principales structures et fonctions des différents tissus végétaux et animaux

Les Tissus Animaux structure et fonction

Tous les êtres pluricellulaires sont formés de la juxtaposition d'un grand nombre de cellules issues des divisions de la cellule œuf initiale. Au cours du développement, ces cellules s'orientent vers des fonctions différentes et spécifiques par la régulation de l'expression de leur génome, définissant des tissus constitutifs des organes.

Les tissus s'associent pour former des ensembles fonctionnels où leurs propriétés s'intègrent de manières diverses, constituant les « tuniques » des organes creux ou le « parenchyme » des organes pleins. Ces complexes pluritissulaires représentent un palier dimensionnel intermédiaire entre les tissus et les unités fonctionnelles plus importantes.

Les grandes fonctions s'assurent en effet au sein d'appareils, pour l'organisme entier (appareils digestif, locomoteur, reproducteur, etc.). Ces appareils regroupent en nombre variable les organes qui en sont des sous-unités. Toutes ces formations sont donc constituées par des tissus diversement combinés.

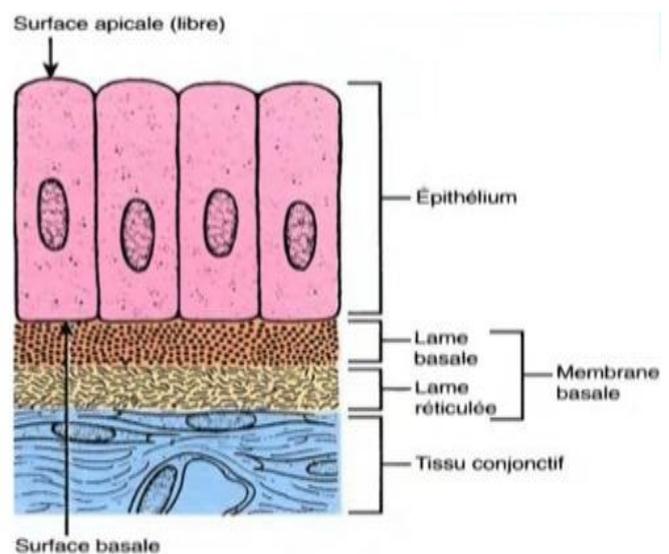
Les tissus représentent en définitive des ensembles coopératifs de cellules ; ils sont le premier niveau dimensionnel d'organisation supracellulaire. S'ils sont fonctionnellement différenciés, ce sont aussi des unités biologiques où s'organise spécifiquement la vie cellulaire individuelle (voir chapitre I).

On distingue habituellement, quatre catégories de tissus : les épithéliums, les tissus conjonctifs, les tissus musculaires et le tissu nerveux. Leur combinaison en proportions variables et leur agencement topographique donnent à chaque organe son individualité. Certains tissus (conjonctif lâche, musculaire lisse) sont des matériaux de base très répandus et se retrouvent sensiblement identiques dans des organes fort différents. Cependant, les organes doivent leurs propriétés spécifiques non seulement au type de combinaison pluritissulaire qu'ils représentent, mais surtout à la très grande spécialisation de certaines cellules et par conséquent des tissus qui les renferment (par exemple, épithéliums sensoriels).

1. Les différents types tissulaires

1.1. Le tissu épithélial

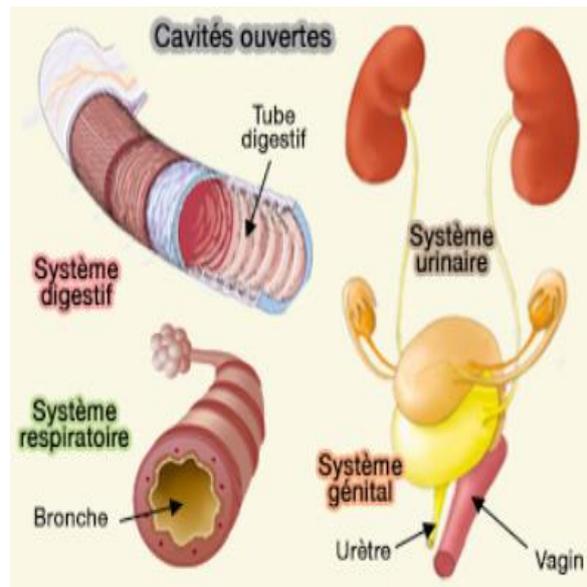
Sont des tissus constitués de cellules solidement unies les unes aux autres de façon à former une couche continue (étroitement juxtaposées ou jointives), sans interposition de fibre ou de substance fondamentale. Les épithéliums établissent une barrière entre deux milieux de nature différente, il repose sur du tissu conjonctif dont il est séparé par une lame très mince appelée membrane basale. Celle-ci est formée d'une lame basale d'origine épithéliale et d'un réseau de fibres de réticuline d'origine conjonctive.



Il existe deux variétés d'épithélium :

1.1.1. Les épithéliums de revêtement

Les épithéliums de revêtement sont toujours en contact avec un espace libre par leur face externe : ce sont des **tissus de surface**, forment la surface du corps ainsi que le revêtement des cavités de l'organisme ainsi que les organes creux. Le corps par exemple, est entièrement recouvert par un épithélium : c'est l'**épiderme** de la peau, lequel se continue dans les cavités ouvertes à l'extérieur comme la bouche, l'intestin, le vagin, etc...



En fonction de leurs localisations, ils remplissent différentes fonctions telles que: Protection mécanique vis à vis du milieu extérieur par exemple contre la chaleur, le froid, les radiations et les chocs. Ils sont dépourvus de capillaire sanguin et de vaisseau lymphatique : les cellules puisent leur nourriture dans le tissu sous-jacent qui est toujours du tissu conjonctif richement vascularisé.

Le rôle des épithéliums de revêtement

En fonction de leurs localisations, ils remplissent différentes fonctions telles que:

1. Protection mécanique vis à vis du milieu extérieur par exemple contre la chaleur, le froid, les radiations et les chocs ex: épidermes
2. Protection chimique par exemple contre les enzymes, les substances toxiques et l'HCl ex: épithélium gastrique. Estomac
3. Absorption/résorption ex: cellules épithéliales prismatiques du canal intestinal (microvillosités).
4. Excrétion ex: cellules des tubes contournés proximaux des reins ou cellules de l'estomac , Duodénum
5. Transport / mouvement ex: épithélium cilié du tractus respiratoire ou de la trompe utérine
6. Echange ex air / sang ; urine / sang

1.1.2. Les épithéliums glandulaires

Les épithéliums glandulaires contiennent des cellules glandulaires souvent organisées en unités fonctionnelles ou unités sécrétantes. Ils sont formés de cellules qui sécrètent un produit qu'elles n'utilisent pas, qu'elles peuvent provisoirement stocker et qu'elles rejettent.

Ils sont soit :

- Regroupés en organes : foie, glandes salivaires, glandes endocrines

- Associés à un épithélium de revêtement : glandes de la muqueuse respiratoire ou digestive
- Éléments unicellulaires dans un épithélium de revêtement : cellules caliciformes
- Éléments pluricellulaires dans un épithélium de revêtement : cavité nasale

Les tissus glandulaires peuvent être classés selon plusieurs critères, et **le mode d'excrétion** glandulaire permet de distinguer les glandes endocrines et les glandes exocrines.

1.1.2.1. Les glandes exocrines:

Dont le produit de sécrétion est acheminé vers l'extérieur ou dans un organe creux par un ou des canaux excréteurs.

Selon le nombre des éléments glandulaires on distingue :

- Glandes unicellulaires** : Elles peuvent être situées au sein d'un épithélium de revêtement (exemple des cellules muqueuses caliciformes : épithélium respiratoire).

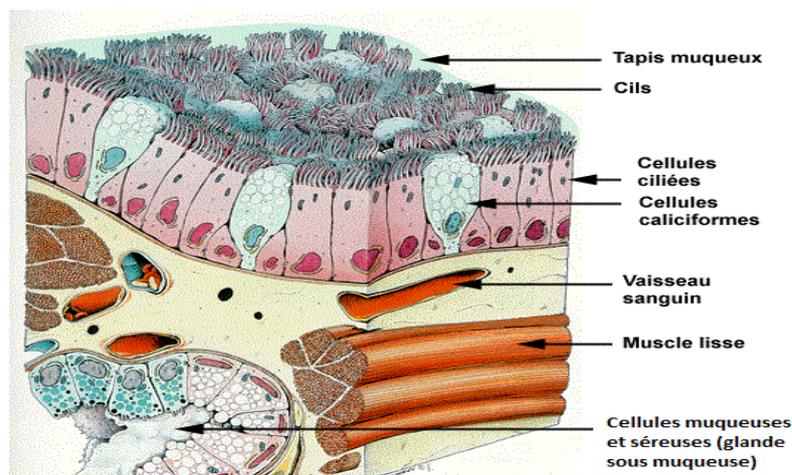


Fig .21: Cellule caliciforme à pôle muqueux ouvert

- Glandes intra épithéliales** : Il s'agit de petits groupements de cellules glandulaires noyés au sein d'un épithélium de revêtement.
- Organes glandulaires** : Le plus souvent, les cellules glandulaires sont groupées en organes microscopiquement ou anatomiquement individualisées.

Sur le plan histologique on peut caractériser les glandes selon leur organisation :

- a. **Glandes tubuleuses** : sont organisées en tubes étroits et profonds: exemple de l'épithélium glandulaire de l'intestin.



Fig.22 :Observation microscopique de glandes tubuleuses au niveau du colon

- b. **Glandes alvéolaires** : sont organisées en larges poches : exemple des glandes alvéolaires simples sous la peau de Batracien qui sont responsables de l'émission de mucus à la surface du corps de l'animal.

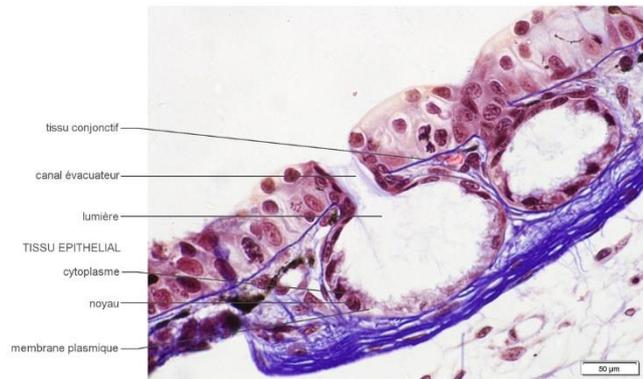


Fig.23: Observation microscopique de glandes alvéolaires situées sous l'épithélium de peau de batracien.

- c. **Glandes acineuses** : sont organisées en sorte de grains de raisin : exemple des glandes salivaires.

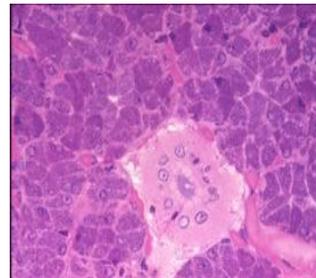


Fig.24: Observation microscopique d'une glande exocrine composée acineuse séreuse

1.2. Le tissu conjonctif

1.2.1. Les constituants élémentaires des tissus conjonctifs

Les tissus conjonctifs sont des tissus d'origine mésenchymateuse. Le tissu conjonctif est un tissu de liaison qui entoure, protège et réunit des organes et des structures anatomiques. ex : tissu adipeux, tendons, cartilage, os, sang, l'encéphale et la moelle épinière, mis à part le sang et la lymphe, les tissus conjonctifs possèdent trois principaux constituants : **les fibres** (élastiques et collagèneuses), **la substance fondamentale** (les deux constituent la matrice extra-cellulaire

:MEC) et la cellule. Les cellules représentent la partie vivante, les fibres la partie structurée et la substance fondamentale amorphe (SFA) la partie non structurée de la matrice extracellulaire. Ces trois constituants existent en proportions variables dans les différents types de tissu conjonctif.

1.2.1.1.Substance fondamentale

Il s'agit d'un matériau amorphe dans lequel baignent les cellules et les fibres conjonctives. Elle est composée de :

Eau : présente en quantité plus ou moins importante, elle détermine la viscosité de la substance fondamentale. Elle est associée à des sels minéraux (Na, Cl, etc.).

Mucopolysaccharides (ou protéoglycane) : Il s'agit de polysaccharides (**glycosaminoglycane : GAG**) liés à des protéines. Colorés par le PAS, ils contrôlent l'état d'hydratation de la substance fondamentale du tissu conjonctif en formant une sorte de tamis qui réglera les flux liquidiens mais également la circulation des cellules.

Les glycosaminoglycane sont de longues chaînes polysaccharidiques composées d'unités disaccharidiques répétitives On en distingue plusieurs types (sulfatés ou non sulfatés) :

- Acide hyaluronique (GAG non sulfaté) se trouve dans tous les types de tissus conjonctifs (peau, cartilage).
- Chondroïtine sulfate : On le trouve dans le cartilage, l'os, les valves cardiaques, les disques intervertébraux.
- Dermatan sulfate : On le trouve dans les tendons, les veines où il donne des structures un peu moins rigides que le chondroïtine sulfate.
- Héparane sulfate : On le voit associé à des fibres de collagène fines (des fibres de réticuline).
- Kératane sulfate : Présent dans le cartilage et la cornée.

