

TORTORA

DERRICKSON

> MANUEL

d'anatomie et de physiologie humaines

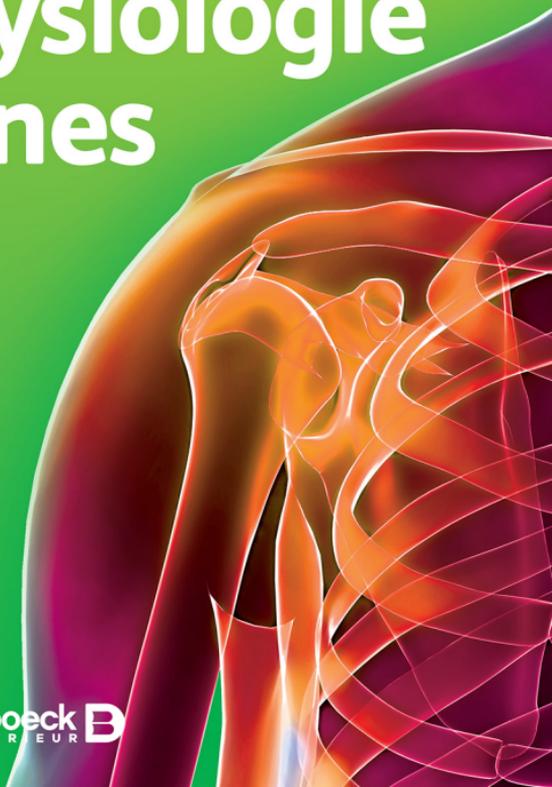
3^e
ÉDITION

+ EN LIGNE

OFFERT

Des animations

deboeck
SUPERIEUR B



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 bien vous faire comprendre à la fois des scientifiques et des professionnels.

1.1 L'anatomie et la physiologie : une vue d'ensemble

► OBJECTIFS

- **Définir** l'anatomie et la physiologie.
- **Décrire** l'organisation structurale du corps humain.
- **Nommer** les 11 systèmes du corps humain, les organes qui les composent et leurs fonctions générales.

Définition de l'anatomie et de 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 exercer. 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.

Les niveaux d'organisation et les systèmes du corps

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, des organes, 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 les molécules d'oxygène (O₂) dans le sang ; le glucose, forme de sucre transportée par le sang ; ou encore 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.
- 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 écrit, les cellules constituent les plus petites

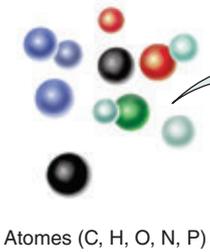
unités vivantes dans le corps humain. Les cellules musculaires, nerveuses et sanguines en sont des exemples. La **figure 1.1** montre une cellule musculaire lisse, l'un des trois types de cellules musculaires présents dans le corps humain. Comme nous

le verrons au chapitre 3, les cellules contiennent des molécules complexes qui s'associent de façon précise en structures spécialisées, appelées *organites*, comme le noyau, les mitochondries et les lysosomes, qui assurent des fonctions précises.

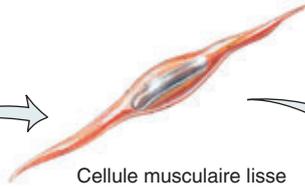
Figure 1.1 Les niveaux d'organisation structurale du corps humain.

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

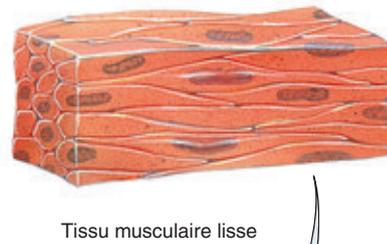
1 NIVEAU CHIMIQUE



2 NIVEAU CELLULAIRE

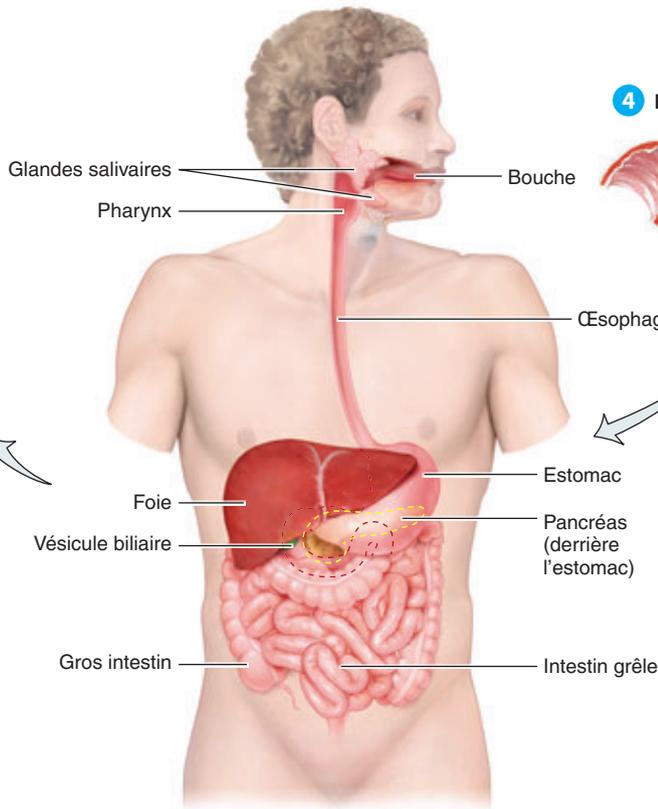
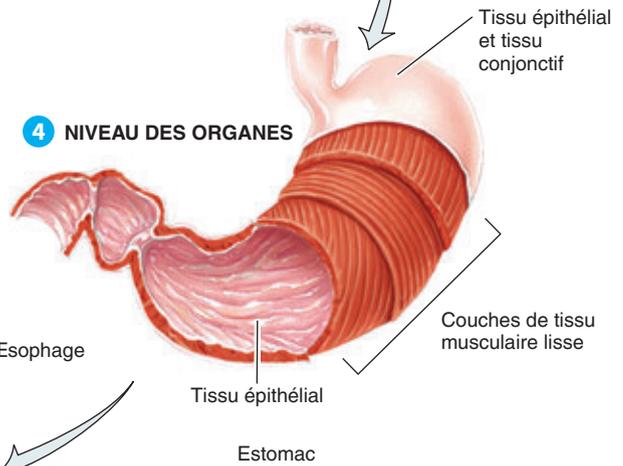


3 NIVEAU TISSULAIRE



5 NIVEAU SYSTÉMIQUE

4 NIVEAU DES ORGANES



6 NIVEAU DE L'ORGANISME ENTIER



Q Quel niveau d'organisation structurale se distingue habituellement par une forme reconnaissable et par la présence d'au moins deux types de tissus qui accomplissent une fonction donnée ?

- 3 Le niveau d'organisation suivant est le **niveau tissulaire**. Les **tissus** sont des groupes de cellules entourés de matériaux qui exécutent ensemble une fonction particulière. Les cellules s'associent pour former des tissus, tout comme les mots permettent de former des phrases. Il existe quatre types de tissus dans le corps humain : le *tissu épithélial*, le *tissu conjonctif*, le *tissu musculaire* et le *tissu nerveux*. Le chapitre 4 porte sur les similitudes et les différences que présentent tous ces tissus. La **figure 1.1** montre le tissu musculaire lisse, qui est composé de cellules musculaires lisses étroitement réunies.
- 4 Au **niveau des organes**, divers types de tissus s'associent pour former des structures complexes. Les **organes** sont des structures composées de deux types au moins de tissus ; chaque organe joue un rôle précis et a habituellement une forme reconnaissable. Les organes sont formés de plusieurs tissus de la même manière que les paragraphes sont composés de différentes phrases. L'estomac, le cœur, le foie, les poumons et le cerveau sont des exemples d'organes. La **figure 1.1** montre les divers tissus qui forment l'estomac. Le premier d'entre eux est une enveloppe externe, la *séreuse*, qui protège l'estomac et réduit la friction entre ce dernier et les organes avec lesquels il entre en contact lorsqu'il est en mouvement. Sous la séreuse, des *couches de tissu musculaire lisse* se contractent pour mélanger les aliments et les acheminer vers l'organe de digestion suivant, l'intestin grêle. La couche la plus interne est composée de *tissu épithélial* qui sécrète des liquides et des substances chimiques responsables de quelques-uns des processus digestifs.
- 5 Le niveau d'organisation suivant est le **niveau systémique**. Chaque **système** est constitué d'organes associés pour accomplir une

fonction commune. Les organes forment des systèmes, tout comme les paragraphes s'agencent pour former des chapitres. Le système digestif, dont le rôle est de dégrader et d'absorber les aliments, en est un exemple illustré à la **figure 1.1**. Dans les chapitres qui suivent, nous étudierons l'anatomie et la physiologie de chacun des systèmes du corps. Le **tableau 1.1** présente les composantes et les fonctions de ces systèmes. Au cours de votre étude des systèmes du corps, vous découvrirez qu'ils travaillent de concert pour maintenir l'organisme en bonne santé, le protéger contre les maladies et assurer la reproduction de l'espèce humaine.

- 6 Le plus haut niveau d'organisation est le **niveau de l'organisme entier**. Tous les systèmes du corps humain interagissent les uns avec les autres et se combinent pour former un **organisme**, c'est-à-dire un être vivant. Les systèmes s'assemblent pour former un organisme de la même manière que les chapitres constituent un livre.

► POINT DE CONTRÔLE

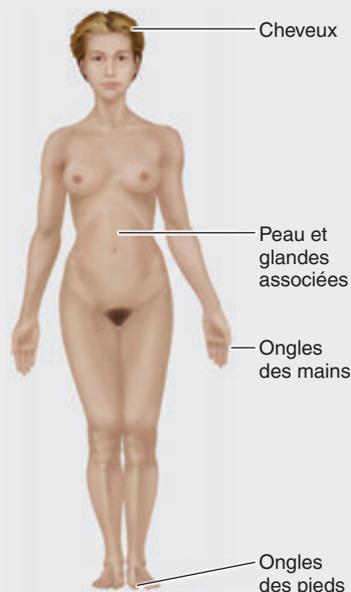
1. Quelle est la principale différence entre l'anatomie et la physiologie ?
2. Donnez un exemple de la relation qui existe entre la structure d'une partie du corps et sa fonction.
3. Définissez les termes suivants : atome, molécule, cellule, tissu, organe, système et organisme.
4. En vous appuyant sur le tableau 1.1, nommez les systèmes qui contribuent à l'élimination des déchets.

