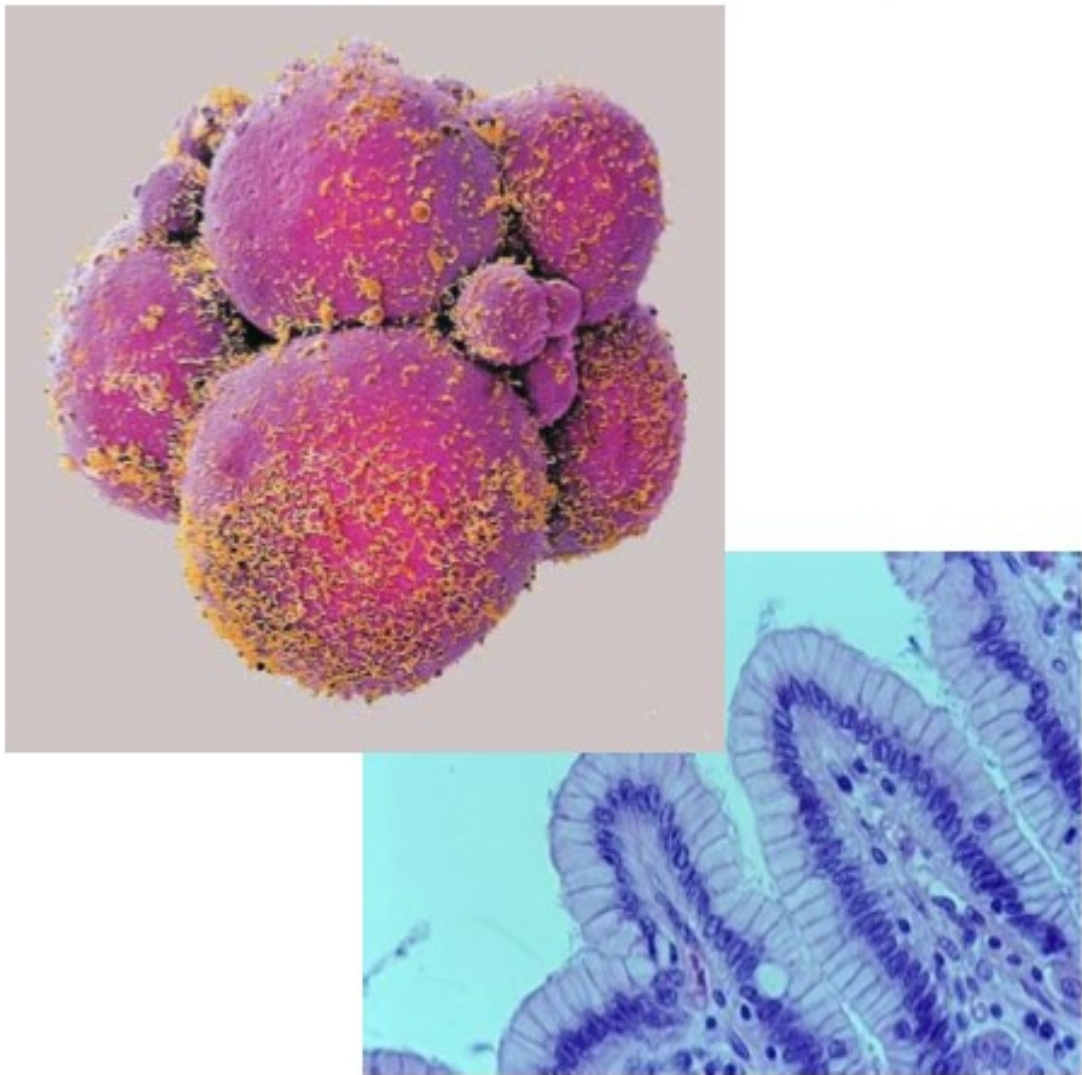


Cytologie/Histologie



Cytologie et histologie

Sommaire

- 1 Introduction
- 2 La cellule (cytologie = science des cellules)
 - 2.1 La plus petite unité structurelle et fonctionnelle du vivant
 - 2.2 Structure et fonction de la cellule
 - 2.2.1 Le cytoplasme
 - 2.2.1.1 Le reticulum endoplasmique
 - 2.2.1.2 Les ribosomes
 - 2.2.1.3 L'appareil de Golgi
 - 2.2.1.4 Les centrosomes
 - 2.2.1.5 Les mitochondries
 - 2.2.1.6 Les lysosomes
 - 2.2.2 La membrane cellulaire
 - 2.2.3 Le noyau
- 3 La différenciation cellulaire
- 4 L'intégration hiérarchique
- 5 Les tissus (histologie = science des tissus)
 - 5.1 Introduction
 - 5.2 Les tissus épithéliaux
 - 5.3 Les tissus conjonctifs et de soutien
 - 5.4 Le tissu musculaire
 - 5.5 Le tissu nerveux

1 Introduction

L'anatomie et la physiologie humaines ont comme but l'étude de la structure (anatomie) et de la fonction (physiologie) des organismes (du corps humain dans notre cas) ainsi que de leurs parties et des processus vitaux qui s'y déroulent.

A partir du Big Bang originel, il y a environ 15 milliards d'années, le cosmos entamait une **évolution nucléaire**, des particules aux atomes, dans le brasier initial et au cœur des étoiles. Il y a 5 milliards d'années commençait l'**évolution chimique**, des atomes aux molécules, d'abord dans l'espace interstellaire, puis dans l'océan primitif terrestre. En effet, la terre s'est formée il y a environ 4,5 milliards d'années. Il y a 3,5 milliards d'années apparaissaient des molécules douées du pouvoir de reproduction. Elles allaient bientôt entamer l'**évolution biologique**, des molécules aux cellules, aux plantes et aux animaux, dans l'océan et les continents. La vie, au sens biologique caractérisée par tout ce qui a le pouvoir de se reproduire (ou procréer), de se nourrir, de croître et de dépérir par soi-même, apparaît il y a environ 3 milliards d'années. Puis, il y a environ 3 millions d'années, débuta l'**évolution anthropologique**.

Pour vivre, l'organisme (l'homme) doit satisfaire ses besoins fondamentaux, à savoir chercher sa nourriture, dormir, s'habiller, construire son habitat, fuir un danger, se protéger, chercher un partenaire sexuel, partager, dialoguer, échanger avec d'autres congénères, s'exprimer, se réaliser.

L'organisme doit donc se trouver en constant rapport avec le milieu extérieur et intérieur (lorsqu'un enfant a faim, ce sont ses tripes qui parlent). La connaissance des objets et des événements sont possibles grâce aux informations recueillies par les sens (vue, l'ouïe, l'odorat, le goût, le toucher) et par des récepteurs intérieurs. Les informations sont transmises par les nerfs aux centres nerveux qui les analyse, les stocke, les transforme et les transmet aux endroits appropriés (effecteurs) en vue de donner une réponse adéquate. Ce système de communication s'appelle le **système nerveux**, de nature électrochimique.

Le système nerveux, comparable à un ordinateur central et à un réseau périphérique relié par des fils, est aidé dans sa fonction régulatrice par un système parallèle et en interconnexion qu'est le **système hormonal**, de nature chimique. Les principaux supports structurels du système hormonal sont les glandes, soit constituées en organes (pancréas, foie, hypophyse, ...), soit réparties dans les tissus des organes d'autres appareils. Les systèmes nerveux et hormonal forment le **système de corrélation**.

Pour que l'organisme puisse fonctionner, il lui faut puiser dans le milieu extérieur de l'énergie (combustibles) et des matériaux pour remplacer les structures usées, les réparer ou les fabriquer (croissance, etc.). Cette énergie et ces matériaux sont constitués par les aliments, l'eau et l'oxygène. La conversion de ces aliments en matériaux utilisables (nutriments) s'effectue dans l'**appareil digestif**. Pour obtenir l'énergie nécessaire au travail de l'organisme, la combustion de certains matériaux n'est possible que grâce à l'apport d'oxygène. Cet apport s'effectue grâce à l'**appareil respiratoire**, qui élimine en même temps le gaz carbonique produit par la combustion, appelée respiration cellulaire.

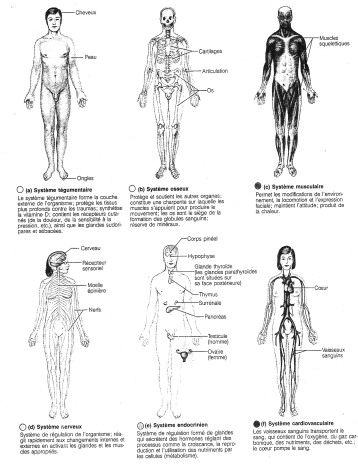
Les éléments indésirables ou toxiques, issus du métabolisme même de l'organisme sont filtrés ou recyclés dans le foie; les déchets du métabolisme de l'organisme sont pris en charge par le **système excréteur** qui les remet au milieu extérieur. Ces

déchets peuvent être solides (fèces), liquides (urine, sueur) et gazeux (gaz carbonique). Les éléments indésirables provenant de l'extérieur (poussières, agents pathogènes, etc.) sont neutralisés par le **système de défense** de l'organisme, notamment le **système tégumentaire** (la peau) et le **système immunitaire**, assuré en grande partie par le système lymphatique.

Une fois les nutriments à disposition, il faut les distribuer aux différents organes pour être utilisés. Le réseau de distribution est assuré par l'**appareil circulatoire**. Les mécanismes qui assurent cette distribution forment le **système circulatoire**. Cet organisme fonctionnel assure sa charpente structurale par le squelette sur lequel sont fixés les muscles qui permettent au tout une forme et une locomotion grâce à l'**appareil locomoteur**.

La transmission de la vie est assurée par le **système procréateur**.

L'**anatomie** (du grec *anatemnein*: couper, disséquer) analyse les structures des organes et de leur changement au cours de l'évolution. La **physiologie** (*phusis*, nature) analyse les fonctions et les performances des organes.



2 La cellule

L'étude des cellules s'appelle la **cytologie** (du grec *cytos*, cellule). Ce chapitre ne traite pas des procaryotes (bactéries et archées) ni des eucaryotes unicellulaires (protistes), mais uniquement des eucaryotes pluricellulaires (plantes et animaux).

2.1 La plus petite unité structurale et fonctionnelle du vivant

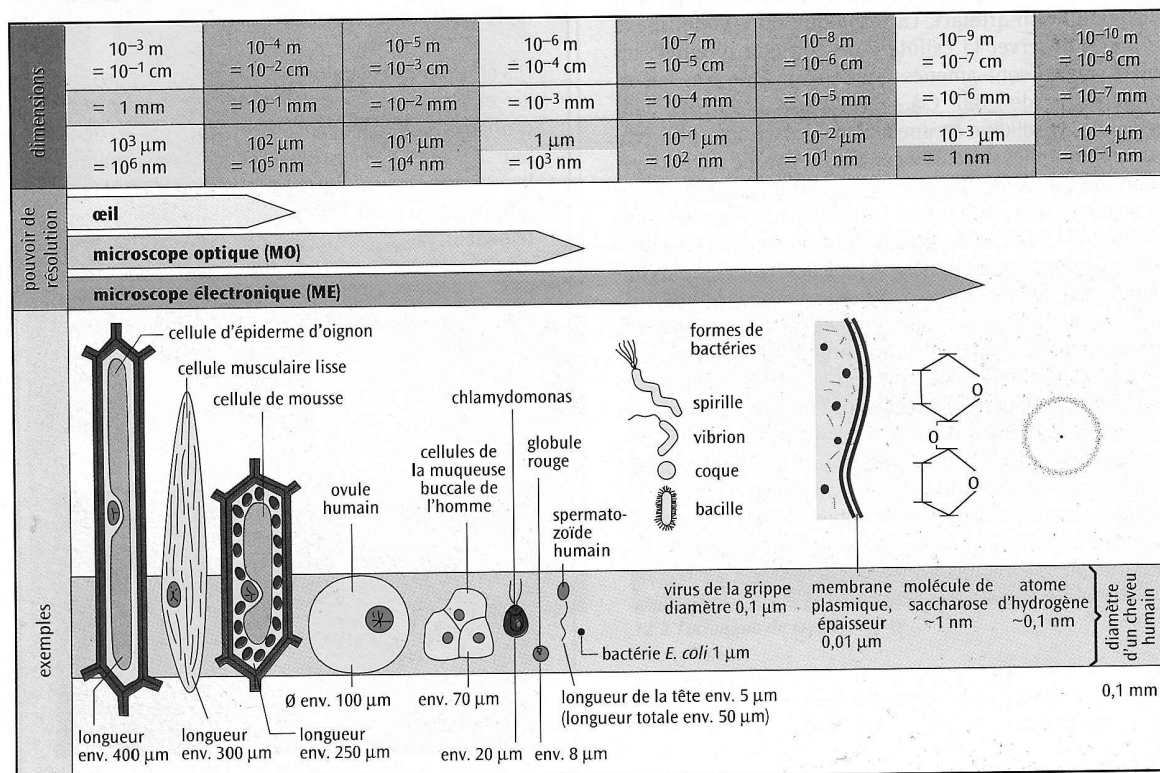
L'étude microscopique d'un organisme montre qu'il correspond à l'association de très nombreuses unités structurales: les **cellules**. Mais, bien plus qu'une simple addition de cellules, l'organisme est un ensemble, qui possède sa propre organisation.