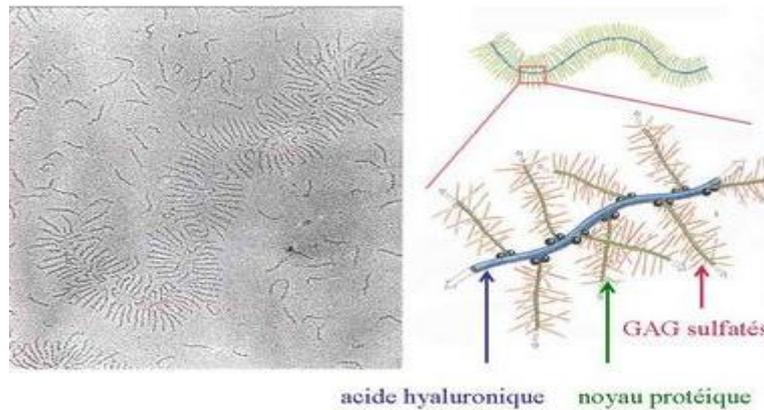


Fig.33: Agrégats de protéoglycanes

1.3. Le tissu musculaire

Le tissu musculaire représente presque la moitié de notre masse corporelle, il est constitué par des cellules spécialisées : les cellules musculaires ou **myocytes**, dont la fonction principale est la contraction. La principale caractéristique du tissu musculaire, du point de vue fonctionnel, est son aptitude à transformer une énergie chimique (sous forme d'ATP) en énergie mécanique. On peut considérer les muscles comme les moteurs de l'organisme. La mobilité du corps dans son ensemble résulte de l'activité des muscles squelettiques qui se distinguent des muscles des organes internes dont la plupart font circuler des liquides dans les canaux de notre organisme.

1.3.1. Caractéristiques fonctionnelles des muscles

1. L'excitabilité : est la capacité de percevoir un stimulus et d'y répondre. Le stimulus peut être un neurotransmetteur libéré par une cellule nerveuse, la réponse est la production le long du sarcolemme, d'un signal électrique qui est à l'origine de la contraction musculaire.
2. La contractilité : est la capacité de se contracter avec force en présence de la stimulation appropriée.
3. L'extensibilité : est la faculté d'étirement ; lorsqu'elles se contractent, les fibres musculaires se raccourcissent, mais lorsqu'elles sont détendues, on peut les étirer au-delà de leur longueur de repos.
4. L'élasticité : est la possibilité qu'ont les fibres musculaires de reprendre leur longueur de repos lorsqu'on les relâche.

1.3.2. Fonctions des muscles

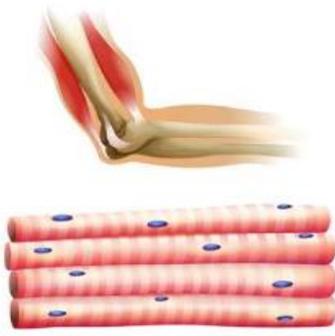
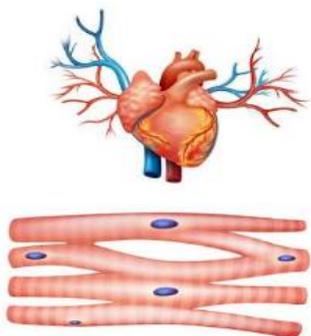
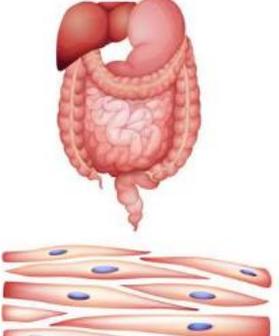
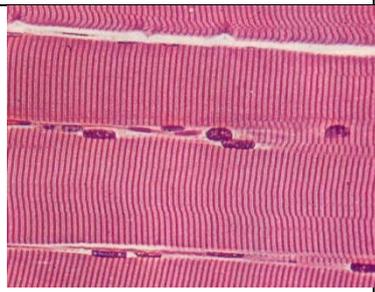
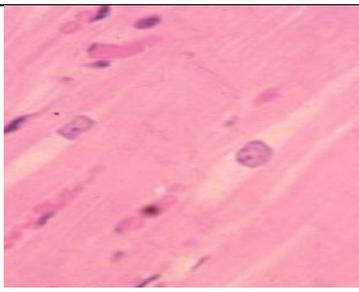
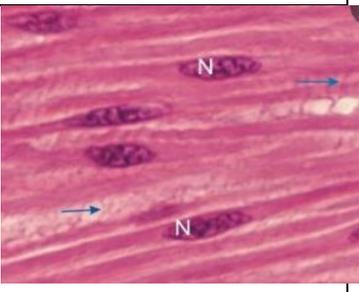
1. Production des mouvements
2. Maintien de la posture

3. Stabilisation des articulations
4. Dégagement de la chaleur

1.3.4. Différences entre les trois types de tissu musculaire

Il existe trois types de muscles : squelettique, lisse et cardiaque, ces trois types diffèrent par : la structure de leurs cellules, leurs situation dans le corps, leurs fonction et par le mode de déclenchement de leur contraction.

Tableau 1 : Différences entre les trois types de tissu musculaire

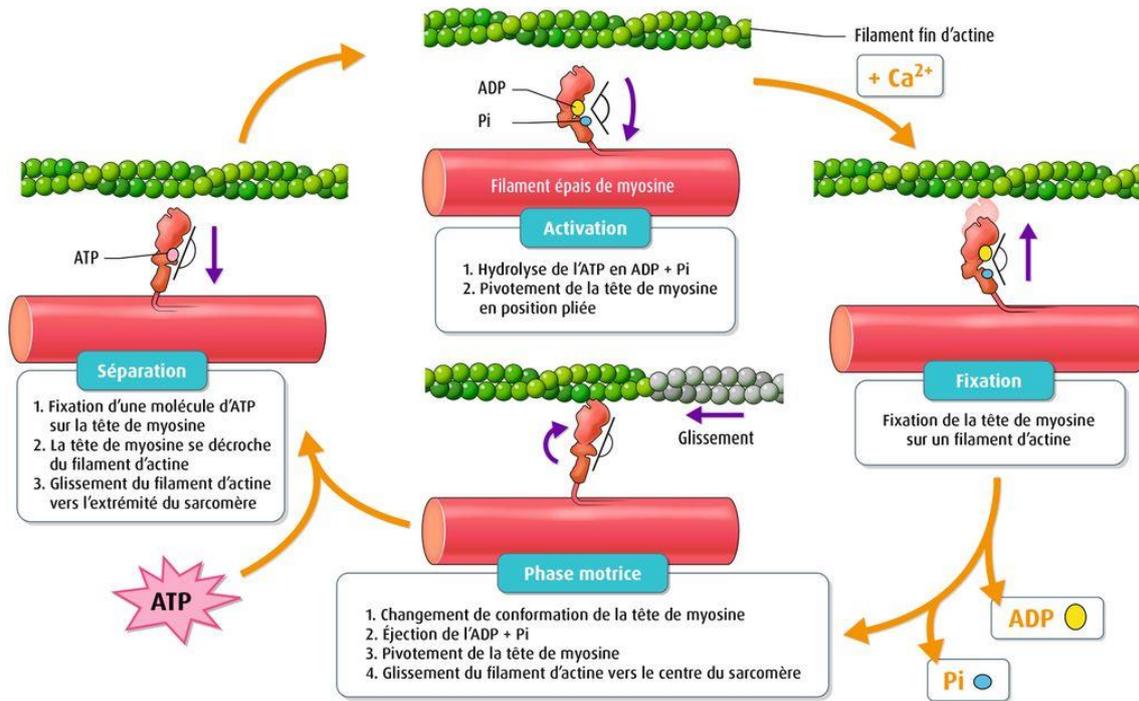
	Muscle squelettique	Muscle cardiaque (myocarde)	Muscle lisse
Aspect			
Localisation	Recouvre le Squelette osseux et s'y attache	Coeur	Dans les parois des organes viscéral (estomac, vessie, utérus), les voies respiratoires et les vaisseaux sanguins
Volontaire ou involontaire	Volontaire	Involontaire	Involontaire
Strié	Oui	Oui	Non
Contraction	Contraction Peut se contracter rapidement mais se fatigue facilement	Se contracte à un rythme relativement constant	Contractions lentes et continues(ne se fatigue pas)
Tissus			

1.3.5. Mécanismes cellulaires et moléculaires de la contraction

La contraction du muscle strié squelettique est liée à l'excitation préalable des fibres musculaires par les motoneurones a. Cette excitation conduit in fine au glissement des filaments fins et épais les uns contre les autres. Les phénomènes qui se produisent entre l'excitation et la contraction sont désignés par le couplage excitation-contraction.

Durant la contraction, les filaments minces (actines) glissent le long des filaments épais (myosine), de telle sorte que les filaments d'actine et de myosine se chevauchent davantage ». Au repos les filaments épais et minces ne chevauchent que sur une petite partie de leurs longueurs, mais quand les cellules musculaires sont stimulées, les têtes de myosine s'accrochent aux sites de liaison de l'actine et le glissement s'amorce. Les têtes de myosine tirent les filaments minces vers le centre du sarcomère : C'est le **raccourcissement** du sarcomère. La longueur des bandes A ne change pas durant le raccourcissement mais celle des bandes I et H diminue (La théorie de Hugh Huxley en 1954).

Lors de la contraction musculaire, les myofilaments d'actine glissent entre les myofilaments de myosine. Ce mouvement est commandé par les têtes des molécules de myosine qui se lient puis se détachent de la molécule d'actine et "marchent" ainsi sur les filaments d'actine 4. Le déplacement de la myosine sur l'actine est possible grâce à l'hydrolyse de molécules d'ATP. La régulation de la contraction musculaire est réalisée par les molécules associées à la molécule d'actine : la tropomyosine, au repos masque le site de la liaison actine - myosine ; la libération de ce site est sous l'influence des ions Ca^{++} initialement contenus dans les citernes du réticulum sarcoplasmique. L'influx nerveux, provoque une dépolarisation de la membrane plasmique qui s'étend le long des membranes du système T puis est transférée au réticulum par l'intermédiaire des triades. La dépolarisation du réticulum provoque la libération du Ca^{++} qui active la contraction musculaire.



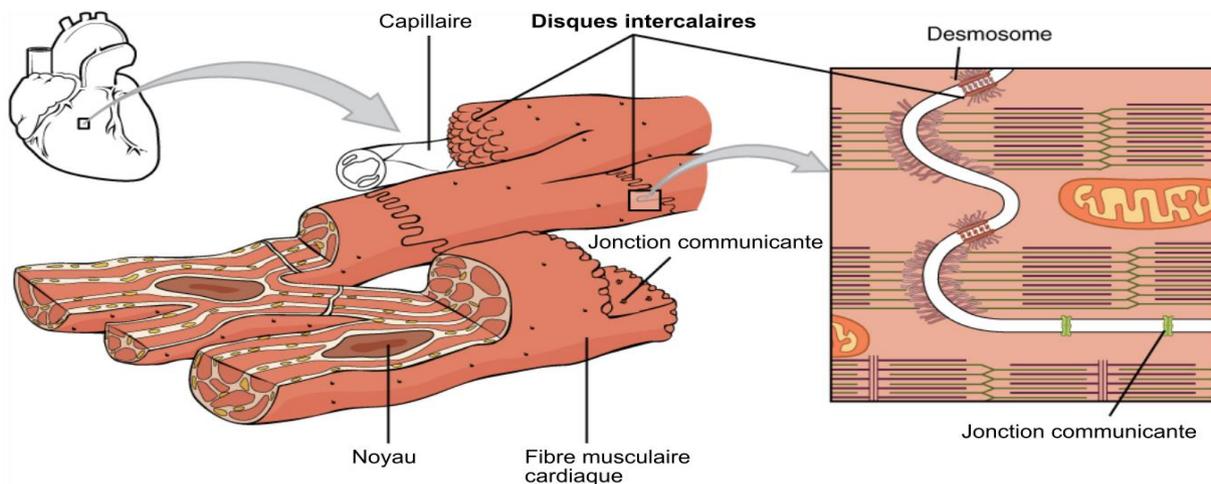
© Belin Éducation/Humensis, 2020 Manuel SVT Terminale spécialité
© Thomas HAESSIG

Fig.37: Modélisation des mécanismes à l'origine de la contraction des cellules musculaires.

1.3.4.1. Muscle cardiaque

Comme les cellules musculaires striées, les cellules du muscle cardiaque (ou cellules myocardiques) possèdent des myofilaments d'actine et de myosine mais elles diffèrent des précédentes par différents points :

- Les cellules musculaires cardiaques sont mononucléées
- Elles sont beaucoup plus courtes systèmes de jonction
- Les cellules satellites n'existent pas et de ce fait, la régénérescence impossible



Généralement, le myocarde est formé de cellules musculaires : les cardiomyocytes, qui s'associent bout à bout en fibres cardiaques par des jonctions scalariformes (aspect en marches d'escalier), tissu conjonctif situé entre les fibres cardiaques, un riche réseau capillaire et lymphatique et des fibres nerveuses sympathiques et parasympathiques.

Bien que toutes les cellules musculaires du myocarde puissent se contracter et transmettre l'excitation, on distingue :

1. les cellules myocardiques dites de travail ;
2. les cellules cardionectrices (nodales et de conduction) : elles génèrent et conduisent l'onde d'excitation cardiaque à partir du nœud sinusal.
3. Les cellules myoendocrines (auriculaires et ventriculaires : qui secrètent le facteur atrial natriurique)

1.3.4.1.1. Structure en microscopie

Les cellules myocardiques sont allongées s'associent les unes aux autres pour former des travées anastomosées séparées les unes des autres par du tissu conjonctif très vascularisé. Sur ces travées, on retrouve :

a. Fibre myocardique

Elle est composée de plusieurs cellules myocardiques alignées, séparées par des stries, de 2 μm d'épaisseur, disposées à intervalles réguliers et sur toute la largeur des cellules : les stries scalariformes.

b. Cellule myocardique

Elle est grossièrement cylindrique ($D = 5 - 20 \mu\text{m}$) avec des extrémités souvent ramifiées et offre à décrire :

- une striation transversale : identique à celle de la cellule musculaire striée.
- seulement un noyau central, pauvre en hétérochromatine et incapable de se diviser dans les fibres musculaires adultes.
- un sarcoplasme axial abondant et renfermant divers organites (appareil de Golgi, mitochondries), du glycogène, de la myoglobine et un pigment jaune ou brunâtre : la lipofuschine.
- des myofibrilles : identiques à celles du muscle squelettique.