TABLEAU 1.1 Les composantes et les fonctions des onze principaux systèmes du corps humain

1. Le système tégumentaire (chapitre 5)

Composantes : Peau et structures associées telles que les **poils**, les **ongles** ainsi que les **glandes sudoripares**, les **glandes sébacées** et la couche sous-cutanée.

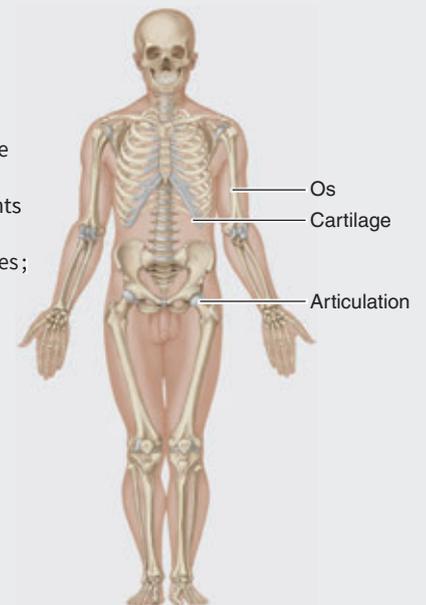
Fonctions : Favorise la thermorégulation ; protège l'organisme ; élimine certains déchets ; contribue à la synthèse de la vitamine D ; détecte les sensations, telles que le toucher, la pression, la douleur, le chaud et le froid ; emmagasine les graisses et isole l'organisme.



2. Le système squelettique (chapitres 6 et 7)

Composantes : Tous les **os** et les **articulations** ainsi que leurs **cartilages**.

Fonctions : Soutient et protège l'organisme ; fournit une surface permettant l'attache des muscles ; facilite les mouvements du corps ; abrite les cellules produisant les cellules sanguines ; emmagasine les minéraux et les lipides (ou graisses).

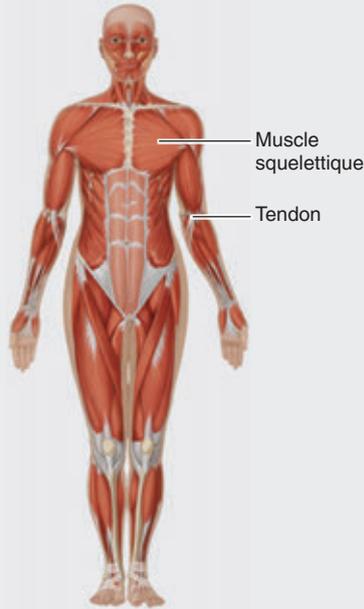


TABEAU 1.1 Les composantes et les fonctions des onze principaux systèmes du corps humain (suite)

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.)

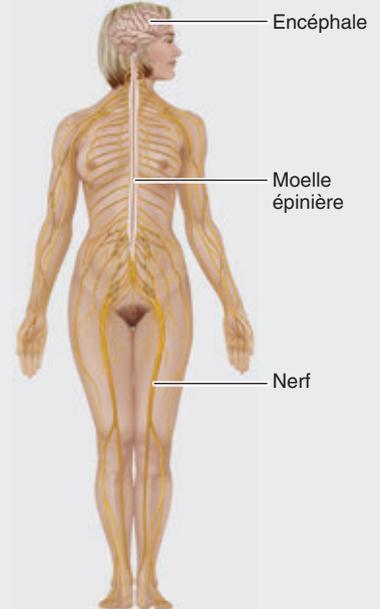
Fonctions : Produit les mouvements du corps; stabilise la position du corps (ou posture); produit de la chaleur.



4. Le système nerveux (chapitres 9 à 12)

Composantes : Encéphale, **moelle épinière, nerfs** et récepteurs sensoriels spécifiques tels que l'**œil** et l'**oreille**.

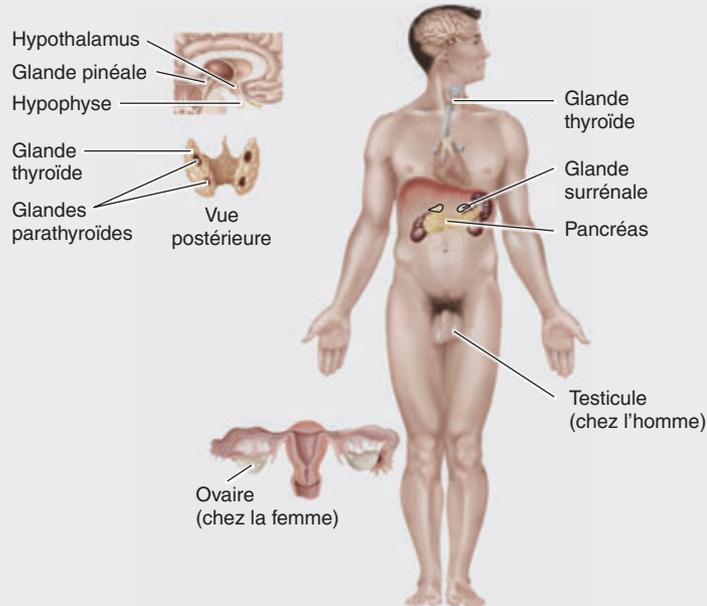
Fonctions : Régule les activités de l'organisme au moyen de potentiels d'action; détecte les changements des milieux intérieur et extérieur, les interprète et y réagit à l'aide de contractions musculaires ou de sécrétions glandulaires.



5. Le système endocrinien (chapitre 13)

Composantes : Toutes les glandes et les tissus qui produisent les régulateurs chimiques des fonctions corporelles, appelés hormones.

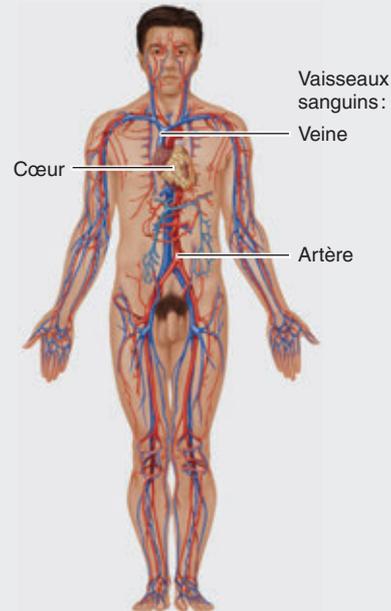
Fonctions : Assure la régulation des activités de l'organisme au moyen d'hormones, qui sont transportées par le sang d'une glande endocrine vers des organes cibles.



6. Le système cardiovasculaire (chapitres 14 à 16)

Composantes : Sang, cœur et vaisseaux sanguins.

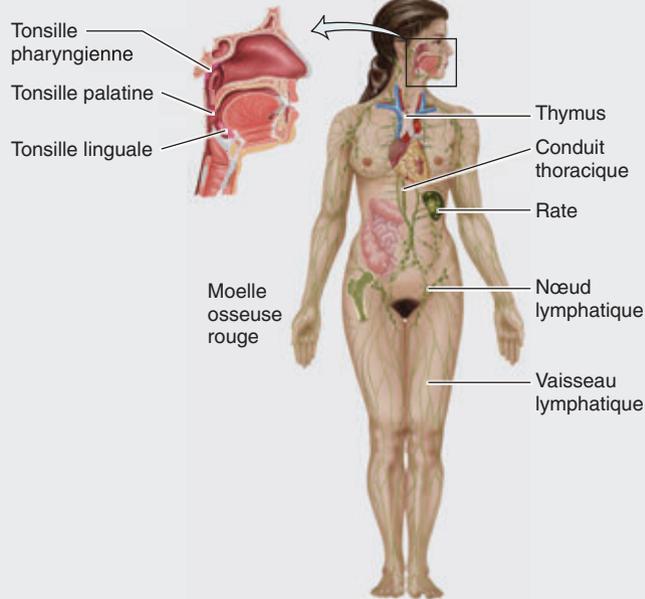
Fonctions : Distribue le sang dans les vaisseaux sanguins sous l'action de pompage du cœur; transporte les molécules d'oxygène (O₂) et les nutriments aux cellules de l'organisme et débarrasse ces dernières du dioxyde de carbone (CO₂) et de certains déchets; contribue au maintien de l'équilibre acidobasique, 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.



7. Le système lymphatique et l'immunité (chapitre 17)

Composantes : Lymphes et vaisseaux lymphatiques; moelle osseuse rouge, rate, thymus, nœuds lymphatiques et tonsilles; cellules responsables des réponses immunitaires telles que les lymphocytes B et les lymphocytes T.

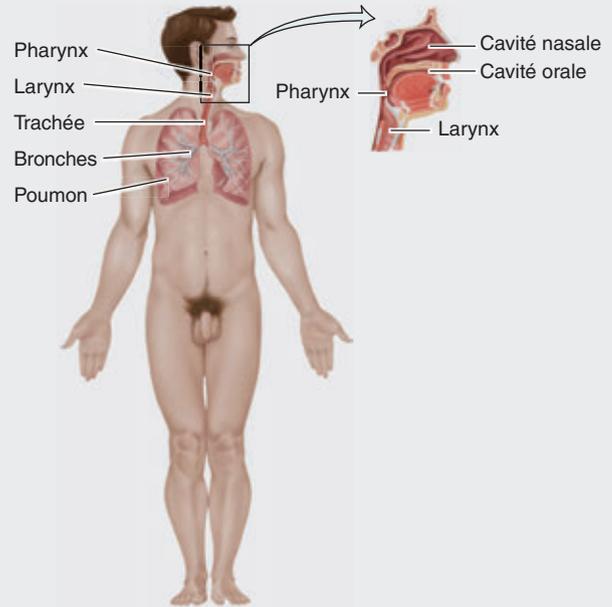
Fonctions : Réachemine les protéines et les liquides vers le sang; transporte les lipides du tube digestif jusqu'au sang; inclut des structures où se forment et prolifèrent les lymphocytes qui combattent les microorganismes pathogènes.