La cellule est considérée comme la **plus petite unité structurale et fonctionnelle de matière vivante** capable d'exister de façon indépendante, c'est-à-dire de se reproduire, de croître, de se nourrir, de se mouvoir et de mourir. C'est à ce niveau qu'on rencontre les propriétés fondamentales de la vie.

Métabolisme et croissance. La cellule utilise une partie des matières résorbées pour élaborer sa propre substance. Mais la plus grande partie des nutriments est brûlée en présence d'oxygène de manière à dégager d'une part de la chaleur et d'autre part de l'énergie libre. Les déchets inutilisables sont excrétés.

Sensibilité et mouvement. La cellule est sensible aux influences du milieu ambiant dont elle évalue les impressions perçues. Elle y répond par des mouvements internes et externes.

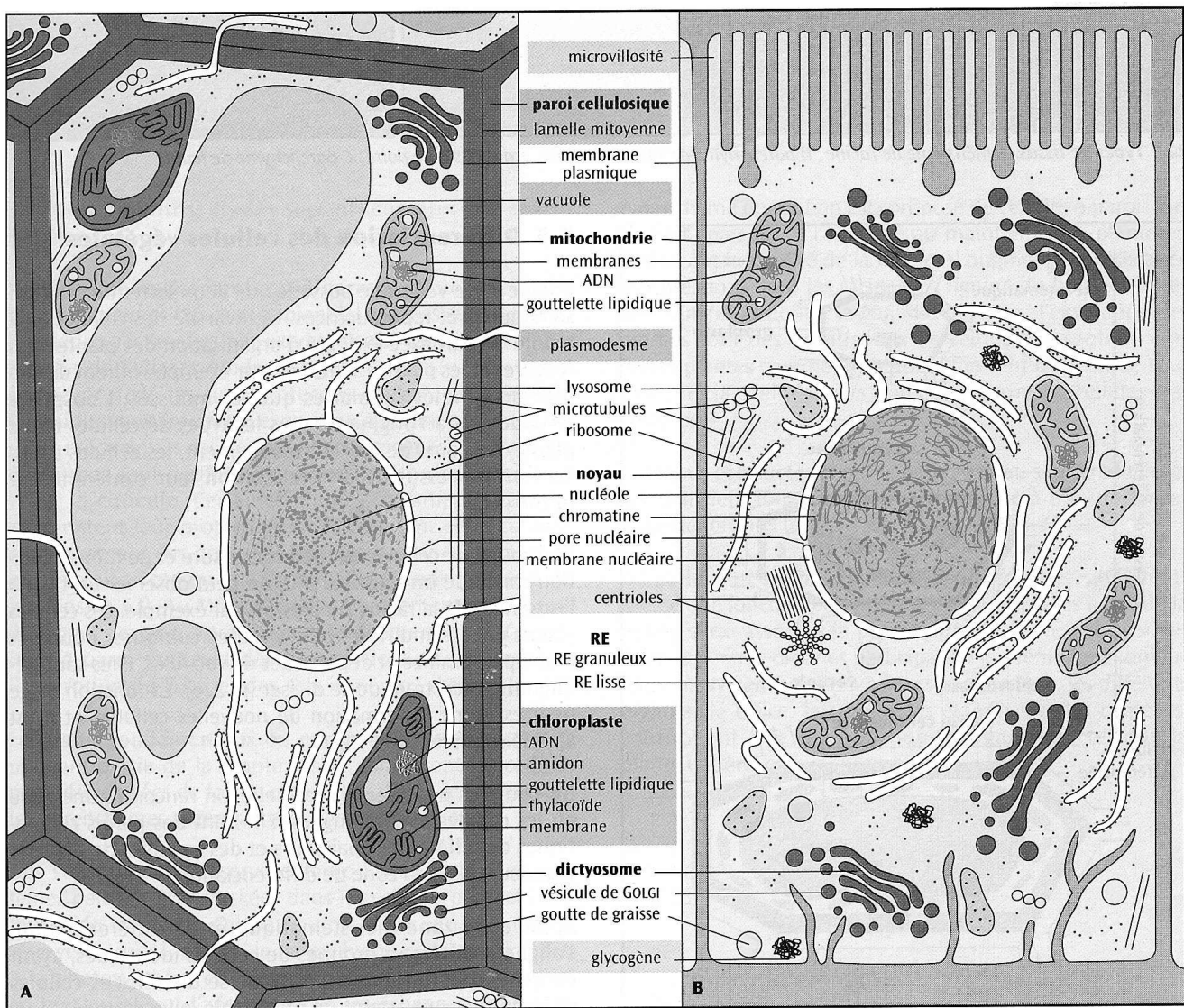
Reproduction. Le seul but de la vie n'est pas seulement de développer continuellement sa propre forme, mais aussi de procurer des possibilités nouvelles de développement à cette forme. La cellule peut se diviser et donner naissance à deux cellules-filles qui lui sont semblables.



2.2 Structure et fonction de la cellule

Chaque cellule animale (B) se compose d'une **membrane cellulaire**, d'un **cytoplasme** et d'un **noyau** (à l'exception des globules rouges qui l'ont perdu au cours de leur développement). Les cellules végétales (A) possèdent, en plus de la membrane cellulaire, du cytoplasme, des mitochondries et du noyau, une **paroi cellulaire**, des **plastés** (chloroplastes, amyloplastés, chromoplastes) et une **vacuole**. Comme les cytoplasmes des différentes cellules végétales sont reliés entre eux par les plasmodesmes, on parle de symplasma. La cellule animale, contrairement à la cellule végétale, possède un **appareil cinétique** (centrioles, aster) utilisé lors de la division cellulaire.

Ressemblances et différences entre cellules animales et végétales		
Structure	Plantes	Animaux
Paroi cellulaire	X	
Membrane plasmique	X	X
Noyau, nucléole	X	X
Cytoplasme	X	X
Lysosomes, peroxyosomes	X	X
Appareil de Golgi, réticulum endoplasmique	X	X
Symplasma	X	
Mitochondries	X	X
Vacuole	X	
Appareil cinétique (centrioles, aster)		X
Plastes (chloroplastes, amyloplastés, chromoplastes)	X	



2.2.1 Le cytoplasme

Le cytoplasme est la substance vivante, une solution de nature colloïdale à caractère de gel, dont les trois quarts sont composés d'eau. Le dernier quart comprend des protéines, des lipides, des glucides et des sels. Grâce au microscope électronique, il est possible de mettre en évidence une série d'entités structurales macromoléculaires, appelées **organites**, parmi lesquelles le reticulum endoplasmique, les ribosomes, l'appareil de Golgi, les centrosomes, les mitochondries et les lysosomes. Ces organites baignent dans une phase liquide appelée **cytosol**.

2.2.1.1 Le **reticulum endoplasmique**

C'est un système fortement ramifié, composé de fentes qui peuvent se dilater par endroits pour former des citernes. Il assure un transport rapide de substances dissoutes à l'intérieur du cytoplasme.

2.2.1.2 Les **ribosomes**

Il s'agit de petits grains situés soit à la surface du reticulum endoplasmique soit dans le cytoplasme, isolés ou en amas. Les ribosomes sont les lieux où sont élaborées les protéines.

2.2.1.3 L'appareil de Golgi

Formé de systèmes lamellaires, il intervient dans le transfert des protéines élaborées par le reticulum endoplasmique et leur sécrétion.

2.2.1.4 Les centrosomes

Structures particulières formées de neuf bâtonnets cylindriques, les centrosomes interviennent dans la division cellulaire et dans la formation des cils vibratiles.

2.2.1.5 Les mitochondries

De forme généralement allongée, entourées par une membrane double, les mitochondries sont porteuses des enzymes respiratoires et représentent les centres énergétiques du milieu cellulaire. Le glucose et les graisses qui, en présence d'oxygène, sont oxydés libèrent de l'énergie qui est stocké sous forme d'un composé phosphoré, l'adénosine-tri-phosphate ou **ATP**. L'ATP fournit l'énergie nécessaire aux transports, aux synthèses chimiques, aux contractions musculaires et aux transmissions nerveuses. L'ATP est la molécule-support de l'énergie biologique.

2.2.1.6 Les lysosomes

D'apparence très variable, ils contiennent des enzymes intervenant dans la dégradation de grandes molécules, qui sont incorporées par leur intermédiaire dans des vacuoles digestives.

2.2.1.7 Les peroxysomes

Ils sont chargés de la détoxification de la cellule (par dégradation du peroxyde d'hydrogène très toxique produit par les mitochondries, par dégradation des acides gras à très longue chaîne et par synthèse d'acides gras polyinsaturés).

2.2.2 La membrane cellulaire

La membrane cellulaire ou plasmalemme n'est pas seulement une frontière entre l'intérieur et l'extérieur. Elle manifeste une activité constante en incorporant les matériaux nécessaires au travail de la cellule et en délivrant, à la périphérie de celle-ci, des produits finis tels que des protéines, des enzymes, des hormones et des anticorps. Elle a donc une fonction de compartimentation et d'échange.

2.2.3 Le noyau

De forme et de taille variable, le noyau est entouré d'une double membrane, en communication avec le reticulum endoplasmique. Le noyau est parcouru de pores nucléaires permettant un échange entre le cytoplasme et le contenu nucléaire. Le noyau contient des acides nucléiques, à la base de l'information génétique.

Les acides nucléiques du noyau se trouvent sous deux formes: l'acide ribonucléique ou **ARN** et l'acide désoxyribonucléique ou **ADN**. Le noyau est l'initiateur des processus métaboliques pour l'ensemble de la cellule. Une fois colorée, l'ADN se rencontre sous forme de substance diffuse, la chromatine, ou condensée, les chromosomes. L'ARN et l'ADN sont les molécules-supports de l'information génétique.

L'homme (cet organisme particulier) est formé de quelques 10^{13} cellules (10 billions de cellules ou dix mille milliards de cellules). Ce sont elles qui forment notre peau, nos os, nos muscles, notre cerveau et toutes les parties de notre corps. Elles seront donc très différentes les unes des autres: c'est la **différenciation cellulaire**.

3 La différenciation cellulaire

Cette différenciation fonctionnelle et structurelle (ex. cellule nerveuse, cellule musculaire, etc.) s'est produite au cours de l'embryogenèse (développement de l'homme) de la même façon qu'elle s'est effectuée durant l'évolution.

A un moment de l'évolution, des cellules ont "décidé" de rester ensemble et de vivre ensemble (p. ex. Hydre d'eau douce, Volvox, etc.). Elles se sont alors réparti le travail, elles se sont spécialisées (cellules destinées à la reproduction, à la procréation, cellules destinées à la nutrition, etc.); cela a conduit à la nécessité de disposer d'un poste de commande, de coordination (cellules nerveuses), à une hiérarchisation fonctionnelle.

Dans les êtres primitifs, cette différenciation n'est pas irréversible, c'est-à-dire qu'une cellule spécifique (cellule spécialisée dans la nutrition, la croissance, etc.) pourrait, une fois isolée, redonner naissance à tout l'organisme (p. ex. méristème de la carotte). Cela veut dire que l'information contenue dans les cellules est identique pour toutes les cellules, mais est utilisée différemment en rapport avec la fonction de chacune.

Dans les organismes plus évolués, par contre, la spécialisation est très poussée, la fonction et la structure, en conséquence, bien déterminées (p. ex. cellule nerveuse, cellule musculaire). La différenciation, à partir de **cellules souches** embryonnaires, était totale, et un retour à une autre fonction n'était plus possible malgré la présence de l'information complète, pensait-on jusqu'à récemment. Mais la découverte de cellules souches adultes montre qu'à l'état adulte certaines cellules sont encore capables de se différencier en fonction des besoins.

Différenciation animale et végétale

Une plante à fleurs n'est faite que d'une trentaine de catégories de cellules alors qu'un vertébré en compte au minimum deux cents.

Du côté **animal**, rares sont les cas où la différenciation cellulaire est réversible. Sur la base des connaissances actuelles, on peut dire que la cellule animale perd sa totipotence au cours du processus de différenciation cellulaire, et que les seules cellules animales totipotentes sont le gamète femelle, l'œuf fécondé et les premières cellules qui résultent de la segmentation de cet œuf.

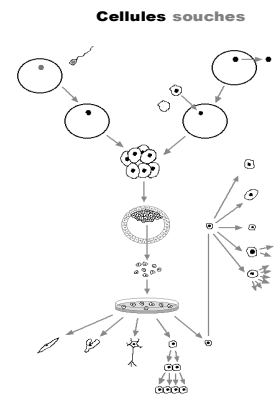
Du côté **végétal**, la réversibilité de la différenciation cellulaire est possible, totale et souvent aisée.