En microscope MET, la cellule musculaire cardiaque mesure 15 à 20 μm de diamètre et environ 100 μm de longueur. Elle possède un noyau central et est entourée d'un sarcolemme.

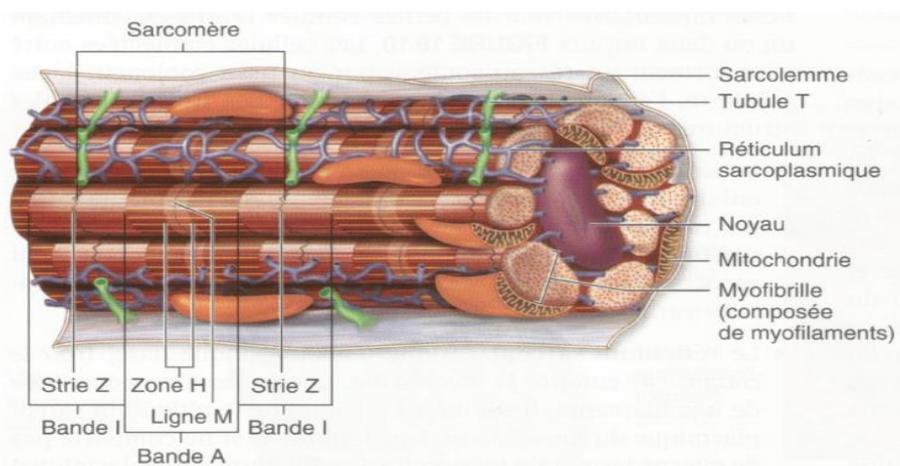


Fig.38 : La structure de cardiomyocyte

Les trois grandes structures d'un cardiomyocyte sont:

1. **Les myofibrilles**, très nombreuses et parallèles entre-elles, s'étendent sur toute la longueur de la cellule. Chaque myofibrille est constituée d'une succession d'unités structurales répétitives: **les sarcomères** qui s'étendent d'une strie Z à la strie Z suivante.

Le sarcolemme est la membrane plasmique de la cellule musculaire. Elle se creuse pour former des tubules T qui rejoignent le réticulum sarcoplasmique.

2. **Les sarcomères** sont constitués de deux filaments qui donnent l'aspect strié aux cellules musculaires. Des filaments épais de myosine localisés dans la partie centrale du sarcomère (bande A). Des filaments fins d'actine, rattachés au stries Z, localisés aux extrémités du sarcomère (bande I). Dans le muscle cardiaque, la position de repos des filaments est étirée, lorsqu'une cavité se remplit de sang. La contraction consiste à faire se chevaucher les myofilaments provoquant un raccourcissement des sarcomères, ce qui referme la cavité et expulse le sang.
3. **Le réticulum sarcoplasmique** entoure la myofibrille. Il intervient notamment dans la régulation de la contraction musculaire. C'est un réservoir intracellulaire d'ions Ca^{2+} .

Les myocytes cardiaques se rejoignent les uns aux autres par de nombreux plis du sarcolemme. Cela permet une forte interconnexion entre les cellules par augmentation de la surface de contact. Elle accroît la stabilité structurale du muscle cardiaque et facilite la communication

entre les cellules. La jonction de deux fibres musculaires est caractérisée par une structure particulière : **le disque intercalaire**.

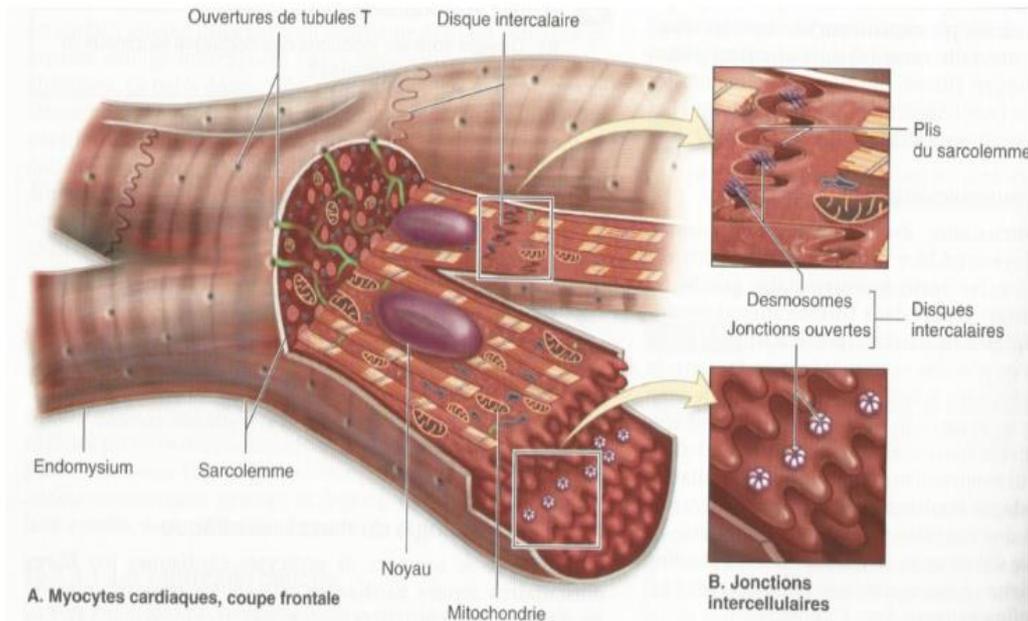


Fig.39 : Les éléments d'une cellule cardiaque

1.3.4.1.2. Contraction musculaire

Le muscle cardiaque se contracte en réponse aux signaux issus du système de conduction cardiaque. Cette contraction est contrôlée par la concentration en ions Ca^{++} d'une façon identique à celle de la cellule musculaire striée mais :

- Le système T est formé d'invaginations plus volumineuses
- Le réticulum sarcoplasmique est moins régulier et moins bien organisé
- Les diades sont en regard des stries Z et non pas en regard de la jonction A-I
- La propagation de l'onde de contraction dans l'ensemble du myocarde est assurée par les jonctions de type nexus des traits scalariformes. L'activité contractile permanente nécessite un besoin énorme d'énergie et donc une vascularisation importante. Celle-ci est apportée par les artères coronaires droite et gauche : A gauche, l'artère coronaire se divise en deux branches principales qui irriguent la face antérieure du cœur. L'artère coronaire droite irrigue la face postérieure.

1.3.4.2. Muscle lisse

Les muscles lisses sont composés de cellules à un seul noyau appelées léiomyocytes ou CML (cellule musculaire lisse). À l'inverse des muscles striés, les muscles lisses se contractent de manière involontaire et de façon rythmée. Ils sont sous le contrôle du système nerveux parasympathique et sont stimulés par des neuromédiateurs axonaux.

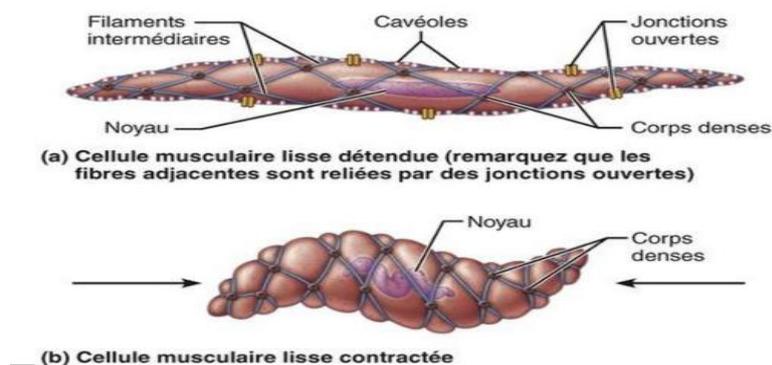
1.3.4.2.1. Fonction des muscles lisses

Les muscles lisses sont présents dans la paroi de la plupart des organes creux. Ils ont pour fonction de faire circuler les substances dans le corps.

- Tube digestif (péristaltisme)
- Poumons (dilatation et contraction des bronches)
- Vaisseaux sanguins (pression artérielle, irrigation des muscles et des organes)
- Pancréas (stimulation des sécrétions)
- Vessie (contraction et relaxation de la vessie)
- Muscles arrecteurs des poils («chair de poule»)
- Muscles constricteur et dilatateur de l'iris (réglage du diamètre de la pupille)
- Muscles ciliaires (accommodation dans la vision de près)

1.3.4.2.2. Structure générale

La cellule musculaire lisse est **fusiforme** avec un corps cellulaire renflé et deux extrémités effilées. Sa longueur varie de 15 (au niveau des petits vaisseaux sanguins) à 500 μm (au niveau de l'utérus). Chaque cellule possède **un noyau central** de forme elliptique situé dans un fuseau sarcoplasmique axial dépourvu de myofibrilles et où se trouvent les organites de la cellule notamment de nombreuses mitochondries. Chaque cellule est entourée du sarcolemme formé de la membrane sarcoplasmique et de la lame basale et contient des myofilaments orientés selon le grand axe de la cellule.



En microscope électronique, la cellule musculaire lisse ne présente pas de myofilaments hautement organisés comme dans la cellule musculaire striée mais elle possède un ensemble de faisceaux irréguliers de protéines contractiles (myofilaments fins et épais) qui s'entrecroisent dans le sarcoplasme et s'insèrent sur des points d'ancrage (corps denses) situés soit au niveau de la membrane plasmique, où ils sont comparables à des systèmes de jonctions adhérentes, soit au sein du sarcoplasme. Les cellules musculaires lisses communiquent entre elles par des jonctions communicantes (appelées aussi nexus) qui permettent notamment la diffusion de l'excitation entre les cellules.

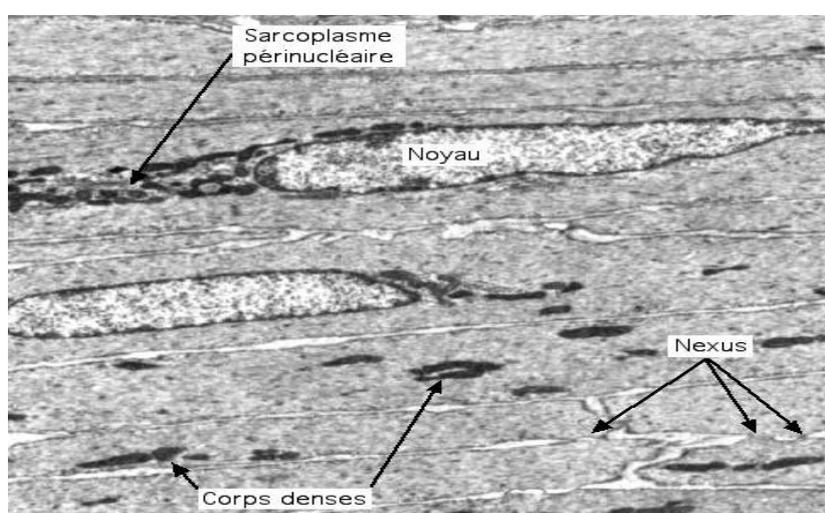


Fig.40: Tissu musculaire lisse en faible grossissement par microscope électronique.

1.3.4.2.3. Mécanismes moléculaires de la contraction des cellules musculaires lisses

- La contraction produit un raccourcissement de la cellule qui prend une forme globulaire, contrastant avec sa forme allongée au repos. En phase de contraction maximale le noyau est souvent replié sur lui-même.
- Par rapport à la fibre striée, le raccourcissement peut être beaucoup plus considérable (contrairement à la fibre striée où le raccourcissement est limité au déplacement possible dans le sarcomère, dans la fibre lisse les filaments de myosine peuvent "courir" sur une plus grande distance le long des filaments d'actine ancrés sur le réseau intermédiaire).
- Si les forces produites sont moins importantes, par contre la contraction peut être beaucoup plus soutenue.
- Les myofilaments épais sont composés de myosine, mais d'un type différent de celui du muscle strié.

- Les myofilaments fins d'actine (isoforme spécifique du muscle lisse) sont liés à de la tropomyosine, mais, au contraire du muscle strié, il n'y a pas de troponine. D'autres molécules sont présentes et en particulier la calponine et la caldesmone.
- La calponine est une molécule apparentée à la troponine. La calponine se lie à l'actine F dont elle modifie la conformation, stoppant la possibilité de glissement entre filament fin d'actine et de myosine. En outre la calponine inhibe l'activité Mg-ATPasique de la Myosine.

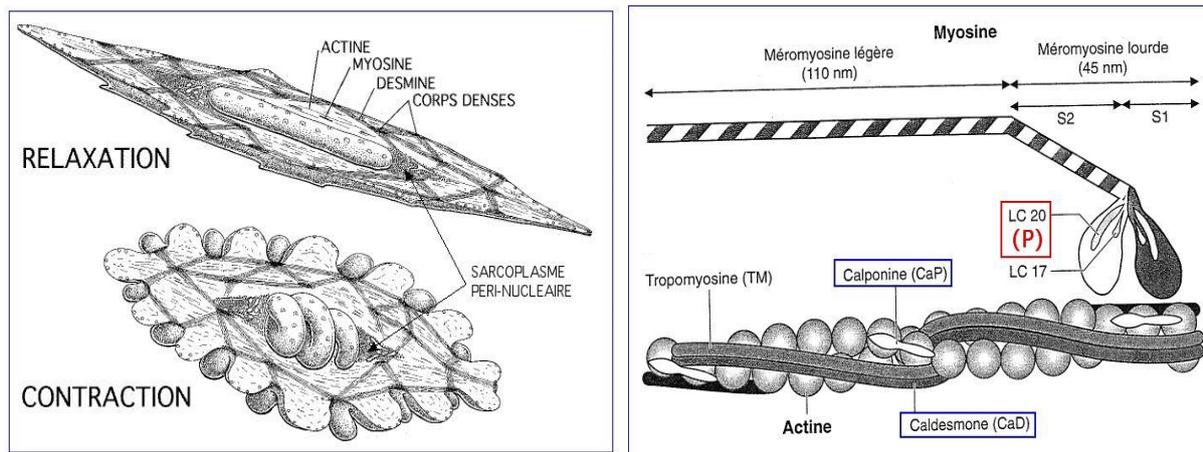


Fig.41: Mécanisme de contraction et de relaxation.

