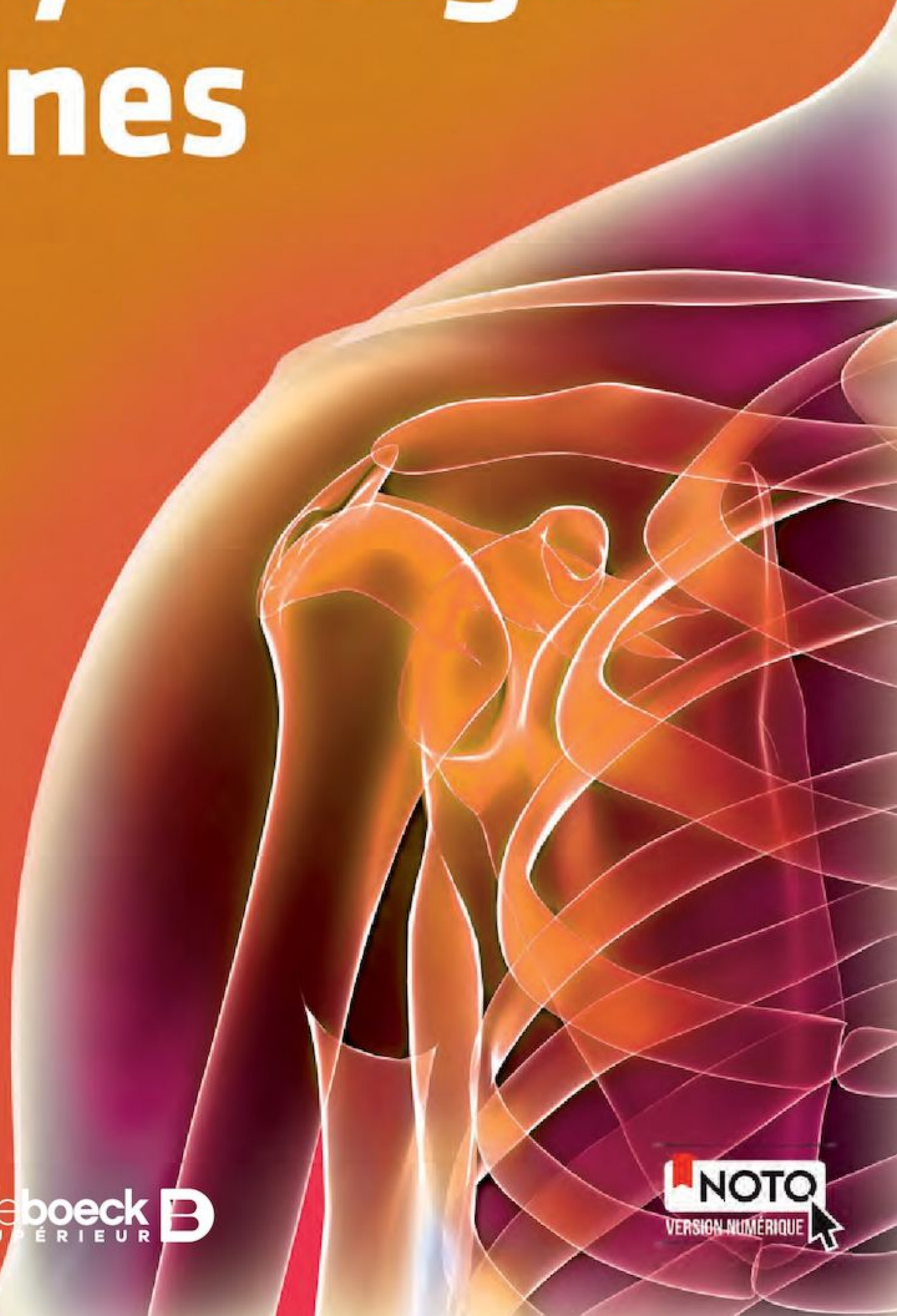
› MANUEL

2e ÉDITION

# d'anatomie et de physiologie humaines

› TORTORA
› DERRICKSON



deboeck SUPÉRIEUR

NOTO VERSION NUMÉRIQUE

MANUEL

# D'ANATOMIE ET DE PHYSIOLOGIE HUMAINES

## Chez le même éditeur

BROOKER C., LANGLOIS-WILS I., LEPRESLE E., Le corps humain. Étude, structure et fonction, 2e éd.

DESCHKA M., BOWDEN S., Dictionnaire médical illustré de poche.

GANONG W., JOBIN M., Physiologie médicale, 3e éd.

GOSLING J.A., HARRIS P.F., WITHMORE I., WILLAN P.L.T., Anatomie humaine. Atlas en couleur, 2e éd.

RAVEN P.H., JOHNSON G.B., LOSOS J.B., SINGER S.S., Biologie, 3e éd.

SANDER A., SCHWARZ S., Anatomie de poche.

SHERWOOD L., Physiologie humaine, 3e éd.

STEVENS A., LOWE J., YOUNG B., Anatomie pathologique. Atlas de Wheater.

TORTORA G.J., DERRICKSON B., Principes d'anatomie et de physiologie, 4e éd.

KIERSZENBAUM, A.L., Histologie et biologie cellulaire. Une introduction à l'anatomie pathologique.

# MANUEL D'ANATOMIE ET DE PHYSIOLOGIE HUMAINES

2e ÉDITION


› TORTORA

› DERRICKSON

Adaptation française de
Sophie Dubé et Louise Martin



deboeck SUPÉRIEUR

Cet ouvrage est une version française de la dixième édition de *Introduction to the Human Body – The Essentials of Anatomy and Physiology* de Gerard J. Tortora et Bryan Derrickson, publiée et vendue à travers le monde avec l'autorisation de John Wiley & Sons, Inc.

Copyright 2015 John Wiley & Sons, Inc. All Rights Reserved. This translation published under license with the original publisher John Wiley & Sons, Inc.

© ÉDITIONS DU RENOUVEAU PÉDAGOGIQUE INC. (ERPI), 2016
Membre du groupe Pearson Education depuis 1989

Traduction de Marie-Hélène Courchesne

Pour toute information sur notre fonds et les nouveautés dans votre domaine de spécialisation, consultez notre site web: **www.deboecksuperieur.com**

© Copyright Éditions du Renouveau Pédagogique, Inc., 2016
Tous droits réservés.
Dépôt légal:
Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2016
Bibliothèque et Archives Canada, 2016

Diffusion pour l'Europe et l'Afrique
De Boeck Supérieur s.a.
Rue du Bosquet, 7 – B-1348 Louvain-la-Neuve

Tous droits réservés pour tous pays.
Il est interdit, sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, de reproduire (notamment par photocopie) partiellement ou totalement le présent ouvrage, de le stocker dans une banque de données ou de le communiquer au public, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit.

*Imprimé au Canada*

Dépôt légal:
Bibliothèque Nationale, Paris: novembre 2016
Bibliothèque royale de Belgique, Bruxelles: 2016/13647/128

ISBN 978-2-8073-0297-6
ISBN ERPI 978-2-7613-6798-1

4567890 II 15 14
13296 ABCD SM9

# Avant-propos

La deuxième édition d'*Éléments d'anatomie et de physiologie* est conçue pour les cours d'anatomie et de physiologie humaines ou de biologie humaine. L'utilisation de ce manuel ne requiert pas d'études antérieures sur le corps humain. La présente édition offre encore une présentation équilibrée du contenu chapeautée par le thème central et unificateur qu'est l'homéostasie et soutenue par des explications sur les déséquilibres de l'homéostasie. En outre, les nombreux commentaires des étudiants nous ont convaincus que les lecteurs apprennent l'anatomie et la physiologie plus facilement lorsqu'ils gardent à l'esprit la relation entre la structure et la fonction. Le fait que les auteurs soient l'un anatomiste et l'autre physiologiste, des spécialités très différentes, permet d'établir un équilibre entre l'anatomie et la physiologie.

Nous avons organisé le contenu des pages de manière à offrir aux étudiants une présentation précise et claire, autant dans le texte que dans les illustrations, de la structure et du fonctionnement du corps humain.

## Les nouveautés de la présente édition

La deuxième édition d'*Éléments d'anatomie et de physiologie* est une mise à jour complète qui intègre la terminologie la plus récente et un glossaire étoffé. La présentation a été améliorée afin de faire en sorte que le contenu soit clair et facile à consulter. La rubrique «Application clinique», qui explique l'importance des structures et des fonctions anatomiques, a été revue en profondeur.

Les illustrations qui viennent étayer la science très visuelle qu'est l'anatomie ont été soigneusement examinées, et modifiées au besoin, tout au long du manuel. Chacun des chapitres contient des illustrations ou des photographies nouvelles ou modifiées.

Les illustrations présentant les boucles de rétroaction ont été revues dans tout le manuel afin que l'accent soit mis sur l'homéostasie et les mécanismes qui la maintiennent. Dès le premier chapitre, la mise en forme particulière de ces figures permet de repérer les composantes clés d'une boucle de rétroaction, qu'il s'agisse de la régulation de la pression artérielle, de la respiration, de la glycémie ou d'une variété d'autres fonctions faisant appel à un mécanisme de rétro-inhibition ou de rétroactivation.

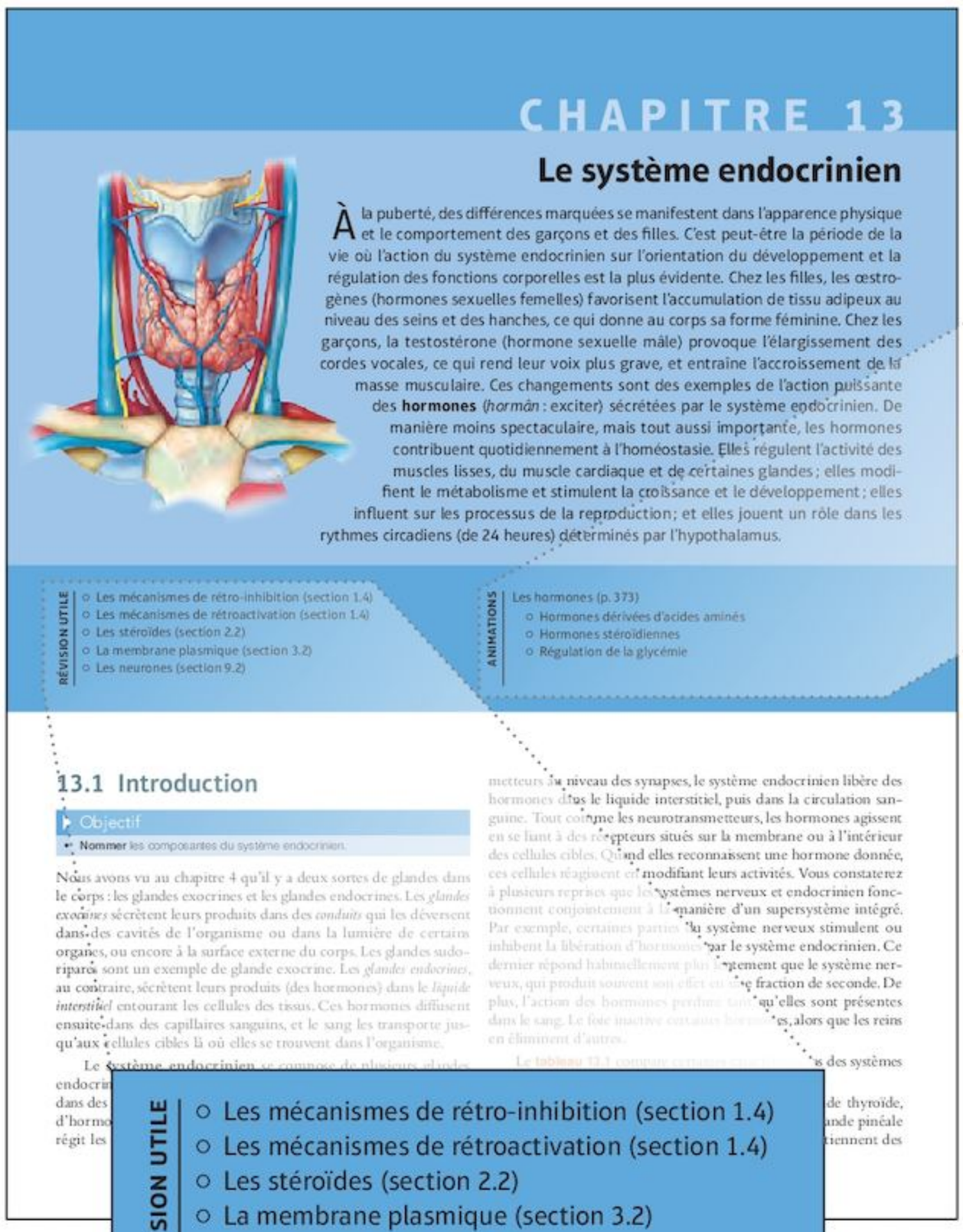
De plus, à la fin de chaque chapitre portant sur un système, une page complète, intitulée «Point de mire sur l'homéostasie» est consacrée à la manière dont ce système contribue à l'homéostasie globale par son interaction avec d'autres systèmes. Ces pages ont été réorganisées pour que cette information de synthèse soit présentée plus efficacement.

## L'adaptation française

Le travail d'adaptation a été guidé par un souci de rigueur et d'exactitude, tout en gardant à l'esprit que ce livre doit rester accessible. Les notions abordées dans ce livre et la séquence avec laquelle elles sont amenées sont issues d'une longue réflexion portant sur la pédagogie et les stratégies d'apprentissage. Je tiens à remercier Louise Martin, Jean-Pierre Regnault et Sylvie Chapleau pour leurs conseils, leurs suggestions et leurs commentaires toujours constructifs et pertinents. Un merci particulier à Clara et à Marie pour leur patience, leur amour et leur intérêt toujours croissant pour mes histoires portant sur le corps humain.

Sophie Dubé

# Guide visuel




## Animations

La première page de certains chapitres donne la liste des animations auxquelles on renvoit dans le texte à l'aide du pictogramme ▶

ANIMATIONS
- Les hormones (p. 373)
  - Hormones dérivées d'acides aminés
  - Hormones stéroïdiennes
  - Régulation de la glycémie

## Révision utile

À partir du chapitre 2, la première page de chaque chapitre contient une liste de notions abordées précédemment et qui sont particulièrement utiles à la compréhension du chapitre à l'étude. Un numéro de section facilite le repérage de ces notions fondamentales. L'étudiant peut ainsi relier les notions importantes des chapitres précédents qui sont essentielles à la réussite du cours.

## Objectifs

Nous sommes convaincus que de nombreux étudiants comprennent mieux la matière de chaque chapitre quand elle est présentée de manière à couvrir quelques **objectifs d'apprentissage** à la fois. C'est pourquoi les objectifs sont répartis dans tout le chapitre. Chaque section importante commence par une courte liste ciblée des notions de base qu'elle contient.

### Objectifs

- **Situer** le cœur et **décrire** la structure et les fonctions du péricarde.
- **Décrire** les tuniques de la paroi du cœur et les cavités du cœur.
- **Reconnaître** les principaux vaisseaux sanguins qui entrent dans le cœur et en sortent.
- **Décrire** la structure et les fonctions des valves du cœur.

## Point de contrôle

En plus des objectifs, nous avons placé des **points de contrôle** à intervalles stratégiques dans le chapitre. Ces exercices aideront l'étudiant à vérifier s'il comprend ce qu'il lit. Les réponses sont faciles à trouver dans le texte qui précède immédiatement la rubrique. Quand un exposé contient des points de contrôle, les réponses s'y trouvent également.

### ▶ Point de contrôle

1. Décrivez l'emplacement du cœur.
2. Décrivez les diverses tuniques du péricarde et de la paroi du cœur.
3. Quelles sont les différences structurales et fonctionnelles entre les oreillettes et les ventricules ?
4. Parmi les vaisseaux sanguins qui entrent dans le cœur et en sortent, lesquels acheminent le sang oxygéné? Lesquels transportent le sang désoxygéné?
5. Énumérez dans l'ordre les cavités du cœur, les valves cardiaques et les vaisseaux sanguins qu'une goutte de sang traverse dans son trajet de l'oreillette droite jusqu'à l'aorte.

## Application clinique

Les **applications cliniques** placent une structure anatomique ou sa fonction dans un contexte clinique ou professionnel ou encore dans une situation de la vie quotidienne; elles portent sur des sujets relatifs à la santé ou sur le traitement d'une maladie.

### APPLICATION CLINIQUE — L'amnésie

L'**amnésie** (*amnêsia* : oubli) est l'absence de mémoire ou sa détérioration : l'amnésique est totalement ou partiellement incapable de se rappeler ce qu'il a vécu (vu, entendu, etc.). L'*amnésie antérograde* est une détérioration de la capacité à se souvenir de ce qui se passe après le trauma ou la maladie à l'origine de l'affection. En d'autres termes, la personne amnésique n'arrive pas à élaborer de nouveaux souvenirs. L'*amnésie rétrograde* est une dégradation de la capacité à se remémorer les événements survenus avant le trauma ou la maladie à l'origine de l'affection : la personne touchée n'arrive plus à se rappeler le passé.

## Point de mire sur l'homéostasie

À la fin des chapitres correspondants se trouvent onze rubriques **Point de mire sur l'homéostasie**, une pour chacun des systèmes : tégumentaire, squelettique, musculaire, nerveux, endocrinien, cardiovasculaire, lymphatique, respiratoire, digestif, urinaire et génital. Cette dernière rubrique explique, clairement et brièvement, comment le système étudié contribue à l'homéostasie de chacun des autres systèmes de l'organisme. Son utilisation simplifie l'apprentissage par l'étudiant des liens qui existent entre les systèmes de l'organisme et de la manière dont les interactions entre ces systèmes contribuent à l'homéostasie de l'organisme dans son ensemble.

### POINT DE MIRE SUR L'HOMÉOSTASIE

**SYSTÈME SQUELETTIQUE**
- La peau contribue à la synthèse de la vitamine D, qui est nécessaire à l'absorption du phosphore et du calcium d'origine alimentaire dont l'organisme a besoin pour la formation et le renouvellement des os.

**SYSTÈME MUSCULAIRE**
- En activant la vitamine D, la peau favorise l'apport en ions calcium nécessaires aux contractions musculaires ; la peau permet également au corps d'éliminer la chaleur produite par l'activité musculaire.

**SYSTÈME NERVEUX**
- Les récepteurs sensoriels de la peau et des tissus sous-cutanés envoient vers le cerveau l'information relative aux sensations de toucher, de pression, de température et de douleur.

**SYSTÈME ENDOCRINIEN**
- Les kératinocytes de la peau contribuent à l'activation de la vitamine D en déclenchant sa transformation en calcitriol, hormone qui facilite l'absorption du phosphore et du calcium d'origine alimentaire.

**SYSTÈME CARDIOVASCULAIRE**
- Des modifications chimiques localisées se produisant dans le derme provoquent la dilatation et la constriction des vaisseaux sanguins de la peau, contribuant ainsi à l'ajustement du flux sanguin cutané. Ce mécanisme de vasodilatation et de vasoconstriction peut, par conséquent, influer sur le maintien de la pression artérielle.



**CONTRIBUTION DU SYSTÈME TÉGUMENTAIRE À TOUS LES SYSTÈMES DE L'ORGANISME**
- La peau et les poils (ainsi que les cheveux) constituent des barrières mécaniques, chimiques et biologiques qui protègent tous les organes internes contre les agressions du milieu externe.
- Les glandes sudoripares et les vaisseaux sanguins cutanés contribuent à la thermorégulation indispensable au bon fonctionnement des autres systèmes de l'organisme.

**SYSTÈME LYMPHATIQUE ET IMMUNITÉ**
- La peau est la première ligne de défense de l'organisme. Elle constitue une barrière mécanique, chimique et biologique. Sur le plan mécanique, sa structure anatomique s'oppose à la pénétration des microorganismes dans le corps. Sur le plan chimique, ses sécrétions glandulaires entravent le développement et la prolifération des microorganismes.
- Les macrophagocytes intraépidermiques participent aux réactions immunitaires en détectant et en éliminant les antigènes étrangers.
- Les macrophagocytes du derme suppriment des microorganismes qui envahissent la peau.

**SYSTÈME RESPIRATOIRE**
- Les poils du nez retiennent les particules en suspension dans l'air inhalé.
- En cas de douleur, la stimulation des récepteurs sensoriels de la peau peut altérer le rythme respiratoire.

**SYSTÈME DIGESTIF**
- La peau contribue à l'activation de la vitamine D et à sa transformation en calcitriol, hormone qui facilite l'absorption du phosphore et du calcium d'origine alimentaire dans l'intestin grêle.

**SYSTÈME URINAIRE**
- Les cellules rénales reçoivent la vitamine D partiellement activée dans la peau et la transforment en calcitriol.
- Une partie des déchets de l'organisme est excrétée sous forme de sueur, ce qui sert d'appoint à l'excrétion urinaire.

**SYSTÈMES GÉNITAUX**
- Les récepteurs sensoriels de la peau et des tissus sous-cutanés réagissent aux stimulations érotiques, ajoutant ainsi au plaisir sexuel.
- La succion du bébé stimule les récepteurs sensoriels de la peau et provoque l'écoulement du lait.
- Les glandes mammaires sont en fait des glandes sudoripares spécialisées qui sécrètent le lait.
- La peau s'étire pendant la grossesse, au fil du développement fœtal.

## exposé 8.K Les muscles de la région glutéale assurant les mouvements du fémur (figure 8.23)

▶ Objectif

- **Décrire** l'origine, l'insertion et l'action des muscles assurant les mouvements du fémur.

**SURVOL :** Les muscles des membres inférieurs sont plus gros et plus puissants que ceux des membres supérieurs parce qu'ils assurent la stabilité, la locomotion et le maintien de la posture. Par ailleurs, ils croisent souvent deux articulations et agissent également sur l'une et l'autre. La plupart des muscles qui agissent sur le fémur (os de la cuisse) ont leur origine sur la ceinture pelvienne et leur insertion sur le fémur. Les muscles antérieurs sont les muscles grand psoas et iliaque ; ils forment ensemble le **muscle iliopsoas**. Les autres muscles (sauf les muscles pectiné, adducteurs et tenseurs du fascia lata) sont des muscles postérieurs. En fait, les muscles adducteurs et pectiné font partie de la loge médiale de la cuisse (**exposé 8.L**), mais nous en parlons ici parce qu'ils agissent sur le fémur. Le muscle tenseur du fascia lata est situé sur la face latérale. Le **fascia lata** est un fascia profond qui entoure toute la cuisse. Sa face latérale est très développée et forme, avec les tendons des muscles tenseurs du fascia lata et grand fessier, une structure appelée **tractus iliotibial**, qui s'insère sur le condyle latéral du tibia.

**LES MUSCLES ET LES MOUVEMENTS :** Classez les muscles du présent exposé selon leur action sur la cuisse au niveau de l'articulation de la hanche : 1) flexion, 2) extension, 3) abduction, 4) adduction, 5) rotation médiale et 6) rotation latérale. Un même muscle peut être mentionné plus d'une fois.

▶ Point de contrôle

**31.** Quelles structures forment le tractus iliotibial ?

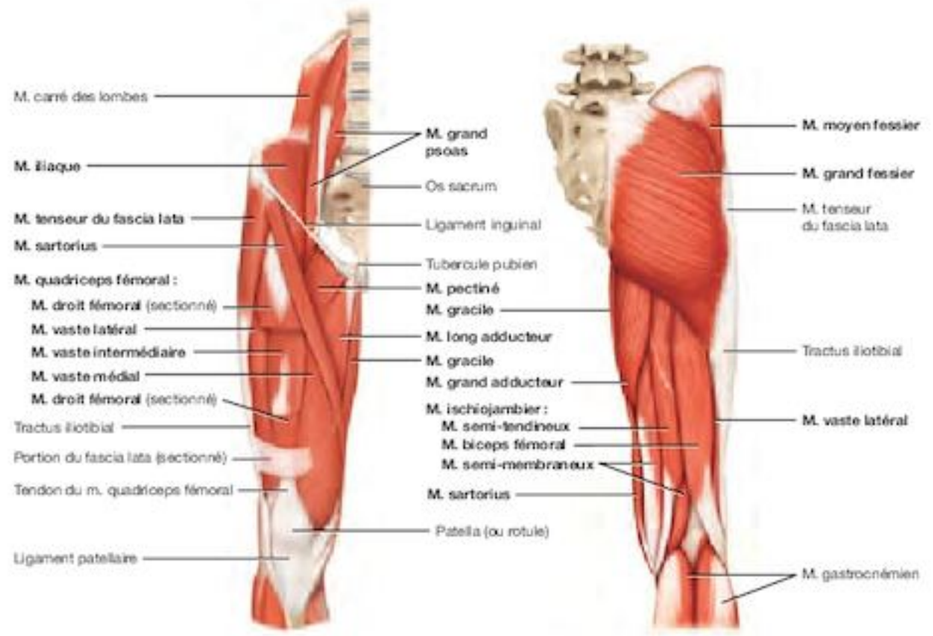
**APPLICATION CLINIQUE — Le claquage des muscles de l'aine**

Les principaux muscles de la partie médiale de la cuisse assurent les mouvements médiaux de la jambe. Ce groupe de muscles joue un rôle important durant certaines activités telles que le sprint, la course de haies et l'équitation. Une rupture ou une déchirure d'un ou de plusieurs muscles du groupe est appelée *claquage des muscles de l'aine*. Cet accident musculaire se produit le plus souvent au cours d'un sprint, d'un mouvement de torsion ou lorsqu'on frappe un objet solide, immobile ou non, avec le pied. Les symptômes apparaissent parfois immédiatement, mais ils peuvent ne survenir que le lendemain ; ils comprennent une douleur intense dans la région inguinale, un œdème, une ecchymose et l'incapacité de contracter les muscles. Après avoir protégé la région de toute autre blessure, il faut appliquer la technique RGCE, comme dans la majorité des cas de foulure (voir *Les blessures de course* dans la section *Affections courantes* à la fin du présent chapitre).

| MUSCLE | ORIGINE | INSERTION | ACTION |
|---|---|---|---|
| **M. grand psoas** (*psoa*: lombes) | Vertèbres lombaires | Fémur | Permet la flexion et la rotation latérale de la cuisse au niveau de l'articulation de la hanche, et la flexion de la colonne vertébrale |
| **M. iliaque** (*ilia*: flancs) | Os ilium et os sacrum | Avec le muscle grand psoas sur le fémur | Permet la flexion et la rotation latérale de la cuisse au niveau de l'articulation de la hanche, et la flexion de la colonne vertébrale |
| **M. grand fessier** | Os ilium, os sacrum, coccyx et aponévrose des muscles sacro-épineux (muscle érecteur du rachis) | Tractus iliotibial du fascia lata et fémur | Permet la rotation latérale et l'extension de la cuisse au niveau de l'arti… postural de la … |
| **M. petit fessier** | Os ilium | Fémur | Permet l'abdu… au niveau de l'… |
| **M. tenseur du fascia lata** (*tendere*: tendre; *fascia*: bande; *lata*: large) | Os ilium | Tibia par l'intermédiaire du tractus iliotibial | Permet la flexi… de l'articulation… |
| **M. long adducteur** (*adducteur*: déplace une partie du corps vers la ligne médiane) | Os pubis et symphyse pubienne | Fémur | Permet l'addu… au niveau de l'… |
| **M. grand adducteur** | Os pubis et os ischium | Fémur | Permet l'addu… cuisse (la parti… au niveau de l'… |
| **M. piriforme** (*pirum*: poire) | Os sacrum | Fémur | Permet la rotat… au niveau de l'… |
| **M. pectiné** (*pectinatus*: disposé en forme de peigne) | Os pubis | Fémur | Permet la flexi… de l'articulation… |

**Figure 8.23 Les muscles de la région glutéale assurant les mouvements du fémur et les muscles de la cuisse assurant les mouvements du fémur, du tibia et de la fibula.**

La plupart des muscles des mouvements du fémur ont leur origine sur la ceinture pelvienne (hanche) et leur insertion sur le fémur.