8. Le système respiratoire (chapitre 18)

Composantes : Poumons et voies respiratoires, telles que le pharynx, le larynx, la trachée et les bronches.

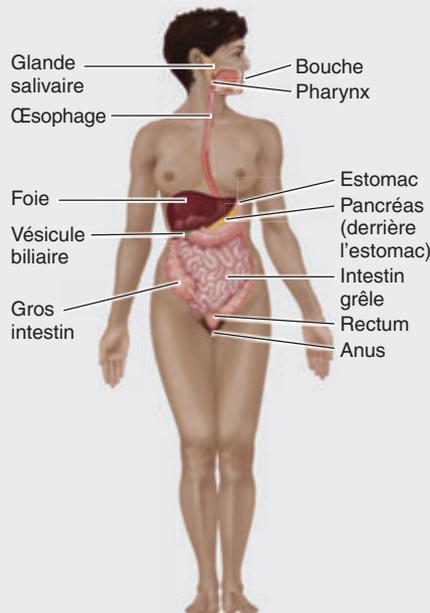
Fonctions : Transfère les molécules d'oxygène (O_2) de l'air inspiré au sang et le dioxyde de carbone (CO_2) du sang à l'air expiré; contribue au maintien de l'équilibre acidobasique des liquides de l'organisme; facilite l'émission des sons grâce au passage de l'air entre les cordes vocales.



9. Le système digestif (chapitre 19)

Composantes : Tube digestif, qui comprend plusieurs organes : la bouche, le pharynx, l'œsophage, l'estomac, l'intestin grêle, le gros intestin, le rectum et l'anus; contient également les organes contribuant à la digestion, tels que les glandes salivaires, le foie, la vésicule biliaire et le pancréas.

Fonctions : Assure la dégradation physique et chimique des aliments; absorbe les nutriments; élimine les déchets solides.



10. Le système urinaire (chapitre 21)

Composantes : Reins, uretères, vessie et urètre.

Fonctions : Produit, emmagasine et élimine l'urine; élimine les déchets et règle le volume et la composition chimique du sang; contribue au maintien de l'équilibre acidobasique des liquides de l'organisme; maintient l'équilibre électrolytique de l'organisme; contribue à l'érythropoïèse.

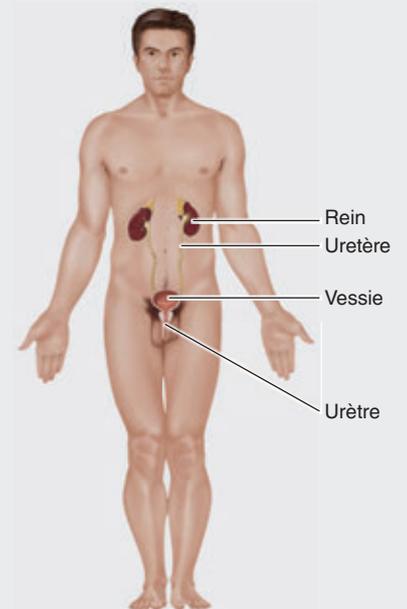
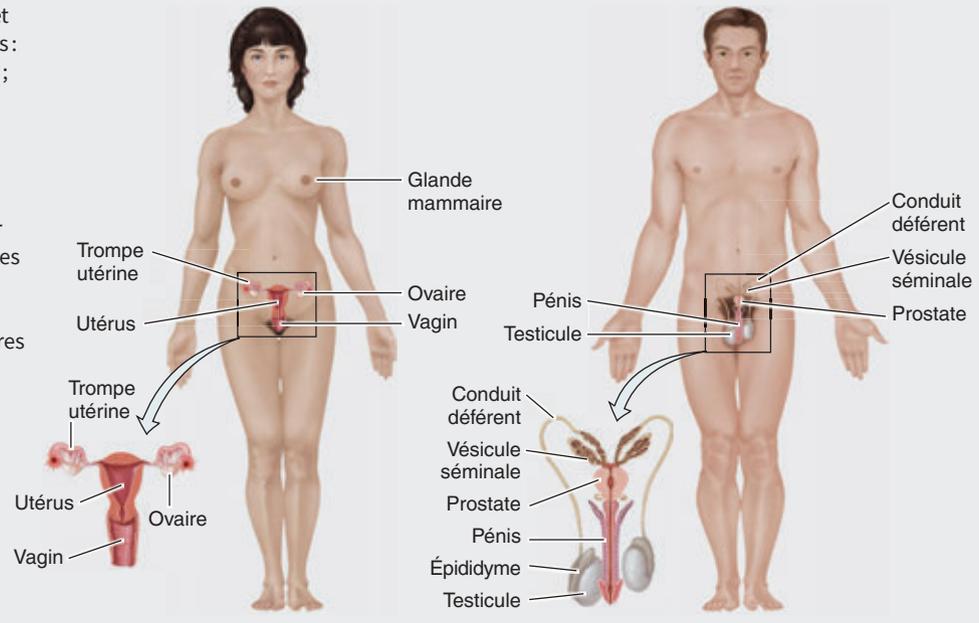


TABLEAU 1.1 Les composantes et les fonctions des onze principaux systèmes du corps humain (suite)

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.



1.2 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 constitutants 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 l'une de ces fonctions est perturbée, des cellules et des tissus sont détruits, ce qui peut entraîner la mort de l'organisme. 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 ?

1.3 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'O₂ nécessaire à leur fonctionnement; il faut aussi que cet O₂ 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 de l'O₂ 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 ce soit par exemple la température corporelle, la pression artérielle, la quantité de fer dans

le sang ou la glycémie, est un *facteur contrôlé*. Toute perturbation qui modifie la valeur d'un facteur contrôlé est un *stimulus*; il peut s'agir du fait de courir ou de pratiquer le yoga, de manger ou de boire, d'être en colère ou de subir une hémorragie, d'être plongé dans de l'eau froide, etc.

Le fonctionnement de base d'un mécanisme de régulation implique la capacité de percevoir un déséquilibre et d'y réagir de façon appropriée. La **figure 1.2** présente un modèle graphique simple d'un mécanisme de régulation; étudiez-le attentivement, car nous le reprendrons tout au long du manuel lorsque nous traiterons de mécanismes de régulation.

1 Un stimulus (changement dans l'environnement interne ou externe) a pour effet de créer **2** un déséquilibre, soit d'augmenter ou de diminuer la valeur d'un facteur contrôlé.

Deux modes de régulation sont alors possibles, l'un par le système nerveux, l'autre par le système endocrinien. Chacun comprend trois composantes essentielles: un récepteur, un centre de régulation et un effecteur.

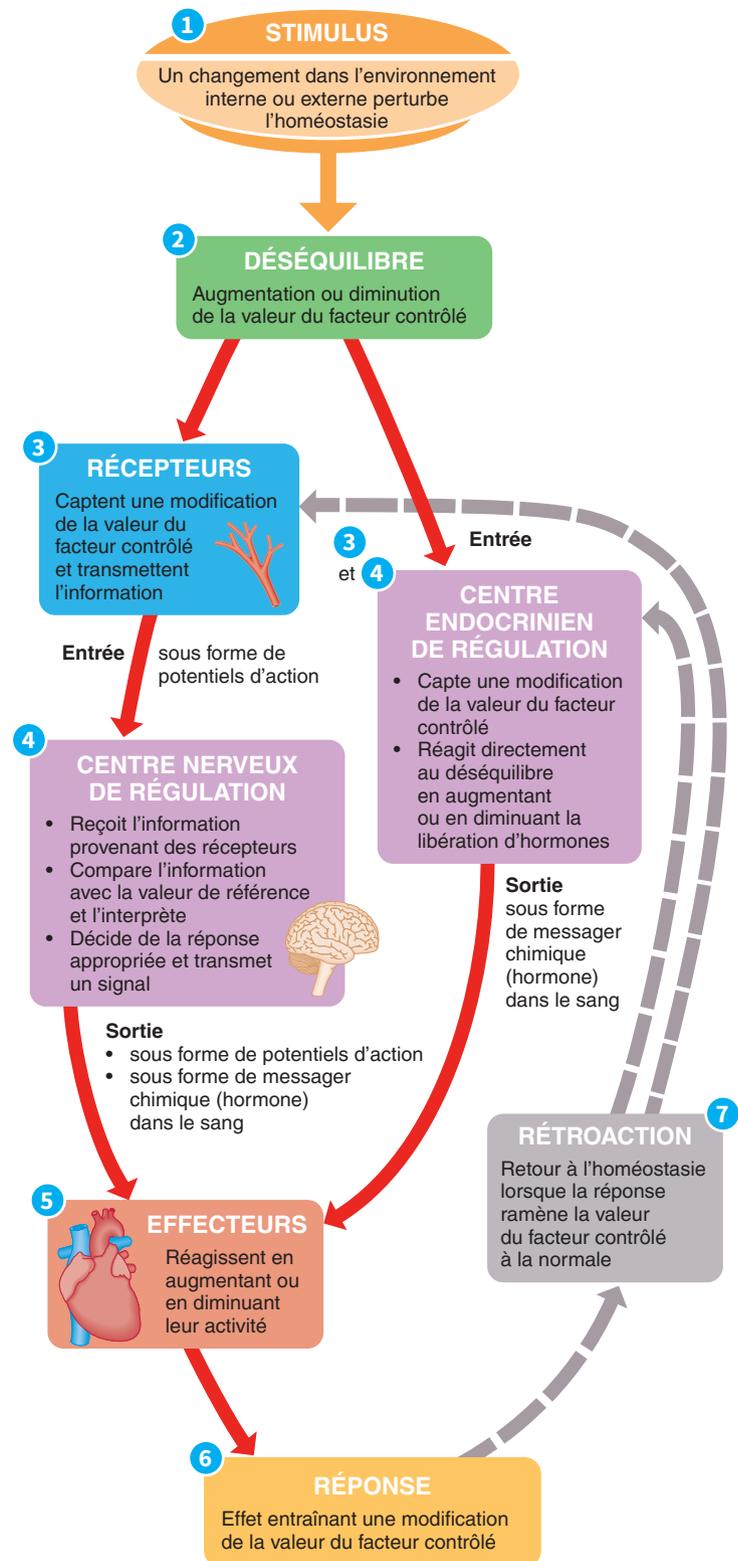
Dans le mécanisme de régulation nerveuse, des cellules spécialisées constituant **3** un récepteur captent les changements de valeur du facteur contrôlé et transmettent une information, généralement sous la forme de potentiels d'action (aussi appelés *influx nerveux*), à un ensemble de cellules formant **4** le centre nerveux de régulation. Ce dernier compare l'information reçue avec la valeur de référence du facteur contrôlé (écarts de valeurs à l'intérieur desquelles le facteur contrôlé doit être maintenu); il l'interprète comme étant une augmentation ou une diminution, décide de l'action appropriée à entreprendre et transmet un signal, généralement sous la forme de potentiels d'action ou d'autres signaux chimiques (hormones), à des cellules spécialisées constituant **5** un effecteur. L'effecteur modifie alors son activité et produit **6** une réponse, dont l'effet permet de modifier la valeur du facteur contrôlé. Dans ce type de régulation, les muscles et certaines glandes jouent le rôle d'effecteur, et la réponse est généralement rapide parce que les potentiels d'action se propagent rapidement dans l'organisme.