1.4. Tissus nerveux

Tissu nerveux est un ensemble des cellules se trouvent dans presque toutes l'organisme, c'est un substratum histologique du système nerveux (SN), est spécialisé dans la conduction, la transmission, le traitement des informations et d'assurer une bonne communication de l'organisme. Il en lien avec le système hormonal, lui permettant ainsi de réguler le fonctionnement de l'ensemble des organes notamment face aux changements de l'environnement extérieur. Ils s'articulent les uns avec les autres au moyen des synapses pour former des chaînes de neurones chez l'adulte, les neurones matures ne se nouvelles pas.

Selon sa structure, le SN est divisé en

1. Système nerveux central (cerveau, cervelet, tronc cérébral et moelle épinière)
2. Système nerveux périphérique (nerfs, ganglions, terminaisons nerveuses).

Selon leur fonction et leur mode de commande, on distingue:

1. Le système nerveux volontaire (somatique) : il dirige tous les processus sous le contrôle de la conscience et de la volonté
2. Le système nerveux végétatif (autonome): il dirige les fonctions des organes internes et est peu influencé par la volonté.

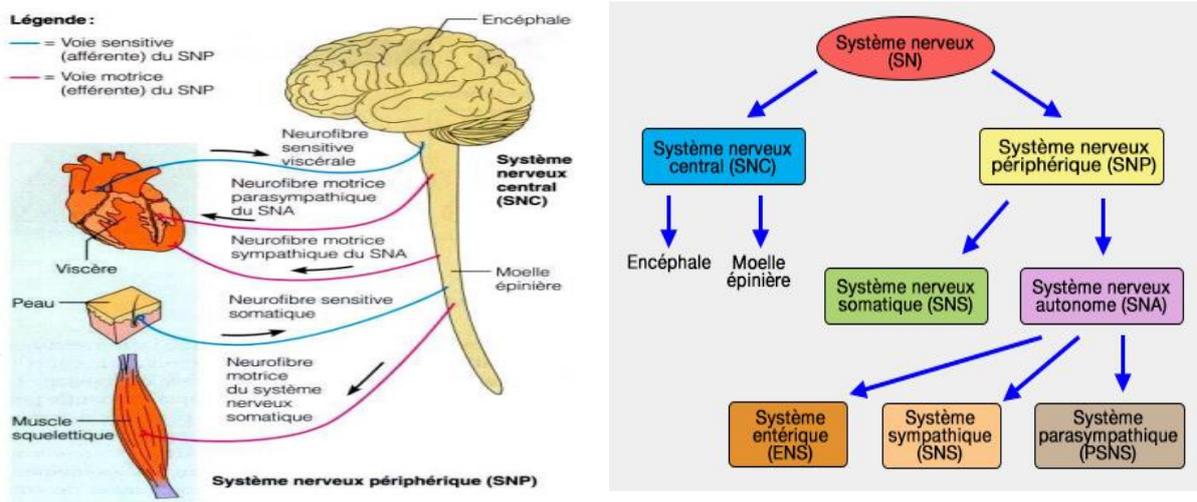


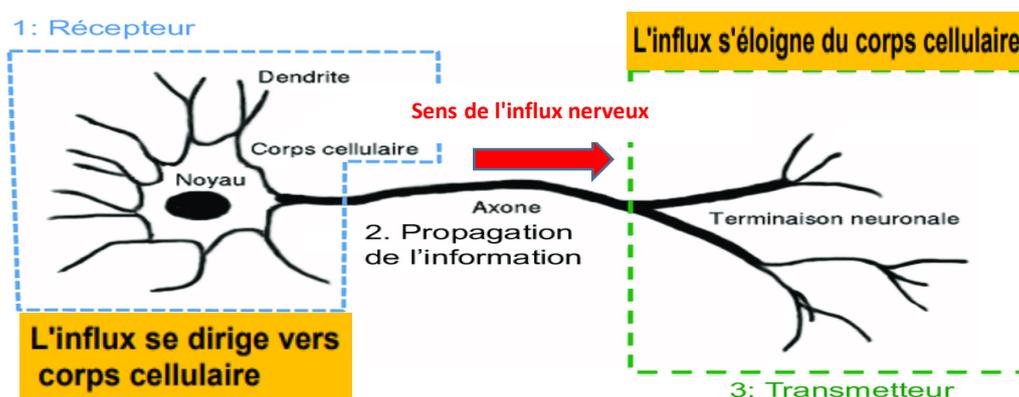
Fig.42: Organisation du système nerveux

Le tissu nerveux est composé de deux types de cellules:

1.4.1. Les types de cellules

a. Les neurones (cellules nerveuses)

Les neurones (d'une taille de 3 à 120µm) représentent la partie excitable du tissu nerveux et comportent : Un corps cellulaire (ou soma) qui comprend : le noyau et le péricaryon (cytoplasme) et Des prolongements cellulaires : les dendrites et l'axone et terminaisons axonales.



Grâce à des récepteurs spécifiques, le SN perçoit les modifications de l'organisme et ou de l'environnement. Il les transmet alors aux fibres nerveuses afférentes vers les centres nerveux supérieurs, où elles vont être traitées et une réponse va alors partir par les fibres nerveuses efférentes déclenchant alors une réaction adaptée à la situation.

Les neurones possèdent deux propriétés fondamentale ;l'excitabilité (capacité à réagir à un stimulus et à le convertir en influx nerveux) et la conductivité (capacité de propager et transmettre cet influx nerveux).

➤ **Le corps cellulaire**

Il est caractérisé par la présence de neurofibrilles dans le cytoplasme, et d'amas de RE réunis en un organe spécial appelé corps de Nissl.

➤ **Les dendrites**

Ce sont des prolongements du corps cellulaire avec les mêmes organites exceptés le noyau et l'appareil de Golgi. Elles augmentent la surface membranaire disponible pour l'arrivée des signaux provenant des autres neurones.

➤ **L'axone**

C'est un prolongement unique de corps cellulaire qui ne contient que des microtubules et des mitochondries. Sur son trajet il peut donner naissance à des collatérales. Il se termine par de petits renflements appelés **terminaisons axonales**. L'espace entre deux cellules nerveuses se nomme l'**espace synaptique**. L'ensemble des membranes et l'espace synaptique constitue **la synapse**, lieu de transmission de l'influx d'un neurone à un autre.

➤ **Les fibres nerveuses**

Les fibres nerveuses qui partent du système nerveux central vers la périphérie sont appelées **fibres nerveuses efférentes**. Si elles alimentent un muscle squelettique, elles se nomment **fibres nerveuses motrices**. Si les fibres se dirigent vers le système nerveux central, elles s'appellent **fibres nerveuses afférentes**. Si elles transmettent des informations en provenance de cellules ou d'organes sensoriels elles se nomment **fibres nerveuses sensorielles ou sensitives**. Un axone et sa gaine de myéline forment la fibre nerveuse.

La myéline est une substance isolante formée à partir de prolongements des membranes plasmiques des cellules spécialisées que sont les cellules de Schwann dans le système nerveux périphérique et les oligodendrocytes dans le système nerveux central. Les fibres nerveuses sont de deux types:

- **La fibre myélinisée** (couverte de gaine de myéline, la **cellule de Schwann** s'entoure autour de l'axone de la fibre du système nerveux périphérique laissant contre celle-ci une partie de sa membrane et les cellules formatrices de myéline sont séparées les unes des autres par des espaces appelés **noeud de Ranvier**).
- **La fibre amyélinique**
Elle est dépourvue de gaine de myéline, mais possède une gaine de Schwann constituée de cellules de Schwann non déroulées. A noter que les cellules de Schwann et les oligodendrocytes servent aussi à nourrir l'ensemble des fibres nerveuses.

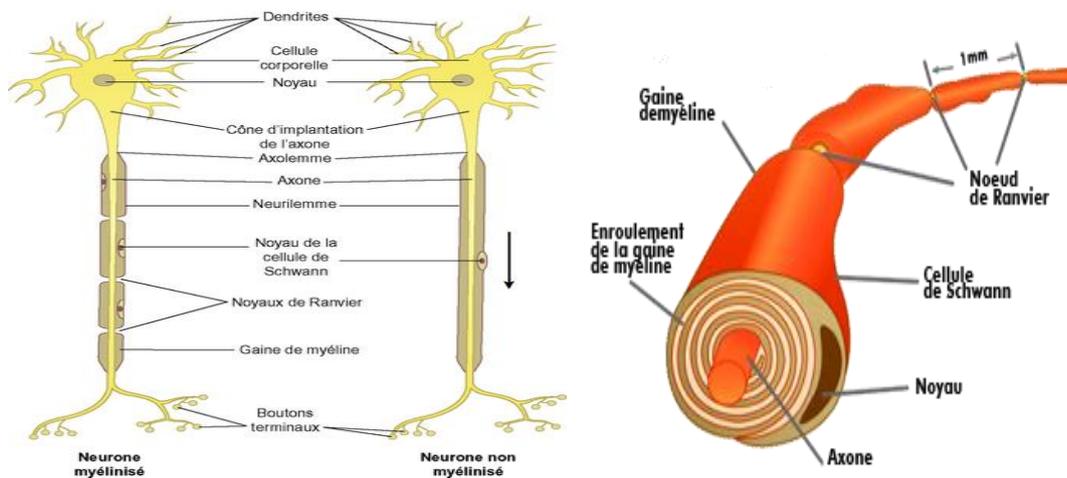


Fig.43: Structure de fibre myélinique et amyélinique

➤ Le nerf

Un paquet de fibres nerveuses parallèles enveloppées dans une gaine de tissu conjonctif forme un nerf. Un nerf peut se diviser plusieurs fois au cours de son cheminement ou bien s'unir avec d'autres nerfs. Il peut contenir aussi bien des fibres motrices que des fibres sensibles (= nerf mixte).

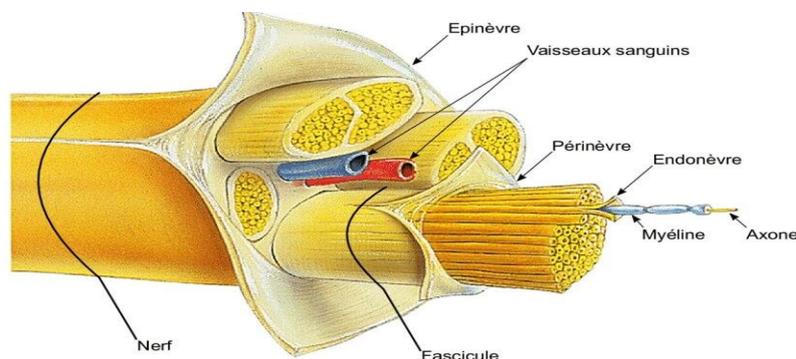


Fig.44: Structure d'un nerf

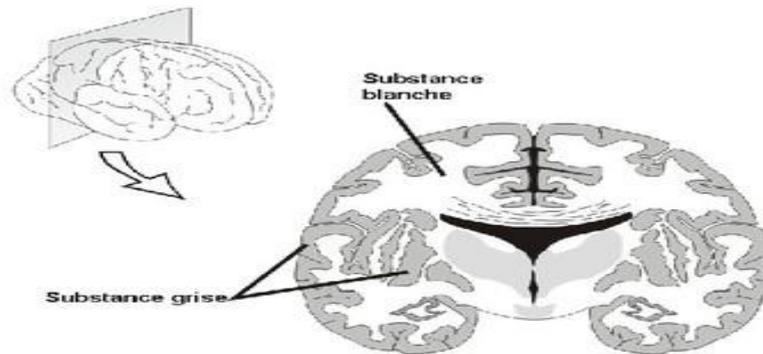
➤ Substance grise et substance blanche

- **La substance blanche**

La substance blanche contient les axones qui sont les prolongements des neurones .Ces prolongements particulièrement étirés et longs sont entourés d'une gaine de myéline et de la névroglie. Le rôle de la substance blanche est d'assurer la conduction de l'influx nerveux entre deux centres nerveux consécutifs ou entre un centre nerveux et un nerf.

- **La substance grise**

Tissu appartenant au système nerveux central (encéphale et moelle épinière) de coloration grise. La substance grise constitue la partie noble du système nerveux, contient les corps des neurones. Elle est située en surface du cerveau et du cervelet ou en profondeur de ceux-ci, sous forme de noyaux gris. La substance grise se trouve également à l'intérieur, au centre de la moelle épinière. Elle est constituée essentiellement des corps cellulaires des cellules nerveuses et d'autres cellules non nerveuses formant la névroglie. La substance grise a pour rôle de réceptionner les messages et d'analyser les informations afin d'élaborer les réponses.



b. Les cellules gliales (cellules de protection)

Ce sont des cellules de soutien et forment la névroglie. La névroglie ou tissu glial est formée de cellules d'origine ectodermique (sauf la microglie) appelées : gliocytes.

Contrairement aux neurones, les cellules gliales ne peuvent pas déclencher ou transmettre l'influx nerveux, mais, remplissent des fonctions de protection, d'alimentation et immunologique pour le neurone. Elles peuvent, en outre, proliférer, combler les trous laissés par les neurones détruits et même donner des tumeurs.

