

Figure 7.10

Cellule animale. Ce schéma représente les caractéristiques structurales les plus répandues dans les cellules animales. La cellule renferme divers constituants, appelés organites (« petits organes »). Le plus volumineux des organites de la cellule animale est généralement le noyau, qui contient, sous forme d'ADN, les gènes parentaux. Avec ses protéines associées, l'ADN s'organise en structures appelées chromosomes; entre les périodes de division cellulaire, les chromosomes n'apparaissent pas comme des structures distinctes mais comme un amas diffus appelé chromatine. Le noyau contient aussi un ou plusieurs nucléoles; leur fonction consiste à produire les ribosomes, sites de la synthèse protéique. Le noyau se trouve dans une enveloppe composée de deux membranes.

La majeure partie des activités métaboliques de la cellule se déroule dans le cytoplasme, lequel occupe toute la région comprise entre le noyau et la membrane

plasmique entourant la cellule. Le cytoplasme contient une grande quantité d'organites spécialisés en suspension dans un milieu semi-liquide appelé cytosol. Un peu partout dans le cytoplasme s'étend le réticulum endoplasmique (RE), un labyrinthe de sacs et de tubules aplatis dont le contenu est séparé du cytosol par des membranes. Le réticulum endoplasmique se présente sous deux formes: rugueux (parsemé de ribosomes) et lisse. Les ribosomes attachés aux membranes du réticulum endoplasmique rugueux produisent de nombreuses protéines. Le réticulum endoplasmique joue également un rôle capital dans l'élaboration des autres membranes de la cellule. L'appareil de Golgi, un autre organite membraneux du cytoplasme, se compose d'un empilement de saccules aplatis qui synthétisent, modifient, stockent, trient et sécrètent les produits cellulaires.

Les autres organites entourés de membranes sont: les lysosomes, qui contiennent

un mélange d'enzymes digestives hydrolysant les macromolécules; les peroxysomes, un groupe d'organites divers contenant des enzymes spécialisées dans l'accomplissement de processus métaboliques précis; et les vacuoles, qui remplissent diverses fonctions reliées au stockage et au métabolisme. Les mitochondries sont les organites qui produisent de l'ATP à partir de sources d'énergie organiques comme les glucides au cours de la respiration cellulaire.

La cellule contient enfin des structures dénuées de membranes, dont les microtubules et les microfilaments. La charpente formée par ces structures, appelée cytosquelette, confère forme et mobilité à la cellule. La cellule représentée ci-haut porte un flagelle, un organite locomoteur composé de microtubules. Les centrioles, situés près du noyau, se composent eux aussi de microtubules. Ils jouent un rôle important dans la division cellulaire et dans la formation des flagelles.

Tableau 7.3 Résumé des structures et des fonctions de la cellule eucaryote

Fonctions générales	Structures	Fonctions spécifiques
Échanges avec l'environnement	Membrane plasmique	Protection Participation à l'homéostasie grâce à la perméabilité sélective Formation de vacuoles nutritives
Contrôle général de la cellule	Noyau Chromosomes Nucléole	Site de l'ADN qui programme la synthèse des protéines Production des ribosomes
Fabrication des macromolécules	Ribosomes Réticulum endoplasmique rugueux Réticulum endoplasmique lisse Appareil de Golgi	Site de la synthèse des protéines Assemblage des glycoprotéines et enrobage des protéines de sécrétion Production de membranes internes et de vésicules membraneuses Synthèse des lipides Dans les cellules musculaires, entreposage et libération des ions calcium Dans les cellules hépatiques, métabolisme des glucides Dans les cellules hépatiques, détoxification Production de membranes internes et de vésicules membraneuses Modification, entreposage, triage et distribution des substances chimiques produites par la cellule Production de vésicules membraneuses
Entretien	Lysosomes Peroxisomes Vacuole centrale (chez les Végétaux)	Digestion de la nourriture, des substances étrangères et des organites endommagés Participation au métabolisme des lipides et des glucides Élimination du peroxyde d'hydrogène Détoxification de certaines substances Entreposage de lipides (cellule végétale) Dégradation de macromolécules, entreposage de nutriments et de déchets, protection, croissance
Transformation de l'énergie	Mitochondries Chloroplastes (chez les Végétaux et certains Protistes)	<u>↳ dégradation de glucose (etc.) pour ↳</u> Respiration cellulaire et <u>synthèse de l'ATP</u> = énergie Conversion de l'énergie lumineuse en énergie chimique
Soutien, mouvement et communication intercellulaire	Cytosquelette Paroi cellulaire (chez les Végétaux, les Mycètes et certains Protistes) Glycocalyx (chez les Animaux) Jonctions intercellulaires	Maintien ou changement de la forme cellulaire Ancrage de certains organites Mouvement cellulaire Mouvement des chromosomes et de certains organites Maintien de la forme de la cellule et soutien mécanique Protection Protection superficielle Adhérence des cellules dans les tissus Reconnaissance intercellulaire Réception de substances Communication entre les cellules Union des cellules dans les tissus