CHAPITRE 8

## Exposé

Les exposés sont des rubriques autonomes conçues pour fournir à l'étudiant l'aide spéciale dont il a besoin pour apprendre les nombreuses structures qui composent certains systèmes de l'organisme, en particulier le système musculaire, les articulations, les vaisseaux sanguins et les nerfs. Chaque exposé comprend une vue d'ensemble, un sommaire tabulaire des éléments anatomiques pertinents et les illustrations qui s'y rapportent. Un grand nombre contient également des applications cliniques connexes. L'étudiant découvrira que cette présentation claire et concise constitue le parfait outil pour étudier les systèmes les plus complexes de l'organisme.

## 18.7 Le vieillissement du système respiratoire

▶ Objectif

- **Décrire** les effets du vieillissement sur le système respiratoire.

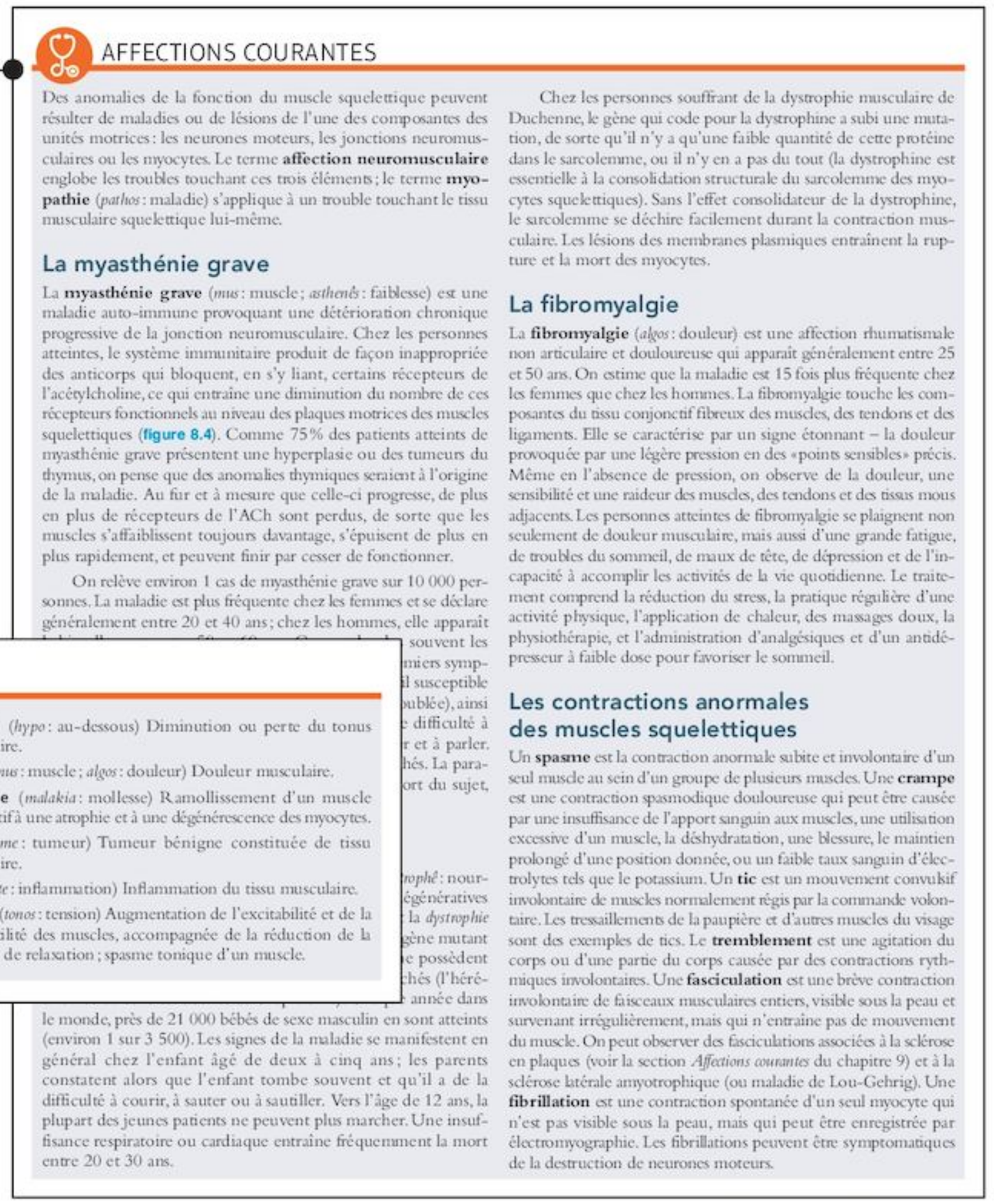
Les conduits aériens et les tissus du système respiratoire, y compris les alvéoles pulmonaires, perdent de leur élasticité et deviennent plus rigides avec l'âge. La paroi thoracique devient, elle aussi, plus rigide. Il en résulte une diminution de la capacité pulmonaire. En fait, à 70 ans, la capacité vitale (soit la quantité maximale d'air qu'on peut expirer après une inspiration maximale) peut avoir diminué de 35 %. On observe en outre une baisse de la concentration sanguine d'$O_2$ et une réduction de l'activité des macrophagocytes alvéolaires et des cils de l'épithélium qui tapisse les voies respiratoires. En raison de tous ces facteurs reliés au vieillissement, les personnes âgées sont plus sujettes à la pneumonie, à la bronchite, à l'emphysème et aux autres maladies pulmonaires. Les changements structuraux et fonctionnels imposés aux poumons par le vieillissement peuvent aussi expliquer en partie le fait qu'une personne âgée a plus de difficulté à effectuer des exercices vigoureux, telle la course.

## Vieillissement

L'anatomie et la physiologie ne sont pas statiques. À mesure que nous vieillissons, la structure et le fonctionnement de notre organisme subissent des transformations parfois subtiles, d'autres, pas. De nombreux étudiants entreprendront bientôt une carrière dans le secteur de la santé, où l'âge moyen de la clientèle ne cesse de croître. C'est pourquoi ce sujet qui présente un intérêt d'ordre professionnel est abordé dans les chapitres 1, 3, 4, 5, 6. 7, 8, 10, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 22 et 23.

## Affections courantes

Précédées d'une icône caractéristique, les sections Affections courantes et Termes médicaux sont situées en fin de chapitre. La rubrique **Affections courantes** présente certaines affections reliées au système étudié et montre l'importance de l'étude de l'anatomie et de la physiologie pour les professionnels du domaine de la santé. Les glossaires de **termes médicaux** visent à faciliter l'acquisition du vocabulaire et la compréhension.



AFFECTIONS COURANTES

Des anomalies de la fonction du muscle squelettique peuvent résulter de maladies ou de lésions de l'une des composantes des unités motrices : les neurones moteurs, les jonctions neuromusculaires ou les myocytes. Le terme **affection neuromusculaire** englobe les troubles touchant ces trois éléments ; le terme **myopathie** (*pathos* : maladie) s'applique à un trouble touchant le tissu musculaire squelettique lui-même.

### La myasthénie grave

La **myasthénie grave** (*mus* : muscle ; *asthenês* : faiblesse) est une maladie auto-immune provoquant une détérioration chronique progressive de la jonction neuromusculaire. Chez les personnes atteintes, le système immunitaire produit de façon inappropriée des anticorps qui bloquent, en s'y liant, certains récepteurs de l'acétylcholine, ce qui entraîne une diminution du nombre de ces récepteurs fonctionnels au niveau des plaques motrices des muscles squelettiques (**figure 8.4**). Comme 75 % des patients atteints de myasthénie grave présentent une hyperplasie ou des tumeurs du thymus, on pense que des anomalies thymiques seraient à l'origine de la maladie. Au fur et à mesure que celle-ci progresse, de plus en plus de récepteurs de l'ACh sont perdus, de sorte que les muscles s'affaiblissent toujours davantage, s'épuisent de plus en plus rapidement, et peuvent finir par cesser de fonctionner.

On relève environ 1 cas de myasthénie grave sur 10 000 personnes. La maladie est plus fréquente chez les femmes et se déclare généralement entre 20 et 40 ans ; chez les hommes, elle apparaît [illegible] souvent les [illegible]miers symp- [illegible]l susceptible [illegible]ublée), ainsi [illegible] difficulté à [illegible]r et à parler. [illegible]hés. La para- [illegible]ort du sujet,

[illegible]*trophê* : nour- [illegible]égénératives [illegible] la *dystrophie* [illegible]gène mutant [illegible]e possèdent [illegible]chés (l'héré- [illegible] année dans le monde, près de 21 000 bébés de sexe masculin en sont atteints (environ 1 sur 3 500). Les signes de la maladie se manifestent en général chez l'enfant âgé de deux à cinq ans ; les parents constatent alors que l'enfant tombe souvent et qu'il a de la difficulté à courir, à sauter ou à sautiller. Vers l'âge de 12 ans, la plupart des jeunes patients ne peuvent plus marcher. Une insuffisance respiratoire ou cardiaque entraîne fréquemment la mort entre 20 et 30 ans.

Chez les personnes souffrant de la dystrophie musculaire de Duchenne, le gène qui code pour la dystrophine a subi une mutation, de sorte qu'il n'y a qu'une faible quantité de cette protéine dans le sarcolemme, ou il n'y en a pas du tout (la dystrophine est essentielle à la consolidation structurale du sarcolemme des myocytes squelettiques). Sans l'effet consolidateur de la dystrophine, le sarcolemme se déchire facilement durant la contraction musculaire. Les lésions des membranes plasmiques entraînent la rupture et la mort des myocytes.

### La fibromyalgie

La **fibromyalgie** (*algos* : douleur) est une affection rhumatismale non articulaire et douloureuse qui apparaît généralement entre 25 et 50 ans. On estime que la maladie est 15 fois plus fréquente chez les femmes que chez les hommes. La fibromyalgie touche les composantes du tissu conjonctif fibreux des muscles, des tendons et des ligaments. Elle se caractérise par un signe étonnant – la douleur provoquée par une légère pression en des « points sensibles » précis. Même en l'absence de pression, on observe de la douleur, une sensibilité et une raideur des muscles, des tendons et des tissus mous adjacents. Les personnes atteintes de fibromyalgie se plaignent non seulement de douleur musculaire, mais aussi d'une grande fatigue, de troubles du sommeil, de maux de tête, de dépression et de l'incapacité à accomplir les activités de la vie quotidienne. Le traitement comprend la réduction du stress, la pratique régulière d'une activité physique, l'application de chaleur, des massages doux, la physiothérapie, et l'administration d'analgésiques et d'un antidépresseur à faible dose pour favoriser le sommeil.

### Les contractions anormales des muscles squelettiques

Un **spasme** est la contraction anormale subite et involontaire d'un seul muscle au sein d'un groupe de plusieurs muscles. Une **crampe** est une contraction spasmodique douloureuse qui peut être causée par une insuffisance de l'apport sanguin aux muscles, une utilisation excessive d'un muscle, la déshydratation, une blessure, le maintien prolongé d'une position donnée, ou un faible taux sanguin d'électrolytes tels que le potassium. Un **tic** est un mouvement convulsif involontaire de muscles normalement régis par la commande volontaire. Les tressaillements de la paupière et d'autres muscles du visage sont des exemples de tics. Le **tremblement** est une agitation du corps ou d'une partie du corps causée par des contractions rythmiques involontaires. Une **fasciculation** est une brève contraction involontaire de faisceaux musculaires entiers, visible sous la peau et survenant irrégulièrement, mais qui n'entraîne pas de mouvement du muscle. On peut observer des fasciculations associées à la sclérose en plaques (voir la section *Affections courantes* du chapitre 9) et à la sclérose latérale amyotrophique (ou maladie de Lou-Gehrig). Une **fibrillation** est une contraction spontanée d'un seul myocyte qui n'est pas visible sous la peau, mais qui peut être enregistrée par électromyographie. Les fibrillations peuvent être symptomatiques de la destruction de neurones moteurs.

TERMES MÉDICAUX

**Contusion musculaire** Déchirement d'un muscle à la suite d'un choc violent, accompagné de saignement et de douleur vive. Couramment appelée *crampe d'athlète* ou *claquage d'un muscle*. Assez fréquente dans les sports de contact, elle touche souvent le muscle quadriceps fémoral, sur la face antérieure de la cuisse.

**Électromyographie (EMG)** (*mus* : muscle ; *graphein* : écrire) Enregistrement et étude des changements d'activité électrique qui se produisent dans le tissu musculaire.

**Hypertonie** (*hyper* : au-delà) Augmentation du tonus musculaire caractérisée par une raideur musculaire accrue et parfois associée à un changement des réflexes normaux.

**Hypotonie** (*hypo* : au-dessous) Diminution ou perte du tonus musculaire.

**Myalgie** (*mus* : muscle ; *algos* : douleur) Douleur musculaire.

**Myomalacie** (*malakia* : mollesse) Ramollissement d'un muscle consécutif à une atrophie et à une dégénérescence des myocytes.

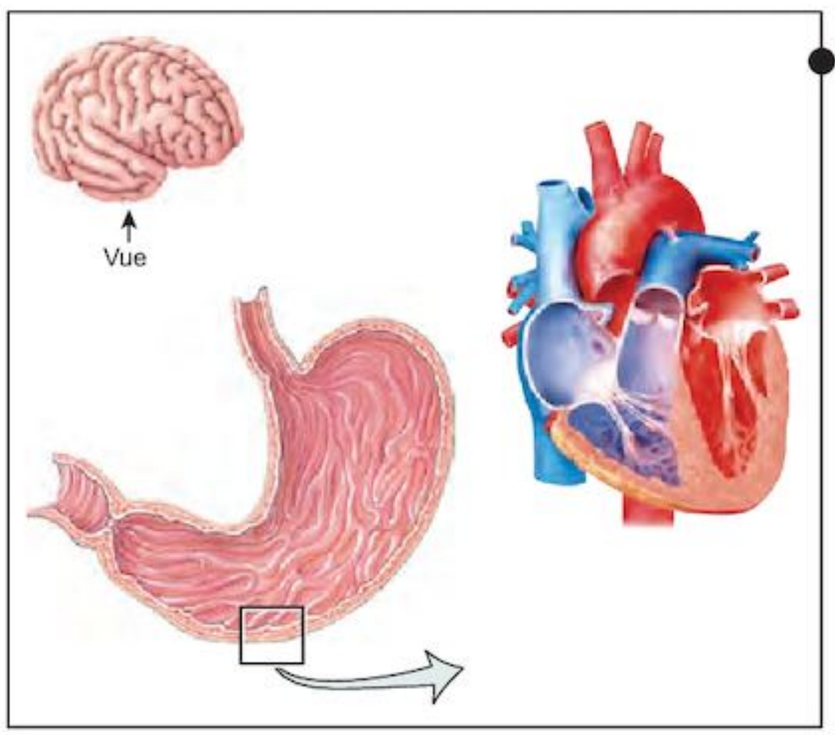
**Myome** (*ome* : tumeur) Tumeur bénigne constituée de tissu musculaire.

**Myosite** (*ite* : inflammation) Inflammation du tissu musculaire.

**Myotonie** (*tonos* : tension) Augmentation de l'excitabilité et de la contractilité des muscles, accompagnée de la réduction de la capacité de relaxation ; spasme tonique d'un muscle.

# Illustrations

De belles illustrations, des photographies et des photomicrographies soigneusement choisies, ainsi que des améliorations pédagogiques uniques contribuent à l'intérêt visuel et à l'utilité caractéristiques des illustrations de l'ouvrage.

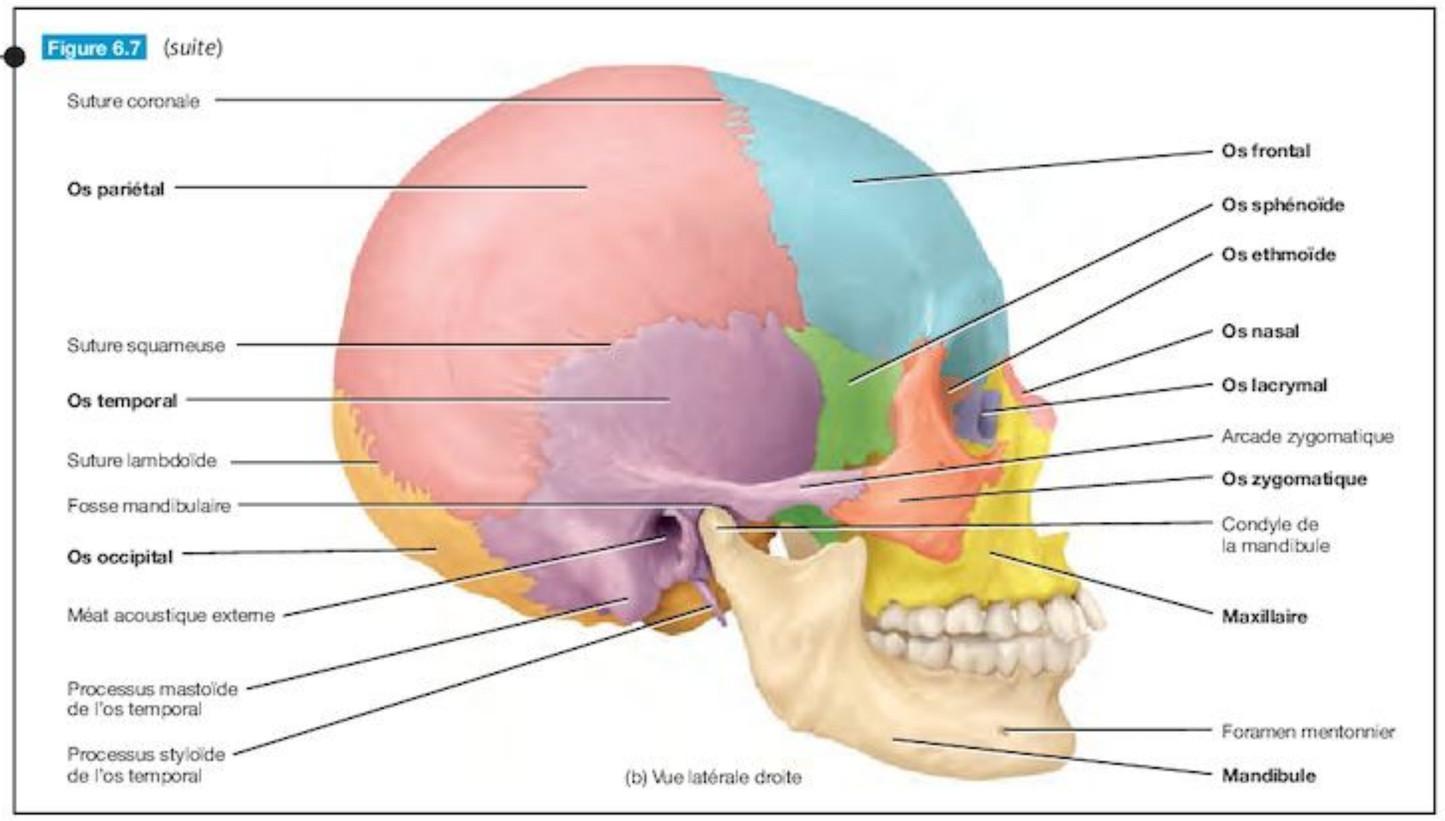



## Schémas d'orientation

L'étudiant a parfois besoin d'un repère pour comprendre la perspective qui a été utilisée pour illustrer certaines structures, et une description n'est pas toujours suffisante. C'est pourquoi beaucoup d'illustrations sont accompagnées d'un schéma d'orientation qui illustre et explique la perspective choisie. L'ouvrage comporte trois types de schémas : 1) les plans qui servent à indiquer où la section a été faite quand une partie du corps est coupée ; 2) les schémas qui contiennent une flèche indiquant une direction et le mot « Vue » qui précise dans quel angle la partie de l'organisme est présentée, par exemple, supérieur, inférieur, postérieur ou antérieur ; et 3) les schémas reliés par des flèches qui attirent l'attention sur des parties agrandies ou détaillées des illustrations.

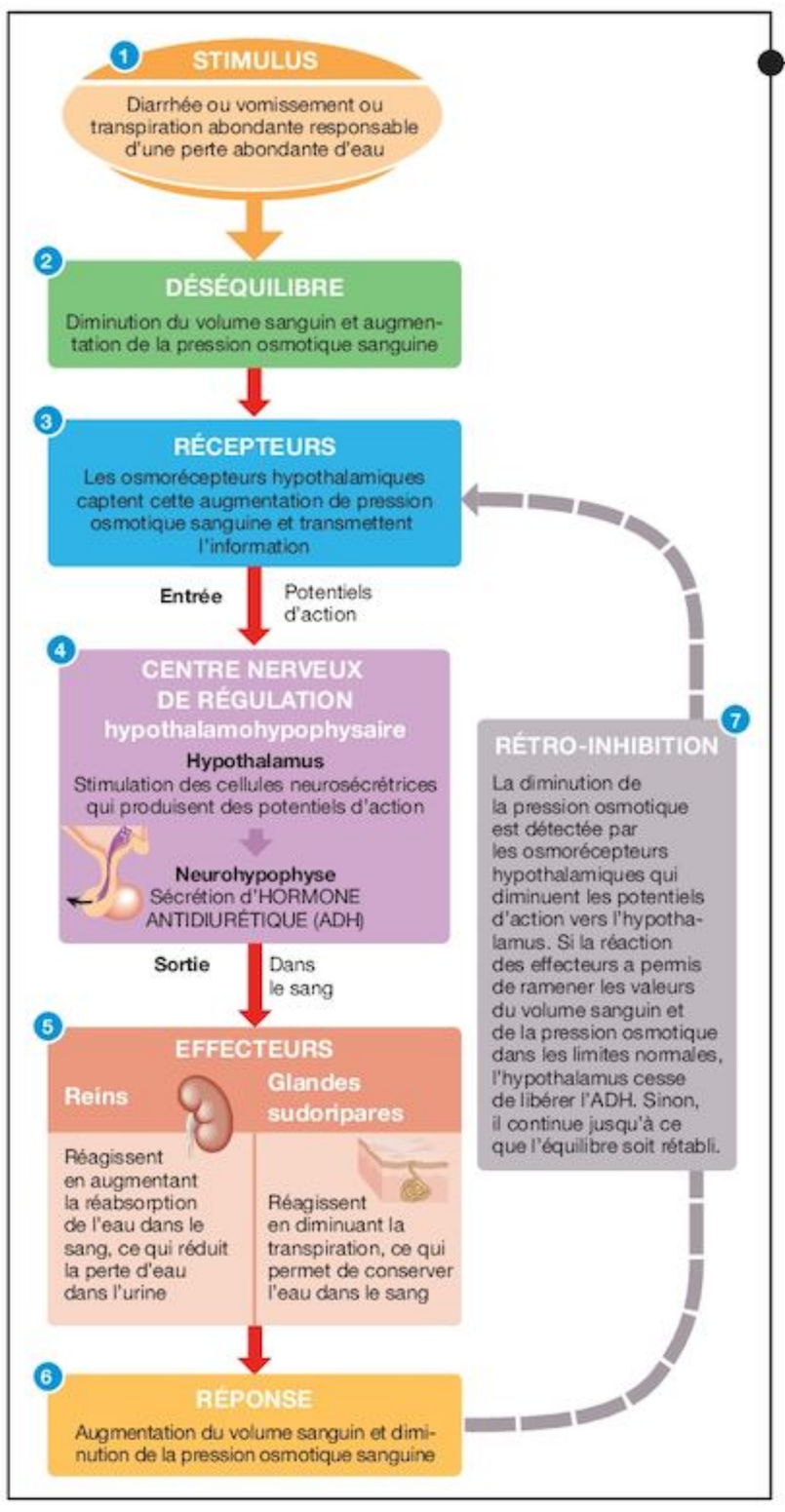
## Code de couleurs

Dans tout l'ouvrage, nous avons utilisé les couleurs de manière cohérente et significative afin de souligner les liens structuraux et fonctionnels. Par exemple, les structures sensorielles, les neurones sensitifs et les régions sensorielles de l'encéphale sont indiqués en nuances de bleu, tandis que les structures motrices sont en rouge. Les phospholipides des membranes sont illustrés en gris et en bleu-vert, le cytosol est couleur sable et le liquide extracellulaire est représenté en bleu. Les illustrations des boucles de rétroactivation et de rétro-inhibition font également appel à un code de couleurs qui aidera l'étudiant à reconnaître et à comprendre ces notions.




## Illustrations des boucles de rétroaction

Ces illustrations très appréciées décrivent et précisent les jeux d'équilibre dynamique qui assurent le maintien de l'homéostasie. Les boucles de rétroaction accentuent de manière visuelle le rôle que les récepteurs, les centres de contrôle et les effecteurs jouent dans la modification d'un environnement physiologique contrôlé.



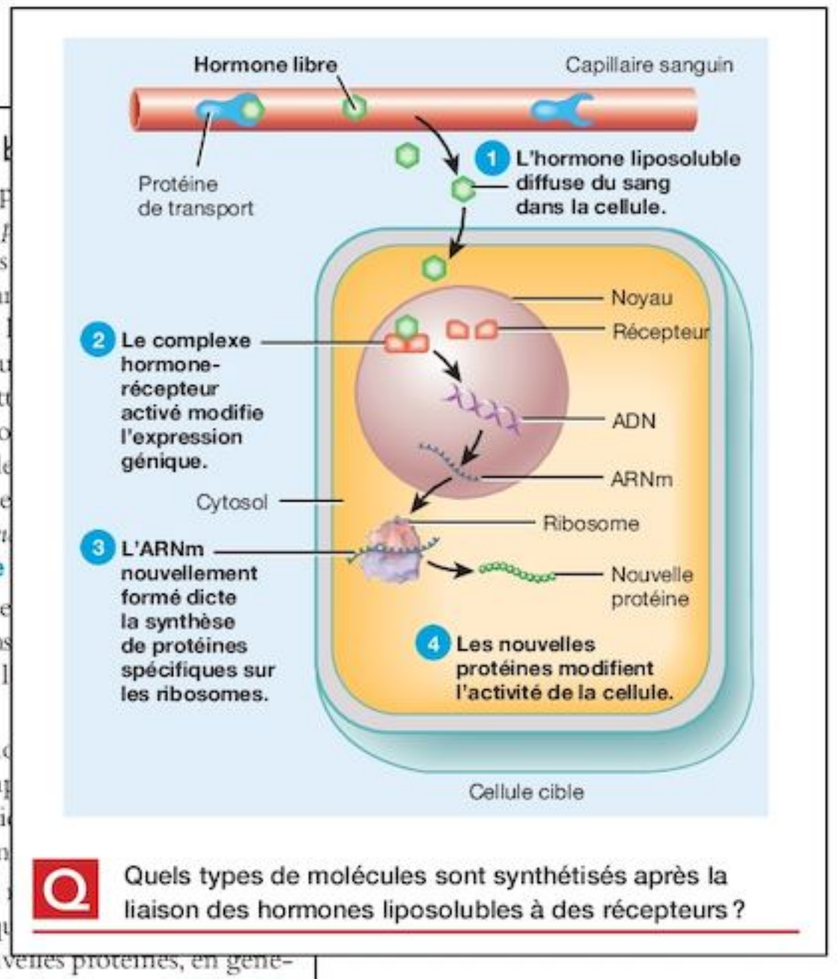

## Liens entre le texte et les figures

Les étapes de certains processus décrits sont numérotées, de sorte que chaque étape porte le même numéro dans le texte et dans la figure correspondante. Cette méthode est largement utilisée dans l'ouvrage pour clarifier le flux des processus complexes.