Pour mieux saisir la différenciation, nous prendrons comme exemple la société humaine, une société dite primitive et une société dite évoluée où la société serait comparable à un organisme dont les cellules seraient les hommes. Dans la société primitive, le même homme peut tout faire: il chasse, il cultive, il construit sa maison, il fabrique ses armes et ses outils, il dépèce le gibier, etc. Dans une société évoluée, le même homme (un artisan p. ex.), s'il peut construire sa maison, ne sera en général ni boucher, ni médecin, ni fonctionnaire: il s'est spécialisé, il s'est différencié, souvent à un point tel qu'un retour n'est plus possible (un médecin pourra difficilement devenir mécanicien). Cette spécialisation ou différenciation fonctionnelle est cause et conséquence d'une différenciation structurelle. Un médecin dans son tablier blanc se reconnaît facilement d'un mécanicien dans son costume bleu ou d'un fonctionnaire dans son complet gris. Au niveau cellulaire, il en va de même: une cellule nerveuse se reconnaît facilement d'une cellule musculaire ou d'un globule blanc.

Il existe différents niveaux de différenciation cellulaire dans un organisme depuis sa fécondation jusqu'à son stade adulte. Chez l'animal, une cellule différenciée n'est en principe pas réversible. Il existe cependant des cas particuliers comme le clonage

artificiel à partir de cellules différenciées et le cancer. Les niveaux de différenciation sont les suivants:

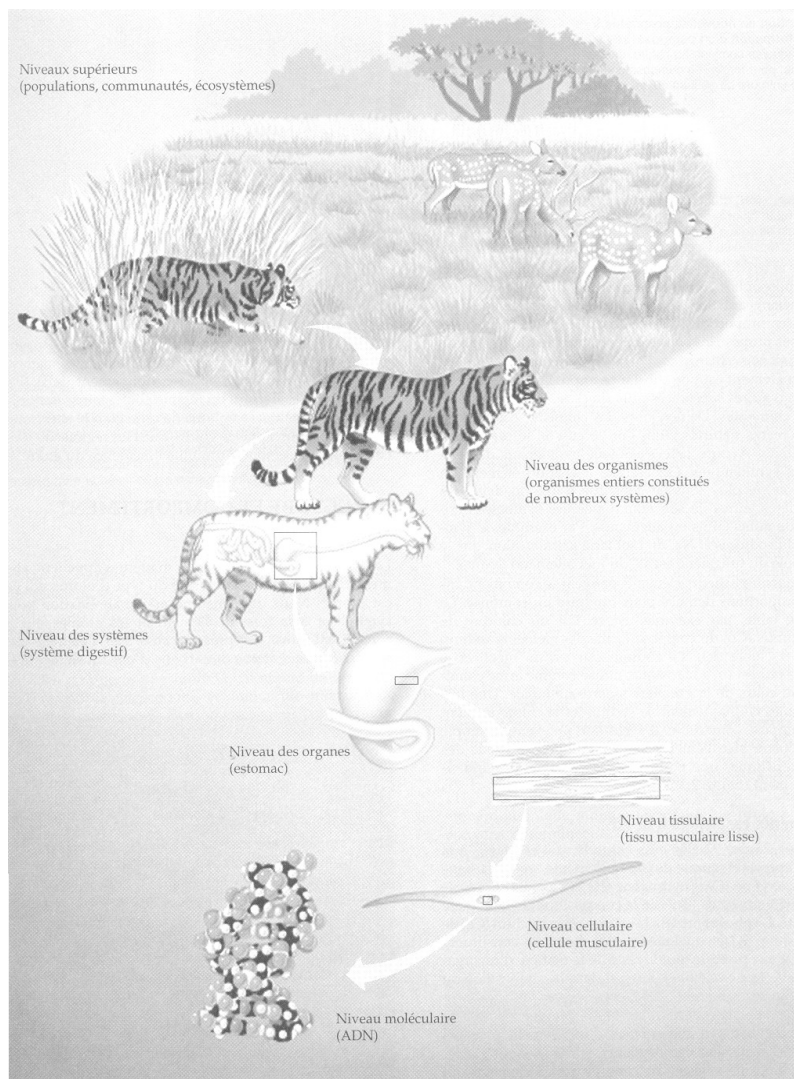
- **cellules totipotentes:** une cellule totipotente est une cellule qui est capable, une fois isolée, de donner naissance à un organisme en entier. Ces cellules sont l'ovule, le zygote (ovule fécondé), ainsi que les cellules issues des trois premières divisions jusqu'au stade de morula.
- **cellules pluripotentes:** une cellule pluripotente est une cellule capable, une fois isolée, de donner naissance à toutes les cellules de l'organisme. Mais cette cellule ne peut pas donner naissance à un organisme en entier. Il s'agit des cellules entre le stade de morula et le stade de blastula.
- **cellules multipotentes:** une cellule multipotente est une cellule capable de donner naissance, une fois isolée, à différentes cellules particulières. C'est le cas des cellules souches sanguines par exemple. Ces cellules possèdent le suffixe *-blaste*: ainsi, un myéloblaste est une cellule souche sanguine (littéralement une cellule-germe de la moelle osseuse).
- **cellules unipotentes:** une cellule unipotente est une cellule capable de donner naissance, une fois isolée, à de nombreuses cellules identiques. C'est le cas des cellules de la peau.



De même que dans une société évoluée les hommes qui remplissent une même fonction ont tendance à s'assembler en unités de production ou de service (usines, ateliers, bureaux, hôpitaux), de même les cellules remplissant une même fonction s'assemblent en unités fonctionnelles et structurelles appelées **tissus** et **organes**.

4 L'intégration hiérarchique

L'organisme (humain) est constitué d'**organes** (muscles, vaisseaux, cœurs, reins, etc.), chaque organe est fait de **tissus**, eux-mêmes constitués de **cellules**, chaque cellule renferme des **structures** organisées (noyau, membrane, mitochondries, ribosomes, vacuoles, microtubules,...), ces



structures sont faites de **protéines**, d'**acides nucléiques** et d'autres **molécules géantes** (macro-molécules; polysaccharides, graisses), les protéines, les acides nucléiques, les polysaccharides sont tous faits de **petites molécules** attachées les unes aux autres et forment des chaînes linéaires ou ramifiées, les molécules sont construites à partir d'**atomes** (C, H, O, N, S, P,...).

Environ 25 des 92 éléments naturels sont essentiels à la vie. Cependant, quatre de ces 25 éléments, soit le carbone (C), l'oxygène (O), l'hydrogène (H) et l'azote (N), représentent à eux seuls 96 % de la composition de la matière vivante. Le phosphore (P), le soufre (S), le calcium (Ca), le potassium (K) et quelques autres éléments constituent quant à eux presque tout le reste de la matière d'un organisme (4 %). Les éléments entrant dans la composition du corps humain figurent au tableau 2 avec leur pourcentage de la masse corporelle.

Chaque élément de construction se combine dans le système englobant les niveaux précédents. Le passage d'un niveau inférieur à un niveau supérieur confère au nouveau système des propriétés nouvelles supérieures à la somme des propriétés des éléments qui le constituent (une maison est bien plus que la somme des pierres qui la constituent).

Ainsi, les **atomes** se combinent dans les molécules, les **molécules** dans les macro-molécules, les **macro-molécules** dans les structures organisées, les **structures organisées** dans les cellules, les **cellules** dans les tissus, les **tissus** dans les organes, les **organes** dans les organismes, les **organismes** dans les populations, les **populations** dans les communautés, les **communautés** dans les écosystèmes, les **écosystèmes** dans la planète entière ou **biosphère**.

Cette complexité croissante (en partant des atomes) se base sur l'**intégration hiérarchique** des niveaux précédents.

5 Les tissus

5.1 Introduction

L'étude des tissus s'appelle l'**histologie** (du grec *histos*, tissu).

Un tissu est un ensemble de cellules différenciées de la même manière, ainsi que de leurs dérivés, issus de la réalisation d'une ou plusieurs fonctions similaires. L'accomplissement d'une fonction spécifique nécessite une **spécialisation** déterminée. C'est ainsi que nous distinguons les classes de tissus suivants (à l'exclusion des cellules "reproductrices"):

Tableau 2.1 Éléments naturels entrant dans la composition du corps humain

Symbole chimique	Élément	Numéro atomique	Pourcentage de la masse corporelle
O	Oxygène	8	65,0
C	Carbone	6	18,5
H	Hydrogène	1	9,5
N	Azote	7	3,5
Ca	Calcium	20	1,5
P	Phosphore	15	1,0
K	Potassium	19	0,4
S	Soufre	16	0,3
Na	Sodium	11	0,2
Cl	Chlore	17	0,2
Mg	Magnésium	12	0,1

Autres éléments à l'état de trace (moins de 0,01 %) : bore (B), chrome (Cr), cobalt (Co), cuivre (Cu), fluor (F), iode (I), fer (Fe), manganèse (Mn), molybdène (Mo), sélénium (Se), silicium (Si), étain (Sn), vanadium (V) et zinc (Zn).

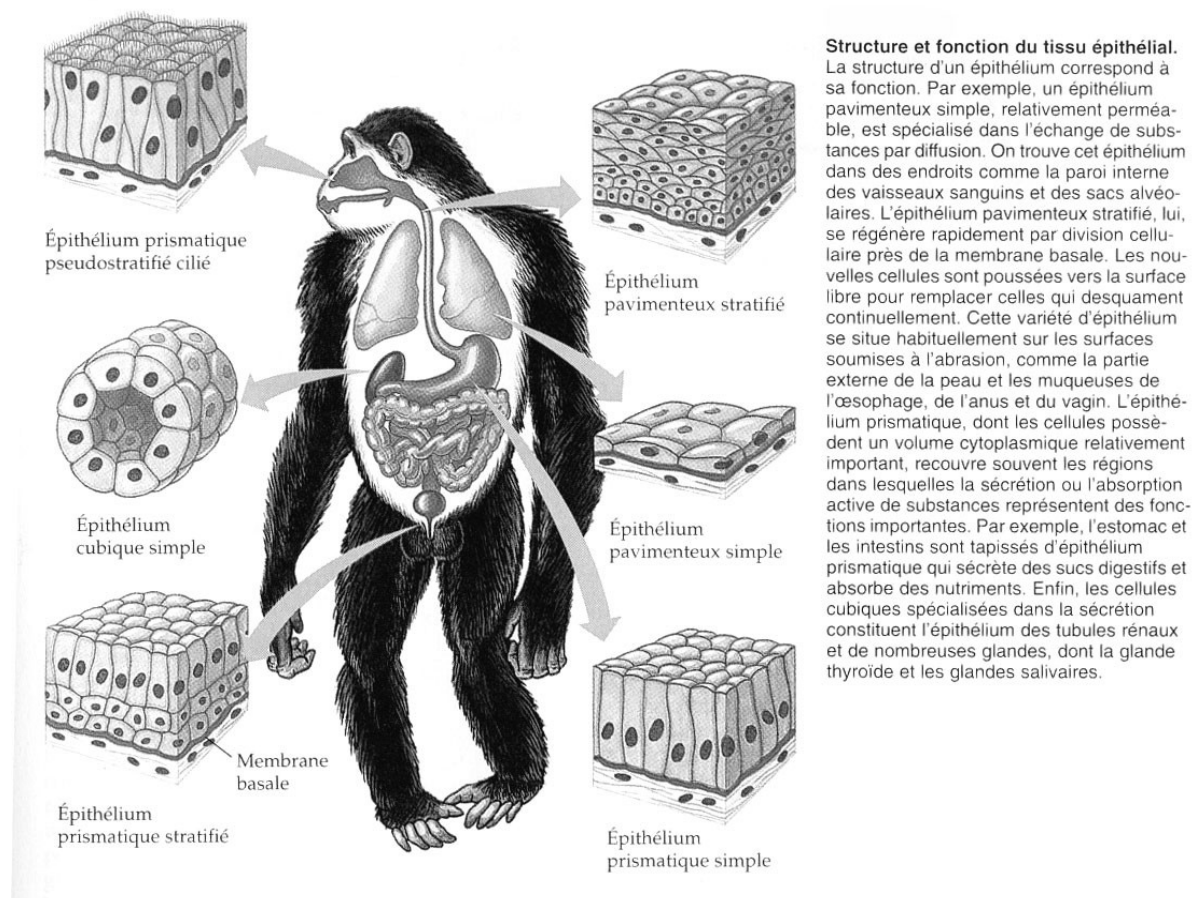
- tissus épithéliaux: revêtement des surfaces externes et internes, sécrétion;
- tissus de soutien et conjonctifs: cohésion et métabolisme;
- tissus musculaires (squelettiques et viscéraux): motilité contractile;
- tissus nerveux: production et conduction d'influx nerveux.

Dans les organes, appareils et systèmes (p.ex.: cœur, appareil ou système circulatoire) coexistent toujours plusieurs types de tissus.

5.2 Les tissus épithéliaux

Les tissus épithéliaux constituent un assemblage serré de cellules qui revêtent les surfaces externes (extérieur du corps et cavités de l'organisme). Les cellules épithéliales reposent sur une sorte de membrane, la lame basale.

Suivant les emplacements, les tissus épithéliaux prennent une terminologie différente. Le revêtement de la surface extérieure du corps se nomme **épiderme**, le revêtement des cavités prolongeant le milieu extérieur (tube digestif, voies respiratoires, voies urinaires et génitales) se nomme **épithélium**, le revêtement des cavités coelomiques (péritoine, péricarde, plèvres) se nomme **mésothélium** et le revêtement des cavités cardio-vasculaires (cœur, vaisseaux, sanguins) se nomme **endothélium**.