Dans le mécanisme de régulation endocrinienne, des cellules spécialisées d'une *glande* jouent le rôle de récepteur; elles captent les changements de la valeur du facteur contrôlé et réagissent à cette modification. La glande fait à la fois office **3** de récepteur et **4** de centre de régulation (centre endocrinien de régulation): elle analyse la nature du déséquilibre, et décide de l'action appropriée à entreprendre pour rétablir l'équilibre en augmentant ou en diminuant la production et la libération dans le sang d'un messenger chimique, une hormone. Cette dernière transmet une information à **5** un effecteur. L'effecteur modifie alors son activité et déclenche **6** une réponse, dont l'effet permet de modifier la valeur du facteur contrôlé. Dans ce type de régulation, le récepteur et le centre endocrinien de régulation sont tous deux anatomiquement intégrés dans la glande. Par ailleurs, presque toutes les cellules de l'organisme peuvent jouer le rôle d'effecteur, et la réponse est plus lente que dans le mécanisme de régulation nerveuse parce que les hormones empruntent la circulation sanguine pour se rendre aux effecteurs.

Chaque mécanisme de régulation fonctionne comme **7** une boucle de rétroaction, dont la réponse modifie d'une façon ou d'une

Figure 1.2 Le fonctionnement d'un mécanisme de régulation.

Les trois composantes de base d'un mécanisme de régulation sont les récepteurs, le centre de régulation et les effecteurs.



Q En quoi le mécanisme de régulation de type nerveux se distingue-t-il du mécanisme de régulation de type endocrinien ?

autre la valeur du facteur contrôlé. La boucle inverse l'effet du stimulus initial sur la valeur du facteur contrôlé (rétro-inhibition) ou elle l'amplifie (rétroactivation).

LES MÉCANISMES DE RÉTRO-INHIBITION Un **mécanisme de rétro-inhibition** inverse les effets d'un stimulus sur la valeur d'un facteur contrôlé. Prenons comme exemple le mécanisme de régulation nerveuse de la pression artérielle. La pression artérielle est la force exercée par le sang contre les parois des vaisseaux sanguins. Ainsi, lorsqu'une perte de sang fait baisser la pression artérielle (facteur contrôlé), un cycle d'événements se déclenche (**figure 1.3**) (Note : pour une meilleure compréhension du mécanisme de régulation présenté ici, les événements décrits dans cet exemple ne tiennent pas compte de tous les paramètres en cause.)

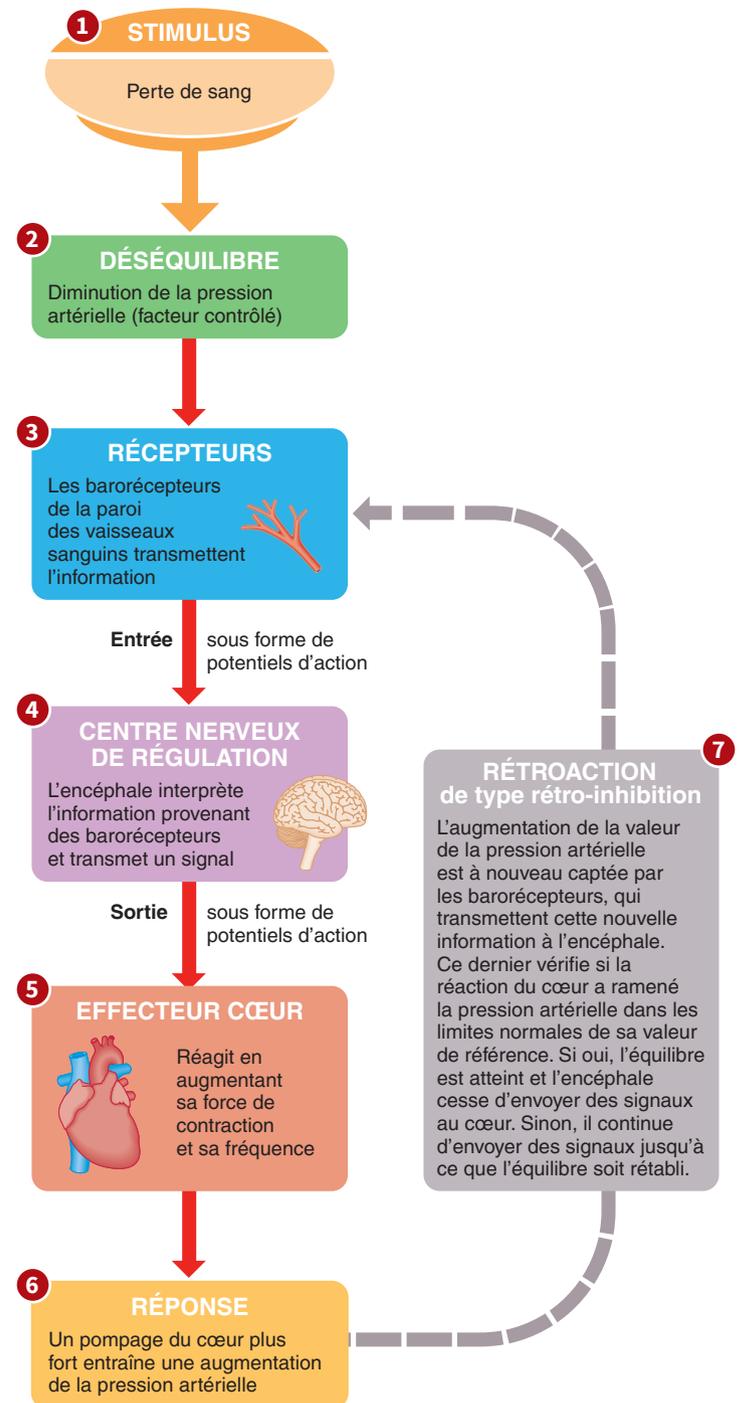
1 La perte de sang (stimulus) entraîne 2 une diminution de la valeur de la pression artérielle (déséquilibre). Cette baisse est détectée par 3 des **barorécepteurs** (récepteurs), cellules sensibles à la pression situées dans les parois de certains vaisseaux sanguins. Les barorécepteurs transmettent l'information sous forme de potentiels d'action (information d'entrée) à 4 l'encéphale (centre nerveux de régulation), qui les interprète et répond en transmettant un signal sous forme de potentiels d'action (information de sortie) au 5 cœur (effecteur), qui augmente sa fréquence et sa force de contraction. Il en résulte un pompage cardiaque accru, qui entraîne 6 une augmentation (réponse) de la valeur de la pression artérielle. Cette hausse est à nouveau captée par les barorécepteurs, qui 7 transmettent cette nouvelle information à l'encéphale (rétroaction). Ce dernier vérifie si la réaction du cœur a ramené la pression artérielle dans les limites normales de sa valeur de référence. Si oui, l'équilibre est atteint et l'encéphale cesse d'envoyer des signaux au cœur. Si non, il continue d'envoyer des signaux jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli. Cette série d'événements ramène la valeur du facteur contrôlé (pression artérielle) à la normale et rétablit l'homéostasie. Notez que l'activité de l'effecteur a produit un résultat (augmentation de la pression artérielle) qui constitue l'inverse de l'effet du stimulus (diminution de la pression artérielle) ; il s'agit donc d'un mécanisme de rétro-inhibition.

LES MÉCANISMES DE RÉTROACTIVATION Contrairement à un mécanisme de rétro-inhibition, un **mécanisme de rétroactivation** a tendance à *amplifier* ou à *renforcer* l'effet d'un stimulus sur la valeur d'un facteur contrôlé. Il agit de la même façon que le mécanisme de rétro-inhibition, sauf que la réponse produite touche différemment le facteur contrôlé. Le centre de régulation transmet bien une commande à un effecteur, mais ce dernier déclenche une réponse physiologique visant à *amplifier* l'effet du stimulus de départ. L'effet de la rétroactivation se poursuit tant qu'un événement extérieur au mécanisme de régulation ne l'interrompt pas.

L'accouchement normal illustre bien le fonctionnement d'un mécanisme de rétroactivation (**figure 1.4**). 1 Les premières contractions utérines (stimulus) poussent le fœtus dans le col de l'utérus, c'est-à-dire la portion inférieure de l'utérus qui débouche dans le vagin, ce qui 2 provoque l'étirement du col (déséquilibre). 3 Des cellules sensibles à l'étirement du col (récepteurs) captent le degré d'étirement (facteur contrôlé) et transmettent une

Figure 1.3 La régulation homéostatique de la pression artérielle par un mécanisme de rétro-inhibition. Notez que la réponse fait partie du mécanisme, ce qui permet à ce dernier de continuer à augmenter la pression artérielle jusqu'à ce qu'elle revienne à la normale (homéostasie). La flèche hachurée représente la rétro-inhibition.