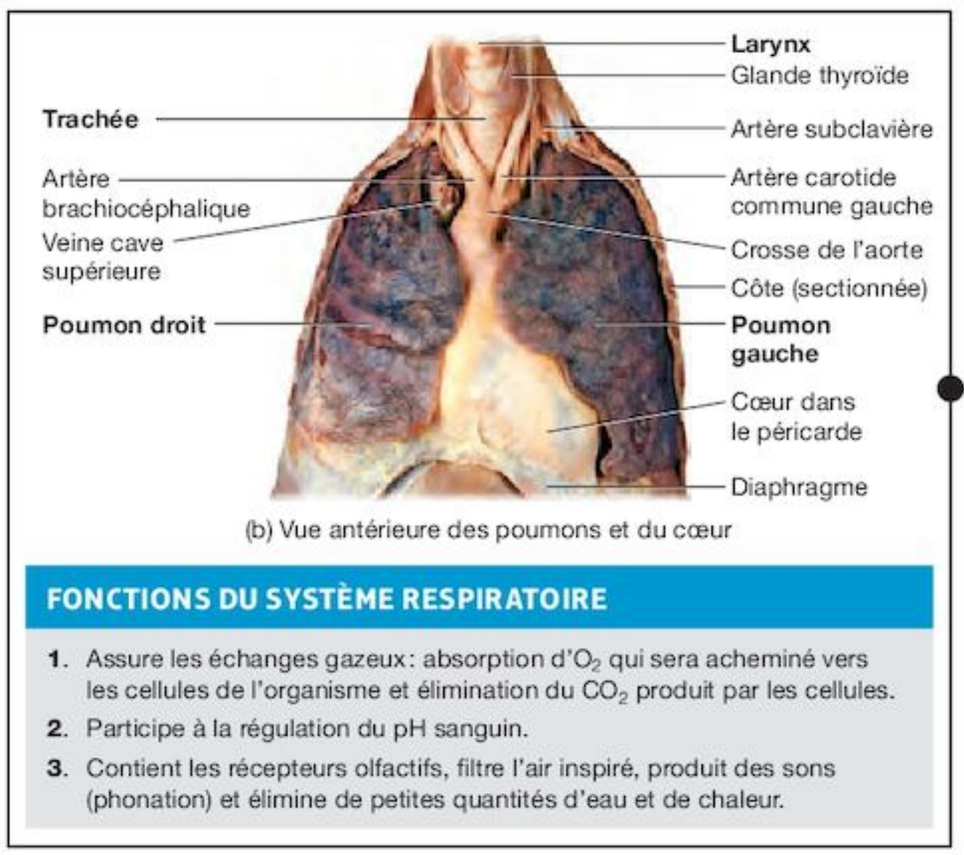
### L'action des hormones liposolub

La plupart des molécules d'hormones lip
dans le plasma sanguin sont liées à des *p*
protéines font en sorte que ces hormones
ment solubles dans l'eau, donc dans le sa
molécules, soit de 0,1 à 10%, circule dans
la paroi des capillaires sanguins vers le liqu
que les molécules d'hormones libres quitt
de transport en libèrent de nouvelles, reco
libre. Une fois dans le liquide interstitiel, le
diffusent à travers la bicouche lipidique de
et se lient à des récepteurs situés *à l'intérieu*
mécanisme d'action est le suivant (**figure**

1. Une hormone liposoluble se détache
port dans la circulation sanguine. Ens
dans une cellule en passant à travers l
membrane plasmique.
2. S'il s'agit d'une cellule cible, l'hormo
situé dans la cellule, et l'active. Le comp
activé modifie alors l'expression génie
des gènes spécifiques de l'ADN du n
3. La transcription d'un gène de l'ADN
ARN messager (ARNm) ; celui-ci qu
le cytosol et dicte la synthèse de nouvelles protéines, en général une enzyme, sur les ribosomes (voir les **figures 3.18** à **3.20**).
4. Les nouvelles protéines modifient l'activité de la cellule et mettent en œuvre la réponse physiologique propre à l'hormone en cause.




**Q** Quels types de molécules sont synthétisés après la liaison des hormones liposolubles à des récepteurs ?

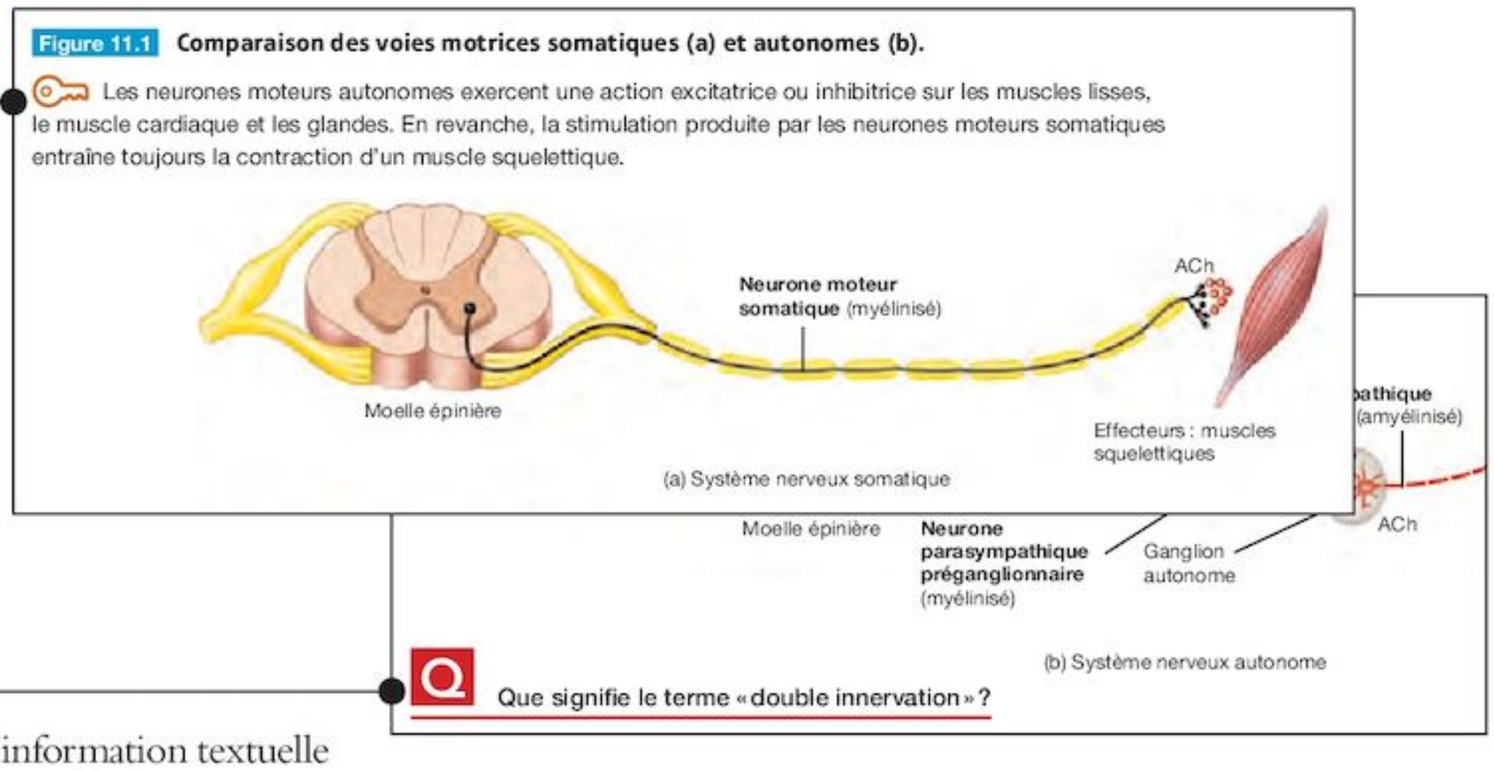



## Bandeaux de fonctions

Cet élément juxtapose des structures anatomiques et un résumé des fonctions de chaque système de l'organisme. Ces boîtes de texte sont contenues dans la première figure des chapitres qui portent sur ces systèmes. Les bandeaux aident l'étudiant à intégrer visuellement la structure et la fonction d'un système donné et à saisir les interactions entre les divers systèmes.

## Énoncés de concept clé

Chaque énoncé de concept est placé au-dessus de l'illustration à laquelle il correspond et désigné par l'icône de la clé ; cette particularité résume l'idée évoquée dans le texte et la figure correspondante. Unique à notre ouvrage, cet énoncé aide l'étudiant à demeurer concentré sur la pertinence de la figure en regard de sa compréhension du sujet.




## Questions des figures

Cet élément demande au lecteur de résumer l'information textuelle et visuelle donnée dans la figure, d'élaborer une réflexion critique ou de tirer une conclusion. Chaque question est placée au-dessous de l'illustration. Les réponses sont données à la fin du manuel.

# Autres outils d'apprentissage

À la fin de chaque chapitre, le **résumé** passe en revue les sujets importants abordés dans le chapitre. Les mots clés sont en caractères gras pour que l'étudiant puisse mieux cibler sa révision. L'**autoévaluation** est un court test objectif qui a pour but d'aider l'étudiant à vérifier sa compréhension du contenu du chapitre. Les réponses sont données à la fin du manuel.

Les **questions à court développement** sont des problèmes sous forme d'énoncés qui permettent de mettre en application dans des situations précises les concepts étudiés dans le chapitre. Comme ces questions visent à stimuler l'imagination, elles ne possèdent pas qu'une seule bonne réponse. L'étudiant peut toutefois vérifier s'il est sur la bonne voie en comparant sa réponse à celle qui est donnée à la fin du manuel.

## Découvrez NOTO, notre plateforme d'ouvrages interactifs !

Il existe autant de styles de lecture que de lecteurs : passer du papier au numérique, prendre des notes et les partager... NOTO vous offre cette flexibilité en gardant les repères du papier.

### Personnaliser et partagez vos apprentissages

Accédez à la version numérique grâce à un code d'activation imprimé dans l'ouvrage. Ensuite, surlignez le texte et partagez vos annotations. De quoi parfaire vos connaissances !

### Une nouvelle façon d'enseigner

Vous êtes enseignant ? Projetez l'ouvrage durant le cours, enrichissez-le de contenus personnels (photos, vidéos, hyperliens, etc.) et partagez le tout avec vos étudiants.

### Une bibliothèque à portée de main

Profitez de votre version numérique en ligne et hors ligne, grâce à notre application gratuite pour PC et tablettes et utilisez NOTO dans le train, le métro... bref, partout !

**Découvrez tous les ouvrages disponibles en version numérique sur http://noto.deboecksuperieur.com.**

Cette offre est limitée à un accès individuel.



## COMMENT SE CONNECTER ?

- Activez le code d'accès figurant sur l'encart au début de votre manuel.
- Connectez-vous à NOTO et accédez aux animations.
- Repérez les pictogrammes ▶ dans les chapitres

## LISTE DES ANIMATIONS ▶


**CHAPITRE 2**
Les disaccharides (p. 36)
Les polysaccharides (p. 36)
Les lipides (p. 37)
Le fonctionnement des enzymes (p. 40)

**CHAPITRE 3**
Les mécanismes de transport membranaire
- Diffusion simple (p. 52)
- Diffusion facilitée (p. 52)
- Osmose (p. 54)
- Transport actif (p. 56)
- Transport vésiculaire (p. 56)

La synthèse des protéines
- Transcription (p. 66)
- Traduction (p. 67)

La mitose (p. 69)

**CHAPITRE 8**
La contraction musculaire ; le cycle des ponts d'union (p. 205)

**CHAPITRE 9**
La production du potentiel d'action (p. 265)
La propagation du potentiel d'action (p. 267)
Les synapses (p. 269)

**CHAPITRE 12**
L'œil (p. 346)
- Anatomie macroscopique
- Anatomie microscopique
- Trajet de la lumière

**CHAPITRE 13**
Les hormones (p. 373)
- Hormones dérivées d'acides aminés
- Hormones stéroïdes
- Régulation de la glycémie

**CHAPITRE 15**
Le cœur
- Anatomie macroscopique (p. 430, 432)
- Trajet du sang (p. 434)
- Système cardionecteur (système de conduction du cœur) (p. 435)
- Électrocardiogramme (ECG) (p. 437)
- Bruits du cœur (p. 438)
- Potentiel cardiaque (potentiel d'action musculaire) (p. 435)

**CHAPITRE 17**
L'immunologie
- Cellules tueuses naturelles (p. 492)
- Lymphocytes T (p. 499)
- Lymphocytes B (p. 501)

**CHAPITRE 20**
La respiration cellulaire (p. 586)
- Glycolyse
- Cycle de Krebs
- Chaîne de transport des électrons

**CHAPITRE 21**
Le rein
- Présentation générale (p. 601)
- Structure du néphron (p. 604)
- Physiologie du néphron (p. 606)
- Volume et concentration de l'urine (p. 606)

**CHAPITRE 24**
Les hormones
- Régulation de l'accouchement (p. 684)

# Sommaire


Avant-propos ..... V
Guide visuel ..... VII
Table des matières ..... XIII

**CHAPITRE 1** **L'organisation du corps humain** ..... 1
**CHAPITRE 2** **Introduction à la chimie** ..... 25
**CHAPITRE 3** **Les cellules** ..... 49
**CHAPITRE 4** **Les tissus** ..... 81
**CHAPITRE 5** **Le système tégumentaire** ..... 109

**CHAPITRE 6** **Le système squelettique** ..... 127
**CHAPITRE 7** **Les articulations** ..... 179
**CHAPITRE 8** **Le système musculaire** ..... 197

**CHAPITRE 9** **Le tissu nerveux** ..... 253
**CHAPITRE 10** **Les systèmes nerveux central et périphérique** ..... 279
**CHAPITRE 11** **Le système nerveux autonome** ..... 321
**CHAPITRE 12** **La sensibilité somatique et les sens** ..... 337
**CHAPITRE 13** **Le système endocrinien** ..... 371

**CHAPITRE 14** **Le système cardiovasculaire : le sang** ..... 407
**CHAPITRE 15** **Le système cardiovasculaire : le cœur** ..... 427
**CHAPITRE 16** **Le système cardiovasculaire : les vaisseaux sanguins et la circulation sanguine** ..... 449
**CHAPITRE 17** **Le système lymphatique et l'immunité** ..... 485
**CHAPITRE 18** **Le système respiratoire** ..... 515
**CHAPITRE 19** **Le système digestif** ..... 545
**CHAPITRE 20** **La nutrition et le métabolisme** ..... 579
**CHAPITRE 21** **Le système urinaire** ..... 601
**CHAPITRE 22** **L'équilibre hydrique, électrolytique et acidobasique** ..... 621

**CHAPITRE 23** **Les systèmes génitaux** ..... 637
**CHAPITRE 24** **Le développement prénatal, la naissance et l'hérédité** ..... 671

Réponses ..... R-1
Glossaire ..... G-1
Sources des photographies et des illustrations ..... S-1
Index ..... I-1
Préfixes, racines des mots et suffixes

# Table des matières

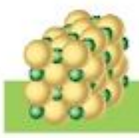

**Avant-propos** ..... V
**Guide visuel** ..... VII
**Sommaire** ..... XIII



## CHAPITRE 1

**L'ORGANISATION DU CORPS HUMAIN** ..... 1

**1.1 Définition de l'anatomie et de la physiologie** ..... 1
**1.2 Les niveaux d'organisation et les systèmes du corps** ..... 1
**1.3 Les fonctions vitales** ..... 6
**1.4 L'homéostasie : le respect des limites** ..... 7
La régulation de l'homéostasie et les mécanismes de régulation ..... 7
*Les mécanismes de régulation 7 Les mécanismes de rétro-inhibition 9 Les mécanismes de rétroactivation 9*
L'homéostasie et la maladie ..... 10
**1.5 Le vieillissement et l'homéostasie** ..... 11
**1.6 La terminologie anatomique** ..... 11
Les noms des régions du corps ..... 12
Les termes relatifs à l'orientation du corps ..... 12
Les plans et les coupes ..... 12
**1.7 Les cavités du corps** ..... 16
Les régions et les quadrants abdominopelviens ..... 19
**TERMES MÉDICAUX** ..... 20
**Résumé** ..... 20
**Autoévaluation** ..... 22
**Questions à court développement** ..... 23



## CHAPITRE 2

**INTRODUCTION À LA CHIMIE** ..... 25

**2.1 Introduction à la chimie** ..... 25
Les éléments chimiques et les atomes ..... 25
Les ions, les molécules, les composés et les radicaux libres ..... 28
Les liaisons chimiques ..... 29
*Les liaisons ioniques 29 Les liaisons covalentes 30 Les liaisons hydrogène 30*
Les réactions chimiques ..... 30
Les formes d'énergie et les réactions chimiques ..... 30
*Les réactions de synthèse 32 Les réactions de dégradation 32 Les réactions d'échange 32 Les réactions réversibles 32*
**2.2 Les composés chimiques et les fonctions vitales** ..... 33
Les composés inorganiques ..... 33
*L'eau 33 Les acides, les bases et les sels inorganiques 34 L'équilibre acidobasique : le concept de pH 34 Le maintien du pH : les tampons 34*
Les composés organiques ..... 35
*Les glucides 36 Les lipides 37 Les protéines 39 Les enzymes 40 Les acides nucléiques : l'acide désoxyribonucléique (ADN) et l'acide ribonucléique (ARN) 42 L'adénosine triphosphate 42*
**Résumé** ..... 45
**Autoévaluation** ..... 46
**Questions à court développement** ..... 47

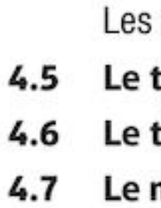


## CHAPITRE 3

**LES CELLULES** ..... 49

**3.1 Vue d'ensemble de la cellule** ..... 49
**3.2 La membrane plasmique** ..... 49
**3.3 Le transport membranaire** ..... 51
Les mécanismes passifs ..... 52
*Le principe de la diffusion 52 L'osmose 54*
Les mécanismes actifs ..... 56
*Le transport actif 56 Le transport vésiculaire 56*
**3.4 Le cytoplasme** ..... 59
Le cytosol ..... 59
Les organites ..... 60
*Le centrosome 60 Les cils et les flagelles 60 Les ribosomes 60 Le réticulum endoplasmique 61 Le complexe golgien 62 Les lysosomes 62 Les peroxysomes 63 Les protéasomes 63 Les mitochondries 63*
**3.5 Le noyau** ..... 64
**3.6 Les gènes en action : la synthèse des protéines** ..... 66
La transcription ..... 66
La traduction ..... 67
**3.7 La division des cellules somatiques** ..... 69
L'interphase ..... 69
La phase mitotique ..... 69
*La division nucléaire : la mitose 69 La division du cytoplasme : la cytocinèse 71*
**3.8 La diversité des cellules** ..... 71
**3.9 Le vieillissement des cellules** ..... 72
Le cancer ..... 73
La croissance et la propagation du cancer ..... 73
Les causes du cancer ..... 73

**AFFECTIONS COURANTES** ... 73
La carcinogenèse : un processus à étapes multiples ... 74
Le traitement du cancer ... 74
**TERMES MÉDICAUX** ... 75
**Résumé** ... 75
**Autoévaluation** ... 78
**Questions à court développement** ... 79



## CHAPITRE 4

**LES TISSUS** ... 81

**4.1 Les types de tissus** ... 81
**4.2 Le tissu épithélial** ... 82
Les caractéristiques générales du tissu épithélial ... 82
La classification des tissus épithéliaux ... 82
L'épithélium glandulaire ... 83
**4.3 Le tissu conjonctif** ... 91
Les caractéristiques générales du tissu conjonctif ... 91
Les cellules du tissu conjonctif ... 91
La matrice extracellulaire du tissu conjonctif ... 92
*La substance fondamentale 92*
Les fibres ... 93
La classification des tissus conjonctifs ... 93
*Le tissu conjonctif lâche 94 Le tissu conjonctif dense 95 Le cartilage 95 Le tissu osseux 97 Le tissu conjonctif liquide 99*
**4.4 Les membranes** ... 99
Les muqueuses ... 99
Les séreuses ... 101
Les membranes synoviales ... 101
**4.5 Le tissu musculaire** ... 101
**4.6 Le tissu nerveux** ... 101
**4.7 Le maintien de l'homéostasie : la réparation des tissus** ... 101
**4.8 L'organisation des tissus en organes** ... 102
**4.9 Le vieillissement des tissus** ... 103
**AFFECTIONS COURANTES** ... 103
Le syndrome de Gougerot-Sjögren ... 103
Le lupus érythémateux aigu disséminé ... 103
**TERMES MÉDICAUX** ... 104
**Résumé** ... 104
**Autoévaluation** ... 106
**Questions à court développement** ... 107



## CHAPITRE 5

**LE SYSTÈME TÉGUMENTAIRE** ... 109

**5.1 La peau** ... 109
La structure de la peau ... 109
L'épiderme ... 110
Le derme ... 112
La couleur de la peau ... 112
Le tatouage et le perçage corporel ... 113
**5.2 Les annexes cutanées** ... 114
Les poils ... 114
Les glandes ... 116
*Les glandes sébacées 116 Les glandes sudoripares 116 Les glandes cérumineuses 117*
Les ongles ... 117
**5.3 Les fonctions de la peau** ... 118
**5.4 Le vieillissement du système tégumentaire** ... 119
**AFFECTIONS COURANTES** ... 121
Le cancer de la peau ... 121
Les lésions causées par le soleil ... 121
Les brûlures ... 122
Les plaies de pression ... 123
**TERMES MÉDICAUX** ... 124
**Résumé** ... 125
**Autoévaluation** ... 125
**Questions à court développement** ... 126



## CHAPITRE 6

**LE SYSTÈME SQUELETTIQUE** ... 127

**6.1 Les fonctions des os et du système squelettique** ... 127
**6.2 Les types d'os** ... 128
**6.3 La structure des os** ... 128
L'anatomie macroscopique de l'os ... 128
L'anatomie microscopique de l'os ... 128
*Le tissu osseux compact 130 Le tissu osseux spongieux 130*
**6.4 La formation des os** ... 132
La formation initiale des os dans l'embryon et le fœtus ... 132
*L'ossification intramembraneuse 132 L'ossification endochondrale 132*
La croissance des os en longueur et en épaisseur ... 135
*La croissance en longueur des os 135 La croissance en épaisseur des os 135*
Le remaniement osseux ... 135
Les fractures ... 136
Les facteurs régissant la croissance et le remaniement des os ... 136
Le rôle des os dans l'homéostasie du calcium ... 136
**6.5 Les effets de l'exercice sur le tissu osseux** ... 138
**6.6 Les divisions du système squelettique** ... 139
**6.7 Les os de la tête et l'os hyoïde** ... 140
Les particularités anatomiques des os de la tête ... 148
*Les sutures 148 Les sinus paranasaux 148 Les fontanelles 149*
L'os hyoïde ... 149
**6.8 La colonne vertébrale** ... 150
Les régions de la colonne vertébrale ... 150

Les courbures normales de la colonne vertébrale ..... 151
Les vertèbres ..... 151
**6.9 Le thorax** ..... 156
Le sternum ..... 156
Les côtes ..... 156
**6.10 La ceinture scapulaire (épaule)** ..... 157
La clavicule ..... 158
La scapula ..... 158
**6.11 Le membre supérieur** ..... 158
**6.12 La ceinture pelvienne (hanche)** ..... 163
**6.13 Le membre inférieur** ..... 164
Le fémur ..... 165
La patella ..... 166
**6.14 Comparaison des squelettes féminin et masculin** ..... 170
**6.15 Le vieillissement du système squelettique** ..... 171
**AFFECTIONS COURANTES** ..... 173
L'ostéoporose ..... 173
Le rachitisme et l'ostéomalacie ..... 174
La déviation de la cloison nasale ..... 174
La hernie discale ..... 174
Le spina bifida ..... 174
La fracture de la hanche ..... 174
**TERMES MÉDICAUX** ..... 175
**Résumé** ..... 176
**Autoévaluation** ..... 177
**Questions à court développement** ..... 178



**CHAPITRE 7**

**LES ARTICULATIONS** ..... 179

**7.1 La classification des articulations** ..... 179
**7.2 Les articulations fibreuses** ..... 180
**7.3 Les articulations cartilagineuses** ..... 181
**7.4 Les articulations synoviales** ..... 181
La structure des articulations synoviales ..... 181
**7.5 Les mouvements permis par les articulations synoviales** ..... 183
Le glissement ..... 183
Les mouvements angulaires ..... 183
La rotation ..... 185
Les mouvements spéciaux ..... 185
**7.6 Les types d'articulations synoviales** ..... 187
**7.7 Le vieillissement des articulations** ..... 192
**AFFECTIONS COURANTES** ..... 192
Les blessures fréquentes des articulations ..... 192
Le rhumatisme et l'arthrite ..... 193
L'entorse et la foulure ..... 193
**TERMES MÉDICAUX** ..... 194
**Résumé** ..... 194
**Autoévaluation** ..... 195
**Questions à court développement** ..... 196



**CHAPITRE 8**

**LE SYSTÈME MUSCULAIRE** ..... 197

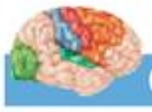
**8.1 Le tissu musculaire: vue d'ensemble** ..... 197
Les types de tissus musculaires ..... 197
Les fonctions du tissu musculaire ..... 198
Les propriétés du tissu musculaire ..... 198
**8.2 Le tissu musculaire squelettique** ..... 198
Les composantes du tissu conjonctif ..... 198
L'apport sanguin et l'innervation ..... 200
L'histologie ..... 200
**8.3 La contraction et le relâchement des muscles squelettiques** ..... 202
La jonction neuromusculaire ..... 202
Le mécanisme de glissement des myofilaments ..... 204
La physiologie de la contraction ..... 205
Le relâchement ..... 207
Le tonus musculaire ..... 207
**8.4 Le métabolisme du tissu musculaire squelettique** ..... 207
L'énergie nécessaire pour la contraction ..... 207
La fatigue musculaire ..... 208
La consommation d'oxygène après l'exercice ..... 208
**8.5 La régulation de la tension musculaire** ..... 210
La secousse musculaire simple ..... 210
La fréquence de stimulation ..... 210
Le recrutement des unités motrices ..... 210
Les types de myocytes squelettiques ..... 211
**8.6 L'exercice et le tissu musculaire squelettique** ..... 212
**8.7 Le tissu musculaire cardiaque** ..... 212
**8.8 Le tissu musculaire lisse** ..... 213
**8.9 Le vieillissement du tissu musculaire** ..... 215
**8.10 Comment les muscles squelettiques produisent les mouvements** ..... 215
L'origine et l'insertion ..... 215
Les groupes musculaires ..... 216
**8.11 Les principaux muscles squelettiques** ..... 216
**AFFECTIONS COURANTES** ..... 246
La myasthénie grave ..... 246
La dystrophie musculaire ..... 246
La fibromyalgie ..... 246
Les contractions anormales des muscles squelettiques ..... 246
Les blessures de course ..... 247
Les stéroïdes anabolisants ..... 247
**TERMES MÉDICAUX** ..... 247
**Résumé** ..... 247
**Autoévaluation** ..... 250
**Questions à court développement** ..... 251



## CHAPITRE 9

**LE TISSU NERVEUX** ..... 253

**9.1 Le système nerveux : vue d'ensemble** ..... 253
L'organisation du système nerveux ..... 253
*Le système nerveux central 253 Le système nerveux périphérique 253*
Les fonctions du système nerveux ..... 255
**9.2 L'histologie du tissu nerveux** ..... 255
Les neurones ..... 256
*Les parties d'un neurone 256 La classification des neurones 256*
Les gliocytes ..... 258
La myélinisation ..... 258
L'agencement des composantes du tissu nerveux ..... 260
*Les groupes de corps cellulaires des neurones 260 Les regroupements d'axones 260 La substance grise et la substance blanche 260*
**9.3 Les potentiels d'action** ..... 260
Les canaux ioniques ..... 262
Le potentiel de repos de la membrane ..... 263
Les potentiels gradués ..... 264
La production de potentiels d'action ..... 265
*La phase de dépolarisation 265 La phase de repolarisation 267 La période réfractaire 267*
La propagation des potentiels d'action ..... 267
**9.4 La transmission synaptique** ..... 269
Les événements se déroulant à une synapse ..... 269
*Les potentiels postsynaptiques excitateurs et inhibiteurs 271 La sommation spatiale et la sommation temporelle des potentiels postsynaptiques 271 L'élimination du neurotransmetteur 271*
**9.5 Les neurotransmetteurs** ..... 271
Les neurotransmetteurs à petites molécules ..... 272
*L'acétylcholine 272 Les acides aminés 272 Les amines biogènes 272 L'ATP et les autres purines 272 Le monoxyde d'azote 273*
Les neuropeptides ..... 273
**AFFECTIONS COURANTES** ..... 274
La sclérose en plaques ..... 274
L'épilepsie ..... 274
**TERMES MÉDICAUX** ..... 274
**Résumé** ..... 275
**Autoévaluation** ..... 276
**Questions à court développement** ..... 277