Suivant leur grande fonction (revêtement, sécrétion), les épithéliums peuvent se diviser en épithélium de revêtement ou épithélium glandulaire.

5.2.1 Structure

Morphologiquement, les tissus épithéliaux de revêtement se caractérisent par leur forme cellulaire et la disposition des couches de cellules.

- **Forme:**
 épithélium pavimenteux: épithélium des membranes séreuses;
 épithélium cubique: épithélium des tubes collecteurs rénaux;
 épithélium cylindrique: épithélium digestif.
- **Disposition:**
 épithélium simple (une couche de cellules): épithélium digestif;
 épithélium stratifié (plusieurs assises cellulaires): épiderme;
 épithélium pseudo-stratifié: épithélium respiratoire;
 épithélium de transition (surface extensible): épithélium des voies urinaires.
- **Dispositions particulières:**
 certaines cellules épithéliales présentent à leur surface libre des cils vibratiles ou des excroissances très fines appelées microvillosités. Cette disposition sert à la mise en mouvement des éléments du contenu de la cavité (épithélium des voies respiratoires et de certains segments des voies génitales).

Morphologiquement, les tissus épithéliaux glandulaires sont constitués par des cellules soit isolées, soit regroupées et se situent parmi les épithéliums de revêtement ou s'en sont séparés. On peut les classer également suivant leur forme et leur disposition.

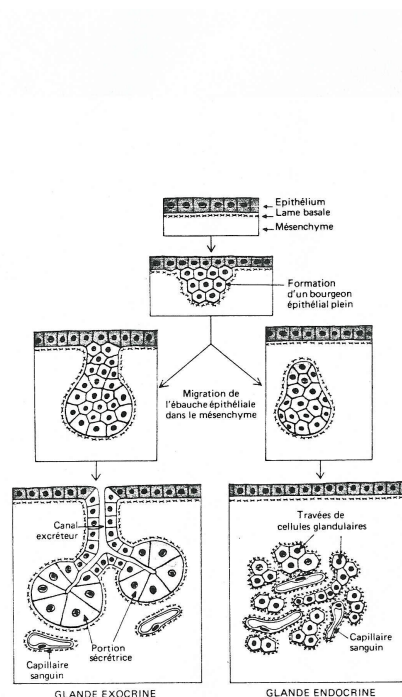


FIG. 16. - Histogénèse des glandes.

Légende:		STRUCTURE SÉCRÉTRICE TUBULEUSE	STRUCTURE SÉCRÉTRICE ALVÉOLAIRE	STRUCTURE SÉCRÉTRICE TUBULO-ALVÉOLAIRE
Glandes simples (le conduit ne se ramifie pas)	(a) Glande tubuleuse simple Exemple: glandes intestinales	(b) Glande tubuleuse spiralee simple Exemple: glandes sudoripares	(d) Glande alvéolaire simple Exemple: pas d'exemple important chez les humains	
	(c) Glande tubuleuse ramifiée simple Exemple: glandes gastriques	(e) Glande alvéolaire ramifiée simple Exemple: glandes sébacées		
	Glandes composées (le conduit se ramifie)	(f) Glande tubuleuse composée Exemple: glandes duodénales	(g) Glande alvéolaire composée Exemple: glandes mammaires	(h) Glande tubulo-alvéolaire composée Exemple: glandes salivaires

Types de glandes exocrines multicellulaires. Les glandes multicellulaires sont classées selon le type de conduits (simples ou composés) et la structure de leurs unités sécrétrices (tubuleuses, alvéolaires ou tubulo-alvéolaires).

Les glandes peuvent être constituées:

- de cellules isolées dans l'épithélium de revêtement;
- de cellules groupées dans l'épithélium de revêtement. Ce regroupement peut être simple (simple juxtaposition) ou peut former des structures plus complexes qui partent des épithéliums de revêtement et s'enfoncent dans les tissus sous-jacents. Certains groupes de cellules ont perdu le contact avec l'épithélium de revêtement et se trouvent totalement incorporés dans d'autres tissus.

Les cellules épithéliales glandulaires, spécialisées dans l'élaboration de produits de sécrétion rejettent ces produits dans le milieu extérieur ou dans le milieu intérieur. Dans le premier cas on les nomme **glandes exocrines**, dans le second cas on les nomme **glandes endocrines**.

5.2.2 Fonction

Les fonction des tissus épithéliaux sont multiples:

- protection: épithélium cutané (avec formation de cuticula ou couche cornée):
 - . mécanique: épithélium pigmenté stratifié et kératinisé.
 - . photonique: épithélium pigmentaire cubique simple de la rétine (les cellules élaborent la mélanine).
- sécrétion: glandes exocrines avec canal excréteur qui aboutit à une surface interne (pancréas,...) ou externe (glandes sudoripares,...), glandes endocrines (ou hormonales) sans canal excréteur où le produit de sécrétion est directement déchargé dans le courant sanguin (pancréas, glandes sexuelles,...);
- résorption: épithélium simple des villosités intestinales et des canaux rénaux;
- échanges: épithélium pavimenteux simple (endothélium des vaisseaux, mésothélium des séreuses, épithélium de revêtement alvéolaire des poumons);
- sensibilité: épithélium sensoriel des organes des sens (bourgeons du goût dans l'épithélium de la langue, cellules épithéliales différenciées au niveau de l'oreille interne). Dans le cas de la muqueuse olfactive, les cellules sensorielles sont des cellules nerveuses particulières;
- mouvement: cellules ciliées de certains épithéliums (épithéliums des voies respiratoires, épithéliums des voies génitales).

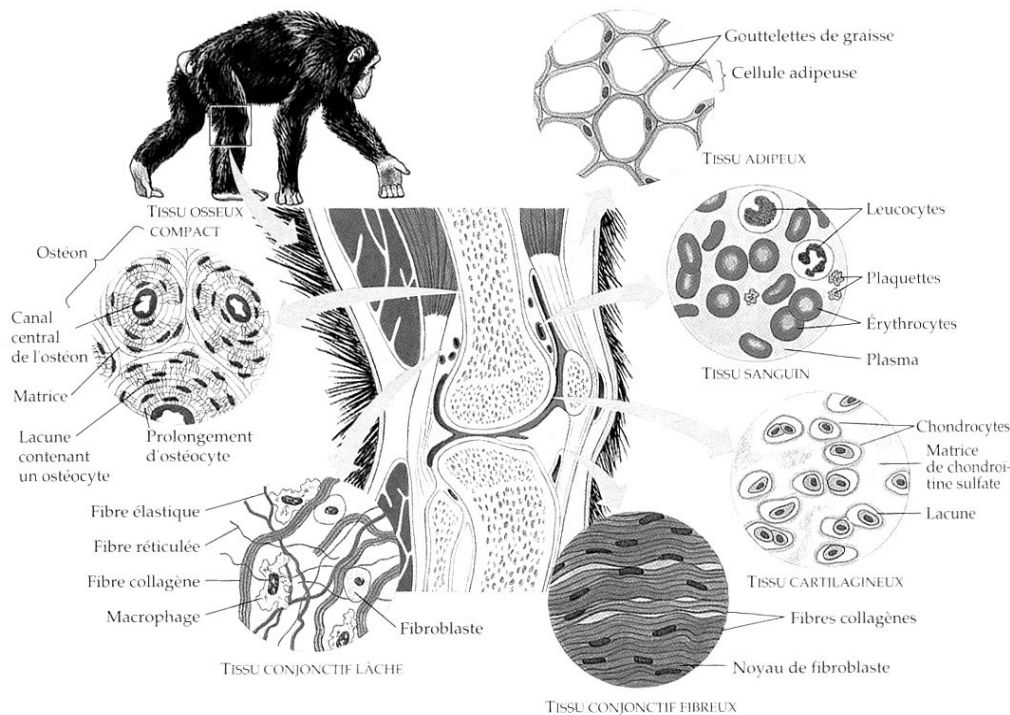
5.3 Les tissus conjonctifs et de soutien

Les tissus conjonctifs et de soutien se caractérisent par la riche formation d'une **substance extracellulaire** (= substance intercellulaire) produite par les cellules du tissu. Ces cellules peuvent être fixes ou mobiles.

Comme exemple de substance extracellulaire nous avons:

- la structure fondamentale des os et des cartilages;
- les solides couches ou membranes qui recouvrent les organes;
- le plasma sanguin.

Les tissus conjonctifs, comme leur nom l'indique, joignent les autres tissus, les organes et les systèmes au corps.

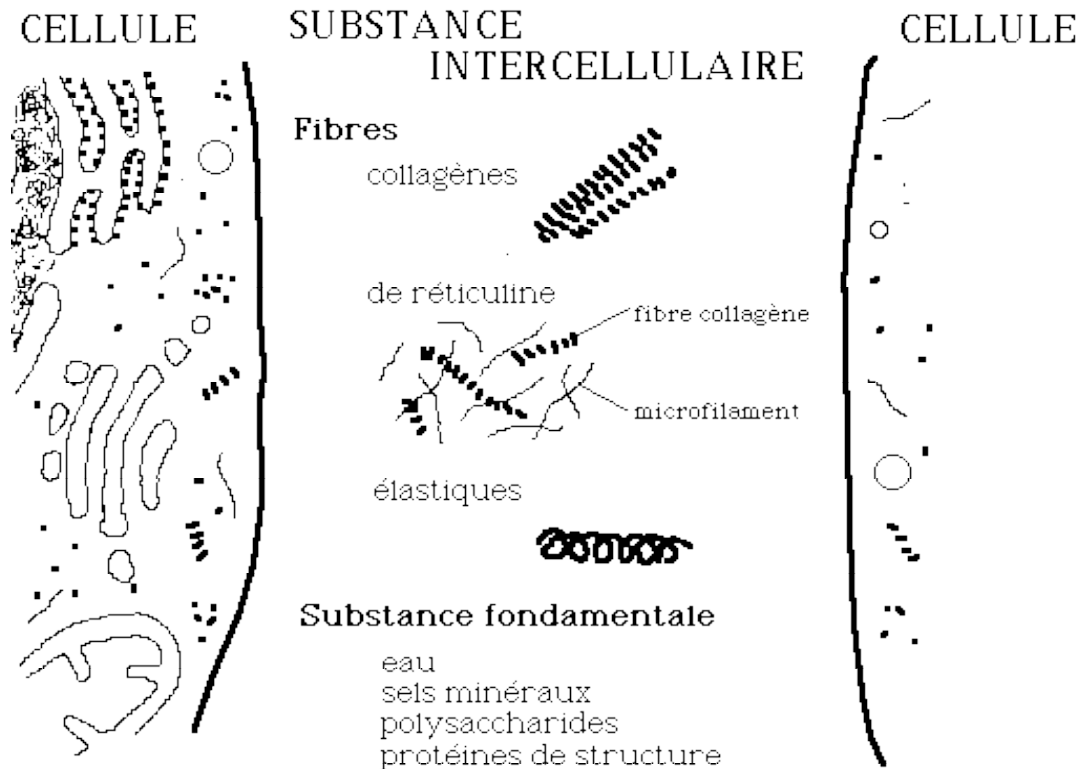


Quelques variétés de tissu conjonctif. Région de l'articulation du genou.

Relations épithélio-conjonctives					
Revêtements		Epithélium	Tissu conjonctif sous-jacent	Ensemble épithélium + tissu conjonctif	
Surface extérieure au corps (en contact avec le milieu extérieur)		Epiderme	Derme	Peau	
Cavités de l'organisme	Cavités prolongeant le milieu extérieur (tube digestif, voies respiratoires, voies urinaires et génitales)		Epithélium	Chorion	Muqueuse
	Cavités closes	Cavités coelomiques (péritoine, péricarde, plèvres)	Mésothélium	Couche sous-mésothéliale	Séreuse
		Cavités cardio-vasculaires	Endothélium	Couche sous-endothéliale	Intima (pour les vaisseaux) Endocardie (pour le cœur)

5.3.1 Structure

La substance intercellulaire est constituée de substance fondamentale amorphe dans laquelle se trouvent des fibrilles protéiques (fibres de collagène, de réticuline, élastiques).



Les différents types de tissus conjonctifs sont:

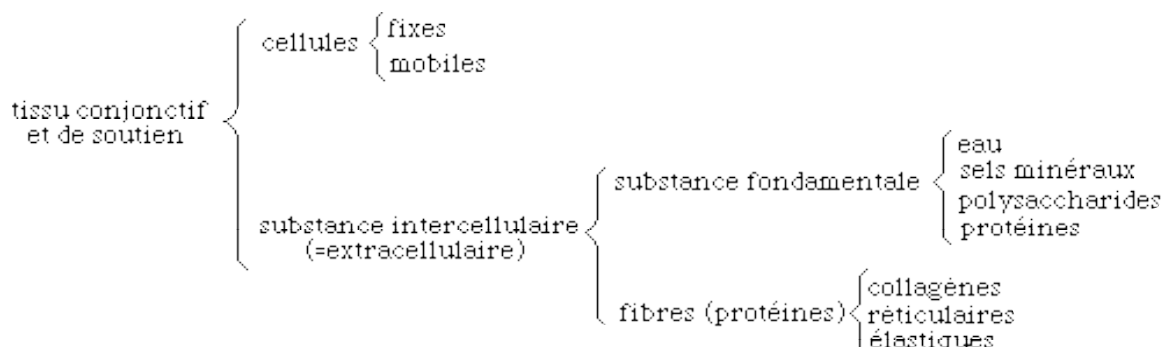
tissus solides:

- tissu conjonctif embryonnaire ou mésenchymateux;
- tissu conjonctif réticulé;
- tissu conjonctif adulte;
- tissu adipeux;
- tissu cartilagineux;
- tissu osseux ;

tissus spéciaux:

- tissu sanguin (sang);
- tissu lymphatique (lymphe).