par des lysosomes. Ceux-ci sont produits par le réticulum endoplasmique et l'appareil de Golgi. Les enzymes digestives des lysosomes et les protéines du cytosquelette, elles, sont fabriquées par des ribosomes. Et la synthèse des protéines est programmée par les messages

génétiques que l'ADN envoie du noyau. Tous ces processus requièrent de l'énergie, que les mitochondries fournissent sous forme d'ATP. Les fonctions cellulaires naissent de l'ordre cellulaire: la cellule est une entité supérieure à la somme de ses parties.

Reproduction

La **reproduction**, c'est-à-dire la production de descendants, s'effectue au niveau cellulaire et au niveau de l'organisme. La reproduction des cellules se fait par division cellulaire (mitose), une cellule originale (cellule mère) produisant deux cellules filles identiques pour assurer la croissance ou la guérison d'une lésion. La reproduction de l'organisme humain, c'est-à-dire la génération d'un nouvel être humain, est la fonction des organes du système génital, qui produisent des spermatozoïdes et des ovules. Lorsqu'un spermatozoïde s'unit à un ovule, l'ovule ainsi fécondé se développe à l'intérieur de l'organisme maternel jusqu'à la naissance d'un individu à la fois semblable et différent de ses parents. La fonction du système génital est réglée de façon très fine par les hormones du système endocrinien.

Croissance

La **croissance** est l'augmentation de volume de l'organisme, habituellement par la multiplication des cellules. Pour qu'une croissance ait lieu, il faut que les activités de synthèse cellulaire se fassent à un rythme plus rapide que les activités de dégradation.

Besoins vitaux

Presque tous les systèmes de l'organisme travaillent d'une façon ou d'une autre au maintien de la vie. Cependant, la vie est extraordinairement fragile et plusieurs facteurs lui sont nécessaires. Ce sont ces facteurs que nous appelons *besoins vitaux*, soit les nutriments, l'oxygène, l'eau ainsi qu'une température et une pression atmosphérique adéquates.

Les **nutriments** proviennent de l'alimentation et contiennent les substances chimiques qui servent à produire de l'énergie ou à construire des cellules. Les glucides sont la principale source d'énergie des cellules. Les protéines et, dans une moindre mesure, les lipides sont essentiels à l'élaboration des structures de la cellule. Les lipides protègent également les organes et constituent une réserve d'énergie. Quant aux vitamines et aux minéraux, ils sont indispensables aux réactions chimiques qui se déroulent à l'intérieur des cellules ainsi qu'au transport de l'oxygène par le sang.

Tous les nutriments du monde seraient inutiles sans **oxygène** puisque les réactions chimiques qui permettent de tirer de l'énergie des nutriments nécessitent de l'oxygène. Ce gaz forme 20% de l'air que nous respirons. Il se rend jusqu'aux cellules grâce au travail conjoint du système respiratoire et du système cardiovasculaire.