Si la réponse inverse l'effet du stimulus initial sur la valeur du facteur contrôlé, il s'agit d'un mécanisme de rétro-inhibition.



Q Qu'advierait-il de la fréquence cardiaque si un stimulus causait une hausse de la pression artérielle ? Quel serait le mécanisme qui interviendrait alors : rétro-inhibition ou rétroactivation ?

information sous la forme de potentiels d'action (information d'entrée) vers 4 l'encéphale (centre nerveux de régulation), qui interprète cette information et répond en transmettant un signal sous la forme 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 rétroaction. 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.

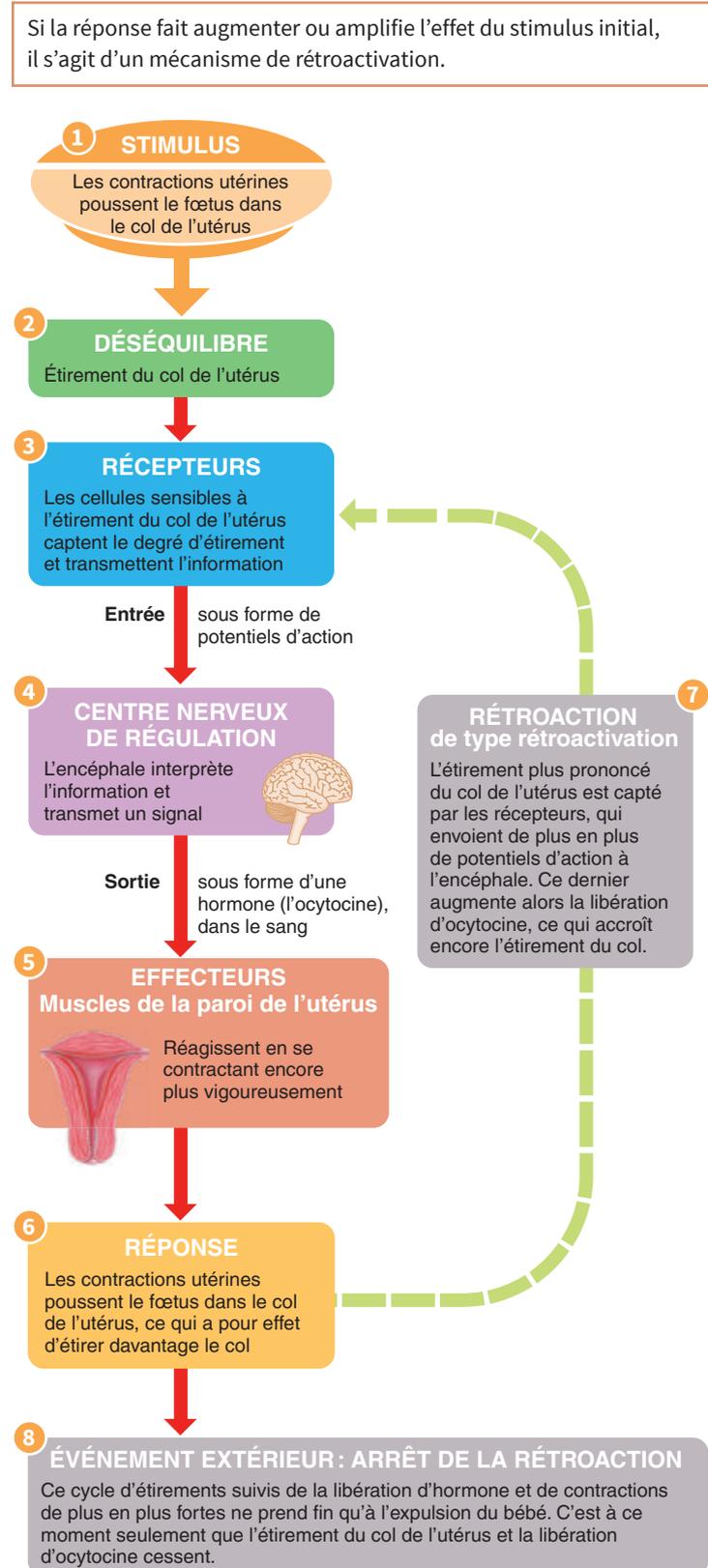
Ces exemples portent à croire qu'il existe des différences importantes entre les mécanismes de rétro-inhibition et de rétroactivation. Puisque le mécanisme de rétroactivation amplifie le changement touchant un facteur contrôlé, il doit être interrompu par un événement qui lui est extérieur. Si l'action 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** 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.

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



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

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.

1.4 Le vieillissement et l'homéostasie**► OBJECTIF**

- **Décrire** certains des changements anatomiques et physiologiques attribuables 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, d'une 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 ou de la ménopause. Le vieillissement se manifeste également par des cardiopathies plus

fréquentes, une plus grande sensibilité aux infections et au cancer, une diminution de la capacité pulmonaire, un fonctionnement moins efficace du système digestif, un ralentissement du fonctionnement des reins ou de l'hypertrophie 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.

1.5 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

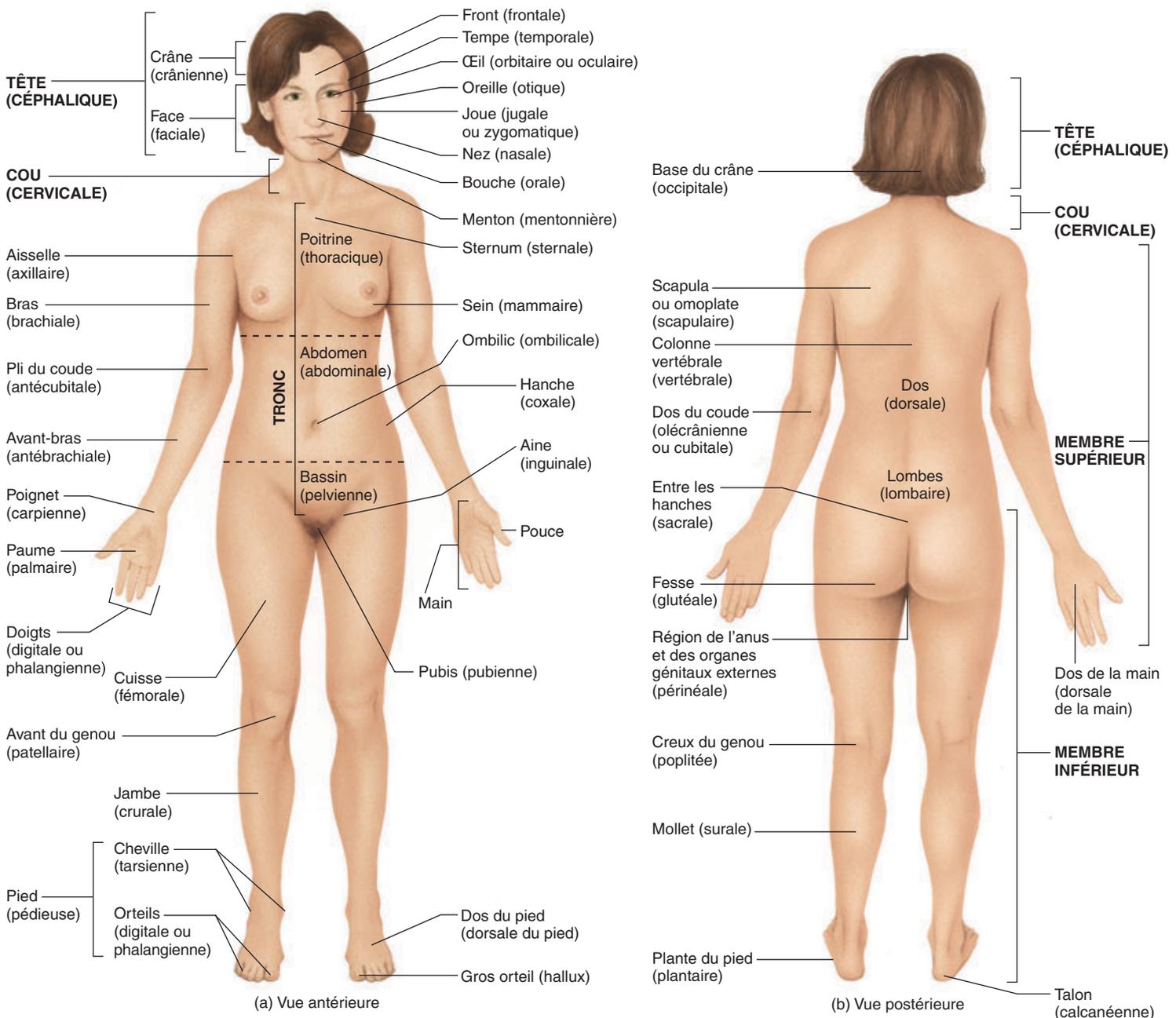
(partie du membre allant du genou à la cheville), la cheville et le pied. L'*aine*, située sur la face antérieure du corps, se caractérise par les replis qu'elle forme de chaque côté du corps à l'endroit où le tronc est relié à la cuisse.

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.

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 regardant droit devant. 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 vers l'avant.



Q Où se situe une verrue plantaire?

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. Étudiez la **figure 1.6** et le **tableau 1.2** pour déterminer si, entre autres choses, l'estomac est supérieur par rapport aux poumons.

Notez qu'un grand nombre de termes sont groupés par paires et décrivent des orientations qui s'opposent. Par exemple, antérieur veut dire *devant*, par opposition à postérieur, qui signifie *derrière*. De même **supérieur** veut dire *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.

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.