On classe aussi les tissus conjonctifs suivant leur consistance en **tissus lâche** ou **dense**.



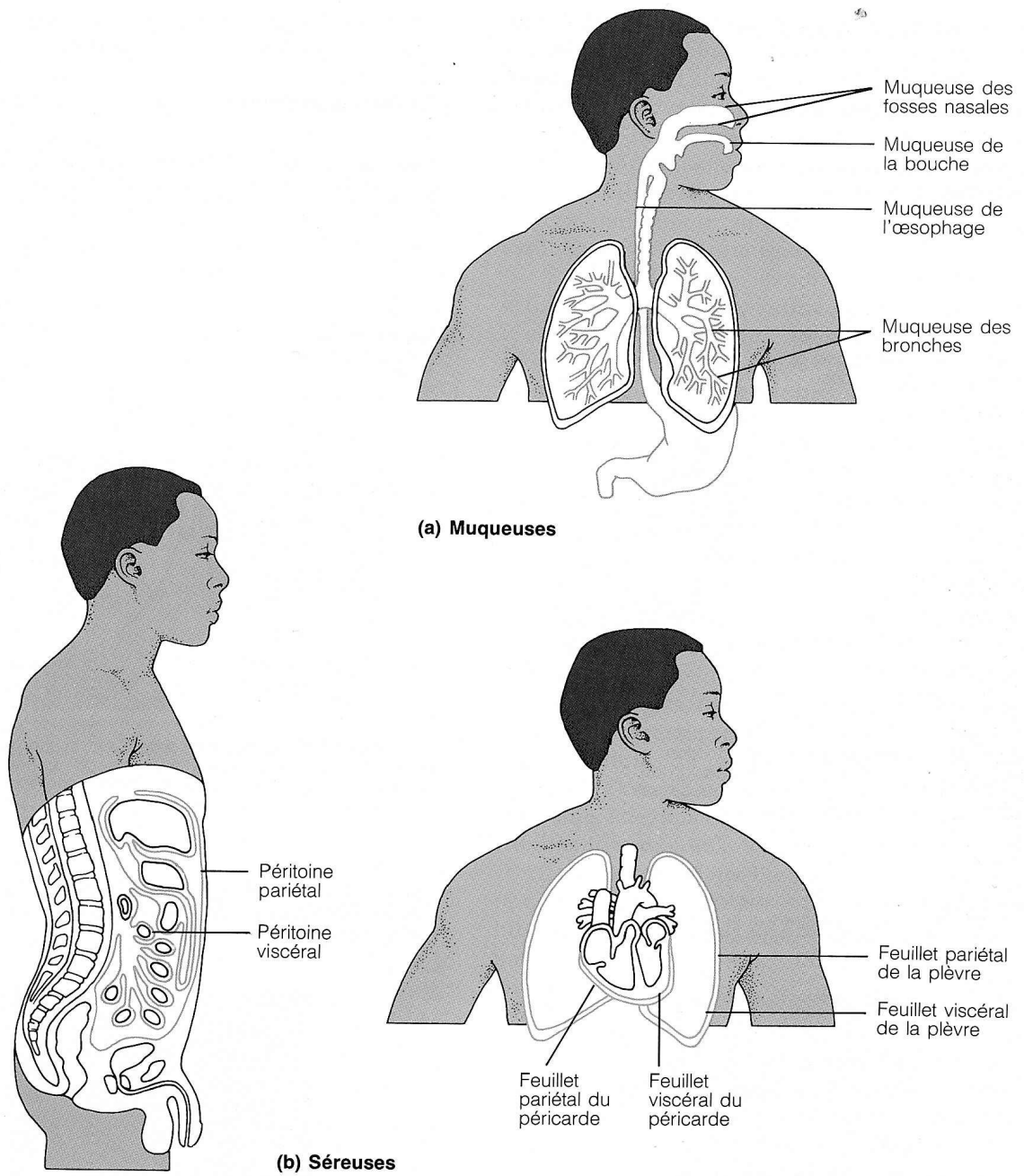


Figure 4.8 Muqueuses et séreuses. (a) Les muqueuses tapissent les cavités du corps qui s'ouvrent sur l'extérieur. (b) Les séreuses tapissent la cavité antérieure, qui est fermée.

5.3.2 Fonction générales

Le tissu conjonctif assurent des fonctions générales de soutien, de liaison et métaboliques. L'une de ces fonctions prime toujours par rapport à l'autre. Plus la fonction de soutien est prépondérante, moins la fonction métabolique est importante.

5.3.3 Tissu conjonctif embryonnaire

Tous les tissus de soutien de notre corps dérivent de ce tissu ou mésenchyme. Les cellules mésenchymateuses forment une éponge cellulaire lâche dont les espaces sont gorgés de **substance interstitielle liquide** contenant des sels et des protéines. Les cellules se divisent activement et peuvent se séparer du tissu pour donner naissance à de grandes cellules migrantes ou **macrophages** (histiocytes). Ces dernières contribuent avec les lymphocytes et les plasmocytes au rôle de défense du tissu conjonctif lâche.

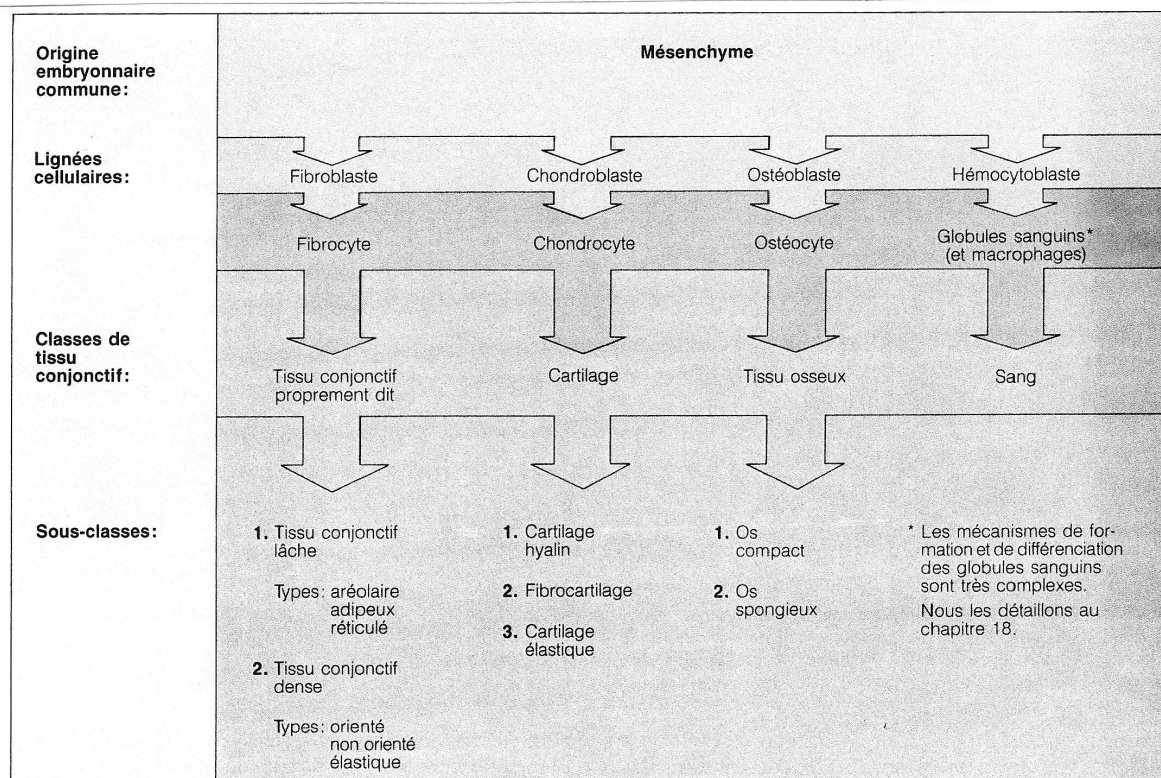


Figure 4.6 Principales classes de tissu conjonctif. Toutes ces classes proviennent du même tissu embryonnaire (le mésenchyme).

5.3.4 Tissu conjonctif réticulé

Le tissu conjonctif réticulé de l'adulte ressemble au tissu conjonctif embryonnaire. Les cellules réticulées forment un réseau à mailles larges. Elles se caractérisent par leur capacité d'absorber des particules libres dans les courants sanguins et lymphatiques.

Les cellules réticulées présentent le métabolisme le plus actif de toutes les cellules conjonctives. En contact avec elles, on trouve des fibrilles ramifiées et inextensibles (fibres réticulées). Elles entourent également les cellules musculaires lisses et striées en les reliant pour former un tissu. Elles participent à la formation des membranes basales des épithéliums et des capillaires. Le tissu conjonctif réticulé est à la base de la structure des **nœuds lymphatiques**, de la **rate** et de la **mœlle osseuse**.

Le concept de **système réticulo-endothélial (SRE)** englobe toutes les cellules de l'organisme ayant la capacité d'absorber des particules (**phagocytose**), de les accumuler et de former des substances de défense (**anticorps**). Le SRE est un des systèmes de défense les plus efficaces de l'organisme. Il se compose des cellules réticulées de la rate, des nœuds lymphatiques, de la moelle osseuse, des cellules étoilées de Kupffer, de certaines cellules endothéliales du lobe antérieur de l'hypophyse et des glandes surrénales, des macrophages alvéolaires des poumons et des histiocytes (cellules mobiles) du tissu conjonctif lâche.

5.3.5 Tissu conjonctif adulte

5.3.5.1 Structure

La structure du tissu conjonctif adulte peut être lâche ou dense. Les cellules qui le forment sont soit fixes, soit mobiles:

- les **fibrocytes**, cellules fixes, sont caractéristiques du tissu conjonctif. Elles synthétisent les éléments protéiques de la substance fondamentale et les fibres conjonctives.
- les **histiocytes**, cellules mobiles, sont douées de propriété de phagocytose.

5.3.5.2 Fonctions

Le tissu conjonctif adulte assure différentes fonctions:

- soutien mécanique: tendons, aponévroses, ligaments;
- conjonctive: tissu interstitiel lâche, tissu serré des tendons, ligaments, aponévroses;
- métabolique: les échanges entre cellules passent par la substance intermédiaire;
- réserve d'eau: l'eau remplit les mailles du tissu conjonctif lâche dont l'accumulation anormale provoque un état pathologique appelé œdème;
- réparatrice: prolifération d'un tissu de granulation qui permet la cicatrisation des plaies;
- défense: les cellules du tissu conjonctif réticulé élaborent des anticorps qui servent à la défense de l'organisme, ou phagocytent (SRE).

5.3.6 Tissu adipeux

Il s'agit d'un tissu caractérisé par la présence prépondérante de cellules adipeuses (adipocytes) enserrées dans un fin réseau de réticuline. Il siège surtout dans l'hypoderme (tissu sous-cutané), les tissus rétropéritonéaux, le mésentère et le grand épiploon.

Il assure différentes fonctions:

- tissu (ou graisse) de réserve: si le tissu est abondant, le réseau capillaire qui l'irrigue doit être proportionnellement important, ce qui implique un surcroît de travail du système circulatoire;
- tissu (ou graisse) de structure: il remplit les espaces morts et construit aux endroits de sollicitation mécanique des coussinets résistant à la pression (talon, fesses, cavité articulaire pour globe oculaire, fixation du rein dans la loge rénale);
- tissu (ou graisse) isolante: de localisation sous-cutanée, il sert à la protection thermique de l'ensemble du corps.

5.3.7 Tissu cartilagineux

Le tissu cartilagineux a une fonction de soutien et de protection. Il se distingue par sa résistance à la pression.

Le tissu cartilagineux se compose:

- de cellules cartilagineuses (chondrocytes) contenues dans la substance fondamentale cartilagineuse;
- de substance fondamentale contenant des mucopolysaccharides.

Le tissu cartilagineux ne contient pas de vaisseaux sanguins ni lymphatiques. Il est nourri par diffusion à partir de capillaires sanguins situés dans le tissu conjonctif qui l'entoure (**péricondre**).