L'**eau** compte pour 60 à 80% de la masse corporelle; c'est la substance chimique la plus abondante de l'organisme. Elle constitue la substance de base des

sécrétions et excrétiens. L'organisme tire l'eau des aliments et des liquides ingérés et il la perd par évaporation au niveau des poumons et de la peau ainsi que par les excrétiens.

L'organisme ne peut fonctionner adéquatement que si la **température corporelle** est maintenue à environ 37 °C. Tout abaissement de la température au-dessous de ce point entraîne un ralentissement progressif des réactions métaboliques puis, finalement, leur arrêt. À l'inverse, si la température est excessive, les réactions chimiques deviennent trop rapides et les protéines de l'organisme commencent à se dégrader. Les deux extrêmes de température sont mortels. La majeure partie de la chaleur du corps est produite par les muscles squelettiques.

La force exercée par l'air sur la surface du corps est appelée **pression atmosphérique**. La respiration et les échanges d'oxygène et de gaz carbonique dans les poumons dépendent de la pression atmosphérique. En altitude, là où l'air est peu dense et la pression atmosphérique faible, l'apport en oxygène est parfois insuffisant et ne peut donc permettre un métabolisme normal.

Pour assurer la survie, non seulement les facteurs décrits ci-dessus doivent-ils exister, mais ils doivent être présents en quantité appropriée; les excès peuvent être tout aussi néfastes que les insuffisances. Par exemple, nous devons consommer des aliments de bonne qualité et en quantité adéquate afin d'éviter les troubles nutritionnels, l'obésité ou l'inanition.

Homéostasie

Notre corps est constitué de millions de millions de cellules presque toujours en activité. Le fait qu'il y survive si peu de problèmes de fonctionnement ne peut que nous émerveiller. Le mot **homéostasie** désigne la capacité de l'organisme de maintenir une stabilité relative du milieu interne malgré les fluctuations constantes de l'environnement. Même si l'étymologie du terme fait référence à un état stable (*homoios* = semblable; *stasis* = position), l'homéostasie ne désigne pas vraiment un état sans changement, mais plutôt un état d'équilibre *dynamique* dans lequel les conditions internes varient et changent, mais toujours dans des limites relativement étroites.

En général, on considère que l'organisme est en état d'homéostasie quand il fonctionne bien et que ses besoins sont satisfaits. Presque tous les systèmes contribuent à maintenir un milieu interne stable. Ainsi, non seulement l'organisme doit-il maintenir à tout moment

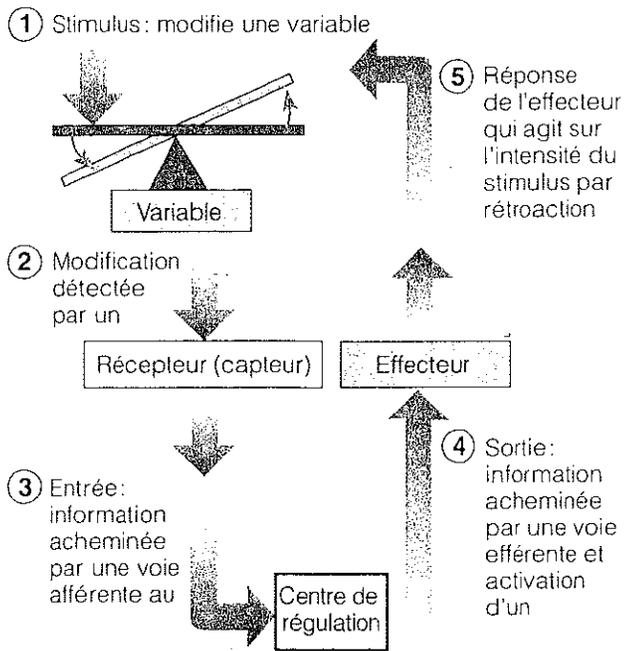


Figure 1.4 Les éléments d'un mécanisme de régulation. Les communications entre le récepteur, le centre de régulation et l'effecteur sont essentielles au bon fonctionnement de ce mécanisme.

une concentration adéquate de nutriments dans le sang, mais il doit également surveiller et ajuster sans arrêt l'activité cardiaque et la pression artérielle afin que le sang puisse être acheminé à une vitesse adéquate à tous les tissus. Par ailleurs, l'organisme doit aussi éviter l'accumulation des déchets et assurer une régulation précise de la température corporelle.