## CHAPITRE 10

**LES SYSTÈMES NERVEUX CENTRAL ET PÉRIPHÉRIQUE** ..... 279

**10.1 La structure de la moelle épinière** ..... 279
Protection et revêtements : le canal vertébral et les méninges ..... 279
L'anatomie macroscopique de la moelle épinière ..... 280
La structure interne de la moelle épinière ..... 283
**10.2 Les nerfs spinaux** ..... 283
Les enveloppes des nerfs spinaux ..... 283
La distribution des nerfs spinaux ..... 283
*Les plexus 283 Les nerfs intercostaux 285*
**10.3 Les fonctions intégratives de la moelle épinière** ..... 285
**10.4 Vue d'ensemble de l'encéphale** ..... 288
Les principales parties et les enveloppes protectrices de l'encéphale ..... 288
L'irrigation sanguine de l'encéphale et la barrière hématoencéphalique ..... 288
Le liquide cérébrospinal ..... 291
**10.5 Les nerfs crâniens** ..... 291
**10.6 L'anatomie et les fonctions des principales parties de l'encéphale** ..... 293
Le tronc cérébral ..... 293
*Le bulbe rachidien 293 Le pont 294 Le mésencéphale 295 La formation réticulaire 296*
Le diencéphale ..... 296
*Le thalamus 296 L'hypothalamus 296 L'épithalamus 298*
Le cervelet ..... 298
Le cerveau ..... 299
*L'organisation générale du cerveau 299 Le système limbique 302*
Les aires fonctionnelles du cortex cérébral ..... 302
*Les aires sensitives 303 Les aires motrices 304 Les aires associatives 304 La latéralisation hémisphérique 305 L'électroencéphalogramme (EEG) 305*
**10.7 La sensibilité et la motricité somatiques et quelques fonctions intégratives du cortex cérébral** ..... 306
Les voies sensitives somatiques ..... 306
*La voie du cordon dorsal et du lemnisque médial 306 La voie spinothalamique 307 La décussation 308*
Les voies motrices somatiques ..... 308
L'état de veille et le sommeil ..... 309
*Le rôle du système réticulaire activateur ascendant dans le réveil 309 Le sommeil 310*
L'apprentissage et la mémoire ..... 311
**10.8 Le vieillissement du système nerveux** ..... 312
**AFFECTIONS COURANTES** ..... 313
Les lésions de la moelle épinière ..... 313
Le zona ..... 314
La sclérose latérale amyotrophique ..... 314
L'accident vasculaire cérébral ..... 314
L'accident ischémique transitoire ..... 314
La poliomyélite ..... 314
La maladie de Parkinson ..... 315
La maladie d'Alzheimer ..... 315
**TERMES MÉDICAUX** ..... 316
**Résumé** ..... 316
**Autoévaluation** ..... 318
**Questions à court développement** ..... 320

## CHAPITRE 11

**LE SYSTÈME NERVEUX AUTONOME** ..... 321

**11.1 La comparaison entre le système nerveux somatique et le système nerveux autonome** ..... 321

**11.2 La structure du système nerveux autonome** ..... 322

Les composantes anatomiques ..... 322

L'organisation de la partie sympathique du SNA ..... 323

L'organisation de la partie parasympathique du SNA ..... 326

**11.3 Les neurotransmetteurs et les récepteurs du système nerveux autonome** ..... 328

Les neurones et les récepteurs cholinergiques ..... 328

Les neurones et les récepteurs adrénergiques ..... 329

Les agonistes et les antagonistes des récepteurs ..... 329

**11.4 Les fonctions du système nerveux autonome** ..... 329

L'activité du SNA ..... 329

*L'activité de la partie sympathique du SNA 330 L'activité de la partie parasympathique du SNA 330*

**AFFECTIONS COURANTES** ..... 332

L'hyperréflectivité autonome ..... 332

Le syndrome de Raynaud ..... 333

**Résumé** ..... 333

**Autoévaluation** ..... 334

**Questions à court développement** ..... 335

## CHAPITRE 12

**LA SENSIBILITÉ SOMATIQUE ET LES SENS** ..... 337

**12.1 La sensibilité : un aperçu** ..... 337

La définition d'une sensation ..... 337

Les caractéristiques d'une sensation ..... 338

Les types de récepteurs sensoriels ..... 338

**12.2 La sensibilité somatique** ..... 339

Les sensations tactiles ..... 339

*Le toucher 339 La pression 340 La vibration 340 La démangeaison et le chatouillement 340*

Les sensations thermiques ..... 340

Les sensations douloureuses ..... 341

Les sensations proprioceptives ..... 342

**Les sens** ..... 342

**12.3 L'odorat** ..... 342

La structure de l'épithélium de la région olfactive ..... 342

La stimulation des cellules olfactives ..... 344

La voie olfactive ..... 344

**12.4 Le goût** ..... 344

La structure des calicules gustatifs ..... 344

La stimulation des cellules gustatives ..... 345

La voie gustative ..... 346

**12.5 La vision** ..... 346

Les structures annexes de l'œil ..... 346

Les tuniques du globe oculaire ..... 347

*La tunique fibreuse 347 La tunique vasculaire 347 La rétine 349*

L'intérieur du globe oculaire ..... 350

La formation des images et la vision binoculaire ..... 351

*La réfraction des rayons lumineux 351 L'accommodation 352 Les défauts de la réfraction oculaire 352 La constriction de la pupille 353 La convergence 353*

La stimulation des photorécepteurs ..... 353

La voie visuelle ..... 354

**12.6 L'ouïe et l'équilibre** ..... 354

La structure de l'oreille ..... 355

*L'oreille externe 355 L'oreille moyenne 355 L'oreille interne 356*

La physiologie de l'audition ..... 356

La voie auditive ..... 359

La physiologie de l'équilibre ..... 359

*L'équilibre statique 359 L'équilibre dynamique 359*

Les voies de l'équilibre ..... 362

**12.7 Le vieillissement des organes des sens** ..... 363

**AFFECTIONS COURANTES** ..... 365

La cataracte ..... 365

Le glaucome ..... 365

La dégénérescence maculaire liée à l'âge ..... 365

La surdité ..... 365

Le syndrome de Ménière ..... 365

L'otite moyenne ..... 366

**TERMES MÉDICAUX** ..... 366

**Résumé** ..... 367

**Autoévaluation** ..... 368

**Questions à court développement** ..... 370

## CHAPITRE 13

**LE SYSTÈME ENDOCRINIEN** ..... 371

**13.1 Introduction** ..... 371

**13.2 L'action des hormones** ..... 373

Les cellules cibles et les récepteurs hormonaux ..... 373

La chimie des hormones ..... 373

Les mécanismes de l'action hormonale ..... 374

*L'action des hormones liposolubles 374 L'action des hormones hydrosolubles 374*

La régulation de la sécrétion hormonale ..... 374

**13.3 L'hypothalamus et l'hypophyse** ..... 375

Les hormones de l'adénohypophyse ..... 375

*L'hormone de croissance et les facteurs de croissance analogues à l'insuline 377 La thyrotrophine 377 Les gonadotrophines : l'hormone folliculostimulante et l'hormone lutéinisante 377 La prolactine 377 La corticotrophine 377 L'hormone mélanotrope 377*

La neurohypophyse ..... 378
*L'ocytocine 378 L'hormone antidiurétique 379*
**13.4 La glande thyroïde** ..... 381
L'action des hormones thyroïdiennes ..... 382
La régulation de la sécrétion des hormones thyroïdiennes ..... 382
La calcitonine ..... 382
**13.5 Les glandes parathyroïdes** ..... 384
**13.6 Les îlots pancréatiques** ..... 386
Les actions du glucagon et de l'insuline ..... 386
**13.7 Les glandes surrénales** ..... 388
Les hormones du cortex surrénal ..... 388
*Les minéralocorticoïdes 390 Les glucocorticoïdes 390 Les androgènes 391*
Les hormones de la médulla surrénale ..... 391
**13.8 Les ovaires et les testicules** ..... 392
**13.9 La glande pinéale** ..... 392
**13.10 Les autres hormones** ..... 394
Les hormones produites par d'autres tissus et organes endocriniens ..... 394
Les prostaglandines et les leucotriènes ..... 394
**13.11 Le stress** ..... 395
La réaction d'alarme ..... 396
Le stade de résistance ..... 396
Le stade d'épuisement ..... 396
Le stress et la maladie ..... 396
**13.12 Le vieillissement du système endocrinien** ..... 398
**AFFECTIONS COURANTES** ..... 400
Les troubles de l'hypophyse ..... 400
Les troubles de la glande thyroïde ..... 400
Les troubles des glandes parathyroïdes ..... 401
Les troubles des glandes surrénales ..... 401
Les troubles des îlots pancréatiques ..... 401
**TERMES MÉDICAUX** ..... 402
**Résumé** ..... 402
**Autoévaluation** ..... 404
**Questions à court développement** ..... 406



## CHAPITRE 14

**LE SYSTÈME CARDIOVASCULAIRE : LE SANG** ..... 407

**14.1 Les fonctions du sang** ..... 407
**14.2 Les composants du sang** ..... 407
Le plasma ..... 409
Les éléments figurés ..... 409
*La formation des cellules sanguines 409*
Les érythrocytes ..... 409
*La structure des érythrocytes 409 Le cycle de vie des érythrocytes 411 L'érythropoïèse : la production des érythrocytes 412*
Les leucocytes ..... 414
*La typologie et la structure des leucocytes 414 Les fonctions des leucocytes 414 Le cycle de vie des leucocytes 415 La production des leucocytes 415*
Les thrombocytes ..... 415
**14.3 L'hémostase** ..... 416
Le spasme vasculaire ..... 417
La formation du clou plaquettaire ..... 417
La coagulation ..... 417
*La rétraction du caillot et la réparation des vaisseaux sanguins 418*
Les mécanismes de régulation de l'hémostase ..... 418
La coagulation intravasculaire ..... 419
**14.4 Les systèmes et les groupes sanguins** ..... 419
Le système ABO ..... 420
Le système Rh ..... 420
Les transfusions ..... 420
La détermination du groupe sanguin ..... 421
**AFFECTIONS COURANTES** ..... 422
L'anémie ..... 422
La drépanocytose ..... 422
La maladie hémolytique du nouveau-né ..... 422
La leucémie ..... 423
**TERMES MÉDICAUX** ..... 423
**Résumé** ..... 424
**Autoévaluation** ..... 425
**Questions à court développement** ..... 426

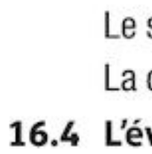


## CHAPITRE 15

**LE SYSTÈME CARDIOVASCULAIRE : LE CŒUR** ..... 427

**15.1 La structure et l'organisation du cœur** ..... 427
L'emplacement du cœur ..... 427
Le revêtement du cœur ..... 427
La paroi du cœur ..... 429
Les cavités cardiaques ..... 430
Les gros vaisseaux du cœur ..... 430
Les valves cardiaques ..... 432
**15.2 La circulation sanguine et l'irrigation du cœur** ..... 434
La circulation sanguine dans le cœur ..... 434
L'irrigation sanguine du cœur ..... 434
**15.3 Le système de conduction du cœur** ..... 435
**15.4 L'électrocardiogramme** ..... 437
**15.5 Le cycle cardiaque** ..... 437
Les bruits du cœur ..... 438
**15.6 Le débit cardiaque** ..... 439
La régulation du volume systolique ..... 439
La régulation de la fréquence cardiaque ..... 440
*La régulation de la fréquence cardiaque par le système nerveux autonome 440 La régulation chimique de la fréquence cardiaque 441 Les autres facteurs de la régulation de la fréquence cardiaque 441*
**15.7 Les effets de l'exercice sur le cœur** ..... 441
**AFFECTIONS COURANTES** ..... 442
La coronaropathie ..... 442
L'ischémie et l'infarctus du myocarde ..... 443
Les cardiopathies congénitales ..... 443
Les arythmies ..... 444

**TERMES MÉDICAUX** ..... 445
**Résumé** ..... 445
**Autoévaluation** ..... 446
**Questions à court développement** ..... 448



## CHAPITRE 16

**LE SYSTÈME CARDIOVASCULAIRE : LES VAISSEAUX SANGUINS ET LA CIRCULATION SANGUINE** ..... 449

**16.1 La structure et les fonctions des vaisseaux sanguins** ..... 449
Les artères et les artérioles ..... 450
*Les anastomoses 451*
Les capillaires ..... 451
*La structure des capillaires 451 Les échanges capillaires 451*
Les veinules et les veines ..... 453
*La structure des veinules et des veines 453*
**16.2 Le débit sanguin dans les vaisseaux** ..... 453
La pression sanguine ..... 453
La résistance ..... 454
Le retour veineux ..... 454
La régulation de la pression artérielle et du débit sanguin ..... 455
*Le rôle du centre cardiovasculaire 455 La régulation hormonale de la pression artérielle et du débit sanguin 458*
**16.3 Les voies de la circulation** ..... 458
La circulation systémique ..... 458
La circulation pulmonaire ..... 474
Le système porte hépatique ..... 474
La circulation fœtale ..... 474
**16.4 L'évaluation de la circulation** ..... 477
Le pouls ..... 477
La mesure de la pression artérielle ..... 477
**16.5 Le vieillissement du système cardiovasculaire** ..... 477
**AFFECTIONS COURANTES** ..... 479
L'hypertension ..... 479
Le choc ..... 479
L'anévrisme ..... 479
**TERMES MÉDICAUX** ..... 480
**Résumé** ..... 480
**Autoévaluation** ..... 481
**Questions à court développement** ..... 483



## CHAPITRE 17

**LE SYSTÈME LYMPHATIQUE ET L'IMMUNITÉ** ..... 485

**17.1 Le système lymphatique** ..... 486
Les vaisseaux lymphatiques et la circulation de la lymphe ..... 486
Les organes et les tissus lymphoïdes ..... 489
*Le thymus 489 Les nœuds lymphatiques 489 La rate 490 Les follicules lymphatiques 490*
**17.2 L'immunité innée** ..... 490
La première ligne de défense : la peau et les muqueuses ..... 491
La seconde ligne de défense : les défenses internes ..... 491
*Les protéines antimicrobiennes internes 491 Les phagocytes et les cellules tueuses naturelles 492 La réaction inflammatoire 492 La fièvre 493*
**17.3 L'immunité adaptative** ..... 494
La maturation des lymphocytes T et des lymphocytes B ..... 494
Les types de réponses immunitaires adaptatives ..... 494
Le principe de la sélection clonale ..... 496
Les antigènes ..... 496
Le traitement et la présentation des antigènes ..... 497
Les lymphocytes T et la réponse immunitaire cellulaire ..... 499
*La réponse cellulaire engendrée par les lymphocytes T auxiliaires 499 La réponse cellulaire engendrée par les lymphocytes T cytotoxiques 500 L'élimination des envahisseurs 501*
Les lymphocytes B et la réponse immunitaire humorale ..... 501
*La structure et les fonctions des anticorps 503*
La mémoire immunitaire ..... 504
*Les réactions primaire et secondaire 504 L'immunité acquise naturellement et artificiellement 505*
**17.4 Le vieillissement du système immunitaire** ..... 505
**AFFECTIONS COURANTES** ..... 507
Le sida : le syndrome d'immunodéficience acquise ..... 507
*La transmission du VIH 507 Le VIH : structure et infection 507 Les signes, les symptômes et le diagnostic de l'infection par le VIH 508 L'évolution de la maladie vers le sida 508 Le traitement de l'infection par le VIH 508*
Les réactions allergiques ..... 508
Les maladies auto-immunes ..... 509
La mononucléose infectieuse ..... 509
Les lymphomes ..... 510
Le lupus érythémateux disséminé ..... 510
**TERMES MÉDICAUX** ..... 510
**Résumé** ..... 511
**Autoévaluation** ..... 513
**Questions à court développement** ..... 514



## CHAPITRE 18

**LE SYSTÈME RESPIRATOIRE** ..... 515

**18.1 Les organes du système respiratoire** ..... 515
Le nez ..... 516
Le pharynx ..... 518
Le larynx ..... 518
Les structures de la phonation ..... 519
La trachée ..... 519
Les bronches et les bronchioles ..... 519
Les poumons ..... 521
*Les alvéoles pulmonaires 521*
**18.2 La ventilation pulmonaire** ..... 524
Les muscles de l'inspiration et de l'expiration ..... 524
Les variations de pression au cours de la ventilation pulmonaire ..... 525

Les facteurs influençant la ventilation pulmonaire ..... 525
Les volumes et les capacités respiratoires ..... 526
Les types de ventilation et les mouvements d'air non respiratoires ..... 527
**18.3 Les échanges de molécules d'oxygène et de dioxyde de carbone** ..... 528
La respiration externe : l'échange gazeux pulmonaire ..... 529
La respiration interne : l'échange gazeux systémique ..... 529
**18.4 Le transport des gaz respiratoires** ..... 531
Le transport des molécules d'oxygène ..... 531
Le transport du dioxyde de carbone ..... 531
**18.5 La régulation de la ventilation pulmonaire** ..... 533
Le centre respiratoire ..... 533
*Le centre bulbaire de la rythmicité 533 Le groupe respiratoire pontin 534*
La régulation du centre respiratoire ..... 534
*Les influences corticales sur la ventilation 534 La régulation de la ventilation par les chimiorécepteurs 534 Les autres facteurs influant sur la ventilation 535*
**18.6 Les effets de l'exercice sur le système respiratoire** ..... 537
**18.7 Le vieillissement du système respiratoire** ..... 537
**AFFECTIONS COURANTES** ..... 539
L'asthme ..... 539
La bronchopneumopathie chronique obstructive ..... 539
L'emphysème pulmonaire ..... 539
La bronchite chronique ..... 539
Le cancer du poumon ..... 539
La pneumonie ..... 539
La tuberculose ..... 540
Le coryza, la grippe saisonnière et la grippe H1N1 ..... 540
L'œdème pulmonaire ..... 540
**TERMES MÉDICAUX** ..... 540
**Résumé** ..... 541
**Autoévaluation** ..... 543
**Questions à court développement** ..... 544



## CHAPITRE 19

**LE SYSTÈME DIGESTIF** ..... 545
**19.1 Le système digestif : vue d'ensemble** ..... 545
**19.2 Les couches tissulaires du tube digestif et de l'omentum** ..... 546
**19.3 La bouche** ..... 549
La langue ..... 549
Les glandes salivaires ..... 550
Les dents ..... 550
La digestion dans la bouche ..... 550
**19.4 Le pharynx et l'œsophage** ..... 552
**19.5 L'estomac** ..... 553
La structure de l'estomac ..... 553
La digestion et l'absorption dans l'estomac ..... 556
**19.6 Le pancréas** ..... 557
La structure du pancréas ..... 557
Le suc pancréatique ..... 558
**19.7 Le foie et la vésicule biliaire** ..... 558
La structure du foie et de la vésicule biliaire ..... 558
La bile ..... 558
Les fonctions du foie ..... 560
**19.8 L'intestin grêle** ..... 560
La structure de l'intestin grêle ..... 560
Le suc intestinal ..... 561
La digestion mécanique dans l'intestin grêle ..... 561
La digestion chimique dans l'intestin grêle ..... 563
L'absorption dans l'intestin grêle ..... 563
*L'absorption des monosaccharides 564 L'absorption des acides aminés 564 L'absorption des ions et de l'eau 564 L'absorption des lipides et des sels biliaires 564 L'absorption des vitamines 566*
**19.9 Le gros intestin** ..... 566
La structure du gros intestin ..... 566
La digestion et l'absorption dans le gros intestin ..... 567
Le réflexe de défécation ..... 567
**19.10 Les étapes de la digestion** ..... 569
La phase céphalique ..... 569
La phase gastrique ..... 569
La phase intestinale ..... 569
**19.11 Le vieillissement du système digestif** ..... 569
**AFFECTIONS COURANTES** ..... 571
Les fibres alimentaires et le système digestif ..... 571
Les caries dentaires ..... 571
La maladie parodontale ..... 571
La maladie ulcéreuse gastroduodénale ..... 571
L'appendicite ..... 572
Le cancer colorectal ..... 572
La diverticulose et la diverticulite ..... 572
L'hépatite ..... 572
**TERMES MÉDICAUX** ..... 572
**Résumé** ..... 573
**Autoévaluation** ..... 575
**Questions à court développement** ..... 577



## CHAPITRE 20

**LA NUTRITION ET LE MÉTABOLISME** ..... 579
**20.1 Les nutriments** ..... 579
Les principes d'un mode de vie sain ..... 580
Les minéraux ..... 581
Les vitamines ..... 581
**20.2 Le métabolisme** ..... 585
Le métabolisme des glucides ..... 585

*Le catabolisme du glucose 586 L'anabolisme du glucose 587*
Le métabolisme des lipides ..... 587
*Le catabolisme des lipides 587 L'anabolisme des lipides : la lipogenèse 588 Le transport des lipides dans le sang 589*
Le métabolisme des protéines ..... 590
*Le catabolisme des protéines 590 L'anabolisme des protéines 590*
**20.3 Le métabolisme et la chaleur corporelle** ..... 592
La mesure de la chaleur ..... 592
L'homéostasie de la température corporelle ..... 592
*La production de chaleur corporelle 592 La perte de chaleur corporelle 592*
La régulation de la température corporelle ..... 593
**AFFECTIONS COURANTES** ..... 595
La fièvre ..... 595
L'obésité ..... 595
**TERMES MÉDICAUX** ..... 596
**Résumé** ..... 596
**Autoévaluation** ..... 598
**Questions à court développement** ..... 599

**CHAPITRE 21**
**LE SYSTÈME URINAIRE** ..... 601
**21.1 Le système urinaire : vue d'ensemble** ..... 601
**21.2 La structure des reins** ..... 602
L'anatomie externe du rein ..... 602
L'anatomie interne du rein ..... 603
La vascularisation du rein ..... 603
Le néphron ..... 604
**21.3 Les fonctions du néphron** ..... 606
La filtration glomérulaire ..... 607
*La pression nette de filtration 607 Le débit de filtration glomérulaire 608*
La réabsorption tubulaire ..... 609
La sécrétion tubulaire ..... 609
*La régulation hormonale des fonctions du néphron 611*
La composition de l'urine ..... 611
**21.4 Le transport, l'entreposage et l'élimination de l'urine** ..... 612
Les uretères ..... 612
La vessie ..... 613
L'urètre ..... 613
La miction ..... 614
**21.5 Le vieillissement du système urinaire** ..... 614
**AFFECTIONS COURANTES** ..... 616
La glomérulonéphrite ..... 616
L'insuffisance rénale ..... 616
La polykystose rénale ..... 616
**TERMES MÉDICAUX** ..... 616
**Résumé** ..... 617
**Autoévaluation** ..... 618
**Questions à court développement** ..... 619

**CHAPITRE 22**
**L'ÉQUILIBRE HYDRIQUE, ÉLECTROLYTIQUE ET ACIDOBASIQUE** ..... 621
**22.1 Les compartiments hydriques et l'équilibre hydrique** ..... 621
L'apport et la déperdition hydriques ..... 622
La régulation de l'apport hydrique ..... 623
La régulation de la déperdition d'eau et de solutés ..... 623
Le mouvement de l'eau entre les compartiments hydriques ..... 626
**22.2 Les électrolytes dans les liquides de l'organisme** ..... 627
**22.3 L'équilibre acidobasique** ..... 629
Les actions des systèmes tampons ..... 630
*Le système tampon des protéines 630 Le système tampon acide carbonique-bicarbonate 630 Le système tampon des phosphates 630*
L'expiration du dioxyde de carbone ..... 630
L'excrétion des ions $H^+$ par les reins ..... 631
Les déséquilibres acidobasiques ..... 631
**22.4 Le vieillissement et l'équilibre hydrique, électrolytique et acidobasique** ..... 632
**Résumé** ..... 633
**Autoévaluation** ..... 634
**Questions à court développement** ..... 635

**CHAPITRE 23**
**LES SYSTÈMES GÉNITAUX** ..... 637
**23.1 Le système génital de l'homme** ..... 637
Le scrotum ..... 637
Les testicules ..... 639
*La spermatogenèse 640 Les spermatozoïdes 641 La régulation hormonale des fonctions testiculaires 643*
Les conduits du système génital de l'homme ..... 644
*L'épididyme 644 Le conduit déférent 644 Le conduit éjaculateur 644 L'urètre 644*
Les glandes sexuelles annexes ..... 644
Le sperme ..... 645
Le pénis ..... 645
**23.2 Le système génital de la femme** ..... 646
Les ovaires ..... 647
*L'ovogenèse 648*
Les trompes utérines ..... 649
L'utérus ..... 649
Le vagin ..... 649
Le périnée et la vulve ..... 651
Les glandes mammaires ..... 651
**23.3 Le cycle de la reproduction chez la femme** ..... 653
La régulation hormonale du cycle de la reproduction chez la femme ..... 653
Les phases du cycle de la reproduction chez la femme ..... 653
*La phase menstruelle 655 La phase préovulatoire 655 L'ovulation 655 La phase postovulatoire 655*

**23.4 La contraception et l'avortement** ..... 656
Les méthodes contraceptives ..... 657
*La stérilisation chirugicale 657 La stérilisation sans incision 657 Les méthodes hormonales 657 Les dispositifs intra-utérins 658 Les spermicides 658 Les barrières mécaniques 658 L'abstinence périodique 659*
L'avortement ..... 659
**23.5 Le vieillissement des systèmes génitaux** ..... 659
**AFFECTIONS COURANTES** ..... 662
Les troubles du système génital de l'homme ..... 662
*Le cancer du testicule 662 Les troubles de la prostate 662*
Les troubles du système génital de la femme ..... 662
*Le syndrome prémenstruel 662 L'endométriose 662 Le cancer du sein 662 Le cancer de l'ovaire 663 Le cancer du col de l'utérus 664 La candidose vulvovaginale 664*
Les infections transmissibles sexuellement ..... 664
*La chlamydiose 664 La trichomonase 664 La gonorrhée 664 La syphilis 665 L'herpès génital 665 Les verrues génitales 665*
**TERMES MÉDICAUX** ..... 665
**Résumé** ..... 666
**Autoévaluation** ..... 668
**Questions à court développement** ..... 669

## CHAPITRE 24

**LE DÉVELOPPEMENT PRÉNATAL, LA NAISSANCE ET L'HÉRÉDITÉ** ..... 671

**24.1 La période embryonnaire** ..... 671
La première semaine ..... 671
*La fécondation 671 Le début du développement embryonnaire 672*
La deuxième semaine ..... 674
La troisième semaine ..... 676
*La gastrulation 676 La neurulation 677 La formation de l'allantoïde, des villosités choriales et du placenta 677*
De la quatrième à la huitième semaine ..... 679
**24.2 La période fœtale** ..... 681
**24.3 Les effets de la grossesse chez la mère** ..... 682
Les hormones de la grossesse ..... 682
Les modifications durant la grossesse ..... 683
**24.4 L'exercice et la grossesse** ..... 683
**24.5 Le travail et l'accouchement** ..... 684
**24.6 La lactation** ..... 685
**24.7 L'hérédité** ..... 686
Le génotype et le phénotype ..... 686
Les variations de l'hérédité dominante-récessive ..... 688
*La dominance incomplète 688 La transmission par allèles multiples 688 L'hérédité complexe 689*
Les autosomes et les chromosomes sexuels ..... 690
L'hérédité liée au sexe ..... 690
*Le daltonisme 690*
*L'inactivation du chromosome X 691*
**AFFECTIONS COURANTES** ..... 691
L'infertilité ..... 691
Le syndrome de Down ..... 692
**TERMES MÉDICAUX** ..... 692
**Résumé** ..... 693
**Autoévaluation** ..... 695
**Questions à court développement** ..... 696