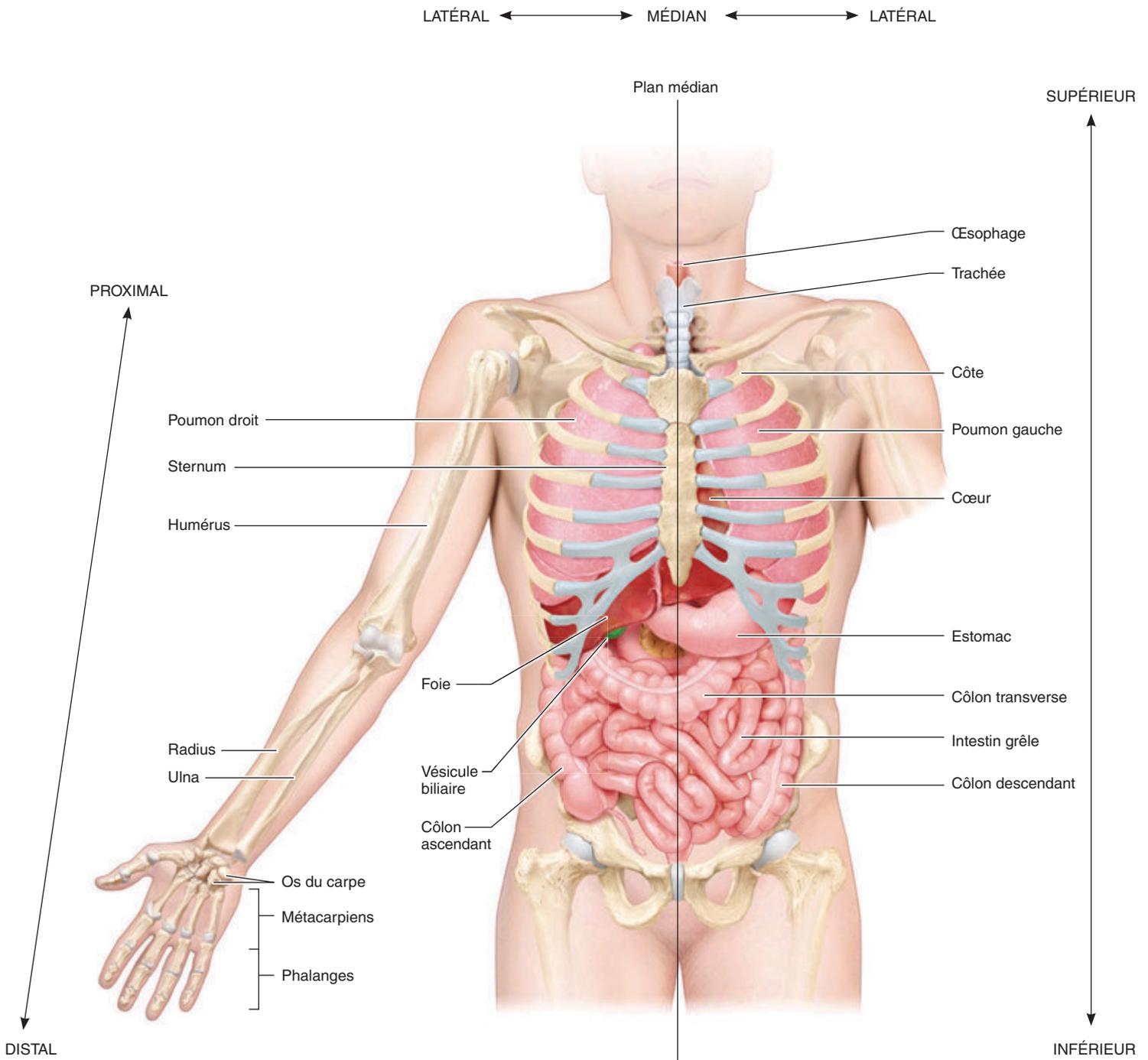
Les régions du corps que vous étudierez seront souvent représentées en coupe. Une **coupe** divise le corps ou un organe le long d'un des plans que nous venons de décrire. Il sera donc important de savoir de quelle coupe il s'agit pour bien comprendre la relation anatomique entre les diverses parties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

TABLEAU 1.2 Les termes relatifs à l'orientation du corps

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.

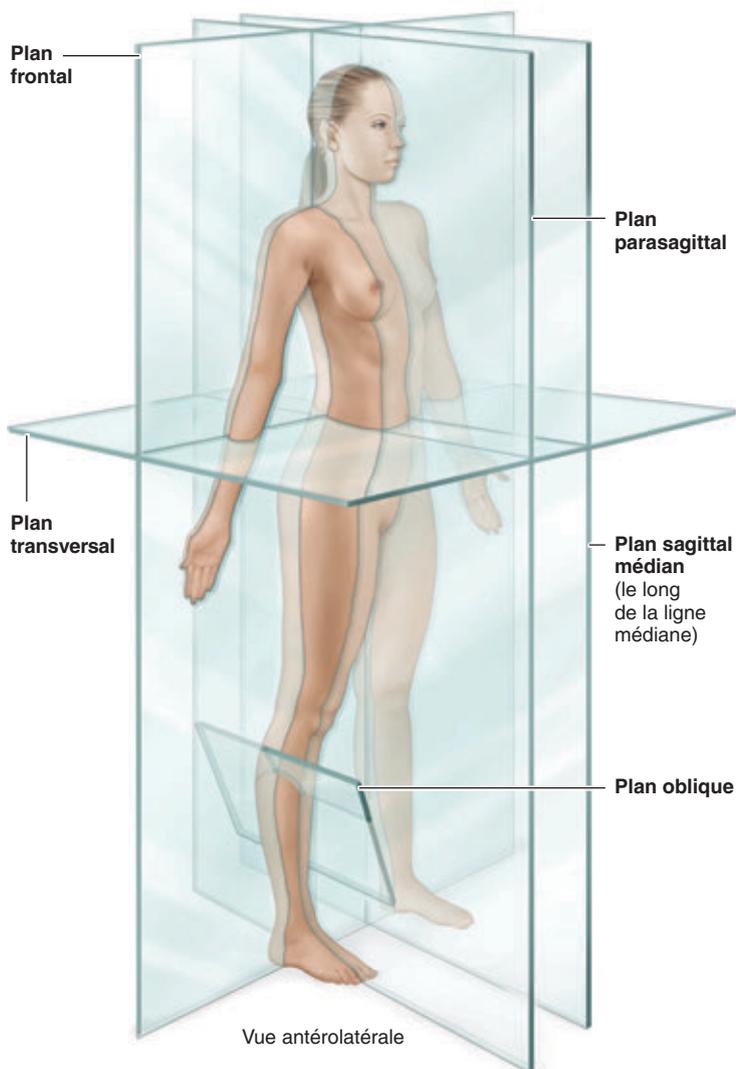
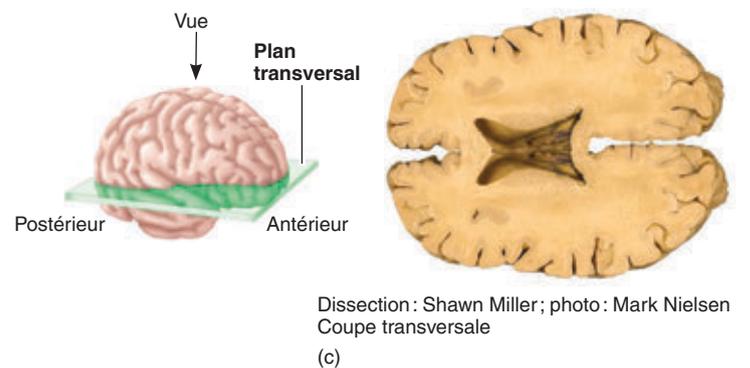
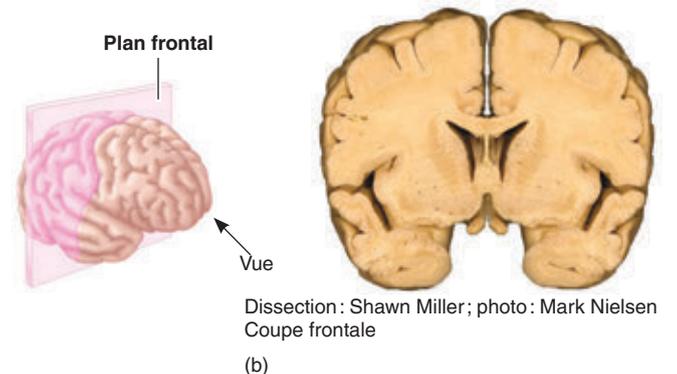
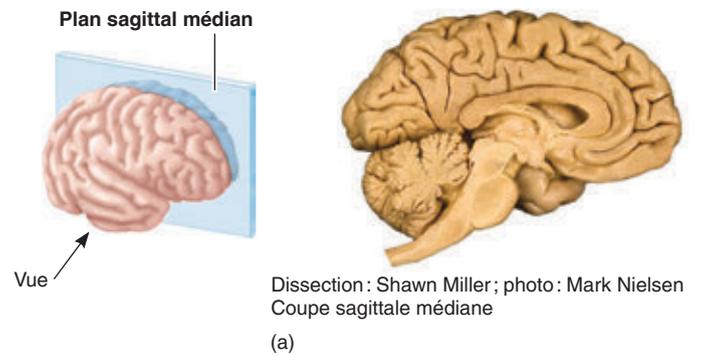


Figure 1.8 Les plans et les coupes de diverses parties de l'encéphale. Le schéma de gauche montre le plan et la photographie de droite, la coupe correspondante. **Remarque :** Les flèches des schémas indiquent la perspective selon laquelle on voit chaque coupe. Ces flèches seront utilisées tout au long 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 le cœur en une partie antérieure et une partie postérieure ?

► POINT DE CONTRÔLE

- 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 ?
- Décrivez la position anatomique et expliquez son utilité.
- Situez sur votre propre corps toutes les régions et désignez-les par leur nom courant et le terme anatomique correspondant.
- Pour chacun des termes présentés au **tableau 1.1**, donnez votre propre exemple.
- Nommez les divers plans permettant de séparer le corps en différentes régions et expliquez de quelle manière il est divisé par chacun d'eux.

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

1.6 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.