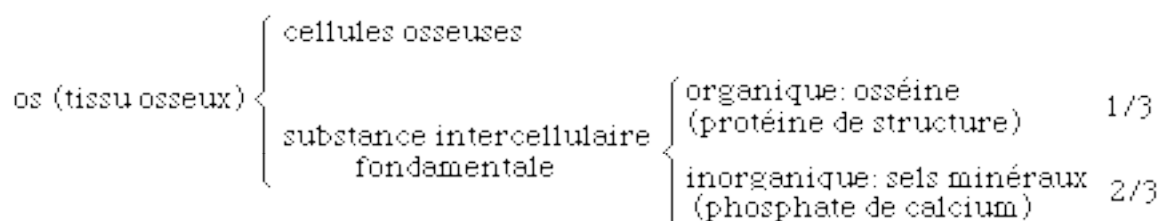
On distingue trois types de cartilage:

- le **cartilage hyalin** (*hulos*, transparent), translucide: il recouvre les surfaces articulaires, il constitue les cartilages costaux, une partie de la cloison nasale, presque tous les cartilages du larynx ainsi que les anneaux trachéaux. Au cours du développement embryonnaire, tout le squelette primitif est composé de cartilage hyalin, lui-même formé à partir de tissu conjonctif embryonnaire qui s'est différencié en tissu cartilagineux.
- le **cartilage élastique**: il contient des réseaux de fibres élastiques dans sa substance fondamentale; il entre dans la constitution de l'épiglotte, du pavillon de l'oreille, des trompes d'Eustache.
- le **cartilage fibreux**: il renferme un tel nombre de fibres conjonctives que la substance fondamentale n'apparaît plus que par endroit; il entre dans la constitution des disques intervertébraux, du ménisque du genou, de la symphyse pubienne.

5.3.8 Tissu osseux

Le tissu osseux maintient l'architecture du corps (charpente), entoure et protège le cerveau (crâne) et la moëlle épinière (colonne vertébrale).

Les cellules osseuses sont une forme de spécialisation de cellules conjonctives. Le tissu osseux se compose de cellules osseuses et de substance intercellulaire.



Les os se laissent classer en trois catégories quant à la forme:

- os plats (omoplate, sternum, voûte crânienne);
- os courts (vertèbres, os du tarse et du carpe);
- os longs (fémur et humérus; tibia, péroné et radius, cubitus).

La structure histologique des os comprend les éléments suivants:

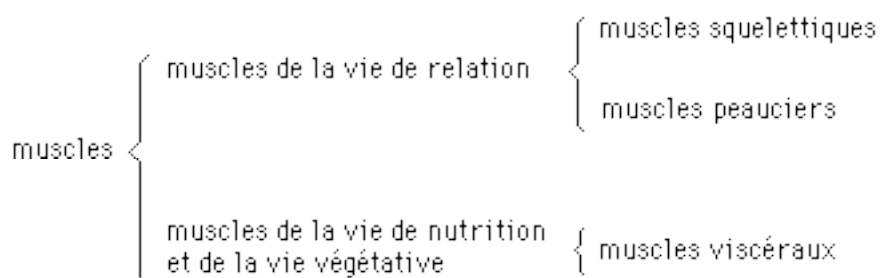
- membrane fibroélastique (**périoste**): il s'agit d'une couche ostéogène qui contient les cellules produisant la substance osseuse; elle contient également des vaisseaux sanguins. Le périoste est un tissu conjonctif qui se différencie en tissu osseux.
- **tissu osseux compact**: il est formé par les cellules osseuses (ostéoblastes) et par la substance fondamentale osseuse. Les ostéoblastes sont logés dans des cavités de la substance fondamentale appelées ostéoplastes. Ils émettent des prolongements protoplasmiques qui les unissent les uns aux autres. La disposition des cellules est ordonnée, concentrique en couronnes autour de fins canalicules creusés dans la substance osseuse: les **canaux de Havers**, connus sous le nom de système de Havers ou ostéone. Ces canaux sont nourriciers; ils contiennent des vaisseaux capillaires et des filets nerveux amyéliniques.
- canal médullaire ou **cavité médullaire**: elle renferme la moelle jaune, qui est un tissu adipeux avec une fonction de filtration-épuratoire.
- **tissu osseux spongieux**: il est formé par un lacis tridimensionnel de spicules ou trabécules de tissu osseux, ramifié et anastomosé, délimitant un labyrinthe d'espaces intercommunicants occupés par de la moelle osseuse rouge, dont la fonction est la formation des globules rouges et blancs, et des vaisseaux sanguins. On y remarque également la présence de lignes de force au niveau du système trabéculaire pour assurer résistance et légèreté.

A un moment donné du développement embryonnaire, tout le squelette est composé de cartilage hyalin. L'ossification ou ostéogénèse commence dans l'embryon et se termine à la puberté. L'ossification s'opère soit à partir du tissu conjonctif, soit à partir du tissu cartilagineux.

5.4 Tissu musculaire

Les **muscles squelettiques**, parce qu'ils soutiennent le squelette et mobilisent les articulations, assurent le mouvement (se déplacer pour chercher de la nourriture, un refuge, un partenaire sexuel, fuir un animal) et sont ainsi impliqués dans des relations de l'organisme avec le milieu extérieur. Les **muscles peauciers** participent également à une relation (mimiques, etc.). Les muscles squelettiques et peauciers sont striés et obéissent à la volonté.

D'autres muscles se rencontrent dans la paroi des viscères (estomac, intestin, canaux biliaires et vésicule, conduit urinaire et vessie, cœur et artères). Leurs contractions assurent la progression des substances nutritives (aliments, sang) et des substances de déchet (matières fécales, bile, urine). Ils assurent l'activité des organes creux. Ce sont les **muscles viscéraux**. Les muscles viscéraux n'obéissent pas à la volonté. Le muscle cardiaque est strié tandis que tous les autres muscles viscéraux sont lisses.

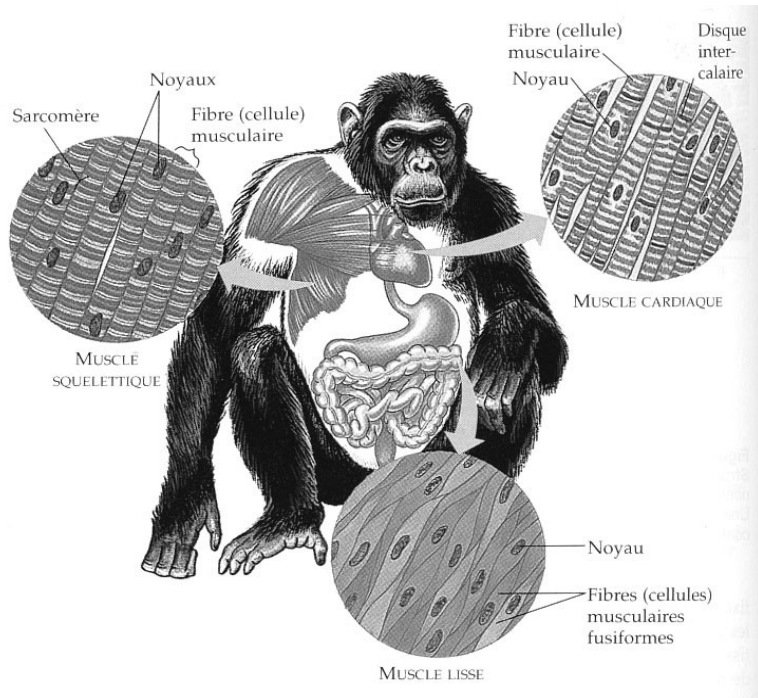


Les muscles assurent les grandes fonctions suivantes:

- . exécution de mouvements (flexion, extension): fonction motrice;
- . maintien de la posture et du tonus;
- . variation du volume des organes creux.

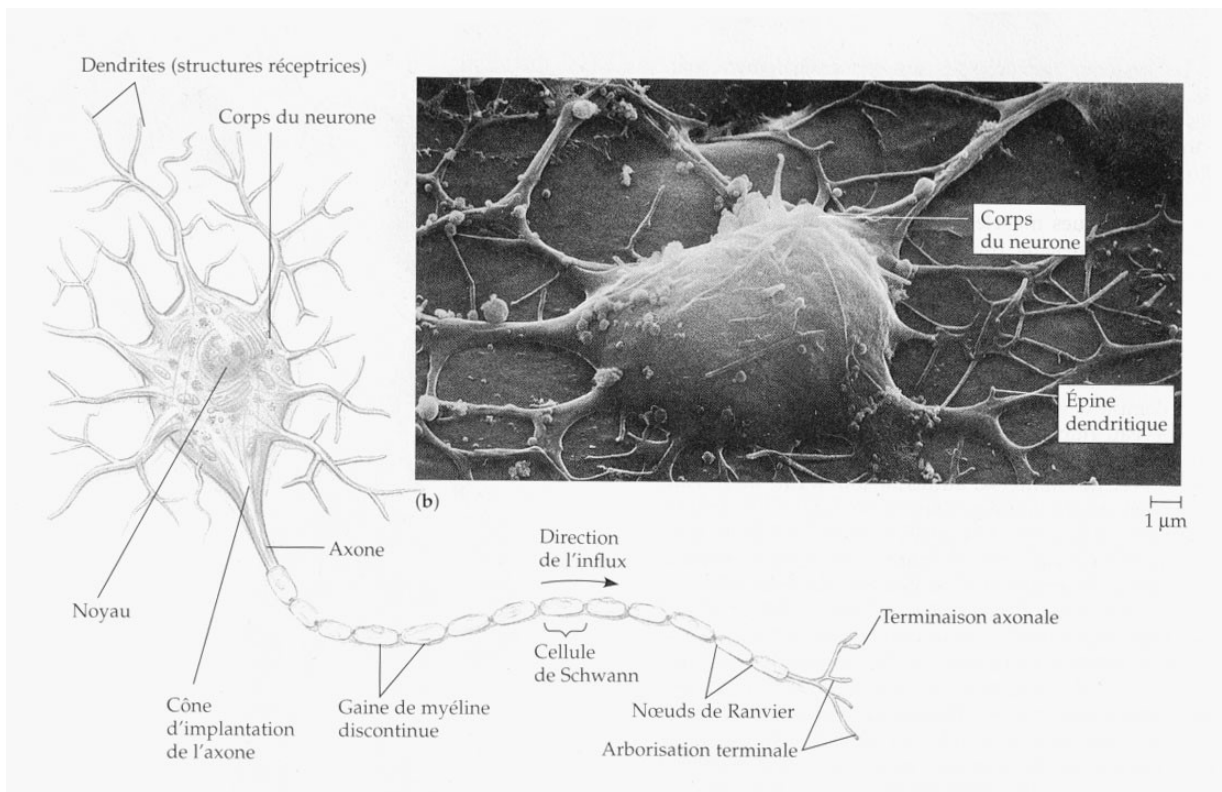
Variétés de muscles chez les Vertébrés.

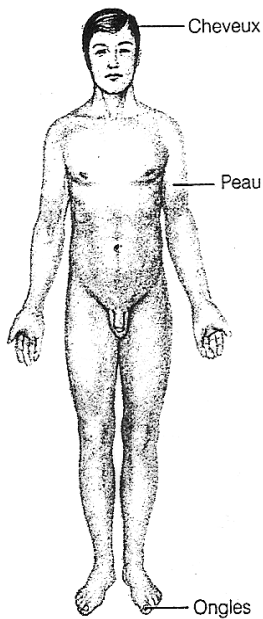
Le muscle squelettique se compose de faisceaux de longues cellules appelées fibres musculaires ; chaque fibre consiste en un faisceau de brins appelés myofibrilles. Les myofibrilles sont des assemblages linéaires de sarcomères, les unités contractiles fondamentales du muscle. L'alignement des sous-unités de sarcomères dans les myofibrilles (microfibrilles musculaires) adjacentes forment des bandes, ou stries, claires et sombres. Le muscle cardiaque, également strié, possède des propriétés contractiles semblables à celles du muscle squelettique. Contrairement aux fibres du muscle squelettique, toutefois, les fibres du muscle cardiaque se ramifient et sont reliées par des disques intercalaires qui contribuent à synchroniser la contraction cardiaque. Le muscle lisse se compose de cellules fusiformes dépourvues de stries.



5.5 Tissu nerveux

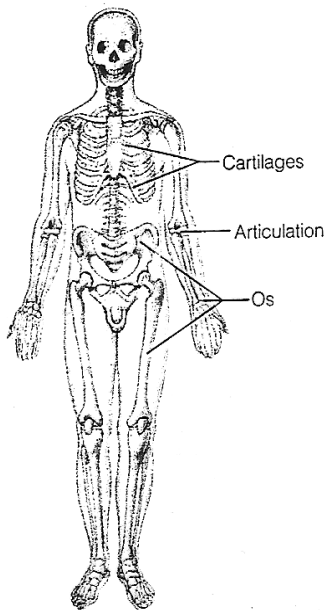
Le tissu nerveux des centres nerveux est constitué de cellules nerveuses, de cellules gliales (cellules de soutien) et de capillaires sanguins. Les cellules nerveuses, ou **neurones**, sont entourées de cellules gliales, les astrocytes et les oligodendrocytes dans le système nerveux central, et les cellules de Schwann dans le système nerveux périphérique.





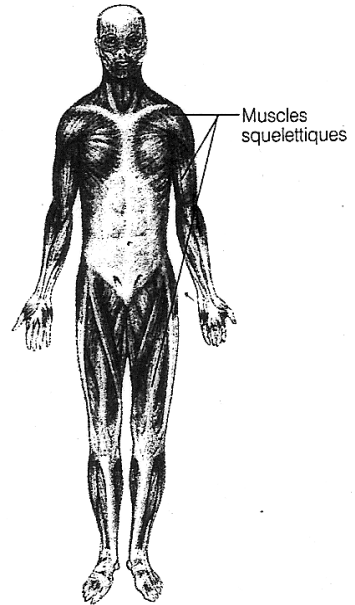
○ (a) **Système tégumentaire**

Le système tégumentaire forme la couche externe de l'organisme; protège les tissus plus profonds contre les traumatismes; synthétise la vitamine D; contient les récepteurs cutanés (de la douleur, de la sensibilité à la pression, etc.), ainsi que les glandes sudoripares et sébacées.