Elle assure à la fois :

- Un rôle de soutien des organes nerveux.
- Un rôle de nutrition des cellules nerveuses.
- Un rôle d'isolement des éléments nerveux des tissus qui les entourent.

1.4.2. L'influx nerveux

L'influx nerveux est également appelé potentiel d'action. Il désigne le signal électrique produit par un neurone lorsqu'il est stimulé. Ce signal est ensuite transmis par des synapses, ou connexions entre les cellules

Si le neurone sert de messagerie, les messages donnés ou reçus sont transportés par l'influx nerveux. L'influx nerveux est un potentiel électrique se déplaçant sur un axone après que le neurone ait été stimulé. Il existe un état de repos (potentiel de repos) et un état actif (potentiel d'action).

Structure d'une synapse

Une synapse est formée de trois parties:

- Le **neurone pré-synaptique** : extrémité ramifiée d'un axone formée d'un bouton présynaptique contenant des vésicules remplies de neurotransmetteurs.
- La **cellule post-synaptique** avec la membrane post-synaptique qui comprend les récepteurs pour les neurotransmetteurs.
- La **fente synaptique** entre les cellules pré et post-synaptique. Elle est remplie de liquide extra cellulaire.

Les synapses relient les neurones entre eux, entre neurones et cellules musculaires (plaque motrice) ou entre neurones et cellules glandulaires.

Fonctionnement d'une synapse

L'influx nerveux arrive au niveau de la synapse provoquant la libération dans la fente synaptique de la substance chimique (neurotransmetteur) contenue dans les vésicules du bouton synaptique. En effet l'influx nerveux arrivant au niveau de la fente présynaptique entraîne l'ouverture des canaux de calcium. Ce sont les ions calcium qui permettent la libération des vésicules dans la fente synaptique. Les molécules de neurotransmetteur libéré se lient alors avec les récepteurs spécifiques de la membrane postsynaptique. Pour éviter une action prolongée du neurotransmetteur, il est ensuite transformé en une substance chimique inactive qui retourne dans l'axone terminale qui l'a libéré.

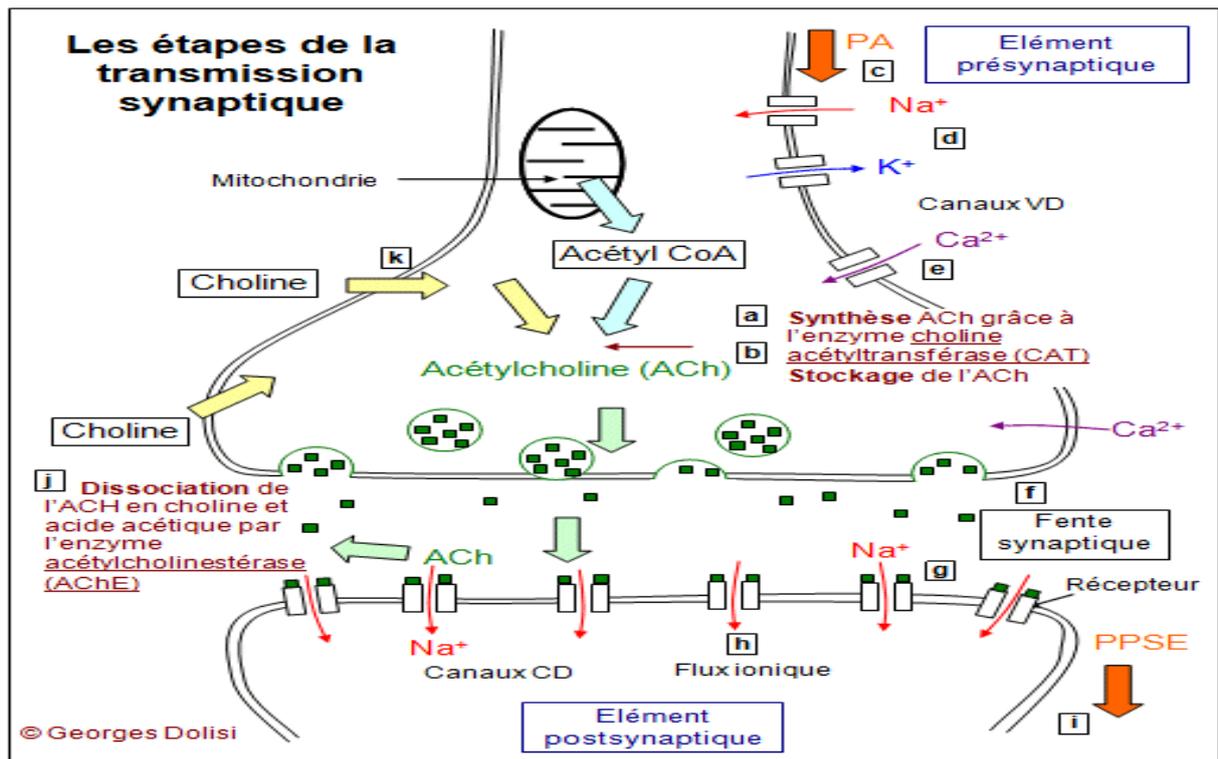


Fig.46: Mécanisme de la transmission synaptique

Les deux types de synapses

Selon les effets que le neurotransmetteur a sur la membrane post synaptique, les synapses peuvent être **excitatrices** ou **inhibitrices**.

Les neurotransmetteurs

Les neurotransmetteurs sont des substances chimiques qui sont libérées par les neurones présynaptiques et qui agissent ensuite sur les neurones postsynaptique ou sur d'autres cellules.

- L'acétylcholine présente dans les synapses cholinergiques. Elle est un neurotransmetteur majeur dans le système nerveux périphérique. Elle agit surtout sur la plaque motrice.
- Les monoamines regroupent la dopamine, la noradrénaline et l'adrénaline.
- La sérotonine joue un rôle dans les états de conscience et l'humeur.
- Les peptides (endorphines).
- Le GABA (gamma-aminobutyrique).

Ils participent à la commande de nos sensations et de nos comportements en ayant une action sur la membrane post-synaptique soit excitatrice ou inhibitrice.

2. Les Tissus Végétaux Structure Et Fonctions

Introduction

Un tissu végétal est un ensemble de cellules végétales ayant une même origine embryologique et qui se sont semblablement différenciées dans le but de remplir une fonction déterminée. Dans les organes des plantes, comme dans ceux des animaux, les cellules sont réparties en populations spécialisées, ou tissus. Il s'agit donc d'un ensemble fonctionnel qui réalise une division du travail physiologique.

Les tissus peuvent se diviser en plusieurs catégories structurales ou fonctionnelles :

1. Les tissus primaires

1.1. Les méristèmes primaires

Ces méristèmes sont localisés à l'extrémité des tiges (méristème caulinaire) et des racines (méristème racinaire) et ils assurent la croissance en longueur. L'embryon des Angiospermes comporte déjà les ébauches des futurs méristèmes caulinaires et racinaires. Le fonctionnement des méristèmes primaires aboutit à l'obtention des différents tissus. Ils sont dénommés tissus primaires pour les différencier des tissus secondaires qui apparaissent chez certaines plantes ultérieurement. Les cellules du méristème primaire sont petites et isodiamétriques. Elles sont parfaitement jointives (pas de méats). Elles possèdent un noyau central occupant une partie importante du volume cellulaire. L'appareil vacuolaire est réduit et il est constitué par de très petites vacuoles qui sont soit sphériques soit disposés en un très fin réseau. Les mitochondries sont nombreuses et il n'existe pas de plastes différenciés.

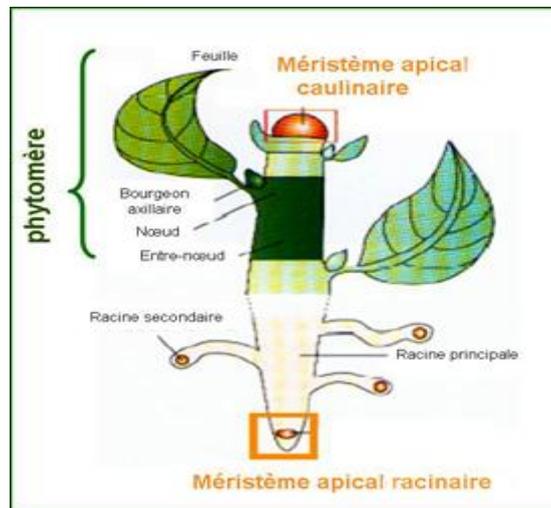


Fig.47 : Localisation des méristèmes

Méristème racinaire

L'allongement des racines se fait par son extrémité au niveau du méristème racinaire, ce dernier il est uniquement histogène. Il ne produit pas d'organes latéraux donc il n'est pas organogène. A l'extrémité des racines, on distingue :

- **La coiffe:** L'extrémité des racines est recouverte d'une coiffe, dont la fonction est de protéger le méristème contre la rugosité du sol.
- **La zone de multiplication ou division:** La zone de division juste au-dessus de la coiffe, comprend le méristème apical et les méristèmes primaires qui en dérivent. C'est à cet endroit que se fait l'absorption des sels minéraux.
- **La zone d'élongation:** Au-dessus de la zone de division cellulaire, les cellules du méristèmes deviennent environ 10 fois plus longue et permettent à la racine de s'enfoncer dans le sol.
- **La zone de différenciation:** Avant d'avoir terminer leur croissance, les cellules commencent à se spécialiser.

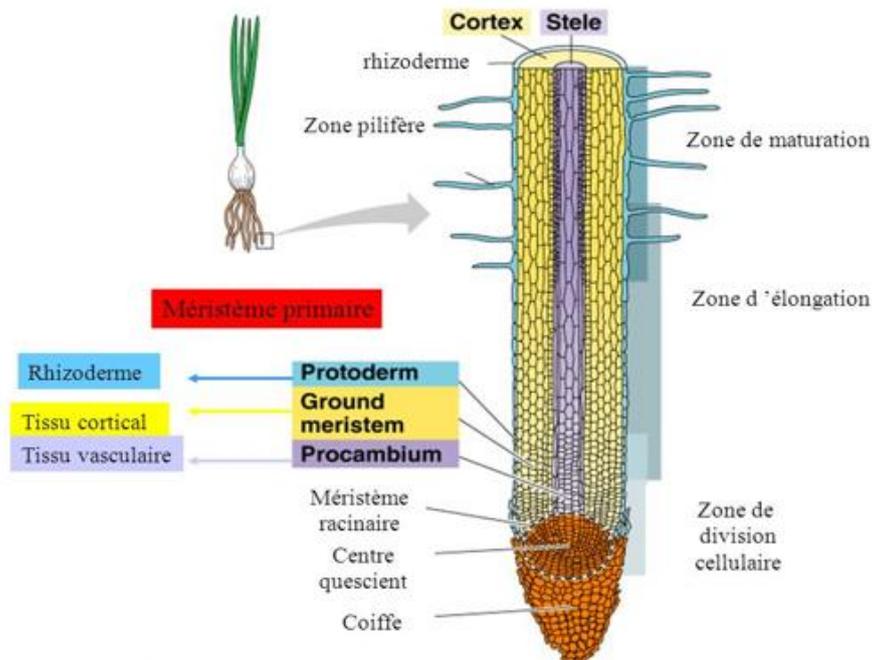


Fig.48: Différentes zone à l'extrémité d'une racine

Méristème caulinaire

Il est histogène et organogène car il est le responsable de l'édification et la multiplication de la partie aérienne de la plante, en se différenciant donneront les tiges, les feuilles, les bourgeons axillaires et les bourgeons floraux. Une coupe longitudinale d'un méristème végétatif caulinaire sous forme d'un dôme de 0.5 à 3 mm, montre l'existence de trois zones essentielles :

- **Une zone axiale (Za):** avec deux couches superficielles, les tunicas T1 et T2 et le corpus C.
- **Une zone latérale (ZL):** entourant la zone axiale (Za), la partie à droite correspond à l'apparition d'une feuille (ZLF). On distingue des divisions périnclines (cloisons parallèles à la surface).
- **Un méristème médullaire (Mm):** aux mitoses peu fréquentes formant des files empilés de cellules à l'origine de la moelle centrale M

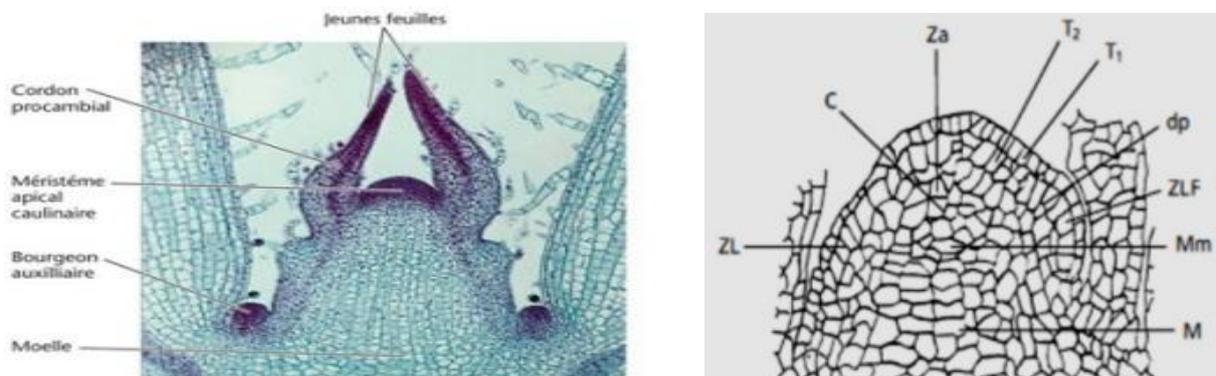


Fig.49: Méristème apical caulinaire.