Les principales cavités du tronc sont la cavité thoracique et la cavité abdominopelvienne. La **cavité thoracique** (*thōrakos*: 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'aîne; elle est circonscrite par les muscles abdominaux ainsi que par les os et les muscles du bassin. 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

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.

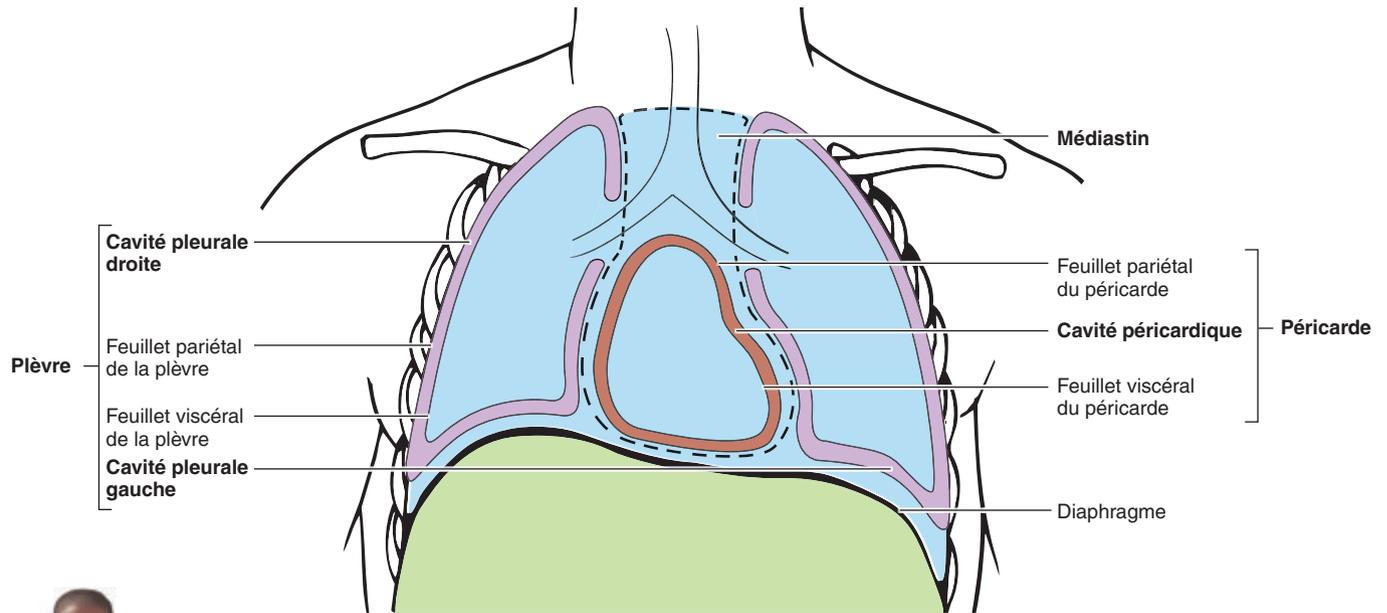
CAVITÉ	DESCRIPTION
Cavité crânienne	Délimitée par les os du crâne, contient l'encéphale.
Canal vertébral	Délimité par la colonne vertébrale, contient la moelle épinière et le début des nerfs spinaux.
Cavité thoracique*	Contient les cavités pleurales et péricardique ainsi que le médiastin.
<i>Cavités pleurales</i>	Abrivent chacune un poumon; la séreuse des cavités pleurales est la plèvre.
<i>Cavité péricardique</i>	Contient le cœur; la séreuse de la cavité péricardique est le péricarde.
<i>Médiastin</i>	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.
<i>Cavité abdominale</i>	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.
<i>Cavité pelvienne</i>	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.

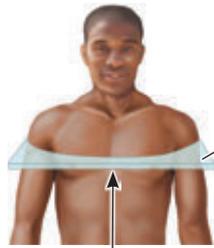
Q Dans quelle cavité se situent les organes suivants : vessie, estomac, cœur, intestin grêle, poumons, organes génitaux internes de la femme, thymus, rate et foie ? Utilisez ces abréviations dans votre réponse : T = cavité thoracique; A = cavité abdominale; P = cavité pelvienne.

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.

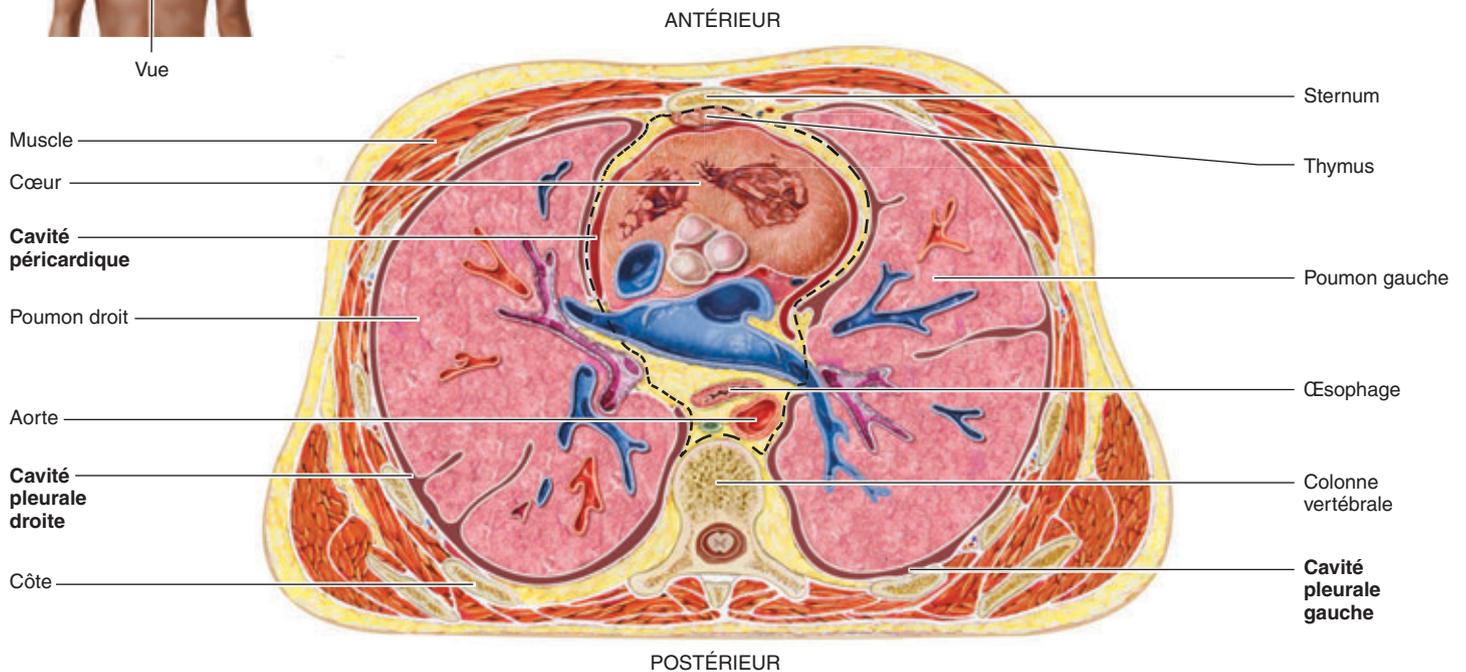


(a) Vue antérieure de la cavité thoracique



Plan transversal

Vue



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

Q Parmi les structures suivantes, lesquelles sont contenues dans le médiastin : le poumon droit, le cœur, l'œsophage, la moelle épinière, l'aorte, la cavité pleurale gauche ?

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 recouvre les viscères et y adhère. Les deux feuillets sont séparés par un espace contenant une petite quantité de lubrifiant (sérosité). Ce liquide permet aux viscères de glisser quelque peu les uns sur les autres pendant les mouvements, par exemple lorsque les poumons se gonflent et reprennent leur forme durant la respiration.

La séreuse des cavités pleurales est la **plèvre**. Celle qui tapisse la cavité péricardique est le **péricarde**. Le **péritoine** est celle qui tapisse la cavité abdominale.

En plus de celles que nous venons de décrire, vous étudierez d'autres cavités dans les prochains chapitres. Il s'agit de la *cavité orale* (*buccale*), qui contient la langue et les dents; de la *cavité nasale* située dans le nez; des *cavités orbitales*, qui contiennent les globes oculaires; des *cavités de l'oreille moyenne*, qui contiennent les osselets de l'oreille moyenne; et des *cavités synoviales*, qui se trouvent dans les articulations mobiles et contiennent du liquide synovial.

Les régions et les quadrants abdominopelvien

Afin de situer plus précisément les nombreux organes abdominaux et pelviens, on peut diviser la cavité abdominopelvienne en compartiments plus petits. Dans l'une des méthodes, on sépare la cavité en neuf **régions abdominopelviennes** au moyen de deux plans transversaux et de deux plans verticaux placés comme dans une grille de tic-tac-toc (ou jeu de morpion) (**figure 1.11**). Les neuf régions abdominopelviennes sont les régions *hypocondriaque droite*, *épigastrique*, *hypocondriaque gauche*, *latérale* (ou *lombaire*) *droite*, *ombilicale*, *latérale* (ou *lombaire*) *gauche*, *inguinale* (ou *iliaque*) *droite*, *hypogastrique* (ou *pubienne*) et *inguinale* (ou *iliaque*) *gauche*.

Une autre méthode de division sépare la cavité abdominopelvienne en **quadrants** (*quadrans*: quart), comme le montre la **figure 1.12**. Un plan transversal et un plan sagittal médian traversent l'**ombilic** (*umbilicus*: 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.