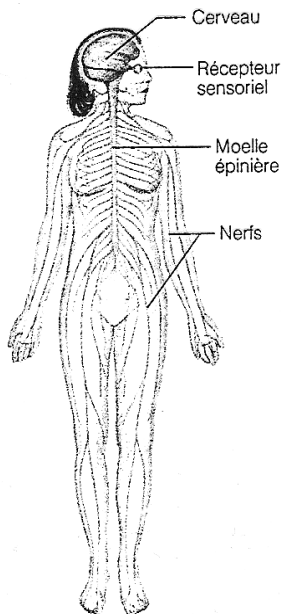
○ (b) **Système osseux**

Protège et soutient les autres organes; constitue une charpente sur laquelle les muscles s'appuient pour produire le mouvement; les os sont le siège de la formation des globules sanguins; réserve de minéraux.



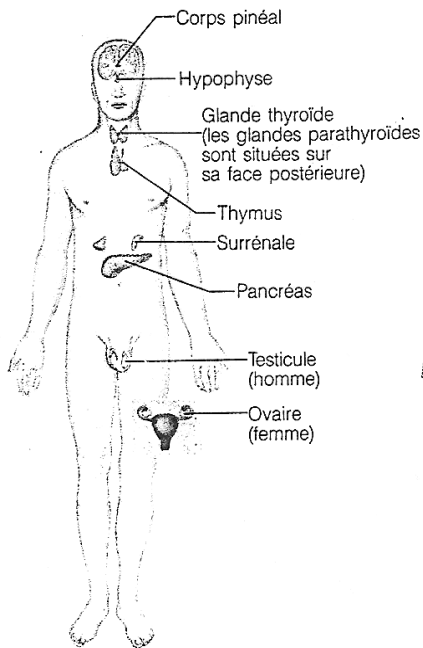
● (c) **Système musculaire**

Permet les modifications de l'environnement, la locomotion et l'expression faciale; maintient l'attitude; produit de la chaleur.



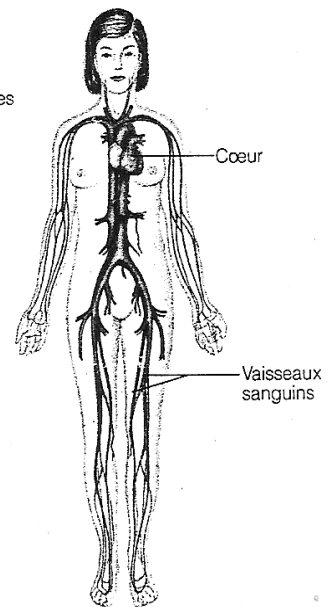
○ (d) **Système nerveux**

Système de régulation de l'organisme; réagit rapidement aux changements internes et externes en activant les glandes et les muscles appropriés.



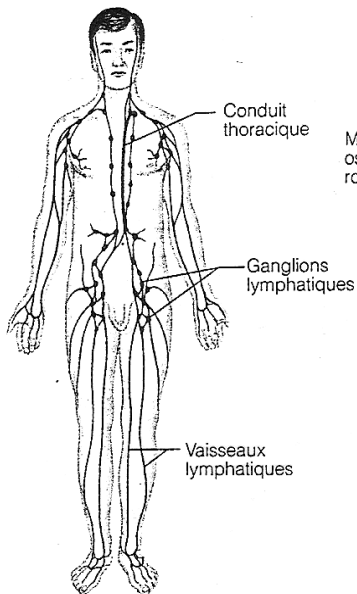
● (e) **Système endocrinien**

Système de régulation formé de glandes qui sécrètent des hormones réglant des processus comme la croissance, la reproduction et l'utilisation des nutriments par les cellules (métabolisme).



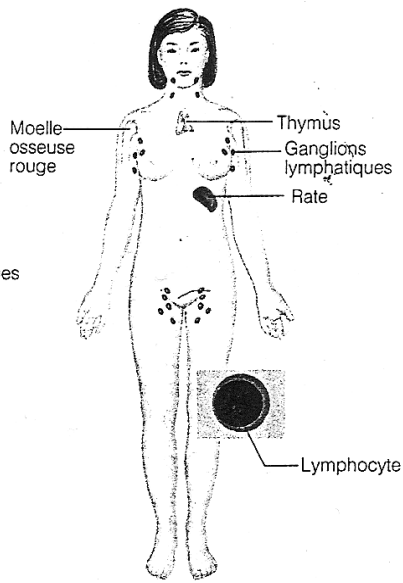
● (f) **Système cardiovasculaire**

Les vaisseaux sanguins transportent le sang, qui contient de l'oxygène, du gaz carbonique, des nutriments, des déchets, etc.; le cœur pompe le sang.



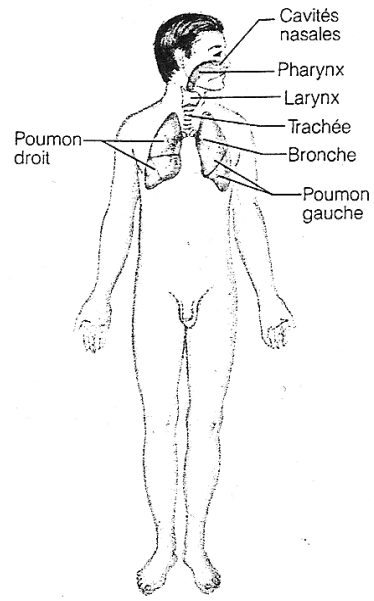
(g) Système lymphatique

Recueille le liquide qui s'échappe des vaisseaux sanguins et le retourne dans le sang; contient les globules blancs qui jouent un rôle dans l'immunité.



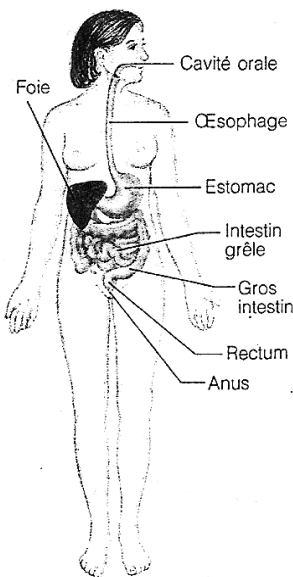
(h) Système immunitaire

Ce système protège le corps par l'intermédiaire de la réaction immunitaire, c'est-à-dire grâce à la destruction des substances étrangères par les lymphocytes et/ou les anticorps.



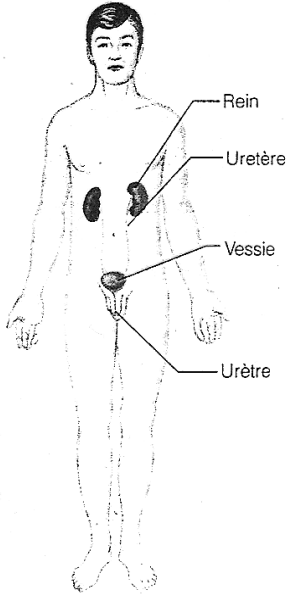
(i) Système respiratoire

Assure en permanence l'approvisionnement du sang en oxygène et le retrait du gaz carbonique; les échanges gazeux ont lieu dans les parois des alvéoles pulmonaires.



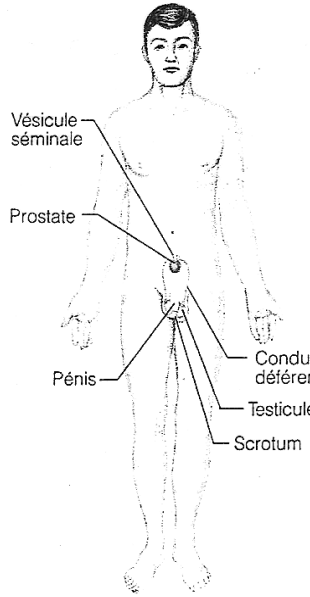
(j) Système digestif

Dégrade les aliments en nutriments absorbables qui passent dans le sang pour être distribués aux cellules; les substances impossibles à digérer forment les selles.



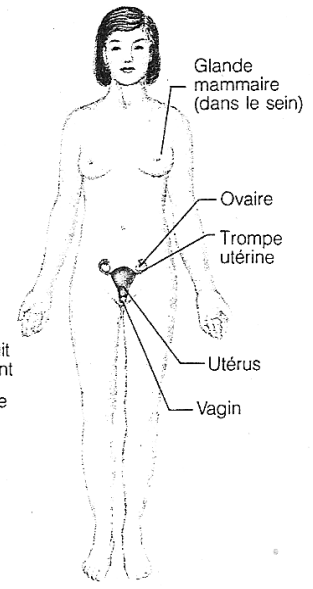
(k) Système urinaire

Élimine du corps les déchets azotés; règle l'équilibre hydrique, électrolytique et acide-base du sang.



(l) Système génital de l'homme

Destinés à la reproduction. Les testicules produisent les spermatozoïdes et l'hormone sexuelle mâle (la testostérone); les conduits et les glandes permettent de déposer les spermatozoïdes dans les voies génitales de la femme. Les ovaires produisent les ovules et les hormones sexuelles femelles (les œstrogènes et la progestérone); les autres organes sont le siège de la fécondation et du développement du fœtus. Les glandes mammaires situées dans les seins produisent du lait pour nourrir le nouveau-né.