1.2. Tissus de protection

L'épiderme (assise épidermique)

L'épiderme est un tissu végétal superficiel formant une assise continue de cellules qui recouvre les parties aériennes d'une plante et fournit une protection contre la dessiccation et les agressions extérieures tout en permettant les échanges gazeux avec l'atmosphère.

L'épiderme est interrompu par des cellules stomatiques. La paroi externe des cellules épidermiques est épaissie par un dépôt de cutine (matière cireuse de nature lipidique) constituant la cuticule.

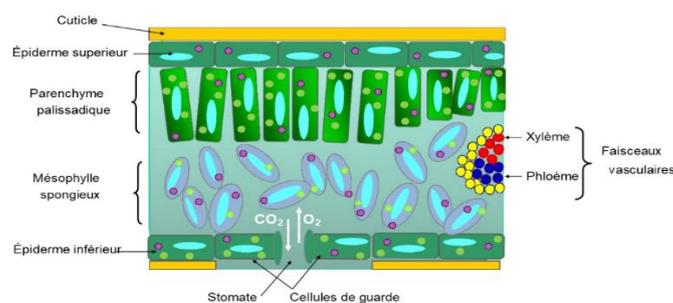


Fig.50: Cellules épidermiques.

1.3. Les parenchymes : Tissus de remplissage

Les parenchymes, nés du fonctionnement des méristèmes primaires, sont formés de cellules vivantes. Les cellules parenchymateuses sont volumineuses, isodiamétriques ou allongées. Leurs vacuoles sont très développées mais leurs parois pectocellulosiques sont minces et flexibles à cause de l'absence de paroi secondaire. Le parenchyme se localise dans le cortex (parenchyme cortical) ou bien dans la moelle (parenchyme médullaire) des tiges et des racines, dans le mésophylle des feuilles et dans la chair des fruits. On classe ces tissus d'après leurs fonctions en : parenchymes chlorophylliens qui assurent la photosynthèse, les parenchymes de réserve, plus interne, qui accumulent des composés organiques (sucres, lipides, protéines) et autres comme l'eau et l'air. La structure des parenchymes est plus ou moins compacte. Aussi, le parenchyme lacuneux qui est très poreux, a un rôle dédié aux échanges gazeux avec le milieu.

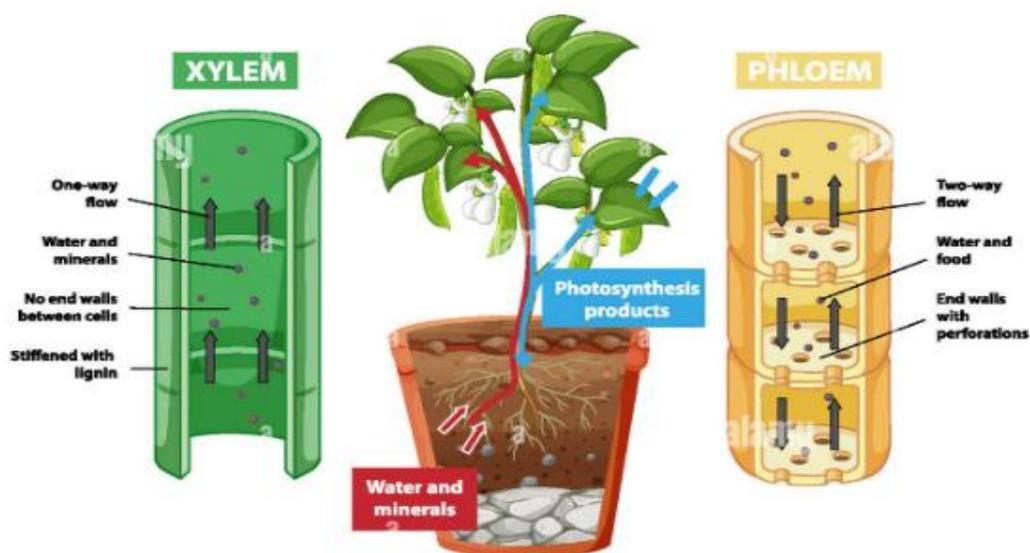
1.4. Tissus de soutien

Ils sont constitués de cellules à paroi épaisse lui donnant une certaine rigidité, ils assurent la souplesse et la rigidité en particulier chez les plantes herbacées. Ce sont **le collenchyme et le sclérenchyme**.

1.5. Tissu conducteurs

Plus une plante grandit, plus les apports en eau sont indispensables et les transports de l'eau au sein de la plante difficile à mettre en œuvre. Les tissus conducteurs des Angiospermes sont le xylème et le phloème. **Le xylème conduit la sève brute** (eau+sel minéraux) minéraux puisés dans le sol par les racines, **le phloème conduit la sève élaborée** (substances organiques provenant de la photosynthèse) vers tous les organes de la plante.

Le xylème et le phloème sont étroitement associés et forment le système vasculaire qui assure les corrélations entre les différentes parties de la plante. Une zone génératrice appelée cambium libéro-ligneux se met entre le xylème primaire et le phloème primaire, sa différenciation donne naissance à des tissus conducteurs secondaires appelés xylème secondaire (le bois) et phloème secondaire (le liber).



1.6. Tissus sécréteurs

La sécrétion consiste en la fabrication de substances du métabolisme secondaire, non constantes dans tout le règne végétale, qui seront éliminées à l'extérieur du végétal par des appareils sécréteurs ou être accumulés au sein de leurs cellules.

Les tissus sécréteurs sont des tissus spécialisés dans la synthèse et la sécrétion de certaines substances (essences, latex...ect). Ils correspondent à des canaux ou poils sécréteurs, cellules sécrétrices, poches ou parenchymes de stockage, ils sont très variés aussi bien dans la forme que dans le mode de libération et peuvent se localiser dans tous les tissus.

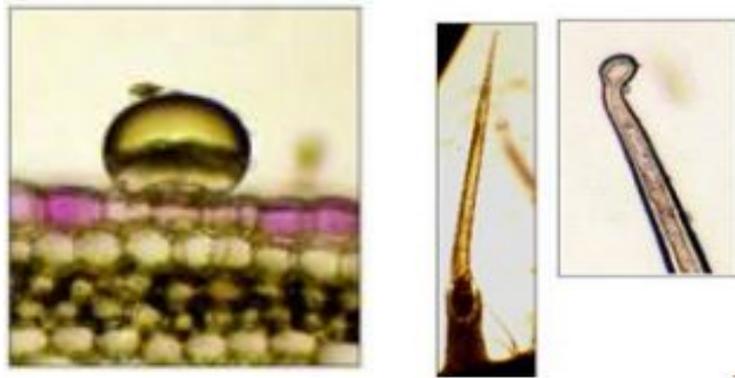


Fig.55: Poil épidermique de la sauge (à gauche) et poil épidermique de l'ortie (à droite)

Section 6 : Tissus et cellules : technique analytiques courantes

Méthodes d'étude de la cellule

Les objectifs spécifiques de l'unité

Cette unité vise à connaître les principales techniques utilisées dans l'étude des cellules, à savoir:

1. Méthodes d'observations (étude de différents types de microscopes)
2. Méthodes cytologiques et histologiques
3. Méthodes de séparation (centrifugations)
4. Méthodes auto radiographiques
5. Cultures cellulaires.

I. Méthodes et techniques d'observations des cellules et les tissus

La cellule est l'unité structurale et fonctionnelle fondamentales des organismes vivants et du fait de leurs petites tailles (10 à 100 μm), la biologie cellulaire à, tout d'abord, besoin d'en obtenir une image agrandie de bonne qualité, cela nécessite en premier lieu la microscopie.

1. La microscopie

Les cellules qui ont été fixées et colorées sont étudiées avec un **microscope optique** conventionnel, tandis que le **microscope à fluorescence** permet de localiser dans les cellules des molécules particulières qui ont été marquées par des anticorps couplés à des colorants fluorescents. L'observation de cellules vivantes peut s'effectuer avec des **microscopes à contraste de phase**. La **microscopie confocale** fournit de fines coupes optiques en excluant la lumière située hors du champ de focalisation et est utilisée pour reconstruire les images à trois dimensions.

Alors que la détermination des structures détaillées des membranes et des organites dans les cellules nécessite la forte résolution que l'on peut atteindre avec le **microscope électronique à transmission**. Des images tridimensionnelles de la surface des cellules et des tissus sont obtenues par la **microscopie électronique à balayage**.

1.1. Les microscopes optiques (M.O)

Les microscopes optiques (à lumière transmise ou photoniques) permettent l'observation de cellules vivantes ou mortes, grâce à des coupes très fines de préparations fixées. L'échantillon est éclairé en lumière transmise, et est examiné à travers un système optique qui comprend : **Un objectif** qui donne une image grossie de la structure étudiée et **un oculaire** qui permet l'examen de l'image. **Le pouvoir séparateur ou de résolution** : Est la capacité d'une lentille ou d'un microscope à permettre la vision de deux points extrêmement rapprochés comme deux points distincts. L'image de l'échantillon est agrandie jusqu'à 1000 fois, avec un pouvoir séparateur de 1/10 de micromètres.

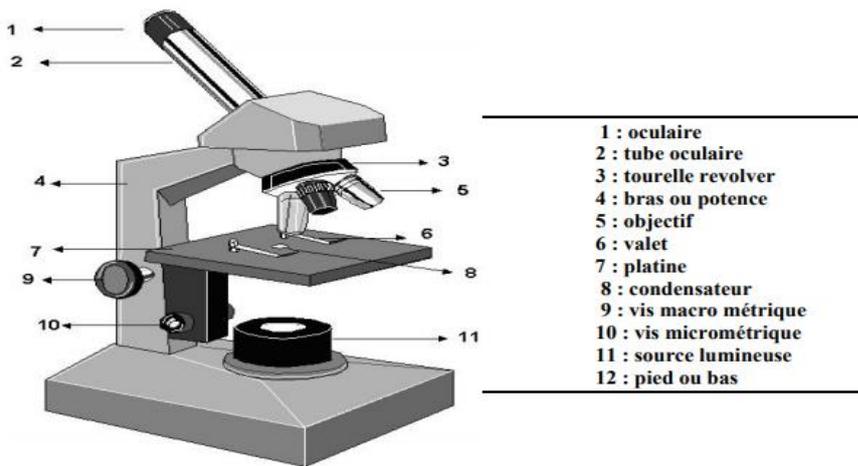


Schéma d'un microscope optique monoculaire

1.1.1. Types de microscopes optiques

On distingue plusieurs types de microscopes :

- a. Microscope à contraste de phase : Sert à observer des cellules vivantes, non colorées. Il permet de voir les déplacements cellulaires (ex : suivre les étapes de la division cellulaire).
- b. Microscope à fond noir : Permet d'observer des cellules vivantes en action (déplacement, division, phagocytose, etc.)
- c. Microscopie de fluorescence : Permet d'observer des éléments fluorescents dans une cellule. Le plus souvent utilisé pour détecter les protéines spécifiques ou d'autres molécules rendues fluorescentes par couplage à un fluochrome.
- d. Microscope inversé : À l'inverse de la microscopie optique classique où la lumière arrive sur l'échantillon par le bas et où l'observation se fait par le dessus, pour le microscope inversé, la source de lumière est placée au-dessus de l'échantillon et les objectifs en dessous. Ce microscope est beaucoup utilisé pour l'observation de cellules en culture *in vitro*.
- e. Microscope à lumière polarisée : Il permet d'étudier les composants cellulaires qui se caractérisent par la libération de la lumière polarisée. Il est utilisé dans le domaine de l'observation pétrographique et l'identification des minéraux dans les roches.

1.2. Les microscopes électroniques

Ils nous permettent à l'intérieur de la cellule d'étudier des objets extrêmement petits, jusqu'à l'échelle d'une macromolécule. Le principe de fonctionnement est basé sur le remplacement des photons par des électrons, les lentilles de verre sont remplacées par des lentilles électromagnétiques et la limite de résolution du ME est plus élevée à celle du MO, elle est de 2 nm et donc on obtient un grossissement jusqu'à x100 000 (c'est-à-dire 1000 fois plus élevé que le MO). L'agrandissement du ME peut atteindre jusqu'à 500.000 contre 2000 pour un MO. Les microscopes électroniques nécessitent la déshydratation de l'échantillon et donc la mort des cellules et du fait du faible pouvoir pénétrant des électrons les échantillons doivent être sous

forme de coupes ultra fines et donc soumis à des inclusions. Le microscope électronique donne des photos en noir et blanc.

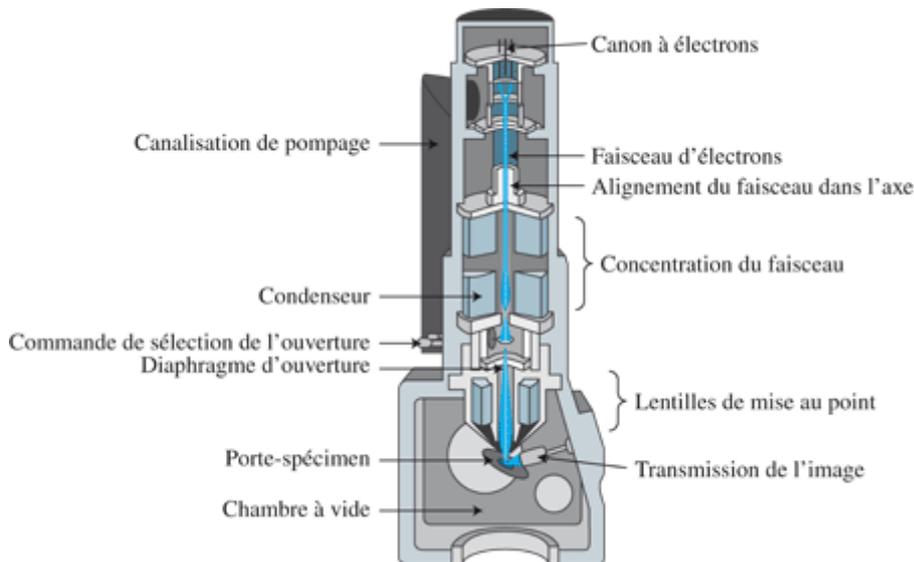


Fig. 57: Microscope électronique

1.2.1. Microscope électronique à transmission (MET)

Utilise un faisceau d'électron à haute tension, émis par un canon à électrons. Les électrons traversent l'échantillon traité par des métaux lourds. Sur l'écran du MET apparaît une image claire et agrandie. L'image est due à l'absorption différentielle des électrons par les différentes structures de l'échantillon. Le MET se compose essentiellement de :

- une source des électrons (fil métallique chauffé à un degré très élevé sous vide). Sous vide, les électrons vont être accélérés en appliquant une différence de potentiel de 10 à 100 kV - Espace tubulaire sous vide
- Des lentilles électromagnétiques (Bobines) permettent la diffraction du trajet des électrons.