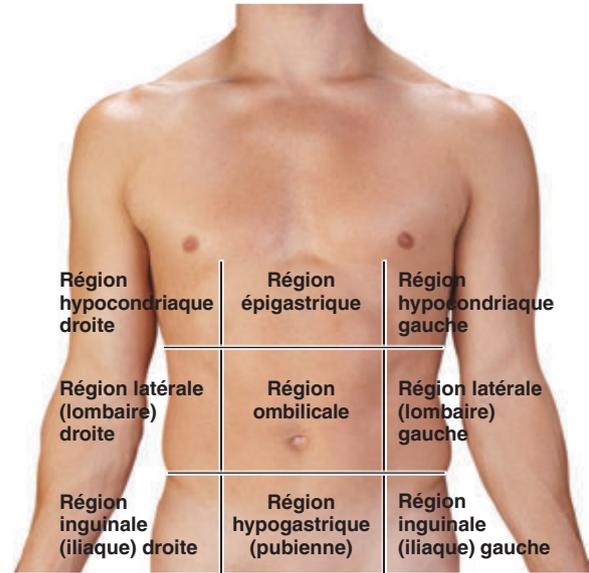
► POINT DE CONTRÔLE

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.

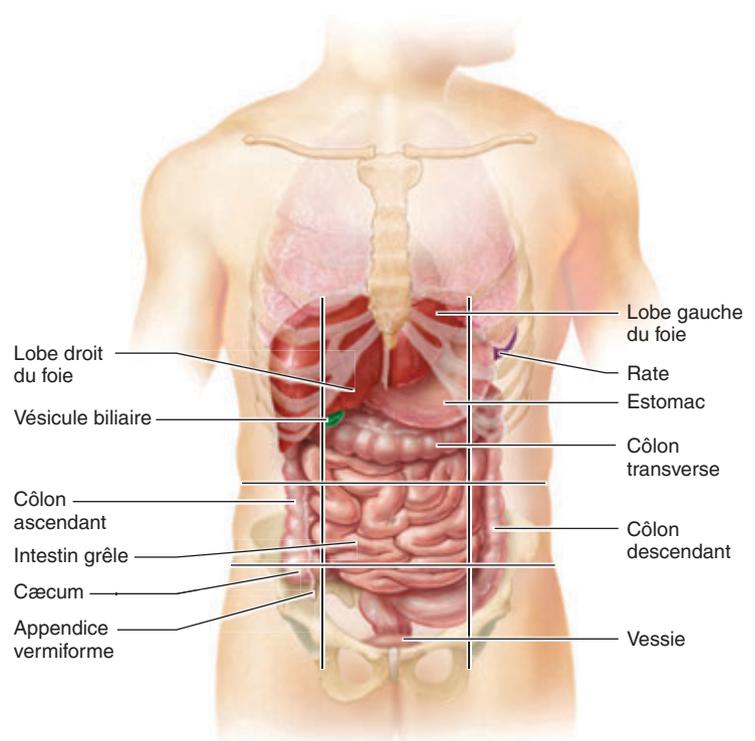
Figure 1.11 Les neuf régions de la cavité abdominopelvienne. Les organes génitaux internes de la cavité pelvienne sont présentés aux figures 23.1 et 23.6.

En anatomie, on utilise la division en neuf régions.



Andy Washnik

(a) Vue antérieure montrant l'emplacement des régions abdominopelviennes

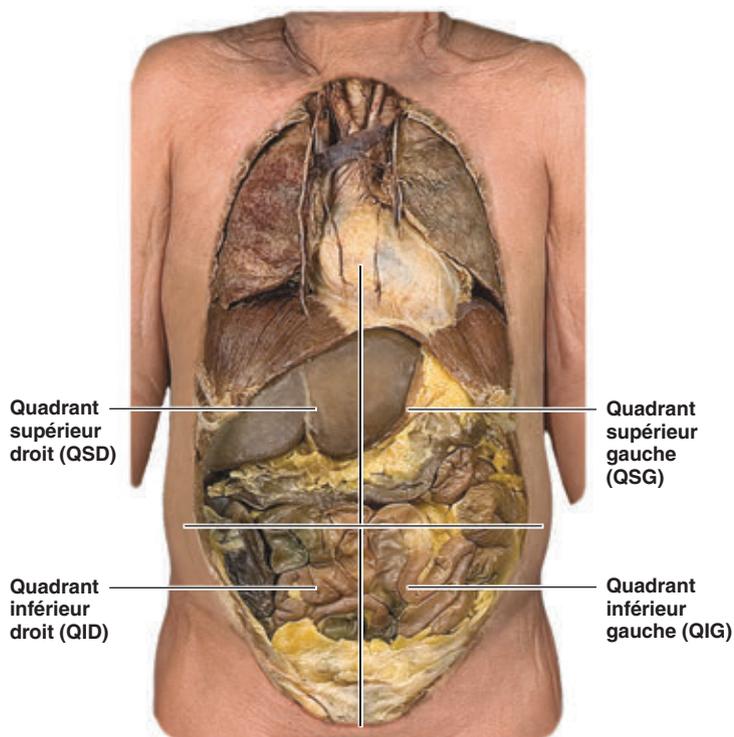


(b) Vue antérieure superficielle des organes de la région abdominopelvienne

Q Dans quelle région abdominopelvienne se situent les organes suivants : la plus grande partie du foie, le côlon ascendant, la vessie et l'appendice vermiforme ?

Figure 1.12 Les quadrants de la cavité abdominopelvienne (sous la ligne hachurée). 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.



Dissection : Shawn Miller ; photo : Mark Nielsen
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 ?

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 L'anatomie et la physiologie : une vue d'ensemble

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.
3. Le corps humain comprend six niveaux d'organisation structurale : les niveaux **chimique, cellulaire, tissulaire, des organes, systémique** et **de l'organisme entier**.
4. Les **cellules** sont les unités structurales et fonctionnelles de base d'un organisme et les plus petites unités vivantes dans le corps humain.
5. Les **tissus** sont constitués de groupes de cellules entourés de matériaux qui exécutent ensemble une fonction particulière.
6. Les **organes** ont habituellement une forme reconnaissable, sont toujours composés d'au moins deux types de tissus et jouent un rôle précis.
7. Chaque **système** est constitué d'organes associés pour accomplir une fonction commune.
8. 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.
9. 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.

1.2 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**.

1.3 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. Un mécanisme de rétroactivation tend à amplifier ou à renforcer l'effet d'un stimulus, comme cela se produit lors d'un accouchement. 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.

1.4 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.

1.5 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. Le **tableau 1.2** 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.

1.6 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 hypocondriaque droite, épigastrique, hypocondriaque 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.
 - b) L'homéostasie.
 - c) La chimie.
 - d) L'anatomie.
 - e) Les mécanismes de régulation.
2. Parmi les réponses suivantes, laquelle illustre le mieux l'idée de la complexité croissante des niveaux d'organisation du corps ?
 - a) niveau chimique → tissulaire → cellulaire → des organes → de l'organisme entier → systémique.
 - b) niveau chimique → cellulaire → tissulaire → des organes → systémique → de l'organisme entier.
 - c) niveau cellulaire → chimique → tissulaire → de l'organisme entier → des organes → systémique.
 - d) niveau chimique → cellulaire → tissulaire → systémique → des organes → de l'organisme entier.
 - e) niveau tissulaire → cellulaire → chimique → des organes → systémique → de l'organisme entier.
3. Associez les systèmes suivants à leurs fonctions :

— a) Transporte l'O ₂ , les nutriments et le CO ₂ .	A) Système urinaire.
— b) Assure la dégradation des aliments et l'absorption des nutriments.	B) Système digestif.
— c) Contribue aux mouvements du corps, à la posture et à la production de chaleur.	C) Système endocrinien.
— d) Assure la régulation des activités de l'organisme en libérant des hormones.	D) Système tégumentaire.
— e) Soutient et protège l'organisme.	E) Système musculaire.
— f) Élimine les déchets ; contribue à la régulation du volume et de la composition chimique du sang.	F) Système squelettique.
— g) Protège l'organisme, détecte les sensations et contribue à la régulation de la température.	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 :
- La valeur du facteur contrôlé n'est jamais altérée.
 - La réponse de l'organisme a parfois tendance à s'emballer.
 - Le changement de la valeur du facteur contrôlé est inversé.
 - La partie du corps qui répond à l'information de sortie est appelée récepteur.
 - 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 :
- L'effecteur.
 - Le récepteur.
 - La boucle de rétroaction.
 - La réponse.
 - Le centre de régulation.
8. Associez les termes suivants à leur définition :
- | | |
|--|--------------|
| ___ a) Changement observable et mesurable. | A) Maladie. |
| ___ b) Perturbation de fonctionnement de l'organisme. | B) Symptôme. |
| ___ c) Trouble identifiable qui affecte l'organisme. | C) Signe. |
| ___ d) Changement subjectif qui n'est pas facilement observable. | D) Anomalie. |
9. Une démangeaison de la région axillaire engendre le grattement :
- De l'aisselle.
 - De l'avant du coude.
 - Du cou.
 - Du dessus de la tête.
 - Du mollet.
10. Où trouve-t-on l'artère fémorale ?
- Au poignet.
 - Sur l'avant-bras.
 - Dans la face.
 - Sur la cuisse.
 - À l'épaule.
11. Par rapport aux lèvres, le menton est :
- Latéral.
 - Supérieur.
 - Profond.
 - Postérieur.
 - 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 :
- Sagittal médian.
 - Frontal.
 - Transversal.
 - Parasagittal.
 - Oblique.
13. Lequel des énoncés suivants à propos des cavités du corps est FAUX ?
- Le diaphragme sépare la cavité thoracique de la cavité abdominopelvienne.
 - Les organes de la cavité crânienne et du canal vertébral sont appelés viscères.
 - La vessie se trouve dans la cavité pelvienne.
 - La cavité abdominale est inférieure à la cavité thoracique.
 - La cavité pelvienne se termine sous l'aîne.

14. Si un patient doit subir une appendicectomie, quelle région le chirurgien doit-il préparer pour l'intervention ?
- Le quadrant supérieur droit.
 - Le quadrant inférieur droit.
 - Le quadrant supérieur gauche.
 - Le quadrant inférieur gauche.
 - La région hypocondriaque gauche.

QUESTIONS À COURT DÉVELOPPEMENT

- Chloé se rend au parc pour battre le record de la suspension la plus longue, 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.
- 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.
- 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'aîne. » 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 ?
- 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.