**Réponses** ..... R-1
**Glossaire** ..... G-1
**Sources des photographies et des illustrations** ..... S-1
**Index** ..... I-1
**Préfixes, racines des mots et suffixes**

# Liste des applications cliniques


Abcès et ulcères ..... 493
Achromatopsie et cécité nocturne ..... 354
Acides gras en relation avec la santé et la maladie ..... 39
Acné ..... 116
Adhérences ..... 102
Administration de médicaments par voie transdermique ..... 118
Algohallucinose ..... 340
Amnésie ..... 312
Analgésie ..... 342
Anesthésie péridurale ..... 155
Anesthésiques locaux ..... 269
Anomalies des valves du cœur ..... 434
Anticoagulants ..... 419
Anticorps monoclonaux ..... 504
Anti-inflammatoires non stéroïdiens (AINS) ..... 395
Aphasie ..... 304
Aspirine et agents thrombolytiques ..... 419
Asthme ..... 521
Ataxie ..... 299
Atrophie musculaire et hypertrophie musculaire ..... 202
Augmentation et réduction mammaires ..... 652
Autopsie ..... 7
Aversion gustative ..... 346
Blessures au dos et soulèvement d'une lourde charge ..... 236
Blessures des côtes ..... 156
Blocage des récepteurs d'hormones ..... 373
Bon et mauvais cholestérol ..... 590
Bursite ..... 183
Calculs biliaires ..... 559
Cancer du pancréas ..... 558
Cellules souches ..... 673
Cétose et acidose ..... 588
Chimiothérapie ..... 71
Chimiothérapie et perte des cheveux ..... 114
Choc vagal ..... 330
Chondroïtine sulfate, glucosamine et maladies articulaires ..... 93
Circoncision ..... 645
Claquage des muscles de l'aine ..... 238
Claquage des muscles de la cuisse et contracture ..... 241
Couleur de la peau et des muqueuses utilisée à des fins de diagnostic ..... 113
Cryptorchidie ..... 640
Cytologie cervicovaginale et biopsie ..... 90
Déchirure du cartilage et arthroscopie ..... 183
Décollement de la rétine ..... 349
Déséquilibres hydrique et électrolytique ..... 629
Diagnostic ..... 11
Diarrhée et constipation ..... 568
Diurétiques ..... 611
Don de sang de cordon ombilical ..... 679
Dopage sanguin ..... 413
Dysautonomie ..... 331
Dysérection ..... 646
Dystocie et présentation du siège ..... 685
Efficacité à double tranchant de la barrière hématoencéphalique ..... 291
Entorses ..... 93
Épisiotomie ..... 651
Épreuves de la fonction hépatique ..... 560
Extrait de calcitonine ..... 382
Fissure palatine et bec-de-lièvre ..... 147
Fonctionnement de la jonction neuromusculaire ..... 204
Fracture de la clavicule ..... 158
Fracture du métatarse ..... 169
Génomique ..... 64
Glycosurie et polyurie ..... 609
Greffe d'organe ..... 500
Greffe de moelle osseuse ..... 415
Greffe de rein ..... 607
Greffe osseuse ..... 168
Greffes de peau ..... 111
Grossesse ectopique ..... 681
Hernie ..... 224
Histocompatibilité ..... 497
Hydrocéphalie ..... 291
Hypercapnie et hypoxie ..... 535
Hyperplasie surrénale congénitale ..... 391
Hyperthyroïdie ..... 382
Hypocapnie ..... 535

Hyposmie ... 344
Hypothermie ... 595
Hystérectomie ... 649
Implants cochléaires ... 359
Incontinence urinaire ... 614
Indicateurs d'un déséquilibre du $Na^+$ ... 626
Ingénierie tissulaire ... 97
Inhibiteurs sélectifs de la recapture de la sérotonine ... 271
Insuffisance cardiaque ... 439
Intolérance au lactose ... 42, 563
Intoxication par l'eau et réhydratation par voie orale ... 626
Intoxication par le monoxyde de carbone ... 531
Jumeaux dizygotes et monozygotes ... 672
Kyste de l'ovaire ... 648
Laryngite et cancer du larynx ... 519
Lésions des noyaux gris centraux ... 302
Lésions du bulbe rachidien ... 294
Liposuccion ... 95
Mal de l'altitude ... 529
Maladie de Tay-Sachs ... 63
Maladie fibrokystique du sein ... 653
Malformations du tube neural ... 677
Mégacôlon ... 326
Membrane basale et maladie ... 82
Métastase ... 490
Modification de l'effet des neurotransmetteurs ... 273
Nombre de néphrons ... 606
Ocytocine synthétique ... 379
Œdème ... 488
Oligurie et anurie ... 608
Ophtalmoscope ... 349
Otoémissions ... 358
Oxygénothérapie hyperbare ... 528
Paralysie de Bell ... 220
Paralysie flasque et paralysie spastique ... 309
Pelvimétrie ... 164
Péricardite ... 429
Péritonite ... 548
Phénylcétonurie ... 590
Pied plat ... 170
Placenta prævia ... 679
Polypes du côlon ... 566
Ponction lombaire ... 280
Presbytie ... 352
Protéasomes et maladie ... 63
Radicaux libres et leurs effets sur la santé ... 28
RE lisse et tolérance accrue aux médicaments ... 62
Réanimation cardiorespiratoire ... 432
Réflexes des barorécepteurs ... 458
Réflexes et diagnostic ... 288
Reflux gastro-œsophagien ... 552
Régénération des neurones ... 260
Remaniement osseux et orthodontie ... 136
Rétablissement de la circulation sanguine et radicaux libres ... 434
Rhinoplastie ... 516
Rigidité cadavérique ... 207
Scintigraphie osseuse ... 130
Sinusite ... 149
Souffles cardiaques ... 438
Splénectomie ... 490
Stimulateur cardiaque ... 436
Strabisme ... 222
Suppléments de créatine ... 208
Suppléments de vitamines et de minéraux ... 581
Surcharge glucidique ... 587
Syndrome de Brown-Séquard ... 308
Syndrome de Claude Bernard-Horner ... 326
Syndrome de l'articulation temporomandibulaire ... 147
Syndrome de la loge tibiale antérieure ... 243
Syndrome de Marfan ... 93
Syndrome des loges ... 232
Syndrome douloureux tibial ... 168
Syndrome du canal carpien ... 161, 234
Syndrome fémoropatellaire ... 166
Tabagisme et cils ... 517
Tampons et maladie ... 35
Tendinite de la coiffe des rotateurs ... 230
Ténosynovite ... 216
Tests de grossesse ... 683
Trachéotomie ... 519
Traitement radiculaire ... 550
Trouble de stress post-traumatique ... 398
Troubles affectifs saisonniers ... 392
Utilité en médecine des solutions isotoniques, hypotoniques et hypertoniques ... 56
Vomissement ... 556



CHAPITRE 1

# L'organisation du corps humain

Nous commençons notre voyage dans l'univers fascinant du corps humain par l'étude de son organisation et de son fonctionnement. Nous ferons d'abord un survol des disciplines que sont l'anatomie et la physiologie, et nous poursuivrons avec les niveaux d'organisation qui caractérisent les êtres vivants et les propriétés qu'ils ont en commun. Nous verrons ensuite comment l'organisme régit constamment son propre milieu intérieur. Ce processus ininterrompu, appelé *homéostasie*, est un thème qui reviendra dans chacun des chapitres du manuel. Nous aborderons aussi la manière dont les divers systèmes qui composent le corps humain travaillent de concert pour maintenir la santé de l'organisme dans son ensemble. Enfin, nous présenterons un vocabulaire de base qui vous aidera à parler du corps humain de façon à être bien compris à la fois des scientifiques et des professionnels de la santé.

## 1.1 Définition de l'anatomie et de la physiologie

▶ Objectif

- **Définir** l'anatomie et la physiologie.

L'anatomie et la physiologie sont les deux disciplines scientifiques qui nous permettent de comprendre les différentes parties et fonctions du corps humain. L'**anatomie** (*anatemnein* : disséquer) est l'étude des *structures* de l'organisme et des relations entre ces structures ; la **physiologie** (*phusis* : nature ; *logos* : science) est l'étude des *fonctions* du corps humain, c'est-à-dire du fonctionnement normal de ses diverses parties. Étant donné qu'il est impossible de dissocier complètement le fonctionnement et les structures, il est plus facile de comprendre le corps humain en étudiant ensemble l'anatomie et la physiologie. Nous découvrirons comment chaque structure du corps est organisée pour assurer une fonction donnée et, à l'inverse, comment l'organisation d'une structure du corps détermine souvent les fonctions qu'elle peut assurer. Par exemple, les os du crâne sont fermement soudés pour former un boîtier rigide qui protège l'encéphale. Les os des doigts, par contre, sont liés par des articulations souples qui permettent divers types de mouvements, comme tourner les pages d'un livre.

▶ Point de contrôle

1. Quelle est la principale différence entre l'anatomie et la physiologie ?
2. Donnez un exemple de la relation qui existe entre la structure d'une partie du corps et sa fonction.

## 1.2 Les niveaux d'organisation et les systèmes du corps

▶ Objectifs

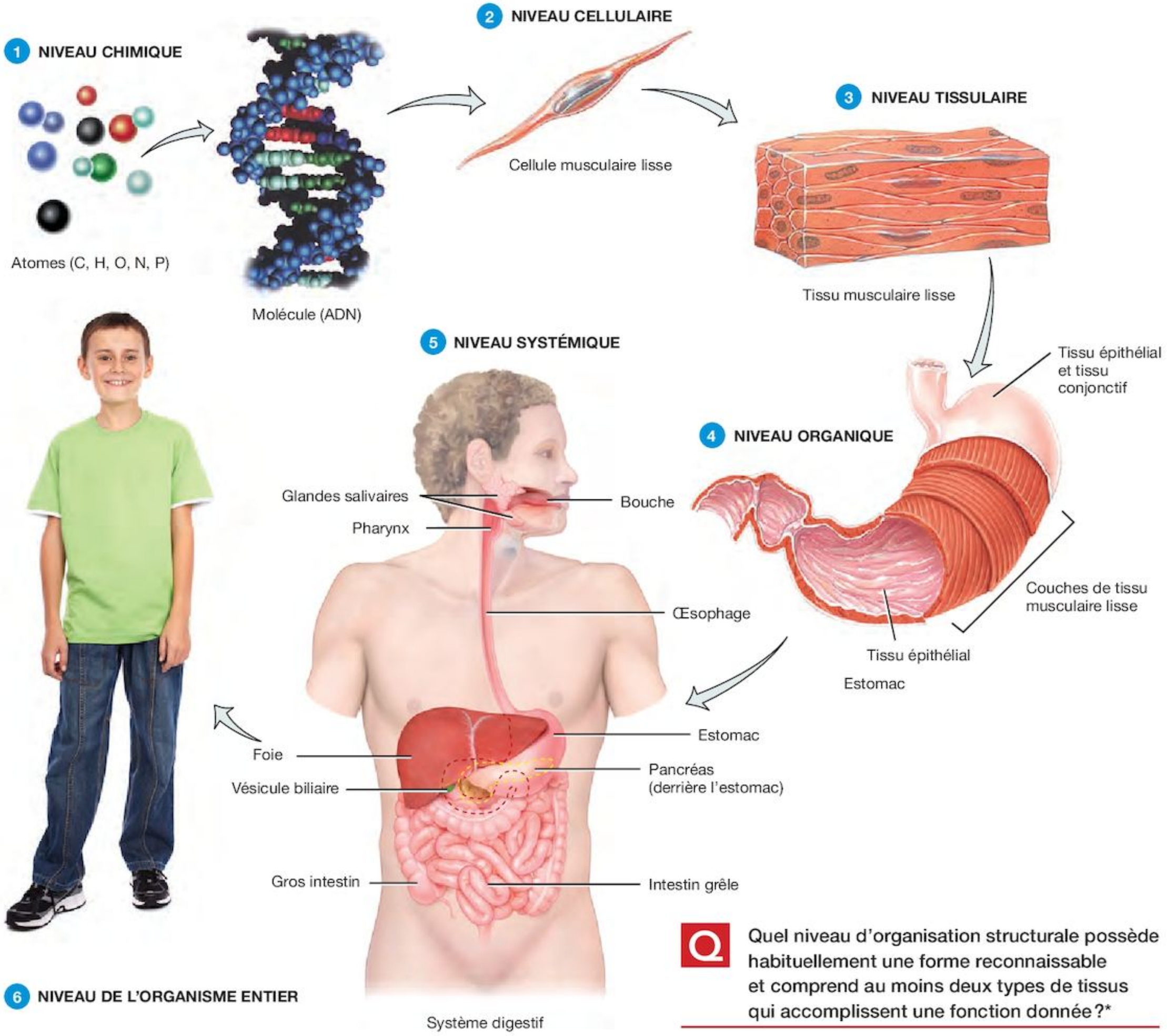
- **Décrire** l'organisation structurale du corps humain.
- **Définir** les systèmes du corps humain et leurs relations.

Les structures du corps humain sont organisées en niveaux, un peu comme le sont les lettres de l'alphabet, les mots, les phrases, les paragraphes, etc. Vous trouverez plus loin les six niveaux d'organisation du corps humain, des plus petites structures jusqu'aux plus grandes ; ce sont les niveaux chimique, cellulaire, tissulaire, organique, systémique et de l'organisme entier (**figure 1.1**).

1. Le **niveau chimique** comprend les **atomes**, soit les plus petites particules de matière contribuant aux réactions chimiques, et les **molécules**, issues de l'union de deux ou de plusieurs atomes. On peut comparer les atomes et les molécules aux lettres de l'alphabet. Certains atomes, tels que le carbone (C), l'hydrogène (H), l'oxygène (O), l'azote (N), le phosphore (P) et certains autres, sont essentiels au maintien de la vie. Parmi les molécules bien connues du corps humain, citons l'acide désoxyribonucléique (ADN), support du patrimoine génétique transmis d'une génération à l'autre ; l'hémoglobine, qui transporte l'oxygène dans le sang ; le glucose, forme de sucre transportée par le sang ; et les vitamines, qui sont nécessaires à une vaste gamme de processus chimiques. Nous étudions le niveau chimique de l'organisation du corps humain aux chapitres 2 et 20.

**Figure 1.1 Les niveaux d'organisation structurale du corps humain.**

Les six niveaux d'organisation structurale sont les niveaux chimique, cellulaire, tissulaire, organique, systémique et de l'organisme entier.




Q Quel niveau d'organisation structurale possède habituellement une forme reconnaissable et comprend au moins deux types de tissus qui accomplissent une fonction donnée?*

2 Des molécules se combinent pour former les structures du niveau suivant de l'organisation du corps humain, le **niveau cellulaire**. Les **cellules** sont les unités de base structurales et fonctionnelles d'un organisme. Tout comme les mots sont les plus petits éléments du langage, les cellules constituent les plus petites unités vivantes dans le corps humain. Les cellules musculaires, nerveuses et sanguines en sont des exemples. La figure 1.1 montre une cellule musculaire lisse, l'un des trois types de cellules musculaires présents dans le corps humain. Comme nous le verrons au chapitre 3, les cellules contiennent des structures

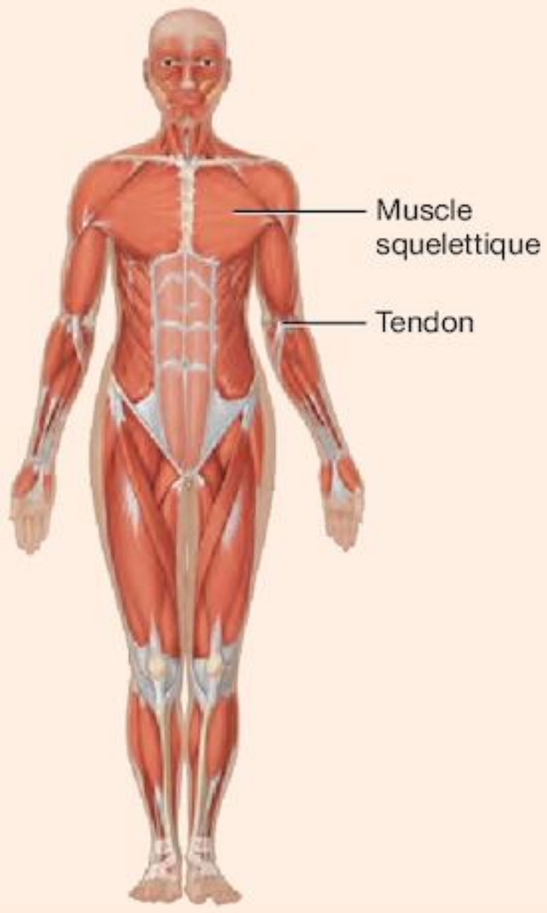
* Les réponses aux questions des figures se trouvent dans la section Réponses à la fin de ce manuel.

## Tableau 1.1 (*suite*)

### Les composantes et les fonctions des onze principaux systèmes du corps humain

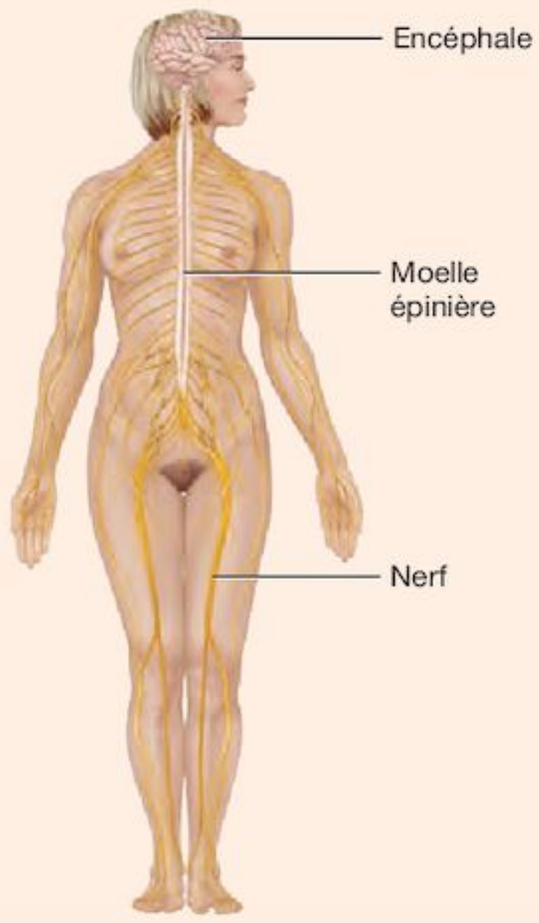
#### 3. LE SYSTÈME MUSCULAIRE (CHAPITRE 8)

***Composantes*** : Concerne précisément les muscles composés de tissu musculaire squelettique, ainsi nommé parce qu'il est habituellement fixé aux os. (Les autres tissus musculaires sont le tissu musculaire lisse et le tissu musculaire cardiaque.)
***Fonctions*** : Produit les mouvements du corps ; stabilise la position du corps (ou posture) ; produit de la chaleur.



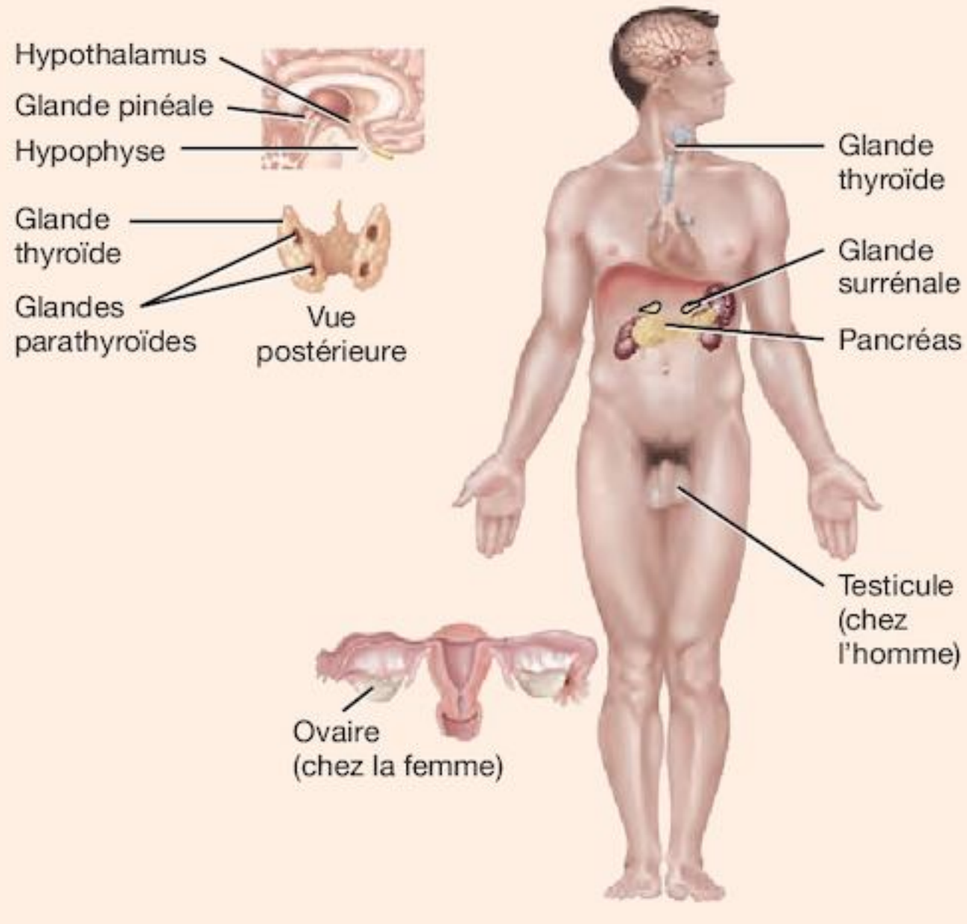

#### 4. LE SYSTÈME NERVEUX (CHAPITRES 9 À 12)

***Composantes*** : Encéphale, moelle épinière, nerfs et récepteurs sensoriels spécifiques tels que l'œil et l'oreille.
***Fonctions*** : Régule les activités de l'organisme au moyen de potentiels d'action ; détecte les changements des milieux intérieur et extérieur, les interprète et y réagit à l'aide de contractions musculaires ou de sécrétions glandulaires.




#### 5. LE SYSTÈME ENDOCRINIEN (CHAPITRE 13)

***Composantes*** : Toutes les glandes et les tissus qui produisent les régulateurs chimiques des fonctions corporelles, appelés hormones.
***Fonctions*** : Assure la régulation des activités de l'organisme au moyen d'hormones, qui sont transportées par le sang d'une glande endocrine vers des organes cibles.




#### 6. LE SYSTÈME CARDIOVASCULAIRE (CHAPITRES 14 À 16)

***Composantes*** : Sang, cœur et vaisseaux sanguins.
***Fonctions*** : Distribue le sang dans les vaisseaux sanguins ; transporte les molécules d'oxygène et les nutriments aux cellules de l'organisme et débarrasse ces dernières du dioxyde de carbone et de certains déchets ; contribue au maintien de l'équilibre acidobasique, de la température et de la teneur en eau des liquides de l'organisme ; aide l'organisme à se défendre contre les maladies et à réparer les vaisseaux sanguins endommagés.

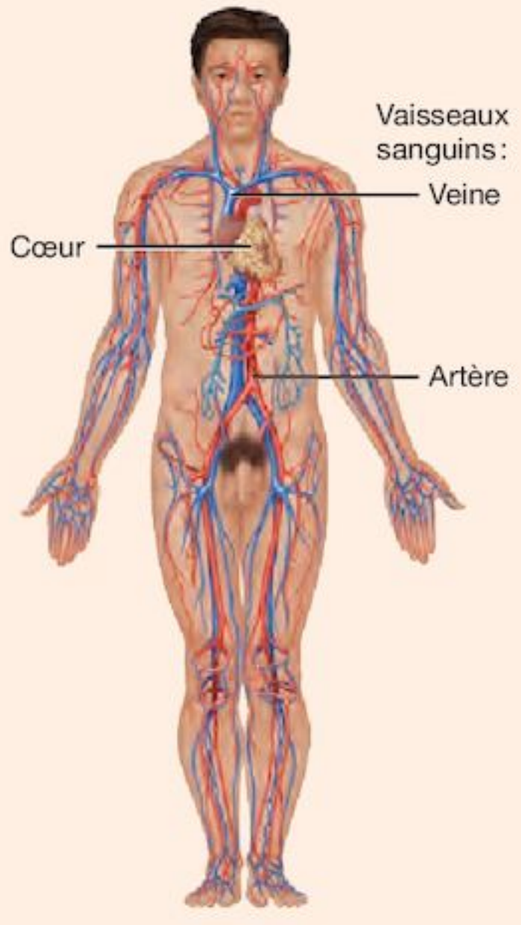
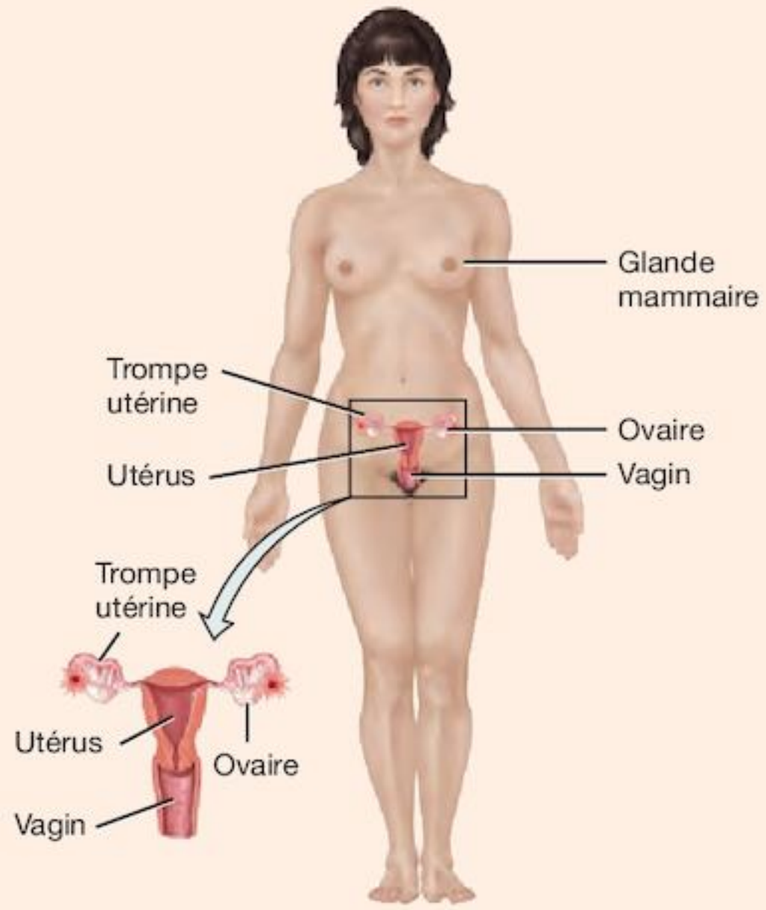


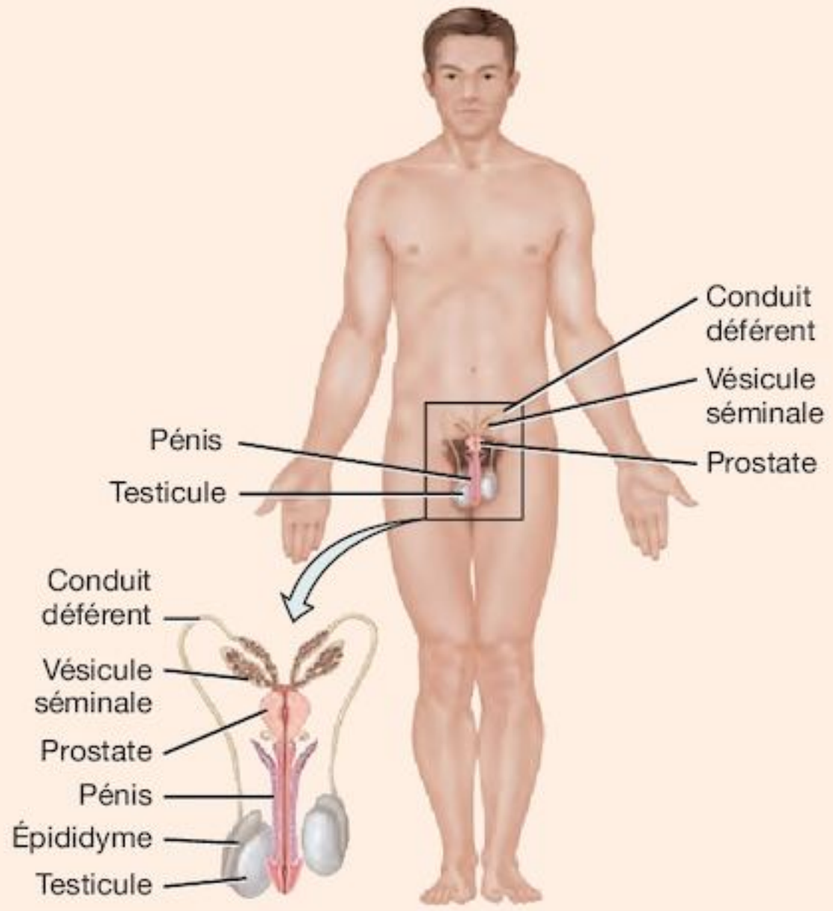
**Tableau 1.1** *(suite)*

**Les composantes et les fonctions des onze principaux systèmes du corps humain**

**11. LES SYSTÈMES GÉNITAUX (CHAPITRE 23)**

***Composantes*** : Gonades (ovaires chez la femme et testicules chez l'homme) et leurs organes associés : trompes utérines, utérus et vagin chez la femme ; épididymes, conduits déférents et pénis chez l'homme. Le système génital féminin comprend également les glandes mammaires.
***Fonctions*** : Les gonades produisent les gamètes (ovocytes ou spermatozoïdes), qui s'unissent pour former un nouvel organisme ; libèrent également les hormones régissant la reproduction et d'autres processus ; les organes associés transportent et emmagasinent les gamètes. Les glandes mammaires produisent le lait.