1.2.2. Microscope électronique à balayage (MEB)

Ce microscope permet l'observation des surfaces et permet d'obtenir une image en relief de la surface de l'échantillon en trois dimensions (en pseudo 3D...). Il est utilisé dans l'étude des surfaces des objets massifs après leur traitement par des substances métalliques réfléchissantes telles que le platine, l'argent et l'or. Le flux d'électrons balaye la surface de l'objet. Ce sont les électrons secondaires, renvoyés par la surface métallique, qui sont utilisés pour fournir une image.

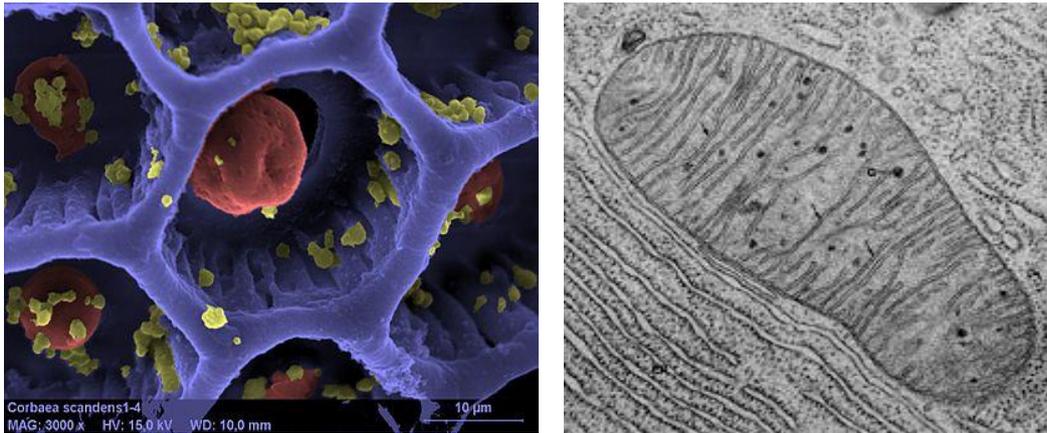


Fig. 58: Le microscope électronique à balayage fournit des images en relief des objets observés (ici, un pollen d'une fleur (à gauche). Mitochondrie / REG par microscope électronique de transmission (à droite).

1.3. Différence entre MO et ME

Les microscopes optiques	Les microscopes électroniques
Faisceau lumineux (photons)	Faisceau d'électrons
Lentilles en verre	Lentilles électromagnétiques (champs)
Grossissement x 2 000 fois	Grossissement x 2 000 000 fois
Résolution (0,2 µm)	Résolution (peut atteindre 0.05 nm)
L'image : est observée directement par les oculaires.	L'image : est reçue sur un écran fluorescent.
les coupes au microtome : 2 à 10 µm	les coupes à l'ultramicrotome : 0,05µm

2. Techniques de préparation des échantillons

Afin d'observer et étudier les cellules et les tissus on utilise un certain nombre de techniques :

2.1. Techniques de préparation des coupes fines et ultrafines

La préparation des coupes fines se fait en plusieurs étapes :

- a. Préparation de l'observation : la préparation à observer est placée sur la platine et centrée pour que la lumière traverse le tube optique donnant un rond lumineux dans l'oculaire.
- b. La mise au point : le petit objectif (faible grossissement) est placé dans l'axe du tube optique. Il faut ensuite regarder dans l'oculaire et, à l'aide de la vis macrométrique de mise au point, remonter le tube jusqu'à l'obtention d'une image nette.
- c. Exploration de la préparation : la préparation est déplacée délicatement jusqu'à trouver l'objet recherché (échantillon).

- d. Changement de grossissement : il faut placer la zone à agrandir au centre de la platine, puis changer d'objectif en tournant le barillet, sans toucher au réglage précédent. Le changement d'objectif se fait toujours du plus faible au plus fort grossissement. La nouvelle mise au point se fait seulement par la petite vis.
- e. Toujours commencer l'observation avec l'objectif le plus faible.
- f. N'utiliser la vis macrométrique (la grosse) qu'à faible grossissement.
- g. Fixer la lame avec les valets : si l'un d'eux est manquant, ne pas incliner le microscope.
- h. Ne jamais descendre le tube sans surveiller la platine et la lame en regardant sur le côté.
- i. Aux grossissements supérieurs, n'utiliser que la vis micrométrique.
- j. Si la vis semble bloquée, il faut s'assurer que l'objectif n'appuie pas sur la lame.

Pour la préparation des coupes ultrafines, les tranches doivent être coupées en très fines (50 à 100 nm) pour permettre aux électrons de les traverser, pour cela :

- a. Les cellules sont tuées par des fixateurs (glutaraldéhyde, tétroxyde d'osmium) qui préservent les structures cellulaires.
- b. Les échantillons fixés sont lavés dans l'eau, puis déshydratés par des solvants organiques (acétone).
- c. Les échantillons sont inclus dans une résine (araldite).
- d. Les blocs de résine renfermant l'échantillon sont coupés à l'aide d'un ultra microtome muni d'un couteau de verre ou de diamant.

Les coupes cellulaires sont recueillies sur une grille en cuivre. La grille est trempée dans une solution de métaux lourds (uranium, plomb) pour noircir les structures cellulaires et augmenter le contraste. La grille est ensuite introduite dans le MET pour l'observation.

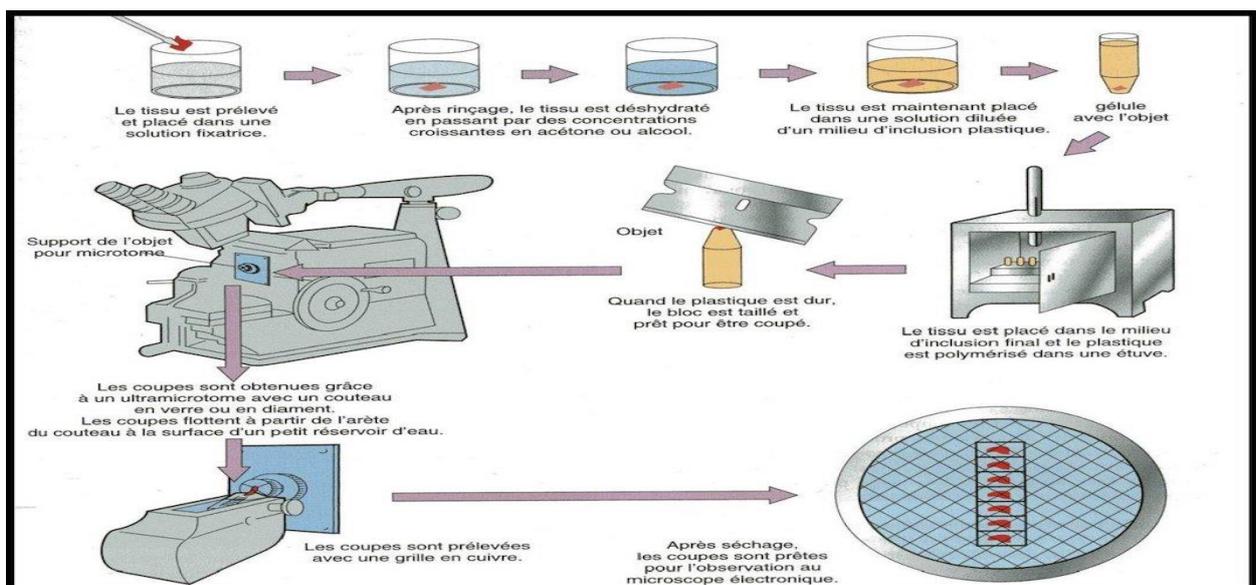


Fig.59: Résumé de la méthode de préparation des coupes

2.1.1. Cryofracture et cryodécapage

Cette technique constitue un développement de la technique dite d'ombrage métallique mise au point dix ans plus tôt, elle est d'abord basée sur la congélation très rapide d'un tout petit échantillon biologique (moins de 1 mm³), dans de l'azote liquide (- 196 °C). L'étape cruciale du protocole est la fracture, et non la coupure, de l'échantillon congelé, et ceci à très basse température. Cette cryofracture dégage une surface irrégulière à travers l'échantillon, et c'est cette surface qui sera observée.

On réalise ensuite le décapage de la surface de l'échantillon en sublimant, sous vide et à basse température, une fine pellicule de glace superficielle; ce qui a pour effet d'augmenter très légèrement les reliefs des structures (cryodécapage).

On enchaîne avec un ombrage métallique, sous vide et à froid, pour renforcer les reliefs). Un film de carbone uniforme et très fin est ensuite vaporisé par dessus la surface métallisée pour la renforcer et couvrir les zones non atteintes par le métal. On a ainsi réalisé un vrai moulage extrêmement précis de la surface fracturée de l'échantillon: la réplique; c'est elle qui est observée au microscope électronique à transmission. Avant l'observation, il faudra la décoller de l'échantillon par décongélation, la rincer et enfin la déposer sur une grille de microscopie électronique.

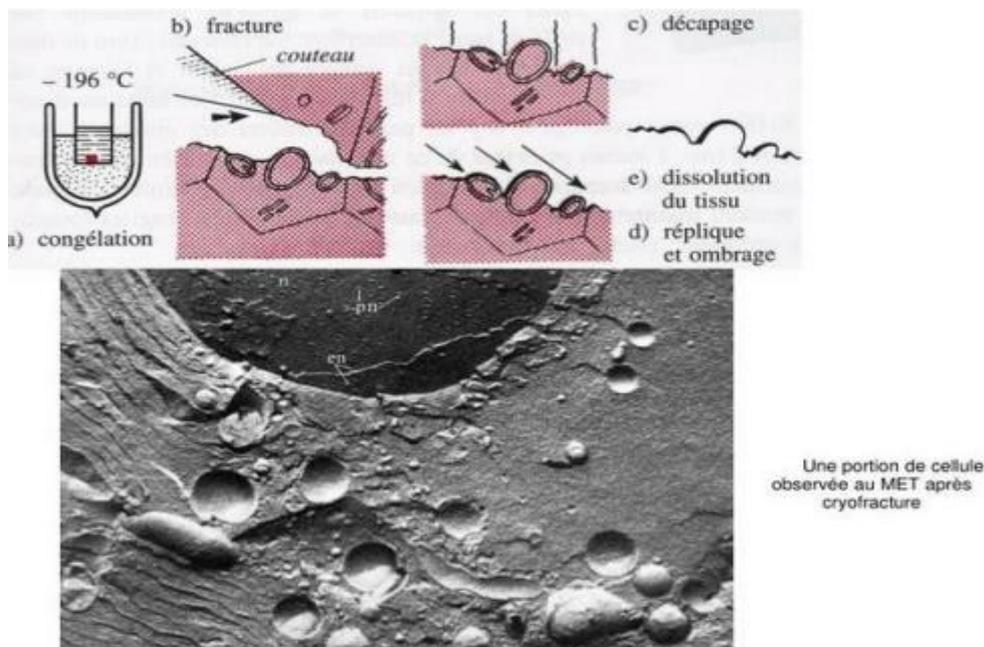


Fig.62: technique de cryo-fracture et cryo-décapage

2.1.2. Technique d'autoradioaraphie

Est une technique d'enregistrement du lieu d'émission de radiations ionisantes émises par une source radioactive incorporée dans un tissu sur un support sensible tel qu'un film photographique ou une émulsion sensible. Cette technique permet :

- La localisation précise ainsi que l'étude du métabolique de la substance marquée au niveau cellulaire et subcellulaire.

- b. La localisation de sources de très faible activité (exemple : 1 désintégration par jour) ; dans ces conditions, le temps d'exposition peut dépasser 6 mois pour l'étude des mécanismes de réparation de l'ADN.
- c. La quantification : la correction de l'autoabsorption des émissions β de faible énergie du tritium doit être prise en compte.