Mécanismes de régulation de l'homéostasie

La communication entre les différents systèmes de l'organisme est donc essentielle au maintien de l'homéostasie. Ce sont principalement le système nerveux et le système endocrinien qui assurent cette communication par l'intermédiaire de signaux électriques acheminés par des nerfs ou par des hormones transportées par le sang, respectivement. Nous étudierons en détail le fonctionnement de ces deux grands systèmes de régulation dans des chapitres ultérieurs. Pour l'instant, nous nous contenterons de décrire les caractéristiques fondamentales des systèmes de régulation nerveuse et hormonale de l'homéostasie.

Quel que soit le facteur contrôlé (appelé *variable*), tous les mécanismes de régulation comportent au moins trois éléments (voir la figure 1.4). Le premier est un

récepteur. Il s'agit essentiellement d'une structure dont le rôle consiste à capter les changements dans l'environnement et à y réagir. Pour réagir à ces changements, appelés *stimulus*, le récepteur envoie des informations (entrée) au second élément, qui est le *centre de régulation*. Ces informations vont du récepteur au centre de régulation en suivant la *voie afférente*.

Le **centre de régulation**, qui fixe le niveau (valeur de référence) où la variable doit être maintenue, analyse les informations qu'il reçoit et détermine la réponse ou la réaction appropriée.

Le troisième élément est l'**effecteur**, grâce auquel le centre de régulation apporte une réponse (sortie) au stimulus. Pour aller du centre de régulation à l'effecteur, l'information suit la *voie efférente*. La réponse engendre alors une *rétroaction* qui agit sur le stimulus. Cette rétroaction peut avoir pour effet de réduire le stimulus (rétro-inhibition) de sorte que tout le mécanisme de régulation cesse son activité, ou elle peut le renforcer (rétroactivation) de sorte que la réaction se poursuit avec une intensité croissante.

La majorité des mécanismes de régulation de l'homéostasie sont des **mécanismes de rétro-inhibition**, c'est-à-dire des systèmes qui, par leur réponse au stimulus, mettent fin au stimulus de départ ou réduisent son intensité. Pour illustrer le système de rétro-inhibition, on utilise souvent l'exemple d'un appareil de chauffage relié à un thermostat. Le thermostat contient à la fois le récepteur et le centre de régulation. Si le thermostat est réglé à 20 °C, il met l'appareil de chauffage (l'effecteur) en marche dès que la température de la pièce descend sous cette valeur. L'appareil réchauffe alors l'air ambiant. Lorsque la température atteint 20 °C ou un peu plus, le thermostat envoie un signal pour couper l'appareil de chauffage. Le « thermostat » de votre corps, situé dans une partie de l'encéphale appelée *hypothalamus*, fonctionne à peu près selon le même principe pour maintenir la température corporelle. D'autres mécanismes de rétro-inhibition règlent le rythme cardiaque, la pression artérielle, la fréquence respiratoire ainsi que les concentrations de glucose, d'oxygène, de gaz carbonique et de minéraux dans le sang.

Étant donné qu'ils ont tendance à amplifier la fluctuation initiale (stimulus) de sorte que la variable *s'éloigne* de plus en plus de sa valeur de départ, les **mécanismes de rétroactivation** sont beaucoup plus rares que les mécanismes de rétro-inhibition. En général, les mécanismes de rétroactivation régissent des phénomènes peu fréquents qui surviennent brusquement et qui ne nécessitent pas d'ajustements continus. La coagulation sanguine et l'accouchement sont deux exemples bien connus qui font intervenir de tels mécanismes.

Déséquilibre homéostatique

L'importance de l'homéostasie est telle qu'on considère que la plupart des maladies sont causées par un **déséquilibre homéostatique**, c'est-à-dire par une perturbation de l'homéostasie. Lorsque nous avançons en âge, nos organes deviennent de moins en moins efficaces et notre milieu interne devient de plus en plus instable. Il en résulte un risque croissant de maladie ainsi que les modifications inhérentes au vieillissement.