## 1.3 Les fonctions vitales

**Objectif**

- **Définir** les principales fonctions vitales du corps humain.

Tous les organismes vivants possèdent des caractéristiques qui les distinguent de la matière inerte. Les six principales fonctions vitales du corps humain sont les suivantes.

1. Le **métabolisme** est la somme de toutes les réactions chimiques qui ont lieu dans l'organisme. Il comprend deux phases : le catabolisme et l'anabolisme. Le *catabolisme* est la dégradation de grosses molécules complexes en molécules plus petites et plus simples. L'*anabolisme* est la formation de molécules complexes à partir de composantes plus petites et plus simples. Par exemple, la digestion scinde (catabolisme) les protéines alimentaires en acides aminés, éléments constituants des protéines. Les acides aminés peuvent ensuite servir à fabriquer (anabolisme) de nouvelles protéines, qui forment les muscles et les os.
2. La **réactivité** est la capacité de l'organisme à percevoir les changements provenant du milieu intérieur ou du milieu extérieur, et à y répondre. Les cellules nerveuses réagissent aux changements du milieu en émettant des signaux électriques appelés *potentiels d'action*, ou *influx nerveux*. Les cellules musculaires répondent aux potentiels d'action en se contractant pour donner aux diverses parties du corps la force de se mouvoir.
3. Le **mouvement** est l'activité motrice du corps dans son ensemble, mais aussi de chaque organe, de chaque cellule et de chaque structure cellulaire, aussi minuscule soit-elle. Par exemple, divers muscles et os agissent de façon coordonnée pour déplacer le corps d'un endroit à un autre au moyen de la marche ou de la course. Après un repas riche en matières grasses, la vésicule biliaire (un organe) se contracte et éjecte de la bile dans le tube digestif pour faciliter la dégradation des graisses. Lorsqu'un tissu est blessé ou infecté, certains leucocytes (ou globules blancs) se déplacent du sang vers le tissu lésé pour le nettoyer et assurer son rétablissement. Dans chaque cellule, divers organites se meuvent pour exécuter leurs tâches.
4. La **croissance** est l'augmentation du volume du corps résultant de l'accroissement 1) de la taille des cellules existantes, 2) de leur nombre ou 3) de la quantité de matière entourant les cellules.
5. La **différenciation** est le processus par lequel une cellule non spécialisée devient spécialisée. Les cellules spécialisées ont une structure particulière et remplissent des fonctions différentes de celles des cellules dont elles sont issues. Ainsi, les érythrocytes (ou globules rouges) et divers types de leucocytes se différencient à partir des mêmes cellules non spécialisées de la moelle osseuse rouge (appelées précurseurs). C'est grâce à la différenciation que l'ovule fécondé passe au stade d'embryon, puis à celui de fœtus, de nourrisson, d'enfant et enfin d'adulte.
6. La **reproduction** est soit 1) la formation de nouvelles cellules destinées à la croissance, à la réparation tissulaire ou au remplacement de cellules par de nouvelles cellules, soit 2) la production d'un nouvel individu.

Toutes ces fonctions vitales ne se produisent pas dans les cellules de l'ensemble du corps en tout temps. Néanmoins, quand certaines de ces fonctions sont perturbées, il arrive que des cellules soient détruites. Quand un grand nombre de cellules meurent et

que des organes cessent de fonctionner, l'organisme entier est en péril. Le corps humain est déclaré cliniquement mort lorsque le cœur ne bat plus, que la respiration spontanée s'arrête et que les fonctions cérébrales cessent.

**APPLICATION CLINIQUE** — **Autopsie**

Une **autopsie** (*autopsia* : vu par soi-même) comprend un examen du corps après la mort et la dissection des organes internes dans le but de confirmer la cause du décès ou de la déterminer. Une autopsie permet de découvrir l'existence de maladies qui n'avaient pas été détectées durant la vie, de déterminer l'ampleur des lésions et d'expliquer comment celles-ci peuvent avoir contribué au décès d'une personne. Elle sert aussi à obtenir des renseignements supplémentaires ou des données statistiques sur une maladie ainsi qu'à la formation des étudiants du domaine de la santé. Une autopsie peut aussi révéler la présence d'affections qui pourraient toucher les descendants ou la fratrie, comme une anomalie cardiaque congénitale. Parfois, la loi exige une autopsie, par exemple dans le cadre d'une enquête criminelle. Dans certains cas, l'autopsie permet aussi de résoudre des différends entre les bénéficiaires d'une police d'assurance et l'assureur au sujet de la cause du décès.

▶ Point de contrôle

**5.** De quelles façons le corps humain peut-il croître ?

## 1.4 L'homéostasie : le respect des limites

▶ Objectifs

- **Définir** l'homéostasie et expliquer son importance.
- **Décrire** les composantes d'un mécanisme de régulation.
- **Comparer** les mécanismes de rétro-inhibition et les mécanismes de rétroactivation.
- **Expliquer** la différence entre les symptômes et les signes d'une maladie.

Nous avons vu que l'organisme est un ensemble de structures organisées en différents niveaux de complexité, dont la cellule est l'unité structurale et fonctionnelle. Le bon fonctionnement de l'organisme est donc lié au bon fonctionnement de ses cellules. Or, les cellules ont besoin d'énergie pour assurer leurs fonctions, et il n'existe pas d'organe ou de système qui aurait pour rôle spécifique de produire cette énergie tout au long de notre vie. Chaque cellule doit donc subvenir à ses propres besoins énergétiques ; par conséquent, le maintien dans le milieu intérieur des conditions essentielles à la production d'énergie est capital. Par ailleurs, une grande partie du milieu intérieur est composée d'un liquide entourant les cellules de l'organisme, appelé *liquide interstitiel*. Les conditions physiologiques du milieu interstitiel, comme celles de l'ensemble du milieu intérieur, doivent être maintenues dans les limites étroites des valeurs biologiques compatibles avec la survie des cellules.

L'**homéostasie** (*homoios* : semblable ; *stasis* : position) est l'état d'équilibre du milieu intérieur qui résulte de l'interaction constante des nombreux mécanismes de régulation de l'organisme. Il ne s'agit pas d'un état statique, mais d'un état d'équilibre dynamique dans lequel les conditions physiologiques du milieu intérieur peuvent varier. Le milieu intérieur de notre organisme est le siège d'innombrables et continuels changements qui provoquent des déséquilibres. Les cellules doivent réagir afin de compenser ces déséquilibres.

L'homéostasie est un état dynamique parce que le point d'équilibre du corps peut varier en réponse à diverses situations, mais toujours dans des limites étroites propres au maintien de la vie. Par exemple, la glycémie varie normalement entre 3,9 et 6,1 mmol de glucose par litre de sang et la température corporelle se maintient aux environs de 37 °C. Du niveau cellulaire au niveau systémique, chaque structure de l'organisme contribue à sa façon au maintien des conditions physiologiques du milieu intérieur dans les limites de la normale.

### La régulation de l'homéostasie et les mécanismes de régulation

Diverses stimulations provenant de l'environnement externe ou interne perturbent constamment l'homéostasie du corps humain. Certaines perturbations sont attribuables à des agressions physiques du milieu extérieur, comme le froid d'une journée d'hiver. D'autres proviennent du milieu intérieur, comme des vomissements lors d'un malaise digestif. Les déséquilibres homéostatiques peuvent aussi être causés par des tensions psychologiques provenant de notre environnement social, notamment celles que nous impose le travail ou l'école. Dans la plupart des cas, la perturbation est légère et temporaire, et les cellules répondent rapidement pour rétablir l'équilibre du milieu intérieur. Toutefois, dans certains cas, la perturbation est intense et prolongée, par exemple durant une intoxication, une exposition trop longue à des températures extrêmes ou une infection grave.

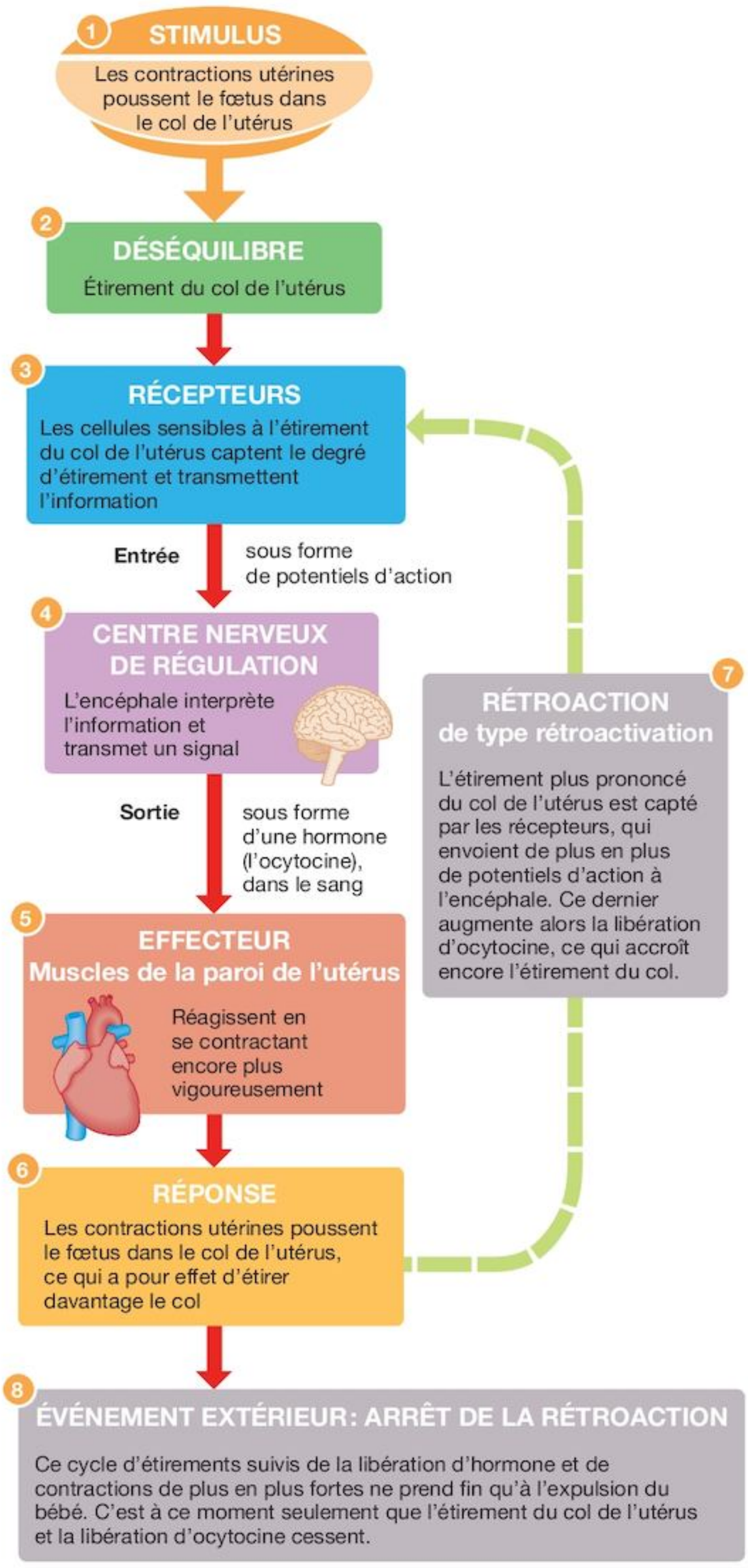
La régulation de l'homéostasie est beaucoup plus complexe qu'il ne semble à première vue. Ainsi, il ne suffit pas d'inspirer simplement de l'air pour que les cellules obtiennent la quantité d'oxygène nécessaire à leur fonctionnement ; il faut aussi que cet oxygène soit distribué à l'ensemble de l'organisme. De nombreuses cellules entrent alors en jeu, telles que les cellules musculaires liées à la ventilation pulmonaire, les érythrocytes liés au transport des molécules d'oxygène dans le sang, les cellules cardiaques liées au pompage du sang et les cellules nerveuses liées à la régulation de tous ces processus. Or, pour que toutes ces cellules travaillent conjointement au rétablissement d'un équilibre, il faut qu'elles puissent communiquer entre elles.

#### Les mécanismes de régulation

L'organisme régit son milieu intérieur au moyen de multiples mécanismes de régulation. Un **mécanisme de régulation**, ou *boucle de rétroaction*, est un cycle d'événements au cours duquel plusieurs groupes de cellules spécialisées se transmettent des informations. Dans un tel mécanisme, l'état d'une variable corporelle donnée est constamment surveillé, évalué, modifié au besoin, surveillé à nouveau et réévalué. Chaque variable ainsi surveillée, que

**Figure 1.4 La régulation par un mécanisme de rétroactivation des contractions de l'utérus pendant l'accouchement.** La flèche hachurée représente la rétroactivation.

Si la réponse fait augmenter ou amplifie l'effet du stimulus initial, il s'agit d'un mécanisme de rétroactivation.




d'une hormone libérée dans le sang (information de sortie), l'ocytocine. Sous l'effet de l'ocytocine, 5 les muscles de la paroi de l'utérus (effecteurs) se contractent encore plus vigoureusement, poussant ainsi le fœtus plus bas dans le col de l'utérus, 6 ce qui a pour effet d'étirer davantage le col (réponse). Cet étirement plus prononcé du col est capté par les récepteurs, qui 7 envoient de plus en plus de potentiels d'action à l'encéphale ; ce dernier augmente alors la libération d'ocytocine, ce qui accroît encore l'étirement du col (rétroaction). Notez que l'activité de l'effecteur a produit un résultat (augmentation de l'étirement du col) semblable à l'effet du stimulus initial ; il s'agit donc d'un mécanisme de rétroactivation. 8 Ce cycle d'étirements suivis de la libération d'une hormone et de contractions de plus en plus fortes ne prend fin qu'à l'expulsion du bébé (événement extérieur au mécanisme de régulation). C'est à ce moment seulement que l'étirement du col de l'utérus et la libération d'ocytocine cessent.

Ces exemples portent à croire qu'il existe des différences importantes entre les mécanismes de rétro-inhibition et de rétroactivation. Puisque le mécanisme de rétroactivation amplifie le changement touchant un facteur contrôlé, il doit être interrompu par un événement qui lui est extérieur. Si l'action du mécanisme de rétroactivation se poursuit, la « machine » peut s'emballer et même menacer la survie de l'organisme. En revanche, le mécanisme de rétro-inhibition ralentit puis s'arrête lorsque la valeur du facteur contrôlé revient à son état initial. En général, les mécanismes de rétroactivation interviennent dans des situations assez peu fréquentes, tandis que les mécanismes de rétro-inhibition agissent sur des facteurs qui restent relativement stables pendant de longues périodes.

## L'homéostasie et la maladie

Dans la mesure où tous les facteurs contrôlés de l'organisme demeurent à l'intérieur de certaines limites étroites, les cellules fonctionnent adéquatement, l'homéostasie est maintenue et l'organisme reste sain. Cependant, si une ou plusieurs parties de l'organisme perdent leur capacité de contribuer à l'homéostasie, l'équilibre entre les diverses fonctions vitales peut être perturbé. Si le déséquilibre est modéré, il peut causer une anomalie ou une maladie ; lorsqu'il est grave, il peut entraîner la mort.

Le terme **anomalie** englobe tout ce qui perturbe la structure ou le fonctionnement normal de l'organisme. Le terme **maladie**

Q Pourquoi les mécanismes de rétroactivation, qui font partie d'une réaction physiologique normale, sont-ils dotés d'un mécanisme d'interruption ?

désigne de façon plus précise un trouble caractérisé par un ensemble identifiable de signes et de symptômes. Les **symptômes** correspondent à des changements *subjectifs* et non apparents des fonctions vitales, tels un mal de tête ou des nausées. Les **signes** sont des changements *objectifs*, observables et mesurables par un clinicien, tels un saignement, un œdème, des vomissements, de la diarrhée, de la fièvre, une éruption ou une paralysie. Chaque maladie perturbe les structures et les fonctions de l'organisme d'une manière qui lui est propre, produisant ainsi un ensemble identifiable de symptômes et de signes.

**APPLICATION CLINIQUE** — **Diagnostic**

Le **diagnostic** (*dia* : à travers ; *gnôsis* : connaissance) est la reconnaissance d'une anomalie ou d'une maladie fondée sur l'évaluation scientifique des signes et des symptômes du patient, ses antécédents médicaux, un examen physique et, parfois, les résultats d'épreuves en laboratoire. L'*anamnèse* – soit l'histoire des antécédents médicaux – groupe tous les événements susceptibles d'avoir un lien avec l'état actuel du patient, notamment le problème qui l'a amené à consulter, l'évolution de ce problème, les troubles médicaux antérieurs, les antécédents médicaux familiaux et la situation sociale et professionnelle. L'*examen physique* est une évaluation méthodique de l'organisme et de ses fonctions. Il comprend l'*inspection* (examen du corps visant à déceler des variations par rapport à la normale), la *palpation* (exploration par le toucher des surfaces du corps), l'*auscultation* (écoute des sons émis par le corps, souvent à l'aide d'un stéthoscope) et la *percussion* (coups légers donnés sur la surface du corps pour en écouter l'écho), de même que la *prise des signes vitaux* (température, pouls, fréquence respiratoire et pression artérielle). Les épreuves en laboratoire fréquemment utilisées comprennent les analyses du sang et de l'urine.

▶ Point de contrôle

6. Quels types de perturbations peuvent déclencher un mécanisme de régulation ?
7. En quoi les mécanismes de rétro-inhibition et de rétroactivation se ressemblent-ils ? En quoi sont-ils différents ?
8. Établissez la distinction entre les signes et les symptômes d'une maladie, et donnez des exemples.



## 1.5 Le vieillissement et l'homéostasie

▶ Objectif

- **Décrire** certains des changements anatomiques et physiologiques imputables au vieillissement.

Comme nous le verrons plus loin, le **vieillissement** est un processus normal caractérisé par le déclin progressif de la capacité de l'organisme à rétablir l'homéostasie. Le vieillissement produit des changements observables des structures et des fonctions du corps, et augmente la sensibilité au stress et à la maladie. Les changements associés au vieillissement sont apparents dans tous les systèmes du corps. Il peut s'agir par exemple des rides sur la peau, des cheveux gris, de la perte de la masse osseuse, de la diminution de la masse et de la force musculaires, du ralentissement des réflexes, de la diminution de la sécrétion de certaines hormones, de la fréquence accrue de cardiopathie, d'une plus grande sensibilité aux infections et au cancer, d'une diminution de la capacité pulmonaire, d'un fonctionnement moins efficace du système digestif, d'un ralentissement du fonctionnement des reins, de la ménopause et du grossissement de la prostate. Ces effets et bien d'autres encore seront abordés dans les prochains chapitres.

▶ Point de contrôle

9. Nommez certains des signes du vieillissement.

## 1.6 La terminologie anatomique

▶ Objectifs

- **Décrire** la position anatomique.
- **Nommer** les principales régions du corps, et **associer** le nom courant et le terme anatomique correspondant pour les diverses régions du corps humain.
- **Définir** les termes employés pour décrire l'orientation du corps humain, ainsi que les plans et les coupes anatomiques.

Le langage de l'anatomie et de la physiologie est très précis. Quand on décrit l'emplacement du poignet, peut-on dire : « Le poignet se situe au-dessus des doigts » ? Cet énoncé est exact si les bras reposent le long du corps. Mais si vous levez les mains au-dessus de la tête, vos doigts se retrouvent alors au-dessus de vos poignets. Pour éviter une telle confusion, les scientifiques et les professionnels de la santé font référence à une position anatomique standard et se servent d'un vocabulaire spécialisé pour situer les diverses parties du corps les unes par rapport aux autres.

Dans l'étude de l'anatomie, on décrit les régions ou les parties du corps humain en supposant que le corps se trouve dans une posture bien précise appelée **position anatomique**. Dans cette position, la personne se tient debout, face à l'observateur, la tête droite et les yeux fixés en avant. Les membres inférieurs sont parallèles et les pieds sont posés à plat sur le sol et pointent en avant ; les membres supérieurs pendent le long du corps et les paumes sont tournées en avant (**figure 1.5**). Deux expressions permettent de décrire le corps lorsqu'il est couché. Si le corps est orienté vers le bas, on dit qu'il est en *décubitus ventral*. S'il est tourné vers le haut, il est en *décubitus dorsal*.

## Les noms des régions du corps

Le corps humain se divise en plusieurs régions. Les principales sont la tête, le cou, le tronc, les membres supérieurs et les membres inférieurs (**figure 1.5**). La **tête** est composée du crâne et de la face. Le *crâne* sert de boîtier protecteur à l'encéphale ; la *face*, qui forme la partie antérieure de la tête, comprend les yeux, le nez, la bouche, le front, les joues et le menton. Le **cou** soutient la tête et la relie au tronc. Le **tronc** englobe la poitrine, l'abdomen et le bassin. Chaque **membre supérieur** est rattaché au tronc et comprend l'épaule, l'aisselle, le bras (partie du membre allant de l'épaule au coude), l'avant-bras (partie du membre allant du coude au poignet), le poignet et la main. Chaque **membre inférieur**, également rattaché au tronc, comprend la fesse, la cuisse (partie du membre allant de la fesse au genou), la jambe (partie du membre allant du genou à la cheville), la cheville et le pied. L'*aine*, située sur la face antérieure du corps, se caractérise par les replis qu'elle forme de chaque côté du corps à l'endroit où le tronc est relié à la cuisse.

La **figure 1.5** donne le terme courant désignant chacune des principales parties du corps avec, entre parenthèses, le terme anatomique correspondant à cette région. Par exemple, lorsqu'on reçoit une injection antitétanique (vaccin) dans la *fesse*, il s'agit d'une injection dans la région *glutéale*. L'adjectif décrivant une partie du corps est dérivé du mot grec ou latin désignant cette partie ou région du corps. Ainsi, le mot latin *axilla* désigne l'aisselle, et le nerf qui traverse l'aisselle est appelé nerf axillaire. Au fil de votre lecture, vous apprendrez les racines d'un grand nombre de termes anatomiques et physiologiques.

## Les termes relatifs à l'orientation du corps

Pour situer les diverses structures du corps, les anatomistes se servent d'une **terminologie de l'orientation** précise qui décrit la position d'une partie du corps par rapport à une autre. Les termes peuvent être groupés par paires dont le sens de chaque composante s'oppose, par exemple antérieur (devant) et postérieur (derrière). Étudiez l'**exposé 1.A** et la **figure 1.6** pour déterminer si, entre autres choses, l'estomac est supérieur par rapport aux poumons.

## Les plans et les coupes

Vous étudierez également le corps humain à l'aide de quatre **plans** principaux, c'est-à-dire des surfaces planes imaginaires traversant une partie du corps (**figure 1.7**). Il s'agit des plans sagittal, frontal, transversal et oblique. Le **plan sagittal** (*sagitta* : flèche) est un plan vertical divisant le corps ou un organe en deux côtés, droit et gauche. Lorsque le plan sagittal passe au milieu du corps ou d'un organe pour le diviser en deux côtés égaux, il est nommé **plan sagittal médian**, ou **plan médian**. Si, au lieu de passer par le centre, le plan sagittal divise le corps ou un organe en deux côtés inégaux, il est appelé **plan parasagittal** (*para* : à côté de). Le **plan frontal**, ou **plan coronal** (*corona* : couronne), divise le corps ou un organe en une partie antérieure (avant) et une partie postérieure (arrière). Le **plan transversal**, ou **plan horizontal**, divise le corps ou un organe en une partie supérieure (haut) et une partie inférieure (bas). Les plans sagittal, frontal et transversal sont perpendiculaires les uns par rapport aux autres. Par ailleurs, le **plan oblique** divise le corps ou un organe selon un angle intermédiaire entre un plan transversal et un plan soit sagittal, soit frontal.

Les régions du corps que vous étudierez seront souvent représentées en **coupe**. Une **coupe** divise le corps ou un organe le long d'un des plans que nous venons de décrire. Il sera donc important de savoir de quelle coupe il s'agit pour bien comprendre la relation anatomique entre les diverses parties représentées. La **figure 1.8** montre comment trois coupes différentes – *sagittale médiane, frontale* et *transversale* – présentent l'encéphale sous trois angles différents.