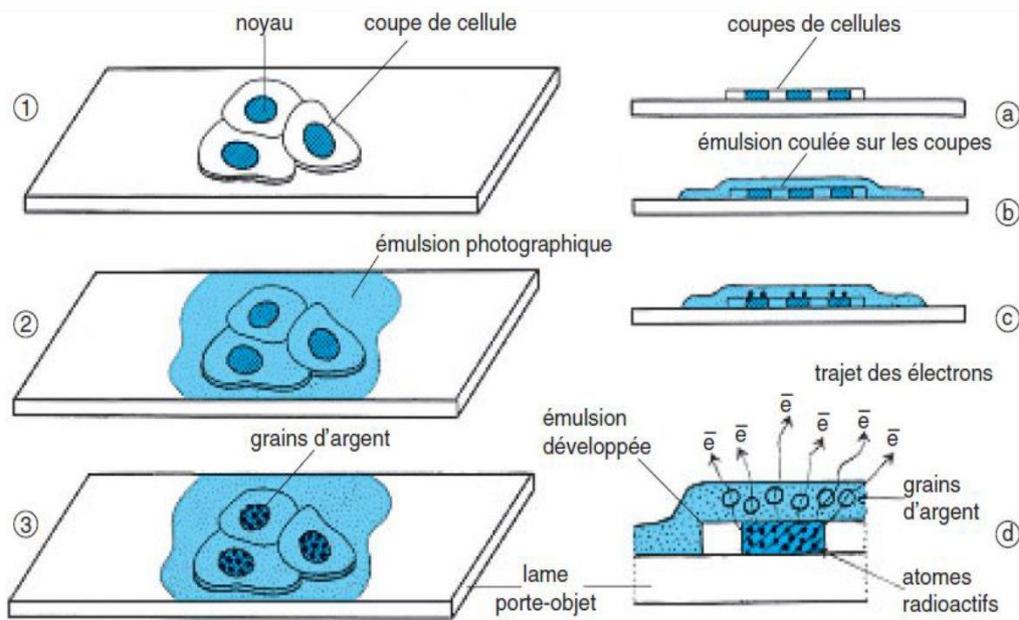


Fig.64: Principe de l'autoradiographie

Section 7 : La notion de base sur le cycle cellulaire et la différenciation cellulaire

Description de l'unité

L'unité cible d'étudier le cycle cellulaire est l'intervalle de temps qui s'écoule entre le moment où une cellule vient de se former (après une mitose) et le moment où elle se divise et donne deux cellules filles ; à l'échelle cellulaire, il correspond à la durée de vie d'une génération.

Les objectifs spécifiques de l'unité

1. Définir la notion de cycle cellulaire
2. Citer les phases du cycle cellulaire et indiquer leurs caractéristiques
3. Indiquer les trois points de contrôle du cycle cellulaire
4. Nommer les protéines impliquées dans ce contrôle
5. Expliquer le mécanisme de contrôle de chaque point

Le Cycle cellulaire

Le cycle cellulaire est une série d'événements organisés et contrôlés au cours desquels deux cellules filles identiques à la cellule mère sont générées, ayant les mêmes caractères morphologiques et physiologiques de la cellule mère. Toutes les cellules se divisent, à l'exception des hématies, des neurones et des cellules musculaires squelettiques. Le cycle cellulaire concerne les cellules somatiques mais aussi les cellules germinales avant la gamétogenèse, il assure la prolifération cellulaire, la croissance des tissus et/ou remplacer les cellules mortes (mort naturelle ou accidentelle).

Le cycle cellulaire présente deux étapes : **L'interphase et la division cellulaire.**

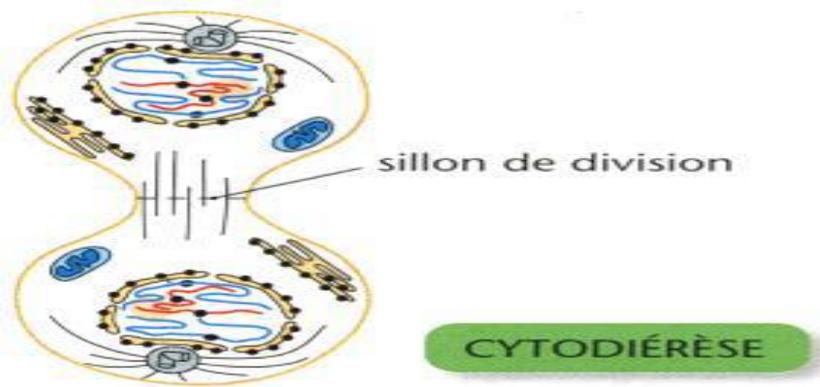
Le cycle cellulaire comprend 2 périodes :

1- L'interphase: constituée de 3 phases :

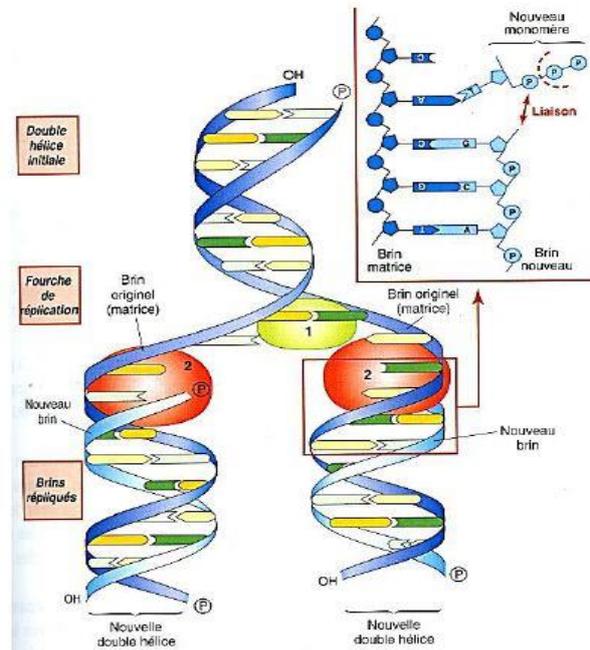
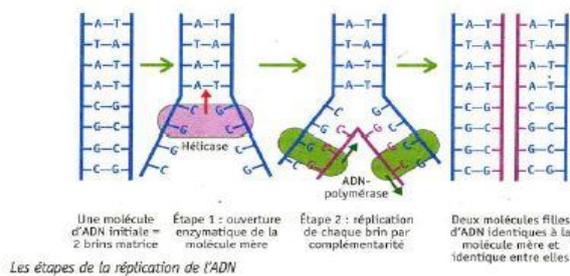
- G1 : phase de croissance cellulaire et d'activités métaboliques normales.
- S : phase de la réplication de l'ADN (la quantité d'ADN est doublée en vue de la mitose)
- G2 : phase préparant la mitose (synthèses d'enzymes, d'organites...)

2- La phase M

- La mitose : division du noyau
- La cytokinèse ou cytotélerèse: division du cytoplasme



Les étapes de la réplication de l'ADN



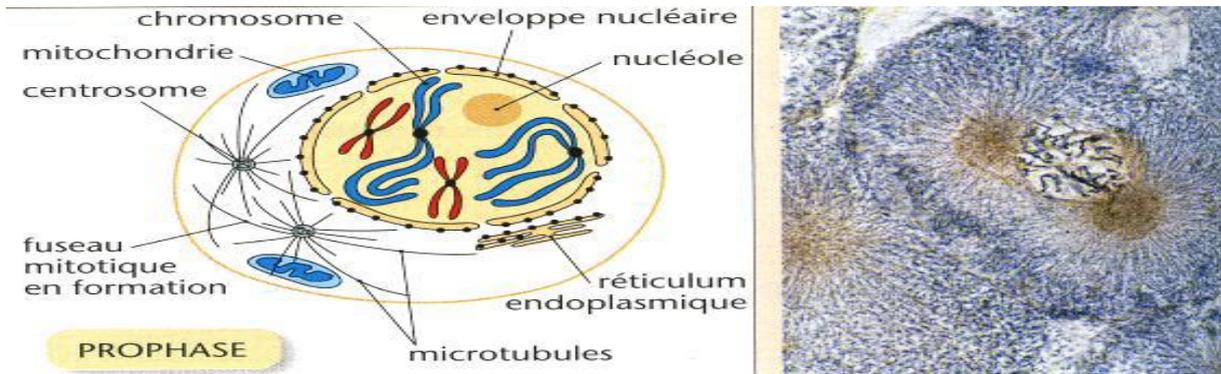
Phase S du cycle cellulaire: la réplication de l'ADN.

SYNTHÈSE

- ▶ 1 mol. d'ADN est répliquée ou dupliquée en 2 mol. d'ADN identiques durant la phase S du cycle cellulaire = réplication de l'ADN.
- ▶ Se fait selon un mode semi-conservatif (chaque molécule fille contient 1 brin de la molécule mère) et en respectant la complémentarité des bases A T et C G.
- ▶ L'ADN polymérase est une enzyme permettant la synthèse des nouveaux brins.
- ▶ A lieu avant toutes mitoses ou méioses (division des gamètes).

La mitose : 4 phases

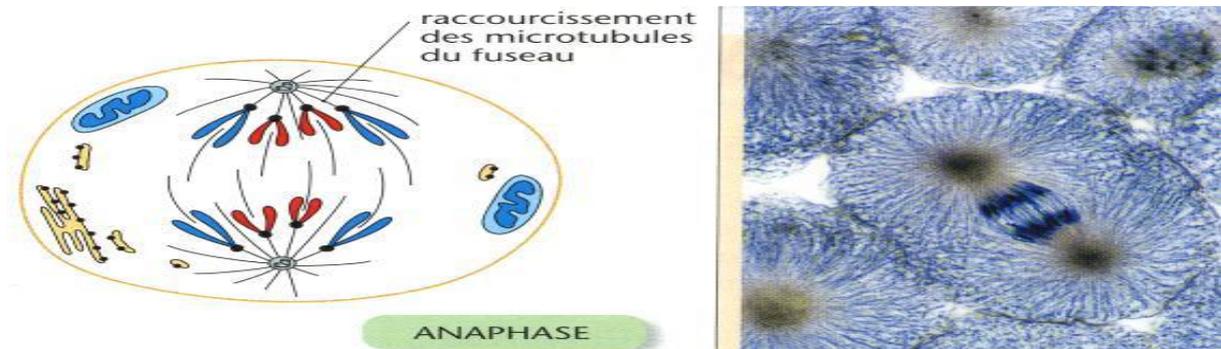
1^{ère} phase = la prophase



2^{ème} phase : la métaphase

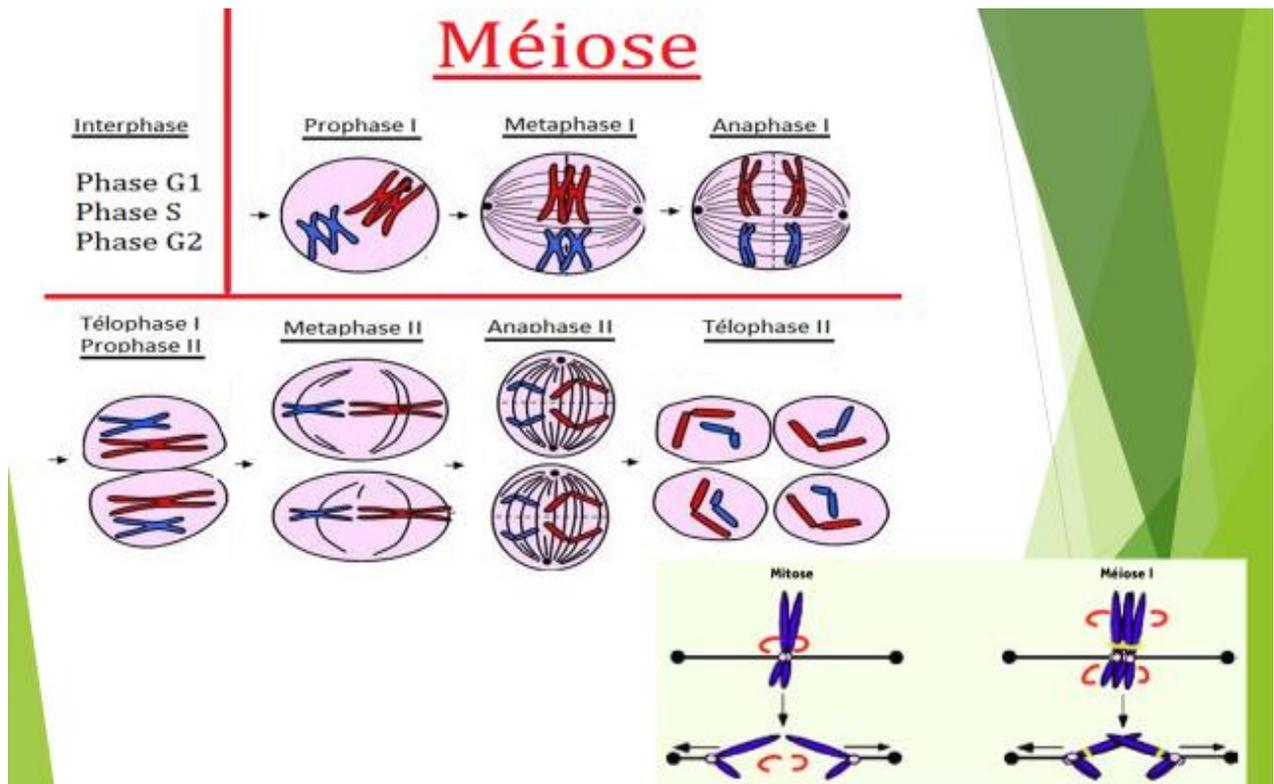


3^{ème} phase : l'anaphase



4^{ème} phase : la télophase





Processus tumoral et cancer

Les cancers résultent de la prolifération anarchique de certaines cellules de l'organisme dont le cycle cellulaire est dérégulé. Plus de 50% des cas, le gène p53 codant pour la protéine nommée p53 est muté et est donc impliqué dans la cancérisation. Dans les tissus sains, la protéine p53 activée se lie directement à l'ADN, induisant un arrêt du cycle cellulaire entre la phase G1 et la phase S, permettant les réparations d'éventuels dommages de l'ADN altéré. Dans le tissu cancéreux (exp : hépatocarcinome), le gène p53 est altéré en position du codon 249, la protéine ne se lie plus à l'ADN, la cellule n'est plus bloquée en interphase, les altérations de l'ADN ne sont plus réparées, l'instabilité génétique de la cellule augmente et la cellule prolifère : la cellule devient une cellule maligne