Tout au long de ce manuel, vous trouverez des exemples de déséquilibres homéostatiques qui vous permettront de mieux comprendre les mécanismes physiologiques normaux. Les paragraphes décrivant des déséquilibres homéostatiques commencent par le symbole  pour indiquer qu'on y explique un état anormal.

Vocabulaire de l'anatomie

L'étude du corps humain est fascinante, mais notre intérêt est parfois quelque peu refroidi par la nécessité d'apprendre les termes employés en anatomie et en physiologie. Vous avez sans doute déjà remarqué que cet ouvrage ne se lit pas comme un roman ! Les termes spécialisés sont malheureusement essentiels pour éviter la confusion. Lorsqu'on regarde un ballon, il est facile de savoir que « au-dessus » désigne toujours la région située plus haut que le ballon. Les autres directions peuvent être désignées de façon tout aussi claire parce que le ballon est une sphère : tous ses côtés et surfaces sont égaux. Par contre, le corps humain présente plusieurs saillies et courbes. On est donc obligé de se demander : « Au-dessus de quoi ? » Pour bien se comprendre, les anatomistes ont adopté une série de termes qui permettent de nommer et de situer toutes les structures avec précision et en peu de mots. Dans les sections suivantes, nous définissons et expliquons ces termes anatomiques.

Position anatomique et orientation

Pour décrire avec précision une partie du corps et sa position, il faut une posture de référence et une direction. Pour éviter la confusion, on suppose toujours que le corps est dans une position standard appelée **position anatomique**. Assurez-vous que vous comprenez bien cette position car, dans cet ouvrage, la plupart des termes anatomiques font référence à un individu comme s'il était dans cette position, quelle que soit sa

véritable posture. Les schémas de face et de dos du tableau 1.1, ainsi que ceux de la rangée du haut de la figure 1.6, illustrent la position anatomique. Comme vous pouvez le constater, le corps est debout, les pieds joints, les bras pendant de chaque côté, paumes tournées vers l'avant.

- Levez-vous et prenez la position anatomique. Remarquez que cette position est celle que l'on prend quand on se tient au garde-à-vous, mais qu'elle est moins confortable parce que les mains se trouvent dans une position non naturelle, c'est-à-dire qu'elles sont ouvertes vers l'avant (les pouces pointant vers l'extérieur du corps) plutôt que tournées vers les cuisses.

Pour décrire précisément la position d'une structure corporelle par rapport à une autre, le personnel médical et les anatomistes emploient des termes relatifs à l'**orientation**. Par exemple, pour décrire la relation qui existe entre les oreilles et le nez, on pourrait dire : « Les oreilles se trouvent de chaque côté de la tête, à droite et à gauche du nez. » En termes anatomiques, cette phrase deviendrait : « Les oreilles sont latérales par rapport au nez. » De toute évidence, la terminologie anatomique est plus concise et, une fois maîtrisée, beaucoup plus claire. Les principaux termes relatifs à l'orientation sont définis et illustrés dans le tableau 1.1. Bien que la plupart de ces termes soient employés dans la vie de tous les jours, ils prennent un sens très précis en anatomie. (Notez que lorsqu'on utilise les termes « droit » et « gauche » en anatomie, on fait toujours référence à la droite et à la gauche du sujet observé, et non à celles de l'observateur.)

Avant de poursuivre, vérifiez votre compréhension du tableau 1.1. À l'aide des termes anatomiques appropriés, indiquez la relation qui existe entre les parties du corps suivantes.

Le poignet est _____ par rapport à la main.

Le sternum est _____ par rapport à la colonne vertébrale.

L'encéphale est _____ par rapport à la moelle épinière.

Les intestins sont _____ par rapport à l'estomac.

Le pouce est _____ par rapport à l'index. (Attention : dans ce dernier cas, ne perdez pas de vue la position anatomique.)