### ▶ Point de contrôle

**10.** Décrivez la position anatomique et expliquez son utilité.

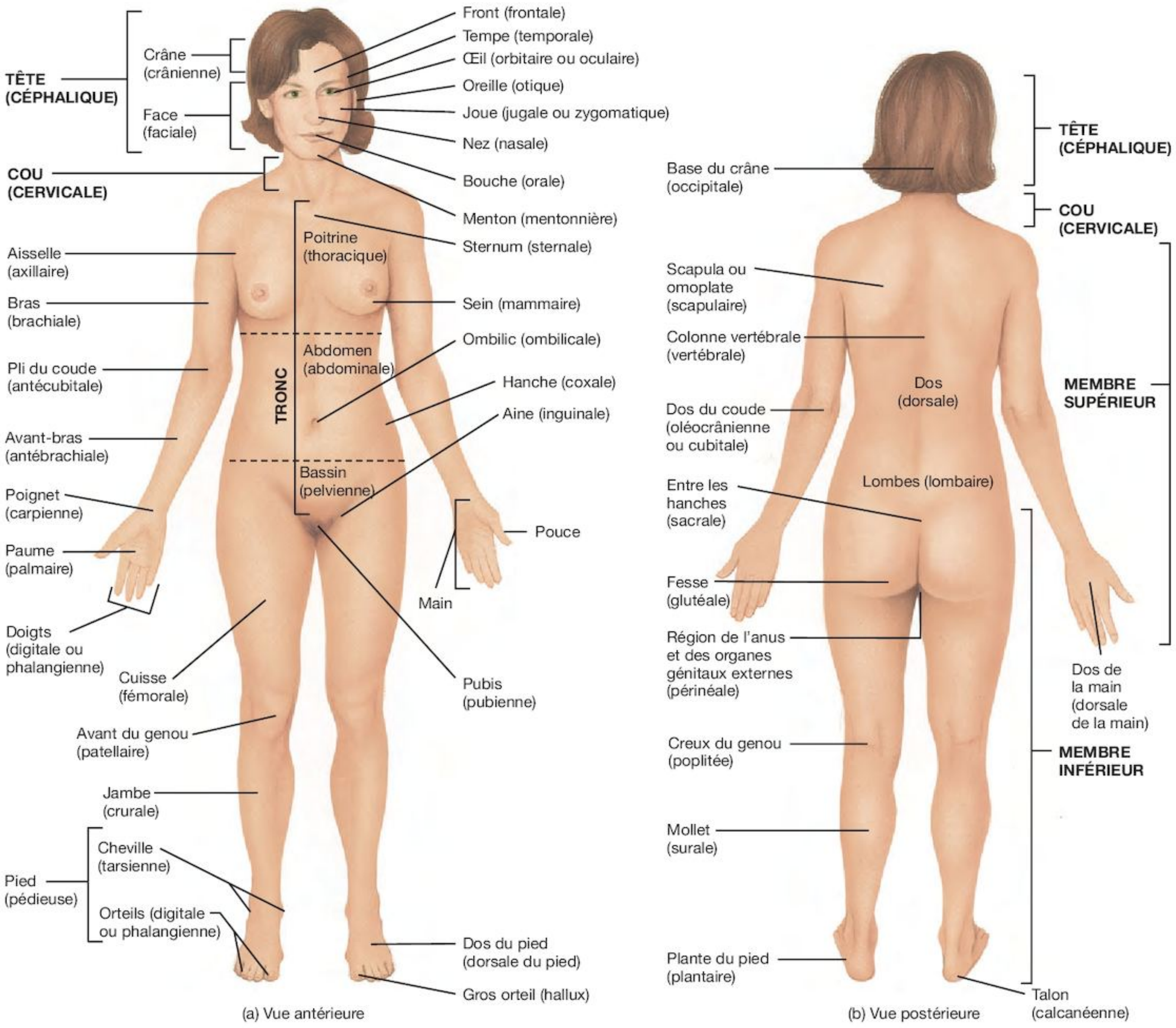
**11.** Situez sur votre propre corps toutes les régions et désignez-les par leur nom courant et le terme anatomique correspondant.

**12.** Pour chacun des termes présentés à l'exposé 1.A, donnez votre propre exemple.

**13.** Quels sont les divers plans qui peuvent traverser le corps ? Expliquez de quelle manière chacun divise celui-ci.

**Figure 1.5** **La position anatomique.** Chaque région du corps est désignée par son nom courant, accompagné entre parenthèses du terme anatomique correspondant. Par exemple, la tête correspond à la région céphalique.

En position anatomique, la personne se tient debout, face à l'observateur, la tête droite et les yeux fixés en avant. Les membres inférieurs sont parallèles et les pieds sont posés à plat sur le sol et pointent en avant; les membres supérieurs pendent le long du corps et les paumes sont tournées en avant.




Où se situe une verrue plantaire?

# exposé 1.A Les termes relatifs à l'orientation du corps (figure 1.6)

## Objectif

- **Définir** la terminologie de l'orientation utilisée pour décrire le corps humain.

La plupart des termes relatifs à l'orientation des parties du corps humain sont groupés par paires dont le sens de chaque composante s'oppose. Par exemple, **supérieur** signifie vers le haut du corps et **inférieur**, vers le bas du corps. Il faut se rappeler que ces termes n'ont de sens que s'ils servent à décrire la situation d'une structure par rapport à une autre. Par exemple, le genou est supérieur par rapport à la cheville, même si les deux sont situés dans la moitié inférieure du corps. À l'aide du tableau suivant, étudiez les termes relatifs à l'orientation et lisez l'exemple d'utilisation donné pour chacun. Au fur et à mesure, reportez-vous à la **figure 1.6** pour situer la structure dont il est question.

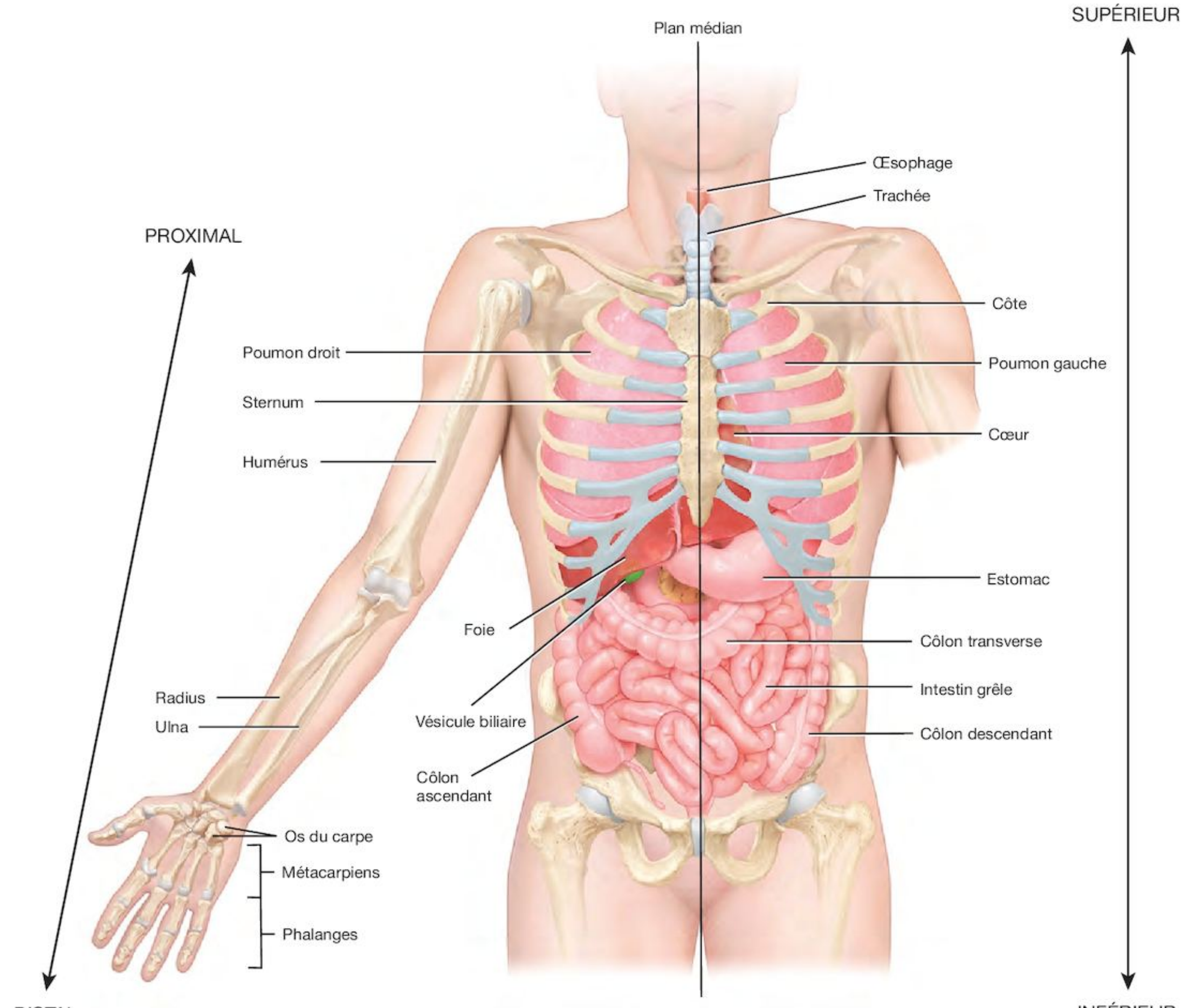
## Point de contrôle

**14.** Quels termes décrivent les relations précises qui existent entre : 1) le coude et l'épaule, 2) l'épaule gauche et l'épaule droite, 3) le sternum et l'humérus et 4) le cœur et le diaphragme ?

| Terme | Définition | Exemple |
|---|---|---|
| **Supérieur (céphalique, crânien)** | Vers la tête ou le haut d'une structure. | Le cœur est supérieur par rapport au foie. |
| **Inférieur (caudal)** | À l'opposé de la tête ou vers le bas d'une structure. | L'estomac est inférieur par rapport aux poumons. |
| **Antérieur (ventral)** | Vers l'avant ou à l'avant du corps. | Le sternum est antérieur par rapport au cœur. |
| **Postérieur (dorsal)** | Vers le dos ou à l'arrière du corps. | L'œsophage est postérieur par rapport à la trachée. |
| **Médial** | Vers le plan médian. Ligne verticale imaginaire qui divise le corps en un côté droit et un côté gauche égaux. | L'ulna est situé du côté médial du radius. |
| **Médian** | Au milieu du corps ou d'une structure. | Le médiastin est médian par rapport aux poumons. |
| **Latéral** | À l'opposé du plan médian. | Les poumons sont latéraux par rapport au cœur. |
| **Intermédiaire** | Entre deux structures. | Le côlon transverse est intermédiaire par rapport au côlon ascendant et au côlon descendant. |
| **Ipsilatéral** | Du même côté du corps qu'une autre structure. | La vésicule biliaire et le côlon ascendant sont ipsilatéraux. |
| **Contralatéral** | Du côté opposé du corps par rapport à une autre structure. | Le côlon ascendant et le côlon descendant sont contralatéraux. |
| **Proximal** | Plus près du point d'attache d'un membre au tronc ; plus près de l'origine d'une structure. | L'humérus est proximal par rapport au radius. |
| **Distal** | Plus éloigné du point d'attache d'un membre au tronc ; plus éloigné de l'origine d'une structure. | Les phalanges sont distales par rapport aux os du carpe. |
| **Superficiel (externe)** | Près de la surface ou à la surface du corps. | Les côtes sont superficielles par rapport aux poumons. |
| **Profond (interne)** | Loin de la surface du corps. | Les côtes sont profondes par rapport à la peau de la poitrine et du dos. |

**Figure 1.6** **Les termes relatifs à l'orientation du corps.**

Les termes relatifs à l'orientation situent avec précision les diverses parties du corps les unes par rapport aux autres.

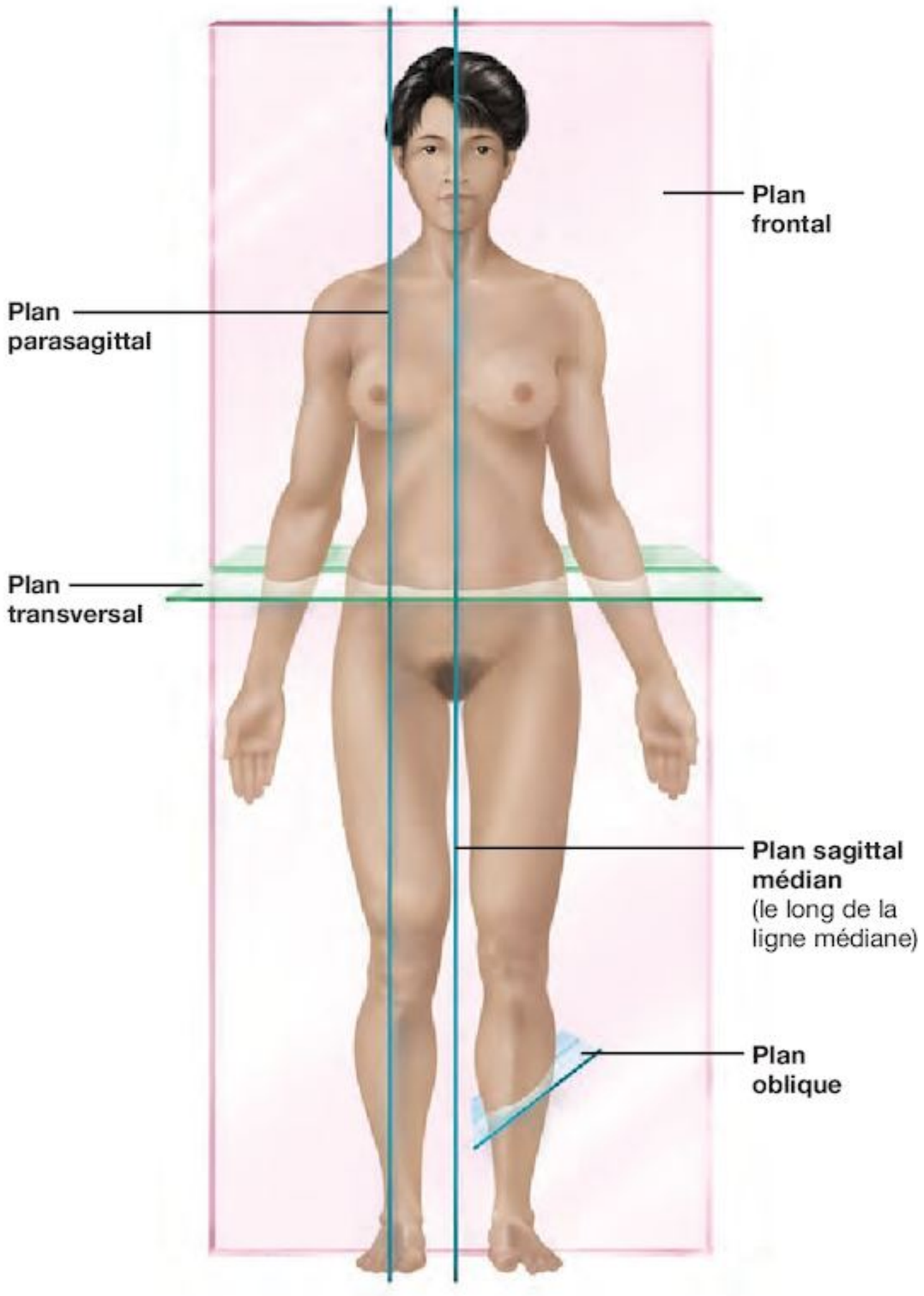



Vue antérieure du tronc et du membre supérieur droit

**Q** Le radius est-il proximal par rapport à l'humérus ? L'œsophage est-il antérieur par rapport à la trachée ? Les côtes sont-elles superficielles par rapport aux poumons ? Le côlon ascendant et le côlon descendant sont-ils ipsilatéraux ? Le sternum est-il latéral par rapport au côlon descendant ?

**Figure 1.7** **Les plans du corps humain.**

Les plans frontal, transversal, sagittal et oblique divisent chacun le corps selon une orientation précise.

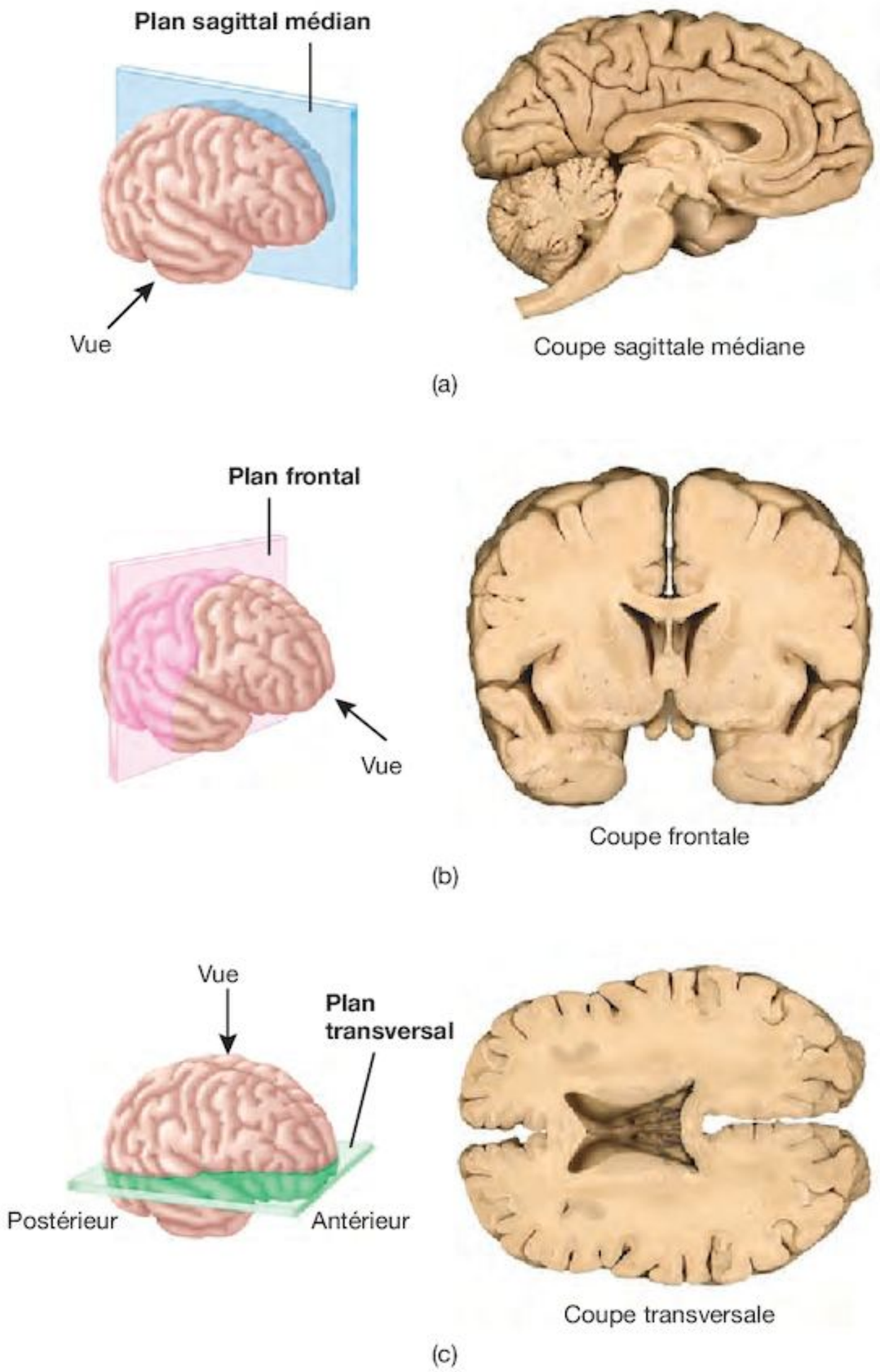



Vue antérieure

Q Quel plan divise le cœur en une partie antérieure et une partie postérieure ?

**Figure 1.8** **Les plans et les coupes de diverses parties de l'encéphale.** Le schéma de gauche montre le plan et la photographie de droite, la coupe correspondante. Remarque : Les flèches des schémas indiquent la perspective selon laquelle on voit chaque coupe. Ces flèches seront utilisées tout au long de l'ouvrage pour indiquer les perspectives de visualisation.

Les plans divisent le corps de diverses façons pour produire des coupes.




Q Quel plan divise l'encéphale en une partie droite et une partie gauche égales ?

## 1.7 Les cavités du corps

**Objectifs**

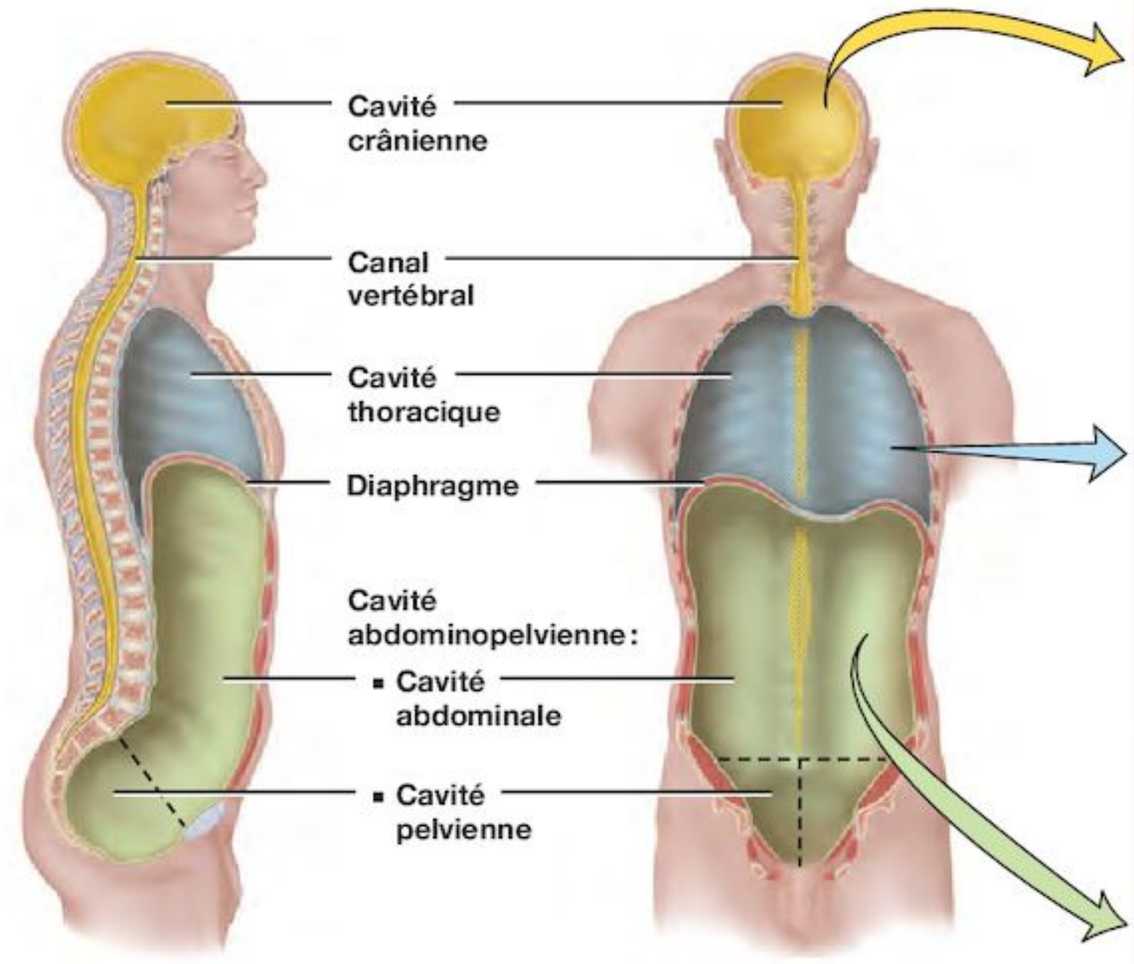
- **Décrire** les principales cavités du corps et les organes qu'elles contiennent.
- **Expliquer** pourquoi la cavité abdominopelvienne est divisée en régions et en quadrants.

Les **cavités du corps** sont des espaces qui contiennent, protègent, isolent et soutiennent les organes internes. Nous étudions maintenant les principales cavités du corps humain (**figure 1.9**).

La **cavité crânienne** est circonscrite par les os du crâne et contient l'encéphale. Le **canal vertébral** (spinal) est constitué par les os de la colonne vertébrale ; il renferme la moelle épinière.

**Figure 1.9** **Les cavités du corps.** Les pointillés en (a) et (b) indiquent la limite entre la cavité abdominale et la cavité pelvienne.

Les principales cavités du tronc sont la cavité thoracique et la cavité abdominopelvienne.




(a) Vue latérale droite (b) Vue antérieure

| CAVITÉ | DESCRIPTION |
|---|---|
| **Cavité crânienne** | Délimitée par les os du crâne, contient l'encéphale. |
| **Canal vertébral** | Délimité par la colonne vertébrale, contient la moelle épinière et le début des nerfs spinaux. |
| **Cavité thoracique*** | Contient les cavités pleurales et péricardique ainsi que le médiastin. |
| *Cavités pleurales* | Abritent chacune un poumon ; la séreuse des cavités pleurales est la plèvre. |
| *Cavité péricardique* | Contient le cœur ; la séreuse de la cavité péricardique est le péricarde. |
| *Médiastin* | Partie centrale de la cavité thoracique située entre les poumons ; s'étend du sternum à la colonne vertébrale et de la première côte au diaphragme ; contient le cœur, le thymus, l'œsophage, la trachée et plusieurs gros vaisseaux sanguins. |
| **Cavité abdominopelvienne** | Divisée en cavité abdominale et cavité pelvienne. |
| *Cavité abdominale* | Contient l'estomac, la rate, le foie, la vésicule biliaire, l'intestin grêle et la plus grande partie du gros intestin ; la séreuse de la cavité abdominale est le péritoine. |
| *Cavité pelvienne* | Contient la vessie, certaines parties du gros intestin et les organes génitaux internes. |

* Voir la **figure 1.10** pour une description de la cavité thoracique.

**Q** Dans quelle cavité se situent les organes suivants : vessie, estomac, cœur, intestin grêle, poumons, organes génitaux internes de la femme, thymus, rate et foie ? Utilisez ces abréviations dans votre réponse : T = cavité thoracique ; A = cavité abdominale ; P = cavité pelvienne.

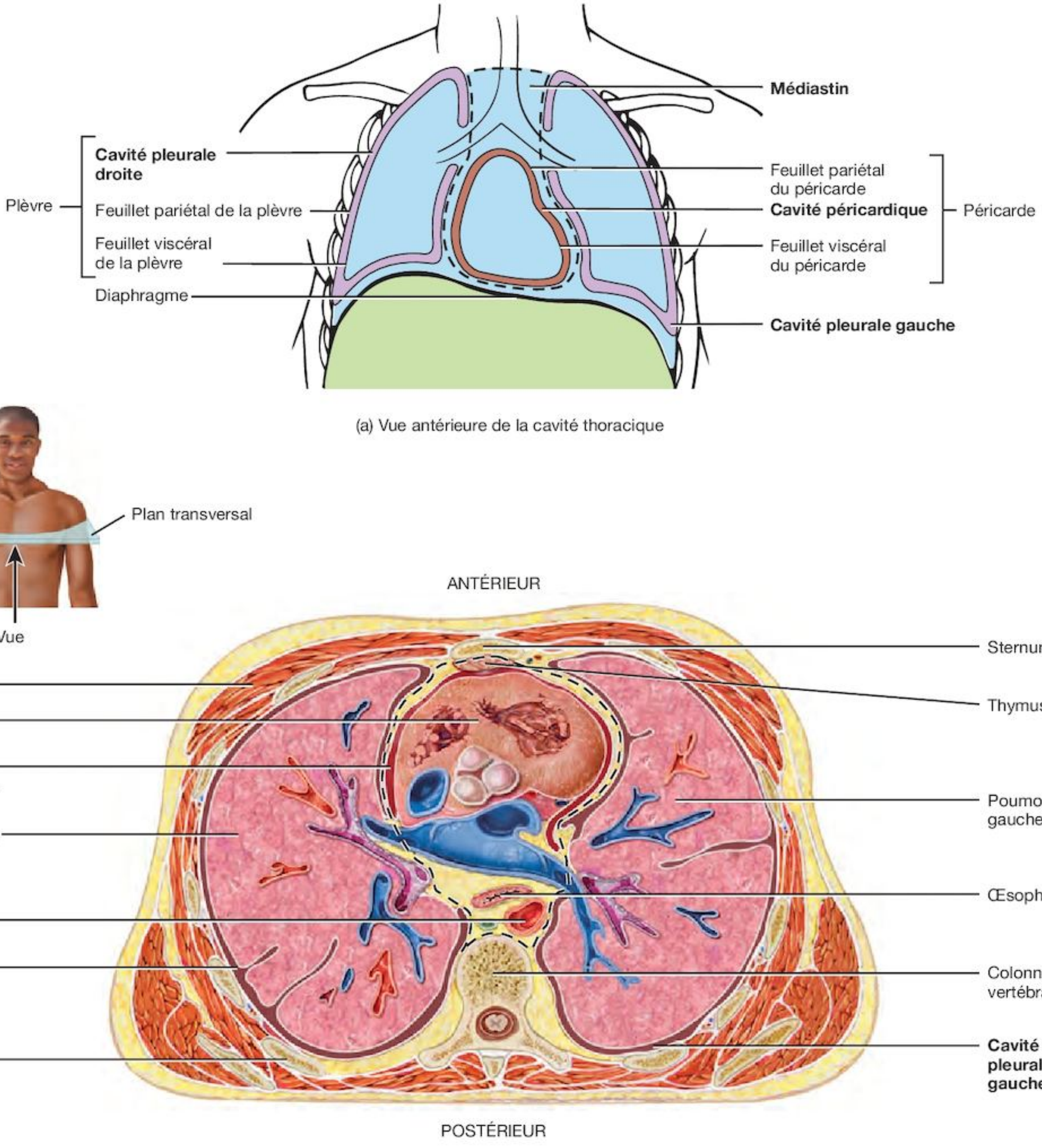
Les principales cavités du tronc sont la cavité thoracique et la cavité abdominopelvienne. La **cavité thoracique** (*thôrakos* : thorax) contient trois cavités plus petites : la **cavité péricardique** (*peri* : autour ; *kardia* : cœur), espace rempli d'une petite quantité de liquide lubrifiant où loge le cœur, et deux **cavités pleurales** (*pleura* : côté), dont chacune contient un poumon baignant dans une petite quantité de liquide lubrifiant (**figure 1.10**). La partie centrale de la cavité thoracique correspond à la région anatomique appelée **médiastin** (*mediastinus* : qui se tient au milieu). Situé entre les poumons, le médiastin s'étend du sternum jusqu'à la colonne vertébrale, et de la première côte jusqu'au diaphragme (**figure 1.10**). Il englobe tous les organes thoraciques, à l'exception des poumons. Le cœur, l'œsophage, la trachée et plusieurs gros vaisseaux sanguins sont des structures du médiastin. Le **diaphragme** (*diaphragma* : cloison) est le grand muscle en forme de dôme qui permet la ventilation pulmonaire et sépare la cavité thoracique et la cavité abdominopelvienne.