(m) Système génital de la femme

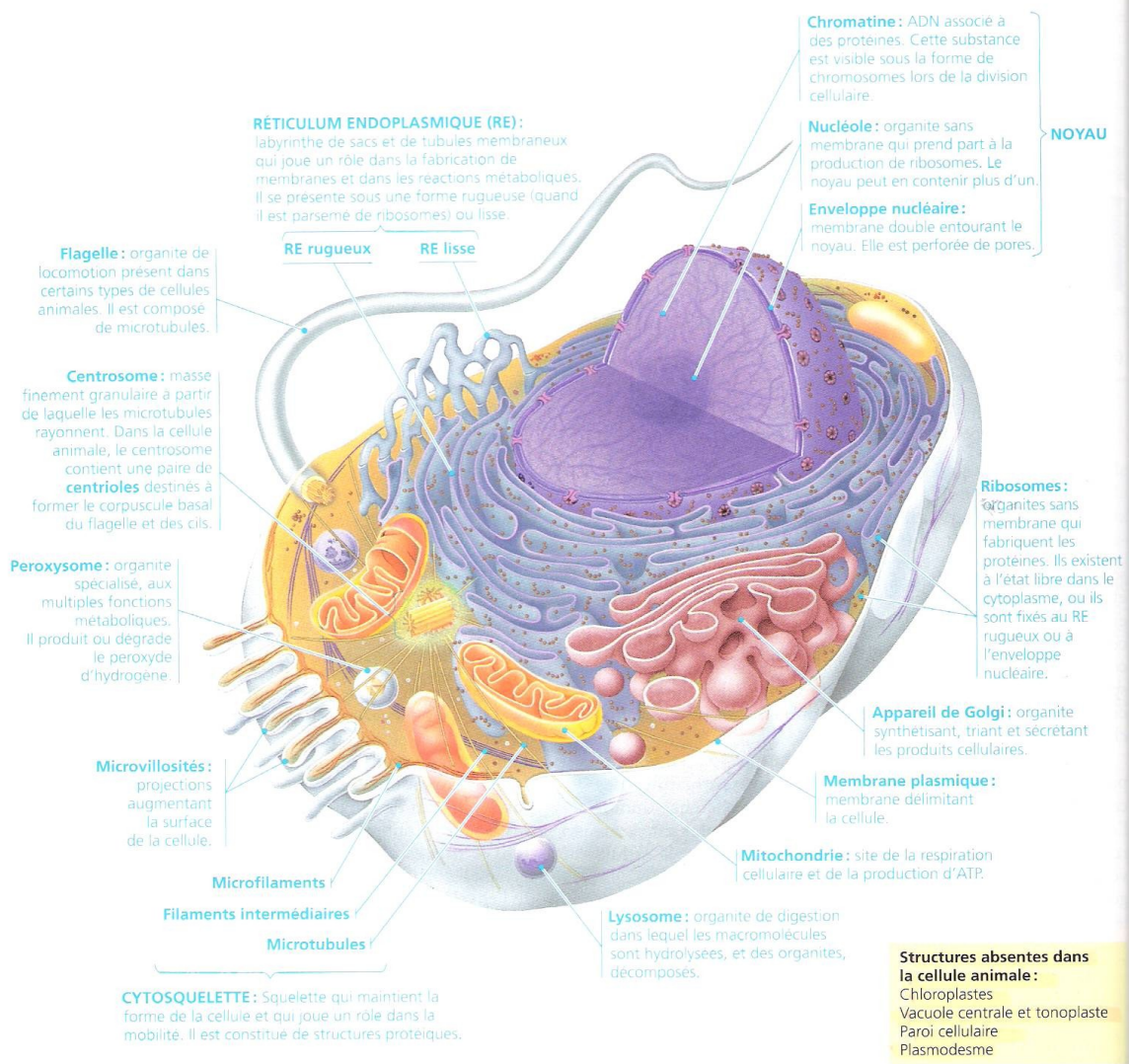
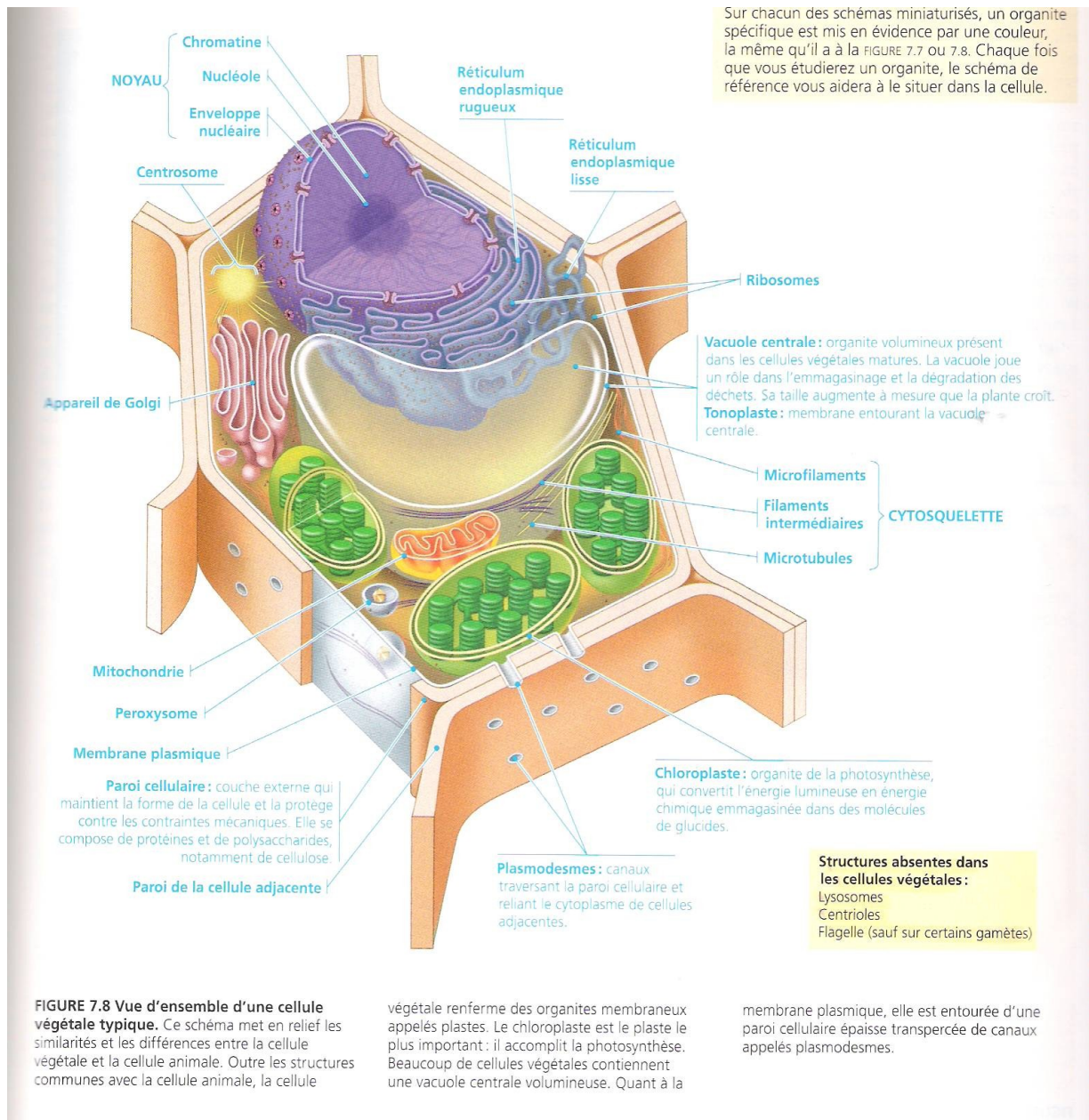


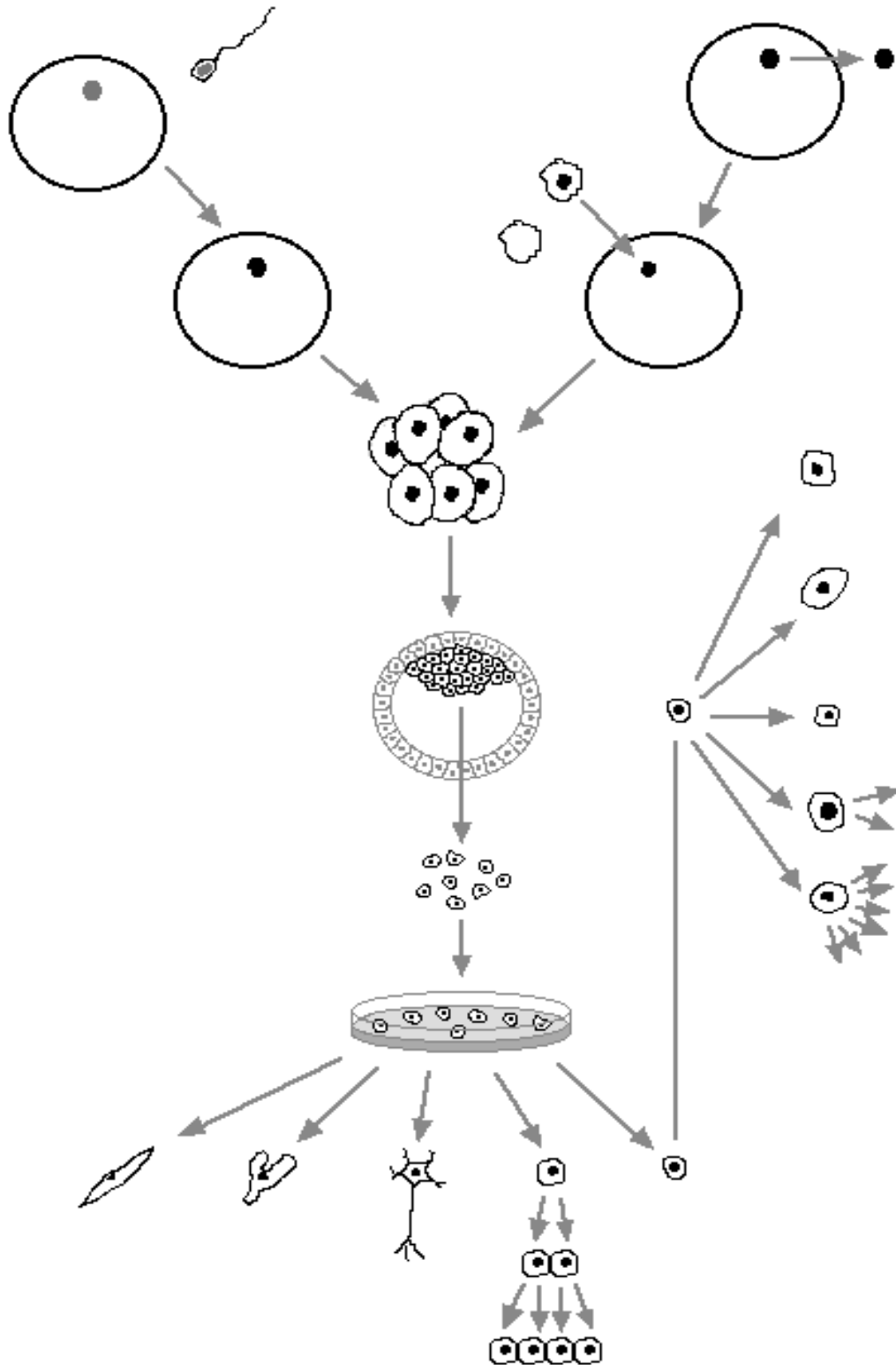
FIGURE 7.7 Vue d'ensemble de la cellule animale. Ce schéma représente les caractéristiques structurales les plus répandues dans les cellules animales (cette cellule est hypothétique). Chacune de celles-ci renferme divers organites (« petits organes ») dont certains sont délimités

par une ou plusieurs membranes. L'organe le plus volumineux est généralement le noyau. La majeure partie des activités métaboliques de la cellule se déroule dans le cytoplasme. Ce dernier occupe toute la région comprise entre le noyau et la membrane plasmique. Il contient une grande

quantité d'organites spécialisés en suspension dans un milieu semi-liquide appelé cytosol. Un peu partout dans le cytoplasme s'étend un labyrinthe de membranes, le réticulum endoplasmique (RE).



Cellules souches



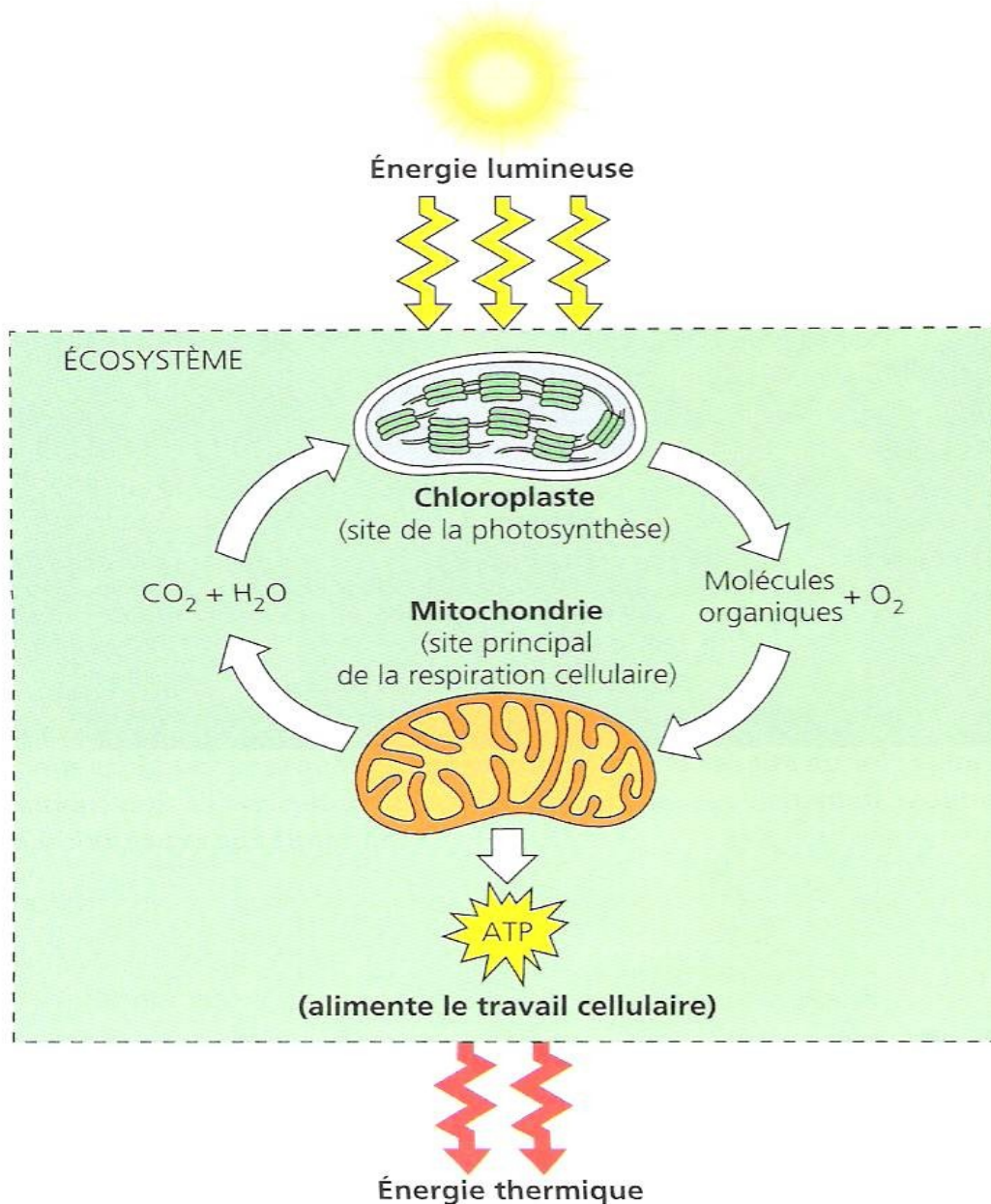


FIGURE 9.1 Flux de l'énergie et recyclage chimique dans les écosystèmes. Les mitochondries des cellules eucaryotes utilisent les molécules organiques et le dioxygène issus de la photosynthèse pour la respiration aérobie. La respiration extrait l'énergie emmagasinée dans les molécules organiques pour produire de l'ATP, la substance qui alimente la majeure partie du travail cellulaire. Les déchets de la respiration, soit le dioxyde de carbone et l'eau, sont justement les matières premières de la photosynthèse, qui se fait dans les chloroplastes. On voit donc que les substances chimiques nécessaires à la vie se recyclent. L'énergie, elle, ne se recycle pas : elle entre dans un écosystème sous forme de lumière solaire et en sort sous forme de chaleur.