La **cavité abdominopelvienne** s'étend du diaphragme à l'aine. Comme son nom l'indique, elle se divise en deux parties qui ne sont cependant séparées par aucune paroi (**figure 1.9**). La partie supérieure, appelée **cavité abdominale**, renferme l'estomac, la rate, le foie, la vésicule biliaire, l'intestin grêle et la majeure partie du gros intestin. La partie inférieure, appelée **cavité pelvienne** (*pelvis* : bassin), contient la vessie, certaines parties du gros intestin et les organes génitaux internes. Les organes situés à l'intérieur des cavités thoracique et abdominopelvienne sont groupés sous le nom de **viscères**.

Une **membrane** est un mince tissu souple qui recouvre, tapisse, divise ou relie des structures. La **séreuse**, associée aux cavités ne s'ouvrant pas sur l'extérieur, est un exemple de membrane formée de deux couches de tissus. Elle recouvre les viscères contenus dans les cavités thoracique et abdominale et tapisse les parois du thorax et de l'abdomen. La séreuse est composée 1) d'un *feuillet pariétal*, rattaché à la paroi de la cavité, et 2) d'un *feuillet viscéral*, qui

**Figure 1.10** **La cavité thoracique.** Le pointillé indique les limites du médiastin. Remarque : Quand une coupe transversale présente une vue inférieure (du dessous), la portion antérieure du corps est montrée en haut de l'illustration et le côté gauche se trouve à droite. Il est à noter que la cavité péricardique contient le cœur et que les cavités pleurales contiennent les poumons.

Le médiastin est la région anatomique entre les poumons qui s'étend du sternum à la colonne vertébrale et de la première côte jusqu'au diaphragme.



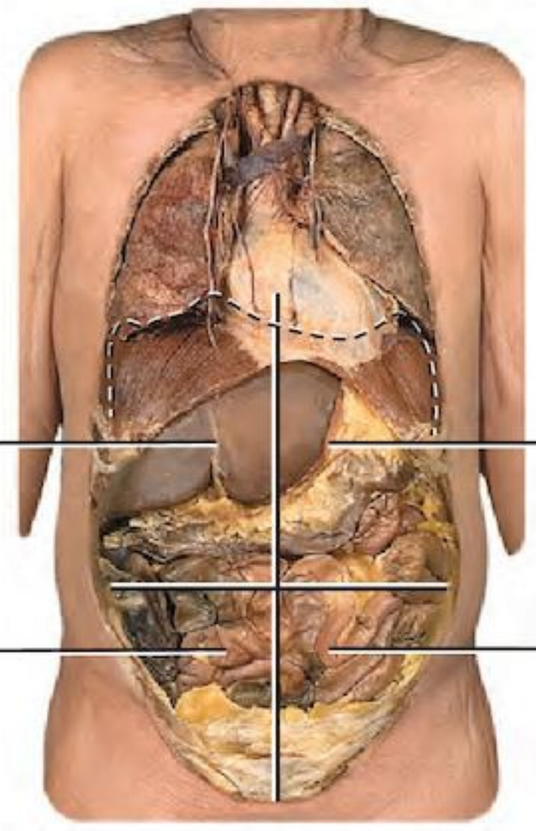

(a) Vue antérieure de la cavité thoracique

(b) Vue inférieure d'une coupe transversale de la cavité thoracique

Lesquelles des structures suivantes sont contenues dans le médiastin : le poumon droit, le cœur, l'œsophage, la moelle épinière, l'aorte, la cavité pleurale gauche ?

**Figure 1.12 Les quadrants de la cavité abdominopelvienne.** Les deux lignes se croisent à angle droit au niveau de l'ombilic.

La division en quadrants sert à situer une douleur, une tumeur ou une autre anomalie.




Vue antérieure montrant l'emplacement des quadrants abdominopelviens

**Q** **Dans quel quadrant abdominopelvien la douleur causée par une appendicite (inflammation de l'appendice vermiforme) peut-elle être ressentie ?**

nombril). Les quadrants abdominopelviens sont le *quadrant supérieur droit* (*QSD*), le *quadrant supérieur gauche* (*QSG*), le *quadrant inférieur droit* (*QID*) et le *quadrant inférieur gauche* (*QIG*). Les neuf régions servent plutôt aux anatomistes ; les quadrants sont surtout utilisés par les cliniciens pour situer une douleur, une tumeur ou une autre anomalie dans la cavité abdominopelvienne.

### Point de contrôle

**15.** Quelles structures séparent les diverses cavités du corps les unes des autres ?

**16.** Situez sur votre propre corps les neuf régions abdominopelviennes et les quatre quadrants abdominopelviens, et nommez quelques-uns des organes que chaque région ou quadrant contient.

★ ★ ★

Au chapitre 2, nous aborderons le niveau chimique de l'organisation du corps. Vous étudierez les divers groupes de substances chimiques, la façon dont ils fonctionnent et de quelle manière ils contribuent à l'homéostasie.

## TERMES MÉDICAUX

La plupart des chapitres du manuel sont suivis d'un glossaire de termes médicaux importants décrivant des états normaux et des états pathologiques. Vous devez apprendre à utiliser ces termes, car ils joueront un rôle essentiel dans votre vocabulaire médical.

Certaines de ces affections, ainsi que d'autres qui sont décrites dans le texte, sont qualifiées de locale ou de générale. Souvenez-vous qu'une *maladie locale* ne touche qu'une partie ou une région limitée du corps ; une *maladie générale* affecte l'ensemble de l'organisme ou plusieurs de ses parties.

**Épidémiologie** (*epi* : sur, au-dessus de ; *dêmos* : peuple ; *logos* : science) Branche de la médecine qui étudie pourquoi, comment, quand, où et à quelle fréquence les maladies apparaissent, et comment elles sont transmises entre les individus d'une collectivité.

**Gériatrie** (*gerôn* : vieillard ; *iatreuein* : soigner) Branche de la médecine qui étudie les troubles de la vieillesse et les soins aux personnes âgées.

**Pathologie** (*pathos* : maladie) Science qui étudie la nature, les causes et l'évolution des anomalies et des changements structuraux et fonctionnels causés par la maladie.

**Pharmacologie** (*pharmakon* : remède) Science qui étudie les effets et l'usage des médicaments dans le traitement des maladies.

## RÉSUMÉ

### 1.1 Définition de l'anatomie et de la physiologie

1. L'**anatomie** est l'étude des structures de l'organisme et des relations entre ces structures.
2. La **physiologie** est l'étude du fonctionnement des structures du corps.

### 1.2 Les niveaux d'organisation et les systèmes du corps

1. Le corps humain comprend six niveaux d'organisation structurale : les niveaux **chimique**, **cellulaire**, **tissulaire**, **organique**, **systémique** et **de l'organisme entier**.
2. Les **cellules** sont les unités structurales et fonctionnelles de base d'un organisme et les plus petites unités vivantes dans le corps humain.

3. Les **tissus** sont constitués de groupes de cellules entourés de matériaux qui exécutent ensemble une fonction particulière.
4. Les **organes** ont habituellement une forme reconnaissable, sont toujours composés d'au moins deux types de tissus et jouent un rôle précis.
5. Chaque **système** est constitué d'organes associés pour accomplir une fonction commune.
6. Le tableau 1.1 présente les onze systèmes du corps humain : tégumentaire, squelettique, musculaire, nerveux, endocrinien, cardiovasculaire, lymphatique (et l'immunité), respiratoire, digestif, urinaire et génital.
7. Le corps humain comprend des systèmes intégrés sur les plans structural et fonctionnel. Les systèmes du corps travaillent de concert pour maintenir l'organisme en bonne santé, le protéger contre les maladies et assurer la reproduction de l'espèce humaine.

## 1.3 Les fonctions vitales

1. Les organismes vivants possèdent des caractéristiques qui les distinguent de la matière inerte.
2. Les principales fonctions vitales du corps humain sont le **métabolisme**, la **réactivité**, le **mouvement**, la **croissance**, la **différenciation** et la **reproduction**.

## 1.4 L'homéostasie : le respect des limites

1. L'**homéostasie** est un état d'équilibre dynamique dans lequel les conditions physiologiques du milieu intérieur du corps demeurent stables, à l'intérieur de certaines limites.
2. Une grande partie du milieu intérieur du corps est composée de liquide interstitiel, qui entoure toutes les cellules de l'organisme.
3. Le plus souvent, l'homéostasie est régie par le système nerveux et le système endocrinien, agissant de concert ou chacun de son côté. Le système nerveux détecte les changements dans l'organisme et envoie des potentiels d'action visant à corriger l'écart de valeur subi par un facteur contrôlé. Le système endocrinien rétablit l'homéostasie en sécrétant des hormones.
4. Les perturbations de l'homéostasie sont attribuables à des stimulations externes ou internes. Lorsque la perturbation de l'homéostasie est légère et temporaire, les cellules réagissent rapidement pour rétablir l'équilibre du milieu intérieur. Lorsqu'elle est grave, la régulation de l'homéostasie peut échouer.
5. Un **mécanisme de régulation** est principalement formé de trois composantes : 1) des **récepteurs** détectent les changements de valeur d'un facteur contrôlé et transmettent l'information à un centre de régulation ; 2) le **centre de régulation** fixe la fourchette de valeurs normales d'un facteur contrôlé, évalue le message reçu et donne des ordres au besoin ; et 3) des **effecteurs** reçoivent l'information du centre de régulation et déclenchent une réaction pour modifier le facteur contrôlé.
6. Si la réponse inverse le changement de valeur du facteur contrôlé, le mécanisme de régulation est appelé **mécanisme de rétro-inhibition**. Si, au contraire, la réponse amplifie le changement de valeur du facteur contrôlé, le mécanisme de régulation est appelé **mécanisme de rétroactivation**.
7. Le mécanisme qui contribue à la régulation de la pression artérielle (facteur contrôlé) est un mécanisme de rétro-inhibition. Lorsqu'un stimulus diminue la pression artérielle (déséquilibre), les barorécepteurs (cellules sensibles à la pression, les récepteurs), situés dans certains vaisseaux sanguins, envoient des potentiels d'action (information d'entrée) à l'encéphale (centre de régulation). L'encéphale envoie à son tour des potentiels d'action (information de sortie) au cœur (effecteur). Résultat : la fréquence cardiaque augmente, haussant ainsi (réponse) la pression artérielle, qui retourne à la normale (rétablissement de l'homéostasie).
8. Le déroulement d'un accouchement est un exemple de mécanisme de rétroactivation. Au moment des premières contractions, le col de l'utérus s'étire (stimulus) et les cellules sensibles à l'étirement du col (récepteurs) envoient des potentiels d'action (information d'entrée) vers l'encéphale (centre de régulation). Ce dernier répond en libérant de l'ocytocine (information de sortie), ce qui stimule l'utérus (effecteur) à se contracter plus fortement (réponse). Le déplacement du fœtus augmente l'étirement du col de l'utérus, une plus grande quantité d'ocytocine est libérée et l'intensité des contractions augmente. Le cycle prend fin avec la naissance du bébé.
9. Les perturbations de l'homéostasie (ou déséquilibres homéostatiques) peuvent provoquer des anomalies, des maladies et parfois la mort. Le terme *anomalie* englobe tout ce qui perturbe la structure ou le fonctionnement normal de l'organisme. Le terme *maladie*, plus précis, désigne un ensemble identifiable de signes et de symptômes.
10. Les **symptômes** sont des changements subjectifs et non apparents dans les fonctions vitales ; les **signes** sont des changements objectifs, observables et mesurables.
11. Le **diagnostic** de la maladie repose sur la reconnaissance des symptômes et des signes du patient, ses antécédents médicaux, un examen physique et parfois des épreuves de laboratoire.

## 1.5 Le vieillissement et l'homéostasie

1. Le **vieillissement** produit des changements visibles des structures et du fonctionnement du corps, et il augmente la sensibilité au stress et à la maladie.
2. Les changements associés au vieillissement touchent tous les systèmes du corps.

## 1.6 La terminologie anatomique

1. Chaque fois qu'on décrit une région du corps, on suppose que ce dernier se trouve en **position anatomique**. Dans cette position, la personne se tient debout, face à l'observateur, la tête droite et les yeux fixés en avant. Les membres inférieurs sont parallèles et les pieds sont posés à plat sur le sol et pointent en avant ; les membres inférieurs pendent le long du corps et les paumes sont tournées en avant.
2. Le corps humain est divisé en régions, dont les principales sont la **tête**, le **cou**, le **tronc**, les **membres supérieurs** et les **membres inférieurs**.
3. Dans chaque région du corps, on désigne les parties par un nom courant et le terme anatomique correspondant (adjectif).

Par exemple : le thorax (thoracique), le nez (nasale), le poignet (carpienne).

4. Les **termes relatifs à l'orientation** du corps situent les diverses parties du corps les unes par rapport aux autres. L'**exposé 1.A** présente un résumé des termes relatifs à l'orientation les plus couramment employés.
5. Les **plans** sont des surfaces planes imaginaires servant à diviser le corps ou ses organes en deux parties. Le **plan sagittal médian** divise le corps ou un organe en deux côtés, gauche et droit, égaux. Le **plan parasagittal** divise le corps ou un organe en deux côtés, gauche et droit, inégaux. Le **plan frontal** divise le corps ou un organe en une partie antérieure et une partie postérieure. Le **plan transversal** divise le corps ou un organe en une partie supérieure et une partie inférieure. Le **plan oblique** divise le corps ou un organe selon un plan intermédiaire entre un plan transversal et un plan soit sagittal, soit frontal.
6. Les **coupes** résultent de la division des structures corporelles à l'aide de plans. Elles portent le même nom que les plans auxquels elles correspondent ; on distingue les coupes transversale, frontale et sagittale.

## 1.7 Les cavités du corps

1. Dans le corps humain, les **cavités du corps** sont des espaces qui contiennent, protègent, isolent et soutiennent les organes internes.
2. La **cavité crânienne** contient l'encéphale, et le **canal vertébral** renferme la moelle épinière.
3. La **cavité thoracique** se subdivise en trois petites cavités : la **cavité péricardique**, qui loge le cœur, et deux **cavités pleurales**, qui contiennent chacune un poumon.
4. La partie centrale de la cavité thoracique est formée par le **médiastin**. Situé entre les poumons, le médiastin s'étend du sternum à la colonne vertébrale et de la première côte au **diaphragme**. Il contient tous les organes thoraciques, à l'exception des poumons.
5. La **cavité abdominopelvienne** est séparée de la cavité thoracique par le diaphragme. La cavité abdominopelvienne se divise en une partie supérieure, la **cavité abdominale**, et une partie inférieure, la **cavité pelvienne**.
6. Les organes contenus dans les cavités thoracique et abdominopelvienne sont appelés **viscères**. Les viscères de la cavité abdominale sont l'estomac, la rate, le foie, la vésicule biliaire, l'intestin grêle et la majeure partie du gros intestin. Les viscères de la cavité pelvienne sont la vessie, certaines parties du gros intestin et les organes génitaux internes.
7. Pour situer les organes plus facilement, on peut diviser la cavité abdominopelvienne en neuf régions à l'aide de deux plans transversaux et de deux plans verticaux. Les neuf **régions de la cavité abdominopelvienne** sont les régions hypochondriaque droite, épigastrique, hypochondriaque gauche, latérale (ou lombaire) droite, ombilicale, latérale (ou lombaire) gauche, inguinale (ou iliaque) droite, hypogastrique (ou pubienne) et inguinale (ou iliaque) gauche.
8. On peut aussi diviser la cavité abdominopelvienne en **quadrants** à l'aide d'un plan transversal et d'un plan vertical passant par l'ombilic. Les noms des quadrants sont le quadrant supérieur droit (QSD), le quadrant supérieur gauche (QSG), le quadrant inférieur droit (QID) et le quadrant inférieur gauche (QIG).

## AUTOÉVALUATION

1. Pour remettre en place les os disjoints d'un squelette humain, quelle discipline devez-vous bien connaître ?
   **a)** La physiologie. **d)** L'anatomie.
   **b)** L'homéostasie. **e)** Les mécanismes de régulation.
   **c)** La chimie.
2. Laquelle des réponses suivantes illustre le mieux l'idée de la complexité croissante des niveaux d'organisation du corps ?
   **a)** niveau chimique → tissulaire → cellulaire → organique → de l'organisme entier → systémique
   **b)** niveau chimique → cellulaire → tissulaire → organique → systémique → de l'organisme entier
   **c)** niveau cellulaire → chimique → tissulaire → de l'organisme entier → organique → systémique
   **d)** niveau chimique → cellulaire → tissulaire → systémique → organique → de l'organisme entier
   **e)** niveau tissulaire → cellulaire → chimique → organique → systémique → de l'organisme entier
3. Associez les systèmes suivants à leurs fonctions :
   ___ **a)** Transporte l'oxygène, les nutriments et le dioxyde de carbone.
   ___ **b)** Assure la dégradation des aliments et l'absorption des nutriments.
   ___ **c)** Contribue aux mouvements du corps, à la posture et à la production de chaleur.
   ___ **d)** Assure la régulation des activités de l'organisme en libérant des hormones.
   ___ **e)** Soutient et protège l'organisme.
   ___ **f)** Élimine les déchets ; contribue à la régulation du volume et de la composition chimique du sang.
   ___ **g)** Protège l'organisme, détecte les sensations et contribue à la régulation de la température.

   **A)** Système urinaire.
   **B)** Système digestif.
   **C)** Système endocrinien.
   **D)** Système tégumentaire.
   **E)** Système musculaire.
   **F)** Système squelettique.
   **G)** Système cardiovasculaire.
4. L'homéostasie est :
   **a)** La somme de tous les processus chimiques se produisant dans l'organisme.
   **b)** Le signe d'une anomalie ou d'une maladie.
   **c)** La combinaison de la croissance, de la réparation des tissus et de la libération d'énergie qui sont essentielles à la vie.

**d)** La tendance de l'organisme à maintenir un milieu interne constant et favorable.
**e)** Causée par le stress.

5. Lequel des énoncés suivants à propos des fonctions vitales est FAUX ?
   **a)** La pupille des yeux qui devient plus petite lorsqu'elle est exposée à une lumière intense est un exemple de différenciation.
   **b)** La capacité de marcher jusqu'à la maison après un cours résulte d'une fonction vitale appelée mouvement.
   **c)** La réparation d'une lésion cutanée fait appel à la fonction vitale appelée reproduction.
   **d)** La digestion et l'absorption des nutriments sont des exemples de métabolisme.
   **e)** La réactivité est responsable de la transpiration du corps par une chaude journée d'été.

6. Dans un mécanisme de rétro-inhibition :
   **a)** La valeur du facteur contrôlé n'est jamais altérée.
   **b)** La réponse de l'organisme a parfois tendance à s'emballer.
   **c)** Le changement de la valeur du facteur contrôlé est inversé.
   **d)** La partie du corps qui répond à l'information de sortie est appelée récepteur.
   **e)** La réponse amplifie l'effet du stimulus initial.

7. La partie d'un mécanisme de régulation qui reçoit l'information d'entrée et donne des ordres est :
   **a)** L'effecteur.
   **b)** Le récepteur.
   **c)** La boucle de rétroaction.
   **d)** La réponse.
   **e)** Le centre de régulation.

8. Associez les termes suivants à leur définition :
   ___ **a)** Changement observable et mesurable.
   ___ **b)** Perturbation de fonctionnement de l'organisme.
   ___ **c)** Trouble identifiable qui affecte l'organisme.
   ___ **d)** Changement subjectif qui n'est pas facilement observable.
   **A)** Maladie.
   **B)** Symptôme.
   **C)** Signe.
   **D)** Anomalie.

9. Une démangeaison de la région axillaire engendre le grattement :
   **a)** De l'aisselle.
   **b)** De l'avant du coude.
   **c)** Du cou.
   **d)** Du dessus de la tête.
   **e)** Du mollet.

10. Où trouve-t-on l'artère fémorale ?
    **a)** Au poignet.
    **b)** Sur l'avant-bras.
    **c)** Dans la face.
    **d)** Sur la cuisse.
    **e)** À l'épaule.

11. Par rapport aux lèvres, le menton est :
    **a)** Latéral.
    **b)** Supérieur.
    **c)** Profond.
    **d)** Postérieur.
    **e)** Inférieur.

12. Un magicien est sur le point de couper le corps de son assistante en une portion supérieure et une portion inférieure. Il doit donc passer sa baguette magique le long du plan :
    **a)** Sagittal médian.
    **b)** Frontal.
    **c)** Transversal.
    **d)** Parasagittal.
    **e)** Oblique.

13. Lequel des énoncés suivants à propos des cavités du corps est FAUX ?
    **a)** Le diaphragme sépare la cavité thoracique de la cavité abdominopelvienne.
    **b)** Les organes de la cavité crânienne et du canal vertébral sont appelés viscères.
    **c)** La vessie se trouve dans la cavité pelvienne.
    **d)** La cavité abdominale est inférieure à la cavité thoracique.
    **e)** La cavité pelvienne se termine sous l'aine.

14. Si un patient doit subir une appendicectomie, quelle région le chirurgien doit-il préparer pour l'intervention ?
    **a)** Le quadrant supérieur droit.
    **b)** Le quadrant inférieur droit.
    **c)** Le quadrant supérieur gauche.
    **d)** Le quadrant inférieur gauche.
    **e)** La région hypochondriaque gauche.

## QUESTIONS À COURT DÉVELOPPEMENT

1. Chloé se rend au parc pour battre le record de la suspension la plus longue la tête en bas aux barres. Elle n'a pas réussi et s'est peut-être cassé un bras. Le technicien du service des urgences souhaite avoir une radiographie du bras de Chloé en position anatomique. Utilisez les termes anatomiques appropriés pour décrire la position du bras de Chloé sur la radiographie.

2. Vous travaillez dans un laboratoire et vous pensez que vous êtes en train d'observer un nouvel organisme. Quel niveau minimal d'organisation structurale devez-vous observer ? Nommez certaines des caractéristiques que vous devez reconnaître pour confirmer qu'il s'agit d'un organisme vivant.

3. Guy essaie d'impressionner Jeanne en lui racontant son dernier match de rugby. « L'entraîneur m'a dit que je souffrais d'une blessure caudale au niveau dorsal et sural de l'aine. » Jeanne répond : « Je pense plutôt que toi ou ton entraîneur, vous souffrez d'une blessure céphalique. » Pourquoi Jeanne n'est-elle pas impressionnée par les prouesses athlétiques de Guy ?

4. Dans la maison des miroirs d'un parc d'attractions, un miroir cache un côté du corps et reproduit deux fois l'image de l'autre. Dans ce miroir, il est possible de faire des trucs incroyables, comme de soulever ses deux pieds du sol. Le long de quel plan le miroir divise-t-il le corps ? Un autre miroir montre votre reflet avec deux têtes, quatre bras, mais sans jambes. Le long de quel plan cet autre miroir divise-t-il le corps ?

*Voir la section Réponses à la fin de ce manuel.*

› MANUEL

# d'anatomie et de physiologie humaines

2e ÉDITION

› TORTORA
› DERRICKSON

Cette deuxième édition du *Manuel d'anatomie et de physiologie humaines* s'adresse à tous ceux qui désirent s'initier à l'étude du fonctionnement du corps humain. Tous les principaux concepts nécessaires y sont traités et on a veillé à maintenir un niveau d'approfondissement approprié. Ce livre, facile d'accès, est ainsi un ouvrage de référence incontournable.
Grâce à la qualité de son texte et de ses illustrations, ce manuel permettra d'acquérir de solides connaissances de base en anatomie et en physiologie.



Il propose de nombreux outils qui favorisent l'apprentissage :

- **Des outils qui facilitent l'acquisition des connaissances :** des illustrations abondantes et des boucles de rétroaction qui décrivent les jeux d'équilibre dynamique assurant le maintien de l'homéostasie. De plus, dans chaque chapitre, une rubrique « Révision utile » énumère les principaux concepts à se rappeler avant la lecture du chapitre ; de courtes listes d'objectifs et des points de contrôle sont placés à intervalles stratégiques ; et une rubrique « Termes médicaux » vise à faciliter l'acquisition du vocabulaire et la compréhension des termes employés.
- **Des outils qui facilitent l'intégration des connaissances** en permettant de faire le lien entre les concepts étudiés et différentes situations de la vie courante.

Ainsi la rubrique « Application clinique » place des structures anatomiques ou leurs fonctions dans un contexte clinique ou professionnel ou encore dans une situation de la vie quotidienne ; la rubrique « Point de mire sur l'homéostasie », à la fin des chapitres correspondant à chacun des systèmes, explique comment le système étudié contribue à l'homéostasie de chacun des autres systèmes de l'organisme ; la rubrique «Affections courantes » présente certaines affections reliées au système étudié et montre l'importance de l'étude de l'anatomie et de la physiologie pour les professionnels du domaine de la santé.

- **Des questions d'autoévaluation et à court développement** qui vous permettent de vérifier votre compréhension du contenu du chapitre ou de mettre en application les concepts étudiés. Les réponses se trouvent à la fin du manuel.

## L'APPRENTISSAGE OPTIMISÉ

**La version numérique NOTO** vous permet de consulter le manuel sur votre ordinateur ou votre tablette numérique et de trouver rapidement les informations que vous désirez.

Les **Animations** vous aideront à comprendre des sujets difficiles de la physiologie, puis de vérifier vos connaissances en répondant à des questions.

deboeck SUPÉRIEUR

ISBN : 978-2-8073-0297-6

9 782807 302976

TORTORADE

NOTO VERSION NUMÉRIQUE

**http://noto.deboecksuperieur.com : la version numérique de votre ouvrage**
- 24h/24, 7 jours/7
- Offline ou online, enregistrement synchronisé
- Sur PC et tablette
- Personnalisation et partage